

Г. А. ЕРМОЛАЕВА, Р. А. КОЛЧЕВА

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Учебник

*Рекомендовано
Экспертным советом по начальному профессиональному
образованию для учреждений
начального профессионального образования*



Москва
2000



УДК [663.4 + 663.86] (075.22)

ББК 36.87я722 + 36.88я722

Е 74

Федеральная программа книгоиздания России

Рецензент

главный специалист Минсельхозпродукта Г. А. Свиридова

Ермолаева Г.А., Колчева Р.А.

Е 74 Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: Учеб. для нач. проф. образования. – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. – 416 с.

ISBN 5-8222-0118-0 (ИРПО)

ISBN 5-7695-0631-8 (Изд. центр «Академия»)

Рассмотрена современная технология приготовления солода, пива, безалкогольных и слабоалкогольных напитков, кваса, минеральных вод. Описаны устройство и принцип действия используемого технологического оборудования, а также методы химико-технологического контроля качества сырья и готовой продукции. Изложены требования, предъявляемые к сырью для приготовления напитков, технологической воде, таре и вспомогательным материалам, а также к стойкости и качеству напитков, к производственной санитарии и безопасным приемам труда.

Для учащихся учреждений начального профессионального образования и инженерно-технических работников предприятий пивоваренной и безалкогольной отраслей пищевой промышленности.

УДК [663.4 + 663.86] (075.22)

ББК 36.87я722 + 36.88я722

ISBN 5-8222-0118-0
ISBN 5-7695-0631-8

© Ермолаева Г.А., Колчева Р.А., 2000
© Институт развития профессионального образования, 2000
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2000

ВВЕДЕНИЕ

Пиво представляет собой игристый, освежающий напиток с характерным хмелевым ароматом и приятным горьковатым вкусом, насыщенный углекислым газом (диоксидом углерода), образовавшимся в процессе брожения. Оно не только утоляет жажду, но и повышает общий тонус организма человека, способствует лучшему обмену веществ.

Пивоварение является одним из древнейших производств. Предполагается, что еще за 7 тыс. лет до н.э. в Вавилоне варили пиво из ячменного солода и пшеницы. Затем способ приготовления пива распространился в Древнем Египте, Персии, среди народов, населявших Кавказ и юг Европы, а позже — по всей Европе.

Пиво на Руси. Во всех славянских языках присутствует слово «пиво». Раньше этим словом называли не только пиво, но и напиток вообще. Слова «пиво» и «пить» созвучны в славянских языках. Именно славяне были посредниками, передававшими практику использования хмеля другим европейским народам.

Во время археологических раскопок на месте Древнего Новгорода были найдены берестяные грамоты, в которых упоминались перевары. Перевары — это хмельные напитки из меда и пива, отличающиеся большой крепостью. Насколько высоко ценились перевары можно судить по тому факту, что мед и перевары являлись данью на Руси. Следует также отметить, что пиво, солод и хмель входили в состав оброков крестьян за пользование землей.

На Руси пиво и меды разной крепости (легкие — от 2% до 4% алкоголя, средние — от 4,5% до 7%, крепкие — до 17% и даже 35% и более) были ритуальными напитками, употреблявшимися на пирах. Варили пиво в монастырях. В годы царствования великих князей пиво часто упоминается в царских указах. Великий князь Иван III в годы своего царствования (1462—1505) запретил кому бы то ни было варить пиво и употреблять хмель, присвоив это право казне. Позже указ был отменен.

Со временем на Руси появляется все больше пивоварен. В 1715 году по указанию Петра I в Петербург были выписаны солодовщики и пивовары, что способствовало развитию пивоварения. К этому же году относится основание нынешнего пивзавода во Львове. Пиво на Руси становится привычным и популярным и даже попадает на страницы литературных произведений.

На рубеже XVIII—XIX вв. пользовалось известностью пиво московских пивоварен, общее число которых было 236. Судя по всему, они были более мелкими по сравнению с крупными петербургскими. Особенно же славилось тогда калужское пиво, получаемое верховым брожением.

Интересна история петербургского пивоварения. В 1795 г. с высочайшего одобрения Екатерины II Абрахамом Фридрихом Кро-

ном в Петербурге был основан старейшина российского пивоварения — пивзавод, который носил имя Александра Невского. В год на заводе производилось до 170 тыс. декалитров (1 декалитр или 1 дал равен 10 л, а 1 гектолитр или 1 гл — 100 л) пива, которое поставлялось к императорскому столу. В конце XVIII в. Петром Казалетом было основано производство пива близ Калинкина моста. Калинкинский пивзавод специализировался на выпуске лучших, элитных сортов пива. В 1848 г. Крон и Казалет объединили свои заводы, в дальнейшем пивоварение велось на Калинкинском пивзаводе, который уже в 1848 г. выпускал 330 тыс. дал. (С 1923 г. этот завод носит имя Степана Разина.) В 1863 г. на Петровском острове был учрежден пивзавод «Бавария» российско-баварского пивоваренного общества, ставший поставщиком двора Его Императорского Величества. В 1872 г. основан завод «Вена» российско-австрийского акционерного общества.

Во второй половине XIX в. общее число пивоварен стало уменьшаться, а в оставшихся крупных производство пива увеличилось. Если в 80-х гг. XIX в. общее число пивоварен достигало почти полутора тысяч, то на рубеже веков их было около тысячи.

Важнейшим толчком для развития промышленного пивоварения стало изобретение паровой и холодильной машин. К концу XIX в. примерно треть заводов была оснащена паровыми машинами, а затем некоторые из них стали пользоваться и электричеством. В 1876 г. Трехгорный пивоваренный завод в Москве выпустил первое пиво. В 1887 г. производительность завода составила около 700 000 дал. Выпускаемое предприятием пиво на Всероссийских промышленных выставках в 1882 и 1896 гг. за качество было удостоено награды «Золотой орел». Завод использовал достижения науки и техники: в 1899 г. предприятие перешло на электрическое освещение, в 1907 г. установило высокопроизводительную паровую машину, в 1911 г. немецкий изобретатель Натан смонтировал свою установку по сбраживанию суслу. В 1908 г. 65 крупнейших заводов произвели, половину всего объема пива. В отрасли тогда работало около 20 тыс. рабочих.

Накануне первой мировой войны по общему объему производства пива среди регионов России лидировала Петербургская губерния, на втором месте была Московская, затем — Лифляндская (обогнавшая другие губернии по числу заводов) и Варшавская губернии. В границах современной Российской Федерации пивоварение было развито в Петербургской, Московской, Самарской, Казанской и Смоленской губерниях. Первое место по отдельным заводам занимало Московское Трехгорное товарищество, затем следовали петербургские заводы Калинкинский и Бавария. Вскоре первая мировая война с ее «сухим» законом и последующие события приостановили на время развитие отечественной пивоваренной промышленности.

В 30–70-е годы XX века пивоваренная промышленность в России была полностью технически реконструирована, построено много новых крупных заводов, технологические процессы были механизированы и автоматизированы.

В настоящее время на многих предприятиях устанавливается современное высокопроизводительное оборудование. Особое внимание уделяется совершенствованию осветления и розлива пива.

При приготовлении пива протекают многие физико-химические, биохимические и другие процессы, обуславливающие качественные и вкусовые показатели готового продукта. Управление этими процессами и получение напитка высокого качества требуют от рабочих знания технологии и оборудования, передовых приемов работы, высокой ответственности за порученное дело.

Русский квас. Хлебный квас имеет свою многовековую историю и по праву считается русским национальным напитком. Первое упоминание о нем есть в летописи – в 988 году по случаю крещения киевлян князь Владимир приказал раздать им пищу и напитки: мед в бочках и хлебный квас.

В старину готовили хлебные, фруктовые, ягодные, медовые и другие квасы. Сырьем для производства кваса были рожь, ячмень, пшено, гречиха, фрукты, ягоды, мед, сахар, различные пряности, травы, корни и т. д. Из этого сырья приготавливали суело (водный экстракт), который затем сбраживали.

В России было более 150 рецептов квасов: квас Сладкий, Кислый, Старинный, Северный, Весенний, Ароматный, Темный, Белый, Крестьянский, Сухарный, Мятный, Квас для окрошки, кислые щи, Монастырский, Его Императорского Величества Семеновского полка, квас с хреном, тмином, душистый квас, Боярский, Деревенский, Казацкий, Волжский, Киевский, Воронежский, Московский, Польский, Литовский, Рижский, Яблочный, Грушевый, Брусничный, Клюквенный, Морошковый, Рябиновый и барбарисовый, Вишневый, Малиновый, Земляничный, Смородиновый, Абрикосовый, Лимонный, Апельсиновый, Имбирный, Фруктовый и др.

Несмотря на большое распространение кваса, технология приготовления его была примитивна, а квасоваренные заводы характеризовались небольшой мощностью и преобладающим использованием ручного труда. При переработке хлебного сырья (сухари, квасные хлебцы, мука, солод и т. д.) в процессе производства кваса терялось до 30% экстрактивных веществ, то есть веществ, способных при затирании (смешивании дробленых зернопродуктов с водой) перейти в раствор.

Современный хлебный квас по вкусовым, жаждоутоляющим и освежающим свойствам – один из лучших слабоалкогольных напитков. Он содержит диоксид углерода, спирт и молочную кислоту, образовавшиеся во время брожения и обуславливающие остроту вку-

са и освежающее действие, а также полезную для организма человека микрофлору (дрожжи и молочнокислые бактерии), витамины (В₁, В₂, РР, D, пантотеновую кислоту), макро- и микроэлементы (Fe, K, Na, Ca, Mg, P, S, Cl, Mo).

Питательной основой хлебного кваса являются углеводы (сахароза, мальтоза, декстрины) и аминный азот. Квас — калорийный напиток, в 1 л которого содержится 840—1260 кДж (200—300 ккал). Комплекс указанных компонентов с углеводами и аминокислотами определяет полезность хлебного кваса. Кроме того, известно, что молочнокислые бактерии и продукт их жизнедеятельности — молочная кислота — стабилизируют действие желудочно-кишечного аппарата человека, угнетая и обезвреживая болезнетворные микроорганизмы и регулируя кислотность желудка. Квас способствует обмену веществ, регулирует функции центральной нервной системы, содействует окислительно-восстановительным процессам при дыхании живых клеток, нормальному распределению солей в костных тканях и улучшает деятельность сердечно-сосудистой системы. Дioxid углерода усиливает секрецию и улучшает усвоение пищи. Хлебный квас повышает аппетит человека.

Безалкогольные напитки (газированные и негазированные, сухие напитки, сиропы, квасные напитки и др.) готовят на специализированных заводах, в безалкогольных цехах при пивоваренных заводах, на минизаводах из воды, соков, настоев, экстрактов, ароматизаторов, сахара и подслащивающих веществ.

Напитки обладают освежающим действием, а некоторые из них содержат полезные для человека компоненты.

Наблюдается значительное увеличение выпуска безалкогольных напитков, пива и других продуктов, причем вновь повышается производство напитков с использованием натурального растительного сырья: экстрактов трав, соков, настоев.

Производство напитков в России. В настоящее время производственные мощности в России по производству пива составляют около 400 млн дал, солода 500 тыс. т, безалкогольных напитков 310 млн дал, минеральных вод 1 млрд бутылок. Многие предприятия работают не на полную мощность, но в последние годы наблюдается постоянный рост производства напитков. В настоящее время предприятия производят около 280 млн дал пива, 300 тыс. т солода, 70 млн дал напитков и 400 млн бутылок минеральной воды в год. Около 4% пива поступает по импорту.

В последние годы строится много минизаводов по производству пива и безалкогольных напитков, но доля их в общем объеме продукции пока еще невелика — около 3%.

Среднедушевое потребление пива в России в зависимости от региона составляет 17—27 л на человека в год (в Германии — 146, в Великобритании — 120, в Чешской Республике — 160, в Ирландии — 140, в Германии — 140, в Дании — 120, в Австрии — 120), безалко-

гольных напитков 5–10 л, в Германии – 148 л, Бельгии – 129 л, Испании – 141 л. По мнению специалистов, потребление пива в количестве 120–150 л на человека в год является максимальным. Производство пива на душу населения в Санкт-Петербурге приблизилось к европейскому уровню – 124 л, притом, что в среднем по России оно составило 22 л, а в Москве – 34 л.

Перед пиво-безалкогольной отраслью стоят большие задачи по внедрению новой эффективной техники и технологии, обеспечивающих полное и комплексное использование сельскохозяйственного сырья, осуществлению комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, проведению мероприятий по экономии энергоресурсов и воды.

Книга «Технология и оборудование пивоваренного и безалкогольного производств» предназначена для обучающихся в учреждениях начального профессионального образования, лицеях и колледжах и может быть использована при других формах подготовки специалистов, связанных с производством пива, безалкогольных и слабоалкогольных напитков. Учебник составлен в соответствии с действующими программами для следующих профессий рабочих: солодовщик, сушильщик, варщик, фильтровальщик, аппаратчик процесса брожения производства пива, кваса, купажист, аппаратчик выращивания дрожжей, сепараторщик, оператор розливной линии.

Часть I

СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛЫ

В пивоваренном производстве основным сырьем являются ячмень, хмель, вода и дрожжи. Ячмень проращивают в определенных условиях, высушивают и получают солод — основное исходное сырье для производства пива. При этом необходимо хорошо знать химический состав и качественные показатели сырья, чтобы грамотно управлять технологическим процессом с целью получения продукта с заданными характеристиками.

ГЛАВА 1. СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Ячмень

Характеристика ячменя. Основным сырьем для приготовления пива служит ячменный солод, который получают из пивоваренных сортов ячменя. Посевы ячменя широко распространены в нашей стране и занимают большие площади.

Ячмень относится к семейству злаковых, роду Гордеум (*Hordeum sativum*), в котором есть два вида: двухрядный и многорядный (шестирядный). На рис. 1 показаны колосья двухрядного а и шестирядного б ячменя, а также форма и расположение зерен на стержнях. Двухрядные ячмени бывают в основном яровыми, а шестирядные — озимыми и яровыми.

Двухрядные ячмени имеют на колосовом стержне по обе стороны от него по одному нормально развитому зерну 1 и несколько неразвившихся 2 (на рис. 1 пунктиром показаны неразвившиеся зерна). При таком расположении зерна двухрядного ячменя хорошо развиваются, вырастают крупными и одинакового размера. Боковые зерна 3 шестирядного ячменя имеют неправильную изогнутую форму и более мелкие.

Шестирядные ячмени используются на корм скоту, их называют фуражными, а двухрядные — для производства солода, поэтому их называют пивоваренными. У пивоваренных сортов ячменя оболочка зерна более тонкая, содержание экстрактивных веществ (в основном крахмала) больше, а белка — меньше, чем у кормовых ячменей.

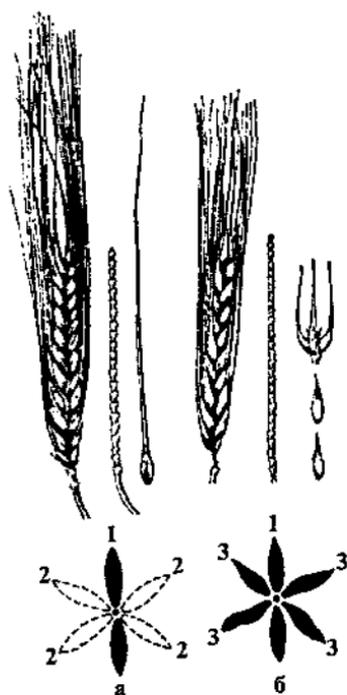


Рис. 1. Виды ячменя

Строение ячменного зерна. Ячменное зерно (рис. 2) состоит из зародыша 2, эндосперма (мучнистого тела) 6 и оболочек 8, 9.

Зародыш находится у нижнего конца зерна. Состоит из зародышевого листа — почечки 3 и зародышевого корешка 1. Зародыш является основной частью зерна, ответственной за его прорастание.

От эндосперма зародыш отделен щитком 5, через клетки которого при прорастании подводятся питательные вещества.

Эндосперм — мучнистая часть зерна. Основная масса эндосперма — крупные клетки, заполненные крахмальными зернами и белком (рис. 3). Тонкие стенки клеток состоят из гемицеллюлозы. Наружная часть эндосперма представляет собой алейроновый слой 7, который состоит из трех слоев толстостенных клеток, содержащих белок и жир. По мере приближения к зародышу толщина слоя уменьшается, а вблизи зародыша алейроновый слой исчезает. Клетки эндосперма 4, расположенные рядом с зародышем, не содержат крахмала, так как он был израсходован зародышем при созревании и хранении зерна. В этом слое во время прорастания зерна образуется большая часть ферментов. Клетки алейронового слоя живые (также как у зародыша), а остальные клетки эндосперма являются резервными для развития зародыша.

Оболочки. Зерно окружено оболочками, которые располагаются в следующем порядке: наружная — цветочные пленки 9, под ними находится плодовая, затем семенная 8 оболочка. Если цветочные пленки срослись с зерновкой (эндосперм), такой ячмень называется пленчатым, если не срослись, то голозерным. У голозерных ячменей оболочка отделяется при обмолоте. В пивоварении используют пленчатые ячмени.

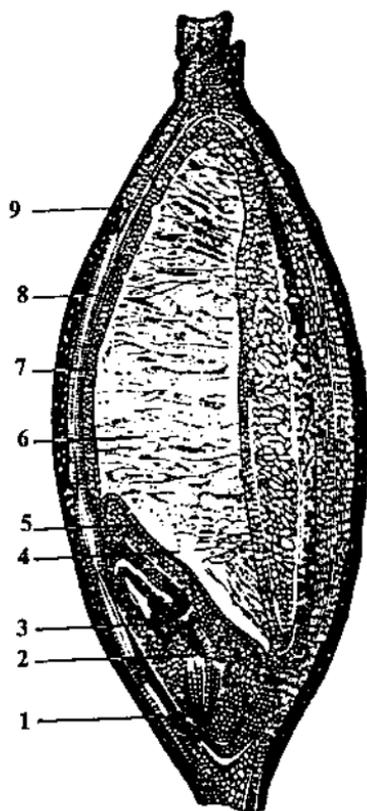


Рис. 2. Строение зерна ячменя



Рис. 3. Микроструктура эндосперма зерна ячменя

Оболочки защищают зерно от повреждения, пропускают внутрь воду, но задерживают соли. В большом количестве в них содержится целлюлоза, не имеющая значения в пивоварении. Некоторые вещества оболочек (полифенольные, азотистые, жир, кремниевая кислота, горькие вещества) влияют на качество пива.

Химический состав зерна. Сухое вещество ячменя представляет собой сумму органических и неорганических веществ. Органические — это в основном белки и углеводы, а также жиры, полифенолы, органические кислоты, витамины и др. Неорганические — это фосфор, сера, кремний, калий, натрий, магний, кальций, железо, хлор. Некоторая часть этих элементов связана с органическими соединениями.

Средний химический состав ячменного зерна,
% на сухое вещество

Крахмал	45–70
Белок	7–26
Пентозаны	7–11
Сахароза	1,7–2,0
Целлюлоза	3,5–7,0
Жир	2–3
Зольные элементы	2–3

В массе зерна компоненты распределяются неравномерно. Наибольшее количество углеводов находится в эндосперме, жиры, азотистые и минеральные вещества — в зародыше, целлюлоза — в оболочке.

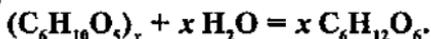
Углеводы, находящиеся в зерне, представлены моносахаридами, дисахаридами, трисахаридами, полисахаридами.

Моносахариды — это глюкоза и фруктоза, у которых химическая формула одинаковая ($C_6H_{12}O_6$), но структура молекул разная, и ксилоза ($C_5H_{10}O_5$). Дисахариды в зерне в основном находятся в виде сахарозы и мальтозы с общей формулой $C_{12}H_{22}O_{11}$. Трисахариды — представлены рафинозой ($C_{18}H_{32}O_{16}$). Моно-, ди- и трисахариды находятся в зародыше и эндосперме, хорошо растворяются в воде. Они, являясь питанием для зародыша, благотворно влияют на прорастание зерна.

Полисахариды зерна — это крахмал, гемицеллюлозы, целлюлоза, гумми и пектиновые вещества. Но основную часть полисахаридов ячменя составляет *крахмал*. Крахмальные зерна величиной 5–30 мкм, входят в состав эндосперма. В крахмале содержится около 3% примесей (белки, жиры, минеральные вещества). Молекула крахмала ($C_6H_{10}O_5$)_x состоит из остатков молекул глюкозы, повторяющихся в молекуле крахмала *x* раз. У ячменей с хорошими пивоваренными свойствами крахмальные зерна крупные.

Крахмал — это смесь двух полисахаридов: амилозы и амилопектина. В ячменном крахмале приблизительно 20% амилозы и 80% амило-

пектина. Под действием кислот оба полисахарида расщепляются и образуют глюкозу



В амилозе значение x равно 60–2000, для амилопектина — от 6000 до 40000. Амилоза находится преимущественно внутри крахмальных зерен, а амилопектин — в поверхностном слое.

В холодной воде крахмал не растворяется, но набухает, а при 65–80°C он клейстеризуется (у ячменей, выросших в жарком климате, клейстеризуется при 50°C). С йодом крахмал образует адсорбционный комплекс и дает синее окрашивание

Целлюлоза $(C_6H_{10}O_5)_x$ входит в состав оболочки зерна, значение x равно 2000–11000. В воде не растворяется. Под действием кислот целлюлоза распадается до глюкозы. В технологическом процессе остается неизменной.

Гемицеллюлозы располагаются в оболочке зерна и стенках клеток эндосперма. От крахмала и целлюлозы они отличаются продуктами распада, так как кроме глюкозы под действием кислот образуются пентозы (арабиноза и ксилоза) и уроновые кислоты. Гемицеллюлозы на 80–90% состоят из нерастворимых β -глюканов и на 10–20% из пентозанов, частично расщепляющихся при солодоращении. β -Глюканы растворимы в воде, обуславливают вязкость суслу и пива, пентозаны в значительно меньшей мере влияют на технологический процесс. В воде гемицеллюлозы нерастворимы.

Гемицеллюлозы оболочек зерна и эндосперма содержат 6 и 77% глюкоза соответственно, ксилана 76 и 17%, арабана 15 и 6%.

Такое же строение, как гемицеллюлозы, имеют *гумми-вещества*, но у них меньшая молекулярная масса и они растворяются в воде. Однако растворы имеют большую вязкость, что в ходе технологических процессов замедляет фильтрование заторов.

Азотистые вещества ячменя — это белки, свободные аминокислоты, продукты распада белков. Белок, кроме углерода, водорода и кислорода всегда содержит азот. Азот, содержащийся в ячмене во всех формах, называют общим азотом, который состоит из белкового и небелкового. Небелковый включает в себя аминный (азот аминокислот), аммиачный (содержащий соли органических кислот), минеральный (содержащий соли азотной кислоты), амидный (когда в органической кислоте гидроксил заменяется на аминогруппу, и образуется соединение, имеющее группу $—CONH_2$). Для технологической оценки ячменя важны растворимый азот — азот водорастворимых белков и продуктов их распада, азот аминокислот, амидов, и коагулируемый азот — часть азота, входящего в белковые вещества, коагулирующие при нагревании.

Молекулы белка построены из остатков аминокислот, содержащих одну или две аминогруппы ($—NH_2$) и одну или две карбоксильные группы ($—COOH$). Всего в природе известно около 150 аминокислот, но в построении молекул белка ячменя участвуют

только 20 аминокислот: глицин, аланин, валин, лейцин, аспарагиновая и глютаминовая кислоты, лизин и др.

Белки находятся в алейроновом слое зерна и в эндосперме. Они разделяются на четыре группы: растворимые в воде и в разбавленных солевых растворах — альбумины (лейкозин); растворимые в разбавленных солевых растворах, но нерастворимые в чистой воде — глобулины (эдестин); растворимые в спирте — проламины (гордеин); растворимые в слабощелочных растворах — глютелины. Молекулярная масса белков колеблется от 26000 до 166000.

Кроме простых белков (протеинов), которых в ячмене около 92%, в зерне содержатся сложные белки (протеиды) — соединение белков с веществами небелковой природы, например фосфорной или нуклеиновой кислотой и др.

При прорастании белки подвергаются расщеплению до аминокислот и пептидов, которые используются прорастающим зерном в обмене веществ и построении новых тканей. Содержание белков в зерне связано с содержанием крахмала: чем больше крахмала, тем меньше белков, и наоборот.

Жиры ячменя составляют 2–3%. Находятся в основном в зародыше и в алейроновом слое. Часть жира расходуется при проращивании зерна. Жиры представляют собой сложные эфиры глицерина и жирных кислот (олеиновой, линолевой, пальмитиновой, стеариновой и др.). Жиры имеют большую поверхностную активность, но низкую поверхностную прочность, поэтому являются пеногасителями, отрицательно влияя на пеностойкость. Большая часть жиров при приготовлении суслу остается в дробине и удаляется из технологического процесса.

Полифенольные (дубильные) вещества содержатся, в основном, в оболочке зерна и являются нежелательным компонентом экстракта солода, так как имеют неприятный терпкий вкус и могут отрицательно влиять на стойкость пива.

Минеральные вещества. В зерне ячменя имеются следующие минеральные вещества (% к массе сухих веществ):

P ₂ O ₅	SO ₂	SiO ₂	Cl	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
35,10	1,80	25,91	1,02	20,92	2,89	2,64	8,83	1,19

В ячмене много фосфатов, входящих в состав фитина, фосфатидов, нуклеиновых кислот, участвующих в создании буферности пива.

Ферменты — это биологически активные вещества белковой природы. Все процессы при развитии зерна, его хранении и проращивании происходят под действием ферментов. Действуют ферменты как катализаторы, т. е. ускоряют биохимические реакции, а сами остаются неизменными. Все ферменты являются активными белками, при нагревании они денатурируют (свертываются) и теряют активность.

Ферменты были открыты в 1814 г. Кирхгофом (Петербург). Он обнаружил превращение крахмала в сахар в ячменном солоде под влиянием амилолитических ферментов.

В ячмене содержится комплекс основных ферментов: амилалитические (α -амилаза, β -амилаза), под действием которых крахмал превращается в сахар и декстрины; протеолитические ферменты, расщепляющие белки; цитолитические, разрушающие стенки клеток эндосперма. При хранении зерна активность ферментов невысокая, но при проращивании зерна она значительно повышается. Однако в плодовой оболочке ячменя содержится полифенолоксидаза, относящаяся к классу оксидоредуктаз, которая имеет более высокую активность, чем в солоде. Она окисляет антиоксигенны.

Витамины — это органические вещества, необходимые для развития зародыша при проращивании зерна. В ячмене найдены витамины Е (токоферол), В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₆ (пиридоксин), РР (никотиновая кислота), С (аскорбиновая кислота), провитамин А (каротиноид), витамин Н (биотин), фолиевая и пантотеновая кислоты и др. Содержатся они в зародыше и в алейроновом слое, а витамин В — в периферийных частях зерна. В ходе технологического процесса витамины частично разрушаются.

Сорта пивоваренного ячменя и его технологическая оценка. Качество зерна зависит как от сорта, так и от условий, в которых возделывалась культура. Лучшие пивоваренные ячмени получают в условиях мягкого климата, умеренного количества света, тепла и осадков на высоте 200—350 м над уровнем моря.

Все пивоваренные ячмени относятся к яровым, так как озимые имеют слабую зимостойкость.

Сочетание необходимых условий для возделывания пивоваренного ячменя имеется в Центрально-Черноземном и, частично, Центральном районах России.

Ведущими в производстве пивоваренного ячменя являются европейские страны: Австрия, Англия, Бельгия, Дания, Нидерланды, ФРГ, Франция, Швеция, Польша, Чехия, Россия, Украина, Белоруссия, страны Балтии.

У одного и того же сорта, в зависимости от условий произрастания, бывают различный химический состав и величина зерна. Более крупные зерна у ячменей, выросших в зонах с умеренным климатом. В зонах с сухим и жарким климатом получают зерна мелкие, с высоким содержанием белка.

Под сортом понимают определенную разновидность культурного растения, выведенную путем селекции и характеризующуюся определенными биологическими признаками и свойствами. С течением времени все сорта ухудшают свои признаки и свойства. У одних это наступает довольно быстро, другие сорта в течение нескольких лет остаются в числе ведущих. Сорта самоопыляющихся растений, к которым принадлежит и ячмень, вырождаются быстрее, чем перекрестноопыляющихся. Поэтому обновление сортов ячменя, т.е. замена чистосортными семенами с семеноводческих станций, должно производиться, как правило, через 4—5 лет. Но есть и долговысеваемые сорта.

Сорта пивоваренного ячменя, в настоящее время рекомендуемые к возделыванию в России: Абава, Ауксиний 3, БИОС-1, Визит, Волгарь, Гонар, Дворан, Джин, Зазерский 85, Зерноградский 584, Имула, Криничный, Карина, Мареси, Московский 2, Московский 3, Носовский 9, Нутанс 642, Одесский 100, Одесский 115, Приморский 89, Рахат, Раушан, Роланд, Скарлетт, Сигнал, Суб-медикум 33, Харьковский 74, Харьковский 99, Эльф. Все сорта ячменя районированы.

Многие сорта не обладают хорошими качествами во всех районах возделывания. Поэтому согласно Государственному реестру селекционных достижений, допущенных к использованию Минсельхозпродом РФ, сорта пивоваренного ячменя рекомендуется высевать в некоторых областях и республиках определенных регионов: Северном, Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Средневожском, Нижневожском, Уральском, Западно-Сибирском, Восточно-Сибирском, Дальневосточном. Но в настоящее время разрешена заготовка ячменя пивоваренных сортов в других районах страны при условии получения в таком регионе ячменя, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 5060.

Допускается высевать пивоваренные ячмени тех сортов, которые были рекомендованы к возделыванию ранее при условии, если они показали хорошее качество в данном районе. Например, в Московской области при большом разнообразии почвенно-климатических условий в отдельных районах высеваемые сорта Зазерский 85 и Одесский 100 показали хорошие характеристики.

С технологической точки зрения лучшими являются ячмени, легко прорастающие и теряющие при этом наименьшее количество питательных веществ. Равномерно замачиваться и прорасти будет ячмень с зернами примерно одинаковой величины. Ячмень принято разделять на фракции по толщине зерна: более 2,8; 2,5 и 2,2 мм.

Цвет зерна должен быть светло-желтым, желтым или серовато-желтым, недоспелые зерна обычно имеют зеленоватый оттенок. Темные кончики свидетельствуют о том, что зерно было подмочено во время уборки или хранения. Такой ячмень хуже прорастивается. У зерна должен быть свежий запах. Наличие плесневелого, солодового или затхлого запаха свидетельствует о непригодности ячменя к солодоращению.

В ячмене не должно быть много зерновой и сорной примеси. Сорная примесь подразделяется на минеральную — это земля, песок, камешки, частицы шлака; органическую — части стеблей и стержней колоса, ости пленки, семена сорняков, семена культурных растений, не отнесенных к зерновой примеси, испорченные зерна ячменя, пшеницы, полбы, ржи и овса (загнившие, заплесневевшие, поджаренные, обуглившиеся — с испорченным эндоспермом от коричневого до черного цвета и светлого цвета, но рыхлого и рассыпающегося эндосперма, а также с полностью выеденным эндоспермом). К сор-

ной относится и вредная примесь: спорынья, головня, зерна, пораженные нематодой, плевел опьяняющий, горчак ползучий, софора лисохвостная, термопсис ланцетный, вязель разноцветный, гелиотроп опушенноплодный, триходесма седая. К *зерновой* примеси относят зерна битые, шуплые, недоспелые, проросшие, поврежденные самосогреванием или сушкой с измененным цветом оболочки и эндоспермом от кремового до светло-коричневого цвета.

Ячмень, поступающий на приготовление солода, должен быть одного сорта, так как зерна различных сортов замачиваются по-разному и прорастиваются с различной скоростью.

Для производства солода используют ячмень, разделяемый на два класса и удовлетворяющий требованиям действующего ГОСТа 5060. Свойства ячменя первого и второго классов по данному ГОСТу приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатель	Класс ячменя	
	первый	второй
Цвет	Светло-желтый или желтый	Светло-желтый, желтый или серовато-желтый
Запах	Свойственный нормальному зерну ячменя (без затхлого, солодового, плесневого запахов)	
Состояние	Здоровый, не греющийся	
Влажность, %, не более	15,0	15,5
Белок, %, не более	12,0	12,0
Сорная примесь, %, не более в том числе:	1,0	2,0
вредная примесь	0,2	0,2
в числе вредной примеси гелиотроп опушенноплодный и триходесма седая	Не допускаются	
Зерновая примесь, %, не более	2,0	5,0
Мелкие зерна, %, не более	5,0	7,0
Крупность, %, не менее	85,0	60,0
Способность прорастания, %, не менее (для зерна, поставляемого не ранее, чем за 45 дней после его уборки)	95,0	90,0
Жизнеспособность, %, не менее (для зерна, поставляемого ранее, чем за 45 дней после его уборки)	95,0	95,0
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше I степени	

Крупность — отношение массы зерен ячменя — схода на сите с отверстиями размером 2,5×20 мм, к массе основного зерна анализируемой навески, выраженное в процентах.

Крупность зерна ячменя сильно зависит от формы, характерной для каждого сорта и условий произрастания. Различают три параметра зерна: длина (7,0–14,6 мм), ширина (2,0–2,5 мм), толщина (1,2–4,5 мм). Крупное зерно обычно содержит больше крахмала и имеет большую экстрактивность.

Для солодоращения большое значение имеют крупность и однородность зерна по размеру, а также спелость, влажность, содержание белковых веществ, продолжительность хранения и др. Однородное по размеру, составу и свойствам зерно равномерно поглощает воду при замачивании и прорастает, образуя свежепрососший солод с одинаковым биохимическим составом.

В качестве характеристики ячменя принята его толщина: зерна толщиной 2,8 мм и выше относят к I сорту; 2,8–2,5 мм – ко II сорту; 2,5–2,2 – к III сорту.

При приготовлении светлых сортов пива оболочка зерна не должна быть толстой, так как дубильные вещества, содержащиеся в ней, придают пиву грубый вкус. Содержание оболочки должно быть 7–9%. Для приготовления темных сортов пива допускается наличие оболочки до 13%, так как содержащиеся в ней вещества улучшают специфические цвет и вкус темного пива.

Для оценки технологических качеств ячменя применяют показатели: *натура зерна* (масса 1 дм³ зерна, выраженная в граммах), *масса 1000 зерен* воздушно-сухого ячменя в г или абсолютная масса зерна, то есть масса сухого вещества в 1000 зерен; *способность прорастания*, *водочувствительность*, *мучнистость*, *содержание белка*, *пленчатость*.

Натура пивоваренных ячменей колеблется от 600 до 750 г/дм³. Масса 1000 зерен хорошего двухрядного ячменя равна примерно 40 г. Ячмени, имеющие массу 1000 зерен до 40 г, считаются легкими, до 44 г – средними, более 45 г – тяжелыми. Тяжелые ячмени более экстрактивные из-за высокой удельной массы основного компонента – крахмала.

Способность прорастания (процент проросших зерен) определяют на 5 суток проращивания в лаборатории. Этот показатель свидетельствует о степени пригодности ячменя к солодоращению.

Жизнеспособность – потенциальная возможность зерна к прорастанию. Ее определяют у ячменя, не прошедшего послеуборочное дозревание.

Водочувствительность характеризует снижение способности к прорастанию даже при небольшом избытке воды. Водочувствительность чаще проявляется для ячменя, выращенного в неблагоприятных, более влажных климатических условиях. Водочувствительность выражается разницей между количеством проросших зерен при оптимальных и избыточных количествах воды. Если разница менее 25%, то ячмень маловодочувствительный, при 26–45% – водочувствительный, при разнице более 45% – у зерна значительная водочувствительность и требуется строгое соблюдение специальной технологии замачивания.

Мучнистость характеризует состояние эндосперма. Зерна могут быть мучнистыми, стекловидными и полустекловидными. Стекловидный ячмень получается в том случае, если на стадии созревания зерна в период от молочной до полной спелости была сухая, жаркая погода. Различают постоянную (остающуюся) и временную (проходящую) стекловидность. Ячмень с постоянной стекловидностью, как правило, содержит повышенное количество белка, трудно перерабатывается и дает солод пониженного качества.

Другим важным технологическим показателем является *содержание белка*. Чем больше его в зерне, тем труднее проращивается зерно. Пиво, приготовленное из таких ячменей, нестойкое. При солодоращении зерно с высоким содержанием белка самосогревается, эндосперм плохо разрыхляется, увеличиваются потери экстрактивных веществ. Содержание белка в зерне должно быть 9–11,5%. Для приготовления темного пива могут быть использованы ячмени с содержанием белка до 12,5%, так как в этом случае продукты распада белка участвуют в образовании цвета и аромата пива. Следует принимать во внимание, что увеличение содержания белка на 1% приводит к снижению экстрактивности на 0,8%. Содержание белка ниже 7,5% может привести к недостаточному сбраживанию суслу, плохой пеностойкости, пустому вкусу пива. Содержание белковых веществ связано с содержанием крахмала. При увеличении содержания крахмала на 1% экстрактивность ячменя возрастает на 0,5%.

Большое значение в технологическом процессе имеет *пленчатость* зерна, т. е. содержание цветочных пленок, состоящих из веществ, нерастворимых в воде и не поддающихся ферментативному гидролизу. Чем выше пленчатость, тем ниже экстрактивность. Пленчатость у различных сортов ячменя 8–17%. В пивоварении используют ячмени с пленчатостью не более 9% (на абсолютно сухое вещество).

Важнейшим технологическим показателем ячменя является *экстрактивность*, т. е. количество веществ, которые могут раствориться и при затирании перейти в сусло. В основном экстрактивность зерна обусловлена содержанием крахмала, некрахмальных полисахаридов и белковых веществ. В пивоваренном двухрядном ячмене (в отличие от шестирядного) содержание крахмала составляет 56–70%, а экстрактивность 73–82%, у хороших ячменей экстрактивность — 76–82% (на сухое вещество). Чем выше экстрактивность, тем меньше расход зерна на производство пива.

У ячменей, пригодных для солодоращения, должно быть определенное соотношение между экстрактивностью и содержанием белка.

Отношение экстрактивности к содержанию белка

свыше 8,2:1
(7,8–8,1):1
(7,2–7,7):1
ниже 7,2:1

очень хорошая
хорошая
удовлетворительная
плохая

Встречаются *трудноразрыхляемые* ячмени, которые в обычных условиях солодоращения не достигают разрыхления эндосперма, поэтому свежепрососший солод, полученный из него, имеет «резиноподобный» эндосперм и обладает слабой ферментативной активностью. Такие ячмени по анатомо-морфологическим характеристикам: массе зародыша, толщине алейронового слоя и цветочных пленок — не отличаются от ячменей с хорошими пивоваренными свойствами. Содержание белка в зерне не всегда больше, но в эндосперме его содержание в 2 раза выше, а на стенках крахмальных зерен в 1,5 раза больше прочно прикрепленного белка, чем у хорошего ячменя. Активность протеолитических ферментов не отличается, цитолитических на 25% ниже, дыхательного фермента каталазы в 2 раза ниже, чем у хороших пивоваренных ячменей.

Применение шестирядных ячменей в пивоварении. Шестирядный озимый ячмень — широко распространенная и высокоурожайная культура, используемая в качестве фуражной (кормовой). В некоторых странах (США, Канаде и некоторых европейских странах) применяют такой ячмень в производстве солода и пива. Яровые сорта шестирядного ячменя имеют невысокую урожайность, а озимые дают урожай с 1 га на 8 ц больше, чем яровой двухрядный. Созревает озимый ячмень на 10–20 дней раньше ярового, что позволяет убирать его в более ранние сроки и раньше начинать выпуск солода. Для пивоварения неудовлетворительным является то, что в яровом ячмене более высокое содержание целлюлозы, гемицеллюлозы, белка и зольных веществ, а крахмальные зерна более мелкие, низкое содержание крахмала и экстрактивность.

Солод из шестирядного ячменя имеет более высокую ферментативную активность, дробина более ценная как кормовой продукт из-за высокого содержания белка.

Считается, что использование шестирядных ячменей экономически целесообразно. Учитывая, что озимый шестирядный ячмень более высокоурожайный даже при меньшей его экстрактивности, выход экстракта в пересчете на посевную площадь выше. Но для его переработки на солод необходимо соблюдать специальные технологические режимы: его необходимо замачивать до большей влажности и проращивать более продолжительное время.

Хранение ячменя. Свежеубранный ячмень нельзя использовать для приготовления солода, так как в нем еще не закончились биохимические процессы дозревания. Такой ячмень обладает пониженной всхожестью или вовсе не прорастает. Поэтому после приемки ячменя на заводе и отделения грубых примесей его направляют на послеуборочное дозревание. В среднем зерно перед переработкой на солод должно отлежаться и дозреть в течение двух месяцев.

За это время происходит послеуборочное дозревание, зерно достигает полной физиологической зрелости. При дозревании уменьшается влажность, продолжается синтез крахмала из сахаров и образо-

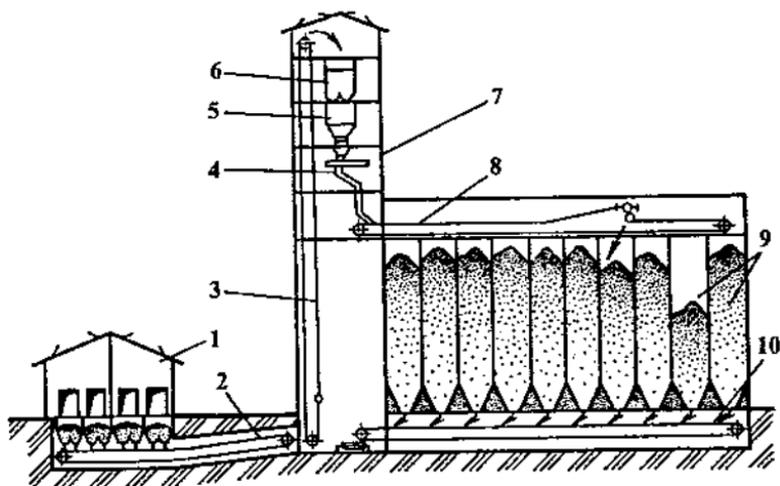


Рис. 4. Схема элеватора силосного типа

вание белков из аминокислот, снижается содержание аминного азота, других водорастворимых веществ. Ингибиторы прорастания окисляются и распадаются.

Существует два основных способа хранения зерна: напольный и силосный. Зернохранилища напольного типа имеются только на небольших предприятиях. Они представляют собой одно-, двух- и трехэтажные склады, в которых зерно хранится на полу. Высота слоя зерна составляет 4–5 м, а при недлительном хранении — выше. Этот способ хранения имеет недостатки: затруднена механизация погрузочно-разгрузочных работ, в нижних слоях повышается влажность зерна, малопроизводительно используется площадь склада.

На большинстве заводов ячмень хранят в элеваторах силосного типа. Такой элеватор (рис. 4) состоит из приемного отделения 1, рабочей башни 7 и блока силосов 9. Емкости для зерна делают круглого, квадратного или прямоугольного сечения из железобетона высотой 10–30 м, устанавливают их в несколько рядов. Зерном заполняют как круглые силосы, так и емкости, образовавшиеся в промежутках между ними. Поступающее зерно разгружают в бункеры, транспортером 2 и элеватором 3 подают в верхнюю точку рабочей башни в бункер 6, взвешивают на весах 5 и через трубопровод 4 направляют на надсилосный ленточный транспортер 8. При помощи разгрузочного скребка зерно с транспортера разгружается в силосы 9.

При необходимости переброски зерна из одного силоса в другой или при подаче в производство зерно из силоса самотеком поступает на ленточный подсилосный транспортер 10, элеватором 3 поднимается вверх и далее по назначению.

Во время хранения регулярно (не реже двух раз в месяц при напольном хранении и трех раз при силосном) контролируют темпера-

туру и влажность зерна (не реже одного раза в месяц). При хранении насыпью влажность зерна должна быть не выше 14%, в силосах — не более 13%. Если зерно согревается, то его проветривают, перекачивая из одного силоса в другой по описанной выше схеме. При хранении в силосах высотой более 25—30 м его вентилируют, продувая 80 м³ воздуха в час на 1 т зерна при давлении 4,5—5 кПа.

Ячмень обладает определенной гигроскопичностью, т. е. способностью поглощать влагу из воздуха, поэтому при хранении в зерне устанавливается равновесная влажность (процентное содержание влаги в зерне при данной влажности и температуре воздуха), которая зависит от относительной влажности окружающей среды. Чем выше относительная влажность воздуха в зернохранилище, тем выше и равновесная влажность зерна.

Относительная влажность воздуха при 20°С, %	40	50	60	70	80	90
Равновесная влажность ячменя, %	10,9	12,0	13,4	15,2	17,5	20,9

С увеличением равновесной влажности зерна усиливается его дыхание: оно быстрее согревается и увлажняется, так как при дыхании в результате частичного превращения сложных компонентов происходит выделение тепла, воды и диоксида углерода.

Показателем процесса дыхания является его интенсивность, характеризующая количеством диоксида углерода, выделяемого в единицу времени из единицы объема зерна.

Подготовка зернохранилищ. Зернохранилища как силосного, так и напольного типа, после освобождения зачищают от остатков ячменя, собирая остатки зерна в отдельную емкость или помещение. Затем очищают от остатков пыли и мусора и дезинфицируют. В зернохранилище с деревянными перекрытиями вскрывают полы для удаления попавшего туда зерна и посыпают подполье негашеной известью там, где необходимо. Потолки помещений, стены, лестницы, оборудование, систему аспирации и вентиляции очищают от пыли. В элеваторах очищают стены, днища, выпускные воронки, башмаки норий, шнеки, транспортеры, коммуникации, самотечные трубы, бункеры.

После уборки зернохранилища ремонтируют: заделывают щели и выбоины, помещения белят свежегашеной известью, проветривают, просушивают.

Ремонтируют оборудование, аспирационную и вентиляционную сети.

Вредители пивоваренного ячменя и методы борьбы с ними. Амбарные вредители — грызуны, клещи, долгоносики и др. — причиняют большой вред производству, уничтожая, повреждая и загрязняя зерно на складе.

Клещи (рис. 5, а) — это наиболее распространенные вредители размером не более 1 мм. Они любят тепло и влагу. Благоприятная температура для их размножения 18—30° С. При влажности зерна до 12% дея-

тельность клещей прекращается, а при низкой минусовой температуре клещи погибают.

Клещи повреждают главным образом зародыш, как наиболее мягкую часть зерна. Различают три степени зараженности: первая — в 1 кг зерна насчитывают от 1 до 20 клещей, вторая — в 1 кг более 20 клещей, третья — в зерне образуется сплошная войлочная масса. Допускается переработка на солод ячменя с первой степенью зараженности.

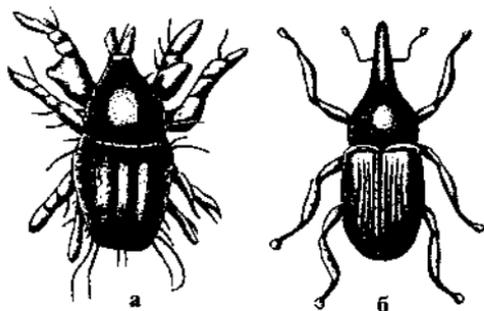


Рис. 5. Вредители пивоваренного производства:

а — клещ; б — амбарный долгоносик

Амбарный долгоносик (рис. 5, б) — наиболее опасный вредитель. Он и его личинки выедают внутренность зерна. Размер долгоносика без хоботка — 2,2–4,1 мм, а длина хоботка равна 1/4 длины тела. Самка долгоносика выедает ямку в зерне и откладывает в нее яйцо. Личинка долгоносика развивается внутри зерна. Оптимальная температура размножения 22–25° С.

Бороться с долгоносиком очень трудно, поэтому ячмень любой степени зараженности долгоносиком для пивоварения непригоден.

Меры борьбы с амбарными вредителями состоят в следующем:

перед приемкой ячменя нового урожая склады тщательно очищают и дезинфицируют: проводят обеззараживание газовой дезинсекцией фумигантами или опрыскиванием водным раствором ядохимикатов;

ячмень влажностью более 15,5%, зараженный амбарными вредителями, заводы принимать не должны;

во время хранения нельзя допускать повышения температуры и влажности зерна;

при обнаружении вредителей зерно необходимо проветрить и очистить на зерноочистительных машинах;

партии зерна, зараженные клещом, складывают в отдельном помещении и перерабатывают в первую очередь;

для уничтожения грызунов применяют газовую обработку и приманки с ядом.

Другие виды зернового сырья

В пивоварении в качестве несоложенных материалов, т. е. без проращивания, применяют также кукурузу, рис и, реже, пшеницу.

Кукуруза (*Zea mays*). Применяется как добавка к солоду в виде кукурузной муки или кукурузной сечки. Кукуруза содержит много жира, снижающего стойкость пены. Жир содержится в основном в зародыше, поэтому снизить его количество в муке можно только предвари-

тельно отделив зародыш. Содержание жира для кукурузной муки или сечки не должно превышать 2%. Жир кукурузы легко прогоркает, поэтому сечку или муку должны хранить не более 3 мес в темном и прохладном месте. Экстрактивность кукурузы выше, чем у ячменя, и составляет 82–90%. Мука кукурузы содержит в среднем 12–13% воды, 63% крахмала и 9% белков.

Средний процентный химический состав зерна кукурузы (в пересчете на сухое вещество СВ): углеводов – 78,5; белковых веществ – 12,15; целлюлозы – 2,5; жира – 5,1; золы – 1,75. Крахмал кукурузы содержит 21–23% амилозы и 77–79% амилопектина. Крахмальные зерна мелкие и трудно гидролизуются ферментами. За рубежом в пивоварении применяют кукурузные хлопья. Для этого увлажненный помол кукурузы пропускают через валцы, обогреваемые паром, и получают спрессованные пластинки с небольшой влажностью. При такой обработке крахмал в значительной степени подвергается клейстеризации и не требует дополнительной подготовки в пивоварении.

Рис (*Oryza sativa*). Его добавляют к солоду в виде муки или сечки, являющейся отходом рисоочистительного производства. До обработки рис представляет собой зерно, покрытое цветочными оболочками. Количество пленки в зерне составляет 17–23%. Содержание крахмала в сечке около 80% (амилозы 21–31%, амилопектина 69–79%), белка 6–8%, экстрактивность 95–97% к массе сухих веществ.

Средний процентный химический состав зерна риса без пленок (в % к массе сухих веществ): крахмал – 75–81; сахар – 2–5; целлюлоза – 0,6–0,8; белковые вещества – 7–9; жиры – 1,6–2,5; зола – 1,0–1,2.

Как и у кукурузы, крахмальные зерна риса мелкие, они трудно гидролизуются амилазами.

Рисовая сечка содержит мало жира и много крахмала, что положительно влияет на качество готового пива. В нем отсутствуют фракция белка β-глобулина и антоцианогены, участвующие в помутнении пива, что позволяет повышать стойкость пива, приготовленного с использованием риса. Абсолютная масса составляет 15–43 г.

Все зерновые несоложенные материалы следует хранить в виде зерна и размалывать непосредственно перед подачей в производство, поскольку в муке активно протекают окислительные процессы, и качество ее ухудшается.

Пшеница (*Triticum*). Иногда в качестве несоложенного сырья или как сырье для приготовления солода используют пшеницу.

Это – однолетнее яровое или озимое растение, относится к семейству злаковых. Соцветие представляет собой колос, в котором зерновка не срастается с цветочными пленками, поэтому пшеница относится к голозерным культурам. Зерно состоит из двух оболочек (плодовой и семенной), зародыша и эндосперма. Каждая из оболочек состоит из трех слоев клеток. В плодовой оболочке первый слой образован продольными, второй поперечными, третий – трубчатыми клетками. В семенной оболочке первый слой состоит из прозрачных

клеток, второй, называемым пигментным, содержит красящие вещества, определяющие окраску всего зерна, а третий состоит из непрозрачных набухающих клеток.

Масса оболочек зерна составляет 5,6–11,2%; зародыша — 1,4–4,2%; эндосперма — 78,7–84,3% к массе сухих веществ зерна. Влажность зерна пшеницы 8–18%.

Сухие вещества зерна пшеницы содержат (в %): крахмала 60–80; белка 7–18; целлюлозы 2–2,5; сахаров примерно 3; жира 0,5–1; минеральных веществ 1,5–2; гумми-веществ 0,3–0,44% к массе сухих веществ.

Основным углеводом пшеницы является крахмал, в зернах которого содержится 17–24% амилозы и 76–83% амилопектина. Температура набухания крахмала 58°C, клейстеризации 64°C.

Содержание белка в пшенице может достигать 25%, но в пивоварении допустимо 12–13%, лучше ниже 11%. При получении солода из такой пшеницы наблюдается хорошее растворение зерна, солод имеет высокое содержание экстракта и низкую цветность. Белки глиадин и глютеин (глютелин) образуют при затирании клейковину, затрудняющую фильтрование заторов. Пшеница содержит очень мало антоцианогенов, поэтому даже при повышенном содержании белка стабильность пшеничного пива выше. В зернах пшеницы имеются витамины: β-каротин, E, B₆, биотин, ниацин, пантотеновая кислота, рибофлавин, тиамин, фолатин, холин.

Экстракт солодовый

Экстракт солодовый — сиропобразная жидкость коричневого цвета, содержит около 75% сухих веществ, из них около 61% мальтозы. Используется как основное сырье в пивоварении на минизаводах. Разливают экстракт во фляги и цистерны.

Хмель, хмелепродукты

§1. Хмель в шишках

Характеристика хмеля. Наряду с ячменным солодом хмель — основное и пока незаменимое сырье для пивоварения. Входящие в состав хмеля вещества придают пиву специфические вкус и аромат, увеличивают его стойкость при хранении, способствуют лучшему осветлению пива и образованию пены.

Хмель (*Humulus lupulus* L.) — вьющееся многолетнее растение, относящееся к семейству коноплевых (*Cannabaceae*). Он является двудомным растением: мужские и женские соцветия находятся на разных растениях. В пивоваренном производстве от хмеля используют только шишки — женские неоплодотворенные соцветия. При возделывании хмеля мужские хмелевые растения с плантациях удаляют.

Хмель, как источник специфических горьких и ароматических веществ, впервые стали применять за несколько столетий до нашей эры. Документально зафиксировано использование хмеля в 736 г. на юге Европы. В Америку хмель завезли в 1629 г. Впервые охмеленный напиток стали изготавливать в Сибири и юго-восточной части России. Затем специально для этих целей стали выращивать хмель, и в настоящее время он возделывается в 32 странах мира.

В Российской Федерации товарное производство хмеля сосредоточено в 11 районах. Общая площадь хмельников составляет 4,8 тыс. га, в том числе плодоносящих — 3,9 тыс. га. Заложены также хмельники в Башкирии, Нижегородской, Ульяновской, Омской областях и Хабаровском крае.

Около 80% хмеля, производимого в России, выращивает Республика Чувашия, которая занимает восьмое место в мире (среди 53 стран — производителей хмеля) по объему производства после США, Германии, Украины, Чехии, Англии, Китая и Югославии. По своим показателям в мировой квалификации пивоваренных качеств чувашский хмель занимает 4—5 места. В Чувашии районировано 6 сортов ароматического и среднесмолистого хмеля.

С точки зрения культивирования хмель трудоемкая культура: для его возделывания необходима высокоурожайная, богатая кальцием и железом почва. Урожайность хмеля 600—2000 кг (в пересчете на сухое вещество) с 1 га. Хмель может расти несколько десятков лет, но через 20—30 лет его продуктивность снижается. Растение хмель — это лиана с отмирающим на зиму стеблем и многолетним корневищем, называемым маткой. Стебель полый, покрыт волосками, имеет в сечении шестигранную форму, вьющийся, правого вращения. На каждом колене стебля появляются по два трех- и пятипальчатых встречных листа. В пазухах листьев вырастают боковые ветви, которые в верхней части образуют соцветия. В дальнейшем из соцветий образуются шишки. Окраска стебля считается сортовым признаком, бывает зеленой и красной, переходный тип — полукрасный. Почти все культурные сорта относятся к группе красных. Хмель красных сортов быстрее растет и раньше созревает. Его шишки хорошо закрыты, у него более крупные зерна лупулина красноватого цвета (полукрасные возделываются в незначительном количестве).

Собирают хмель в период технической спелости, когда шишки приобретают золотисто-зеленый цвет и наибольшее количество горьких веществ. В последующую фазу физиологической спелости цвет становится буроватым и хмель теряет пивоваренные свойства.

В мире насчитывается более 100 сортов культурного хмеля. С учетом оценки его качества для пивоварения хмель подразделяют на 2 группы: тонкие сорта, с содержанием горьких веществ около 15% и α -кислот от 3 до 5%, и грубые сорта, с содержанием горьких веществ более 20% и α -кислот 8—12%. Тонкие сорта используют непосред-

ственно в пивоварении для охмеления сусла, а грубые — для приготовления экстрактов, концентратов, лупулиновых порошков и гранул.

Некоторые сорта хмеля накапливают преимущественно горькие, а другие — ароматические вещества. Урожайность ароматного хмеля, как правило, ниже горького.

Пивоваренное качество хмеля оценивают по содержанию в нем α -кислот — обычно их 4–7%, но может быть 10% и выше. В ароматных сортах содержание α -кислот ниже, но такие сорта ценят за аромат.

Наиболее распространен сорт Клон 18 (горькие вещества около 15%; α -кислоты 1,4–4,9%; эфирные масла 0,3–0,9%; полифенольные вещества 2,9–4,1%), меньше распространены сорта Житомирский 5 (аналогичные показатели: 14,9–22; 3,4–5,9; 0,2–0,7; 1,9–3,0), Житомирский 8 (11,8–21,9; 2,5–6,2; 0,4–1,0; 1,5–4,0). Перспективными являются: сорт Полесский с содержанием горьких веществ 19,5–23,6% и α -кислот 6,7–10,1% и два сорта Сильный и Урожайный, относящихся к типу зеленостеблевого хмеля, с содержанием горьких веществ 20–25% и α -кислот 8–9,6%. В настоящее время проводятся работы над выведением высокоурожайных сортов с содержанием горьких веществ более 20%, α -кислот 8–10%.

Шишка хмеля (рис. 6) состоит из 40–80 цветков 1, расположенных на изогнутом стерженьке 2, покрытом волосками, с цветоножкой 3. Мелкие цветки (на стерженьке) имеют сверху кроющие листики — зеленые лепестки-чешуйки 4 в форме шишки, у основания цветков расположены золотисто-желтые зернышки лупулина 5 размером 0,15–0,25 мм, содержащие смолистые (горькие и ароматические) вещества, которые придают аромат готовому пиву. Лупулиновые зерна легко отделяются от ножки, к которой крепятся. В хмелевой шишке лупулин составляет 19,8%; чешуйки — 66,8%; стержень — 7,4%; цветоножка — 6,0%. Если хмель оплодотворен, то у стерженька расположены семена.

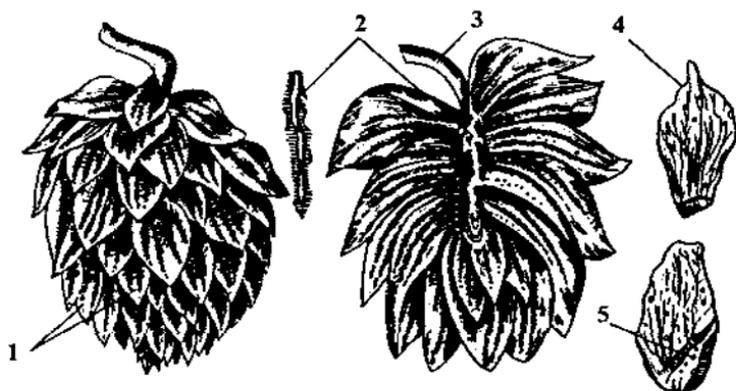


Рис. 6. Строение шишки хмеля

Химический состав. Состав хмелевых шишек различен и зависит от сорта хмеля, почвенно-климатических условий произрастания, послеуборочной обработки. Но главные составляющие, благодаря которым хмель используют в пивоварении, — горькие и полифенольные вещества, а также эфирное масло.

Средний химический состав сухих хмелевых шишек (в %) следующий: вода 10–14, целлюлоза 12–16, азотистые вещества 15–24, безазотистые экстрактивные вещества 25–30, зола 6–9, хмелевые смолы 10–20 (α -кислоты 2–9, β -фракция 6–8, γ -твердые смолы 2–3), полифенольные вещества 2–5, эфирные масла 0,2–1,7.

В небольшом количестве в хмеле содержатся жир, красящие вещества, сахар (глюкоза, фруктоза), пентозаны и органические кислоты (яблочная, лимонная, янтарная) и воски.

Наибольший интерес и исключительную ценность для пивоварения составляют специфические составные части хмеля: горькие вещества, хмелевое масло и полифенольные вещества.

Горькие вещества, содержащиеся в хмеле, до настоящего времени в других растениях не найдены, но некоторые из них получены синтетическим путем.

Горькие вещества придают пиву горечь, обладают антисептическими свойствами, участвуют в пенообразовании. Они объединяют хмелевые смолы и горькие хмелевые кислоты. Классификация горьких веществ производится с учетом их отношения к разным растворителям и влияния на качество охмеления сула.

Горькие вещества хмеля, называемые общими смолами, состоят из мягких и твердых смол. Схема состава горьких веществ представлена на рис. 7.

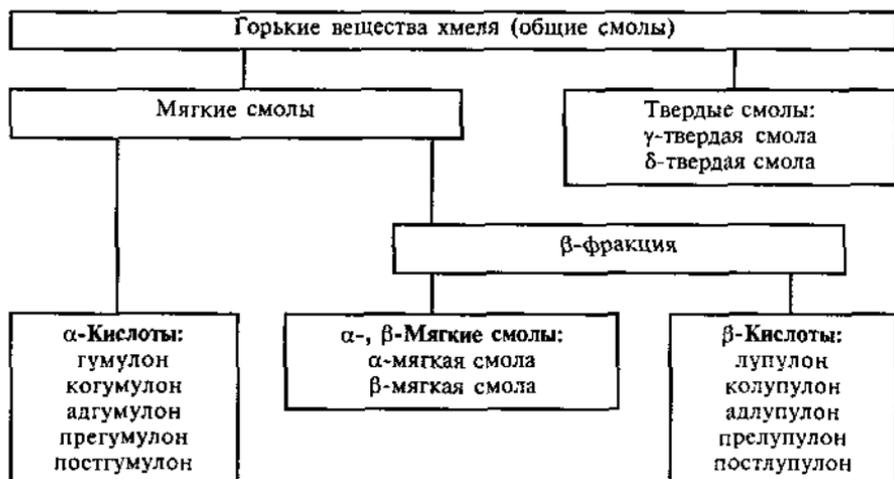


Рис. 7. Состав горьких веществ хмеля

Около 90% горечи пиву придают α -кислоты — кристаллические вещества горького вкуса, без запаха, с температурой плавления 65°C и низкой растворимостью в воде (420 мг/дм^3), которая зависит от pH. Содержание α -кислот в ароматных сортах 3–4%, в горьких до 13–14%. Когуmulон превращается в изомер легче других компонентов α -кислоты. Поэтому сорта хмеля с большим содержанием когуmulона имеют и большую горечь. Некоторые исследователи считают, что высокое содержание когуmulона в α -кислоте придает горечи резкий оттенок, поэтому предпочтительны сорта с небольшим содержанием этого компонента. В α -кислотах 95–98% приходится на гумулон, когуmulон и адгумулон. Один из сортовых признаков хмеля — количественное отношение гумулона и когуmulона. Большая часть ароматного хмеля и хмеля «тонких» сортов имеет меньшую часть когуmulона. Как правило, выбирают хмель с высоким содержанием когуmulона, так как он придает благородный оттенок горьковатому вкусу пива.

β -Кислоты — это кристаллы с температурой плавления около 91°C . Они не имеют горечи, но, окисляясь, образуют вещества с приятной горечью. Растворимость β -кислот ниже, чем α -кислот, и зависит от pH и температуры.

α -, β -Мягкие смолы — это продукты окисления α - и β -кислот. Мягкая β -смола имеет более горький вкус, чем мягкая α -смола. Растворимость мягких смол выше, чем исходных горьких кислот.

Твердые смолы — это продукты окисления мягких смол и состоят из γ - и δ -смол. У γ -смол нет горечи, у δ -смолы горечь в 8 раз меньше, чем у α -кислот. В старом и неправильно хранившемся хмеле содержание твердых смол повышенное.

В свежесобранном хмеле содержится 30–42% α -кислот, 46–58% β -фракции и около 12% твердых смол (от общего содержания горьких веществ).

Горькие вещества распределены в хмеле неравномерно: в лупулиновых зернах 77, в листьях 21, стержнях 1, стеблях 0,7%.

При кипячении суслу с хмелем горькие вещества переходят в сусло, а затем и в пиво. Процент перехода горьких веществ в сусло (процесс охмеления) следующий: α -кислоты (изо- α -кислоты) — 100, β -кислоты — 33–66; α -мягкая смола — 36; β -мягкая смола — 29; δ -твердая смола — 12. α - и β -Кислоты подавляют действие бактерий, но не влияют на развитие дрожжей.

Антисептическое действие горьких веществ очень высокое. Например, для подавления развития *Vac. bulgaricus* требуется гумулон примерно в 2300 раз меньше, чем фенола (обладающего сильными антисептическими свойствами).

Горькие вещества хмеля и особенно β -кислота подавляют развитие грамположительных, а при большой концентрации и грамотрицательных бактерий. Но на дрожжи они не оказывают антибиотического действия.

Основная масса горьких веществ находится в лупулиновых зернах.

Полифенольные (дубильные) вещества хмеля лучше растворяются в воде, легче вступают в реакцию, чем полифенолы солода. Полифенольные вещества хмеля предохраняют горькие вещества от окисления и образования комплексных соединений, обладают антибиотическими свойствами, имеют вяжущий вкус. В ходе технологического процесса они осаждают белки сусла, что способствует лучшему его осветлению. Но могут быть и причиной помутнения пива, так как с солями железа и при окислении образуют темноокрашенные соединения. Вместе с белково-полифенольными комплексами они являются причиной образования мути в пиве.

Из полифенолов, то есть веществ, имеющих несколько фенольных колец в формуле, в хмеле содержатся антоцианогены, кумарины, флавонолгликозиды, катехины, лейкоантоцианы, фенолкарбоновые кислоты и вещества типа хлорогеновой кислоты. Антоцианогены составляют около 80% полифенольных веществ хмеля.

По сравнению с полифенольными веществами солода полифенольные вещества хмеля менее стабильны, так как легче окисляются и обладают большей восстановительной способностью. При кипячении сусла с хмелем они в виде отрицательно заряженных коллоидных частиц активно реагируют с азотистыми веществами, имеющими положительный заряд, в результате образуются белково-полифенольные комплексы, которые осаждаются, осветляя сусло.

Окисляясь, полифенольные вещества предохраняют горькие вещества и другие соединения от окисления, то есть являются антиоксидантами. Они положительно влияют на создание характерного вкуса пива.

При окислении и конденсации полифенолы образуют с белками нерастворимые красно-коричневые соединения, которые вызывают помутнение сусла, а с солями железа — темно-серые вещества.

Раньше считали, что наличие в пиве полифенольных веществ хмеля нежелательно, но потом было установлено, что неблагоприятное воздействие на качество готового пива (появление осадка и грубый вкус) обусловлено дубильными веществами ячменя, а действие полифенолов хмеля благоприятно. При кипячении сусла образуются белково-дубильные комплексы, которые при его охлаждении выпадают в осадок, что способствует лучшему осветлению сусла.

Для приготовления качественного пива нужен хмель с содержанием полифенолов не менее 4,5%, но при большом содержании их в пиве появляется неприятная горечь. Поэтому хмель с высоким содержанием полифенольных веществ рекомендуется обрабатывать кипящей водой в течение 2 мин.

Хмелевое эфирное масло придает хмелю присущий ему специфический аромат. Хмелевое масло — это смесь летучих маслообразных веществ с приятным ароматом. Они содержатся в основном в лупулине.

Эфирное масло образуется в период созревания хмеля, имеет сложный химический состав. В настоящее время в нем обнаружено около

300 соединений, в том числе 51 углеводород, 62 эфира, 37 спиртов, 31 кетон, 10 альдегидов, 7 органических кислот, 6 сернистых соединений и 20 неидентифицированных веществ. Компоненты эфирного масла состоят из двух фракций: углеводородной (40–80 %) и кислородсодержащей. Большую часть (60–80%) углеводородной фракции составляют 4 соединения — мирцен, кариофиллен, гумулен и фарнезен. Мирцен придает аромату остроту и может быть причиной резкого аромата. В «тонком» хмеле его не более 50%. Содержание же гумулена положительно сказывается на аромате, поэтому в «тонких» сортах его больше. Иногда для характеристики аромата хмеля используют отношение *гумулен/кариофиллен*, которое должно быть не менее 3. Предпочтительно 3,2 и выше.

По некоторым данным, при содержании углеводородной части 86% ее участие в аромате составляет 69%. При содержании кислородсодержащей фракции 14% участие ее в аромате 31%.

В американских сортах хмеля мирцена больше (25–50%), чем в европейских (16–30%). В европейских выше содержание гумулена (22–33%), чем в американских (14–25%).

Хмелевое масло легко подвергается окислению, причем запах окисленных веществ резко изменяется, частично они приобретают чесночный оттенок, который передается пиву и значительно снижает его органолептические свойства.

При образовании семян в хмеле содержание эфирного масла снижается.

Во время хранения хмеля его составные части подвержены процессам окисления, чему способствует присутствие кислорода, что является существенной причиной фасования хмеля и хмелепродуктов в плотную упаковку, препятствующую воздействию окислителя.

При длительном хранении компоненты эфирного масла окисляются, поэтому изменяется и аромат шишек хмеля. Хмелевое масло не имеет антисептического действия.

Другие вещества, содержащиеся в хмеле. К ним можно отнести азотистые вещества, углеводы, липиды, кислоты, витамины, фитогормоны, минеральные и красящие вещества.

К *азотистым веществам* хмеля относятся низкомолекулярные белковые фракции: альбумозы, пептоны, полипептиды и аминокислоты. Найденный в хмеле амид аспарагиновой кислоты (аспарагин) является одним из источников питания пивных дрожжей. В сухом веществе хмеля содержится 15–24% белковых веществ, от трети до половины их количества переходят в пиво. Кроме того, в сухом хмеле более 40% *углеводов*: целлюлоза, гемицеллюлоза, пентозаны, пектиновые вещества и сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, рафиноза, стахиоза).

На качество пива положительно влияют *пектиновые вещества* (12–14%), улучшающие пенообразование и пеностойкость, создающие полноту вкуса.

Основным *липидом (жиром)* хмеля является воск миринин (до 1,5%), придающий блеск хмелевым шишкам и предохраняющий их от смачивания водой, высыхания и действия микроорганизмов. Жира много в семенах (до 30–32% к массе сухих веществ).

В хмеле содержатся шавелевая, яблочная, янтарная, лимонная, кремниевая, серная, фосфорная и борная *кислоты*. Из *витаминов* обнаружены тиамин, пиридоксин, биотин, никотиновая кислота, токоферолы; из *минеральных веществ* — калий, кальций, фосфор, кремний и др. *Красящие вещества*: хлорофилл, ксантофилл, антоцианогены. При окислении танинов образуются окрашенные флавоны, придающие красно-коричневый цвет. *Минеральные вещества*: K, Ca, P, Si, Mg, S, Cl, Na.

Обработка и хранение шишкового хмеля. Хмель собирают в период технической спелости, когда шишки закрыты и лупулин имеет светло-желтый цвет. При полной спелости шишки раскрываются и лупулин может высыпаться, что изменяет состав горьких веществ и приводит к снижению технологических качеств хмеля.

Свежеубранный хмель содержит 75–80% влаги, поэтому перед хранением его сушат до влажности 11–12%. Температура при сушке в сушилках непрерывного действия повышается от 25–30 до 65–70°C, а в одноярусных сушилках периодического действия — до 55–65°C. После сушки хмель подвергают кондиционированию для повышения влажности до 12–13% для равномерного распределения влаги в хмеле и повышения прочности шишек. Для подавления жизнедеятельности микроорганизмов и лучшей сохранности α -кислот, мягких смол, цветности одновременно с сушкой хмель окуривают серой.

Высушенный хмель плотно прессуют и упаковывают в тканевые мешки диаметром 60–70 см, высотой 120–130 см, массой не более 170 кг. Такие упаковки называются *балотами*.

На каждый мешок черной не пахнущей краской наносят маркировку: наименование продукции и предприятия-изготовителя, номер партии и упаковки, год урожая, массу брутто и нетто и массу при влажности 13%.

В соответствии с требованиями действующего ГОСТа 21947 к прессованному сульфитированному хмелю, предназначенному для использования в пищевой промышленности, предъявляются следующие требования: шишки должны быть одинаковые по размеру, закрытые; цвет — от светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого, шишки могут быть с покрасневшими кончиками лепестков; содержание α -кислоты в пересчете на абсолютно сухое вещество — 3,5%; влажность до 13 %.

Ограничительные нормы хмеля следующие: цвет зеленый, желтовато-зеленый, зеленовато-желтый, желтый с коричневыми пятнами, бурый; содержание α -кислоты в пересчете на абсолютно сухое вещество — не менее 2,5 %; содержание хмелевых примесей для хмеля машинного сбора — не более 10%, для хмеля ручного сбора —

не более 5 %; содержание золы в пересчете на абсолютно сухое вещество — не более 14%; влажность — не выше 13% и не ниже 11%; содержание семян — не более 4%; содержание сернистого ангидрида на абсолютно сухое вещество — не более 0,5%.

Для использования в пивоваренном производстве не допускается хмель с прелым, затхлым, сырым, дымным и другими посторонними запахами, не свойственными хмелю, а также хмель, пораженный плесенью, сельскохозяйственными вредителями и болезнями, содержащий посторонние (нехмелевые) примеси.

Механическим исследованием определяют количество семян и примесей (листьев, стеблей), а химическим — содержание влаги, горьких веществ, зольность. С технологической точки зрения наиболее значимой частью хмеля являются горькие вещества. С учетом разной способности отдельных фракций в образовании горечи предложена формула расчета величины горечи хмеля $(\alpha + \beta / 9) : 100$, где α — содержание α -кислот, %; β — содержание β -фракции, % к массе сухих веществ. Для отечественных сортов хмеля, у которых содержание горечи β -фракции 0,92–1,15, ее принимают равной единице. Содержание горечи (Γ_x) в 1 г сухих веществ хмеля

$$\Gamma_x = (\alpha + 1) \cdot 100.$$

Хмель принимают партиями. Партией считают любое количество хмеля одинакового качества, одного района произрастания, оформленное одним документом о качестве.

Хмель хранят в чистых продезинфицированных темных и сухих складских помещениях при температуре 0–2°C, на поддонах без соприкосновения со стенами хранилищ. Проходы между рядами балотов должны быть не менее 0,5 м, а воздушное пространство под поддоном не менее 20 см для циркуляции воздуха. Иногда для лучшей сохранности мешки с хмелем помещают в герметически закрывающиеся металлические сосуды для ограничения доступа воздуха и влаги.

При хранении под влиянием кислорода воздуха, а также в результате активности ферментов и жизнедеятельности микроорганизмов происходят окислительные и биохимические процессы. При этом уменьшается содержание α -кислот, мягких смол и накапливаются твердые смолы, полифенольные вещества исчезают, вследствие превращения части эфирного масла в валериановую кислоту ослабевает и меняется аромат. Длительное хранение при неблагоприятных условиях вызывает изменение внешнего вида: листочки становятся бурыми, покрываются пятнами, лупулин — оранжевым или красно-бурым. Неблагоприятными факторами при хранении являются высокая температура, влажность, доступ воздуха к хмелю и свет.

В характеристике зарубежного хмеля есть показатель «способность к хранению», который характеризуется потерей α -кислоты во время хранения при комнатной температуре (20°C) в течение 6 мес, выраженной в процентах. Обычно «тонкие» сорта имеют низкую способность к хранению — не выше 50%.

§ 2. Препараты и экстракты хмеля

Во время хранения хмеля его составные части подвержены, главным образом, процессам окисления. Поэтому для консервирования хмеля и повышения степени использования горьких веществ шишки брикетируют или готовят из них экстракты хмеля.

Молотый брикетированный хмель. Хмель из балота влажностью 10–12% расщепляют, отбирают посторонние примеси, сушат при средней температуре 48°C до влажности 6,0–6,5%, измельчают на молотковой дробилке, прессуют в брикеты массой 280–300 г, укладывают в полимерные пакеты и закрывают под вакуумом. Влажность хмеля в таких брикетах должна быть 6–7%.

Гранулированный хмель. *Гранулированный хмель тип 90.* При изготовлении хмелевого порошка типа 90 из 100 кг исходного хмеля получают 90 кг порошка, который содержит все ценные компоненты хмеля. Для его получения влажность в исходном хмеле снижают высушиванием при температуре 20–25°C, затем 40–50°C последующим охлаждением до 7–9°C, измельчают до размера частиц 1–5 мм. Полученный порошок гранулируют в специальном аппарате, не допуская повышения температуры более 50°C, во избежание потерь аромата хмеля. Затем гранулы охлаждают и герметично упаковывают в среде диоксида углерода или азота для сохранения ценных веществ хмеля.

Гранулированный хмель тип 45. Гранулы такого хмеля обогащены лупулином. Для сохранения лупулиновых зерен их отделяют от прилистников и стерженьков при температуре примерно –35°C, чтобы лупулин был твердым и неклеяким. Порошок, который затем гранулируют, содержит половину высушенной массы хмеля и все лупулиновые зерна. Из него удалены балластные вещества (стерженьки, прилистники). В этих гранулах содержание α -кислоты повышено и их часто применяют, когда необходимо добиться уменьшения осадка белкового отстоя. При изготовлении хмелевого порошка типа 45 из 100 кг хмеля получают 45 кг гранул.

При применении молотого и гранулированного хмеля выход горьких веществ в первые полчаса экстрагирования выше на 10%, чем из шишкового, быстрее протекает и изомеризация, но через полчаса кипячения разница исчезает.

Экстракт хмеля. Экстракты хмеля получают при обработке шишек растворителями, применяемыми для извлечения наиболее ценных компонентов. При этом процессы изомеризации не происходят. Эти экстракты хмеля называют неизомеризованными. Экстракт хмеля готовят экстрагированием с использованием в качестве растворителя этилового спирта, при этом кроме горьких и ароматических веществ извлекается около 60% полифенольных веществ (полностью они извлекаются водой). Массовая доля α -кислот в спиртовом экстракте не менее 9%.

Производят также CO_2 -экстракт, для чего измельченный хмель обрабатывают жидким диоксидом углерода при давлении 4,5–4,9 МПа

при температуре 20–25°C в течение 1–1,5 ч. Концентрируют этот экстракт в результате удаления диоксида углерода при 28–35°C. Массовая доля α -кислот в этом экстракте не менее 28%.

Преимущество хмелевых экстрактов перед шишковым хмелем заключается в том, что они длительное время сохраняют высокое качество. Экстракты хмеля по массе и объему меньше, чем шишкового хмеля, поэтому уменьшаются транспортные расходы и площади складских помещений. Сокращаются потери сула с хмелевой дробинкой, повышается степень извлечения горьких веществ хмеля.

Ферментные препараты

Ферменты — это вещества белкового происхождения, которые, являясь биологическими катализаторами, значительно ускоряют реакции превращения веществ. Они широко распространены в растительных, микробных и животных клетках. Все биохимические процессы, протекающие в живом организме и связанные с ростом, развитием и обменом веществ, катализируются ферментами, вырабатываемыми клетками самого организма. Вещества, подвергшиеся под действием ферментов химическим превращениям, называют субстратами. Ферменты (энзимы) специфичны, то есть они действуют только на один или несколько одинаковых по структуре субстратов.

По характеру катализируемой реакции ферменты разделяют на шесть классов:

оксидоредуктазы — катализируют окислительно-восстановительные реакции;

трансферазы — катализируют перенос групп атомов;

гидролазы — катализируют расщепление сложных органических соединений на простые с участием воды;

лиазы — катализируют негидролитическое отщепление групп атомов от субстратов;

изомеразы — катализируют превращение веществ в изомеры (вещества, одинаковые по химическому составу, но разные по строению);

лигазы — катализируют соединение двух молекул, их называют синтетазами.

Самая распространенная группа ферментов — гидролазы. Это амилитические ферменты, вызывающие расщепление крахмала с образованием глюкозы, мальтозы, декстринов; протеолитические ферменты, расщепляющие белки; эстеразы, вызывающие расщепление сложных эфиров, например, жиров. Важны также оксидоредуктазы и трансферазы, действующие при солодоращении и брожении.

В технологии пива, кваса и безалкогольных напитков основным источником ферментов является проросшее зерно (ячмень, пшеница, рожь). К важнейшим ферментам этих культур относятся амилазы, протеазы, гемицеллюлазы (цитазы), фосфатазы.

Когда при переработке зернового сырья ферментов недостаточно, то дополнительно вводят ферменты микроорганизмов. Для этого выращивают биомассу микроорганизмов (продуцент), используя твердую или жидкую питательную среду. На твердой сыпучей питательной среде или на поверхности тонкого слоя жидкой среды выращивают культуры только аэробных микроорганизмов. Этот метод культивирования микроорганизмов называют поверхностным (П). Глубинным методом (Г) выращивают микроорганизмы в глубине жидкой питательной среды. Он пригоден как для аэробных, так и для анаэробных микроорганизмов. Выращенную биомассу применяют или непосредственно, или выделяют из нее ферментные препараты. Ферментный препарат, помимо основного активного белка, называемого ферментом, содержит комплекс других ферментов и балластные вещества.

За единицу активности любого фермента принимают такое его количество, которое необходимо для превращения одного микромоля сложного вещества (субстрата) в простые за 1 мин при 30°C и оптимальных для активности данного фермента pH и концентрации субстрата превращаемого сложного вещества.

Активность чистого фермента во много раз превышает активность неочищенного ферментного препарата.

Ферментные препараты выпускают либо в виде жидкости с концентрацией сухих веществ не менее 50%, либо в виде порошка с определенной активностью.

Номенклатура ферментных препаратов дается в следующем виде: Пх и Гх — стандартные исходные культуры без какой-либо очистки, полученные при «П» — поверхностном способе культивирования или «Г» — глубинном. Если между «П» («Г») и «х» стоит цифра, то это означает степень очистки препарата. П2х и Г2х — жидкий концентрат растворимых веществ (40–50%) исходной культуры, освобожденной от нерастворимой части; П3х и Г3х — сухие ферментные препараты, полученные высушиванием путем распыления экстракта культуры продуцента; П10х и Г10х — сухие препараты, полученные осаждением ферментов из водных растворов культуры продуцента органическими растворителями или методом высаливания. Если указаны цифры 15, 18, 20 — то эти препараты освобождены не только от балласта, но и от сопутствующих ферментов.

В ферментном препарате содержится, как правило, несколько ферментов. Название ферментных препаратов в отечественной терминологии включает название основного фермента (в первой части слова) и видовое название продуцента (во второй части). Например, протосубтилин означает, что препарат обладает высокой протеолитической активностью и получен из культуры *Vacillus subtilis*.

В пивоварении применяют ферментные препараты Амилоризин Пх и П10х, содержащий амилолитические, протеолитические и цитолитические ферменты; Амилосубтилин Гх и Г10х, содержащий

α -амилазу, эндопептидазу, эндо- β -глюканазу; Протосубтилин Г10х, содержащий эндопептидазу, α -амилазу, эндо- β -глюканазу; целлюлазные препараты; Ксилоглюконофоетидин П10х, содержащий глюканазу, глюкозидазу, гемицеллюлазу. Целловиридин Г3х содержит эндо- β -глюканазу, целлобиогидролазу, целлобиазу, β -глюканазу, ксиланазу. В Целлоконингине П10х и Целлолигнорине П10х — эндо- и экзо- β -глюканаза, целлобиогидролаза, целлобиаза, ксиланаза. В Целлобранине Г3х — эндо- β -глюканаза, целлобиогидролаза, целлобиаза, ксиланаза.

Для специальных целей, например, для использования больших количеств несоложенных материалов были созданы мультиэнзимные композиции (МЭК), например, композиция, содержащая Амило-субтилин Г10х и Амилоризин П10х. Эффективность действия МЭК состоит в том, что бактериальная α -амилаза Амило-субтилина Г10х способствует более высокому выходу экстракта, а грибная амилаза Амилоризина П10х — повышению степени сбраживания.

В последнее время в нашей стране широкое распространение получили ферментные препараты зарубежного производства. Например, Церемикс, содержащий α -амилазу, β -глюканазу, протеазу; Термамил, Фунгамил, Гитемпазу, содержащие α -амилазу; Церефло, Ультрафло, Финизим, Био-глюканаза, содержащие β -глюканазу; Промолт, содержащий α -амилазу и β -глюканазу и др. При получении соков для безалкогольного производства применяют Пектаваморин П10х и Г10х, а также Пектофоетидин П10х, содержащие пектолитические ферменты, пептидазу, гемицеллюлазу.

Контрольные вопросы

1. Назовите основное сырье, используемое при производстве пива.
2. Из каких частей состоит зерно ячменя?
3. Каков химический состав ячменного зерна?
4. Назовите сорта пивоваренного ячменя и охарактеризуйте его технологические свойства.
5. Назовите зоны произрастания ячменей с наилучшими пивоваренными свойствами.
6. Как следует хранить свежесобраный ячмень?
7. Охарактеризуйте вредителей ячменя и способы борьбы с ними.
8. Какое зерновое сырье, кроме ячменя, применяют в пивоварении?
9. Каково строение шишки хмеля?
10. Какие вещества придают хмелю горечь?
11. Назовите основные химические компоненты хмеля.
12. Какие виды хмелепродуктов применяют в пивоварении?
13. Как составляется номенклатура ферментных препаратов?
14. В чем отличие фермента от ферментного препарата?
15. Что называют субстратом?

ГЛАВА 2. СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КВАСА, БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ И СЛАБОУАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Рожь

Из ржи готовят ржаной солод и ржаную муку, которые используют в производстве кваса. Рожь (*Secale cereale*) принадлежит к семейству злаковых. В зависимости от времени посева (осенью или весной) и сорта различают рожь озимую и яровую. В России в основном выращивают озимую рожь. Плод ржи — зерновка — относят к голозерным культурам, так как он легко отделяется от цветочных пленок. Зерно ржи состоит из оболочек, мучнистого ядра (эндосперма) и зародыша. Снаружи зерно покрыто тонкой бесцветной плодовой четырехслойной оболочкой, к которой прилегает семенная двухслойная оболочка, содержащая красящее вещество, придающее цвет всему зерну. Плодовая оболочка легко отделяется от семенной. Обе оболочки защищают зерно от внешних воздействий. Маса оболочек около 9% от массы СВ.

Эндосперм состоит из внешнего алейронового слоя, в клетках которого содержатся белковые вещества, жиры, витамины, и из внутренней крахмалистой части, являющейся хранилищем питательных веществ, необходимых для развития зародыша и молодого растения.

Алейроновый слой представлен двумя рядами толстостенных прямоугольных клеток, вблизи зародыша алейроновый слой исчезает. Его масса равна в среднем 11,2% к массе сухих веществ.

Эндосперм ржи имеет мучнистый или полумучнистый вид, реже стекловидный, содержит крупные и мелкие крахмальные зерна, размер которых колеблется от 14 до 50 мкм. Маса эндосперма 73–75% от массы СВ.

В зародыше различают зародышевый узел, главный корень, главную почку и щиток. Назначение щитка — питать развивающийся зародыш веществами, поступающими из эндосперма. Маса зародыша со щитком составляет 3,1–4,0% от массы сухих веществ.

Принципиально строение зерна ржи не отличается от строения зерна ячменя.

Химический состав зерна ржи характеризуется показателями, %: крахмал — 53–63; гумми-вещества (высокомолекулярные углеводы, состоящие на 90% из пентозанов) — 2,5–5; левулезаны (водорастворимые полисахариды, образующие при гидролизе фруктозу) около — 3; белки — 8–19; сахара — 4–7; целлюлоза — 2–3,5; жиры — 1,7–2; минеральные вещества — 1,5–2,5 и др. Биополимеры крахмала ржи амилоза и амилопектин составляют соответственно примерно 23 и 77%. При гидратации объем гумми-веществ и левулезанов увеличивается в несколько раз. Рожь содержит витамины А, Е и группы В, а также ферменты α - и β -амилазу, протеиназу.

Качественная оценка и сорта ржи. К ржи, предназначенной для приготовления солода, предъявляются определенные требования.

Цвет и запах. Цвет зерна зависит от цвета, содержания и сочетания красящих веществ различных его частей. Так плодовая оболочка имеет соломенно-желтый цвет, семенная — зеленый, желтый или коричневый, а алейроновый слой — зеленый, синий, красно-бурый. Цвет ржи может быть желтым, коричневым, серым, зеленым. Для получения солода предпочтительны зеленые зерна, так как они более крупные, имеют повышенное содержание эндосперма и тонкую оболочку. Окраска отдельного зерна должна быть однородной, не допускается наличие потемневших кончиков, которые свидетельствуют о неблагоприятных условиях при его уборке и хранении. Рожь, предназначенная для получения солода, не должна иметь затхлого и плесневелого запаха, горького вкуса.

Насыпная масса (натура зерна) ржи в значительной степени зависит от формы зерна. По длине и форме зерна ржи разделяют на четыре группы: узкие длинные, узкие короткие, широкие длинные, широкие короткие. При насыпной массе ржи более 730 г/дм³ ее относят к I классу; не менее 715 ко II; 700—685 к III классу. Среди составных частей зерна наибольшей плотностью обладает крахмал, поэтому тяжелое зерно богаче экстрактивными веществами.

Масса 1000 зерен ржи находится в пределах 12—55 г, причем масса до 16 г считается низкой, а более 28 г — высокой. Масса 1000 зерен ржи составляет 15—25 г. Этот показатель — лучший для оценки зерна, чем насыпная масса. Он находится во взаимосвязи с сортом и содержанием экстракта ржи. С увеличением этого показателя растет процентное содержание I сорта и одновременно (при условии одинакового содержания белка) — содержание экстрактивных веществ.

Крупность и примеси ржи. Размеры зерен ржи зависят от сорта, условий произрастания и колеблются в следующих пределах: длина 4—9,8 мм, ширина 1,4—3,6 мм, толщина 1,0—3,4 мм. Для удлиненного зерна отношение длины к толщине более 3, а для овального зерна равно или менее 3. При делении ржи на три сорта используют сита с размером отверстий 1,5; 1,8 и 2,0 мм. Примеси зерна делят на сорную и зерновую. Сорная примесь — это земля, песок, камешки, солома, семена сорняков, заплесневевшие и прогнившие зерна пшеницы, ячменя, овса, зерна, поврежденные зерновыми вредителями. К сорной примеси относят проход через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Зерновая примесь — это битые, щуплые, раздавленные зерна, а также зерна, изъеденные вредителями и проросшие.

Содержание зерновой и сорной примеси не должно превышать 5%, в том числе сорной не более 2%, вредной 0,2%. Влажность зерна должна быть не более 15,5%; содержание белка — не менее 12% (для обеспечения достаточного цвета и аромата); крахмала — не менее 57%; экстрактивность — около 70% к массе сухих веществ.

Экстрактивность ржи в основном обусловлена содержанием крахмала, является важнейшим технологическим показателем и харак-

теризует количество веществ, которые могут раствориться и перейти в сусло при затирании.

Рожь считается хорошей для проращивания, если способность ее к прорастанию на пятый день не ниже 92%, а энергия прорастания на четвертый день — не ниже 85%.

Зараженность зерна вредителями не допускается, кроме зараженности клещом I степени.

Для приготовления ржаного солода рекомендуется использовать лучшие высокобелковые озимые сорта ржи: Авангард, Белта, Вятка, Воронежская СХИ, Казанская, Саратовская крупнозерная, Таращанская — 2, Харьковская 55, Харьковская 60 и др.

Перед проращиванием свежубранную рожь выдерживают на складе 1–1,5 мес для достижения полной спелости.

Зерновые продукты

§ 1. Ржаная мука

Для производства концентрата квасного сусла, квасных хлебцев или непосредственно для квасного сусла кроме ржаного солода, используют ржаную муку хлебопекарную 95%-ного обойного помола (выход муки 95% без отбора отрубей). Она должна быть без запаха плесени, затхлости, без кисловатого, горького и других привкусов. Влажность муки не должна превышать 15%, зольность — не более 2% (к массе сухих веществ). В муке не должно быть следов заражения амбарными вредителями. Крупность помола выдерживается такой, чтобы остаток на сите с размером отверстий в свету 0,67 мм (сито № 067) был не более 2%, а проход через сито № 38 — не менее 30%.

Муку фасуют в тканевые мешки, хранят на стеллажах в сухих, чистых, проветриваемых помещениях.

§ 2. Мука кукурузная

Для приготовления концентрата квасного сусла используют кукурузную муку крупного или тонкого помола. Она должна иметь белый или желтый цвет, без запаха плесени. Влажность не выше 15%, содержание золы не более 1,3% для муки крупного помола и 0,9% для муки тонкого помола, содержание жира не более 3% для муки грубого помола и 2,5% — тонкого помола. Упаковывают кукурузную муку так же, как и ржаную.

§ 3. Крупа кукурузная

Для получения концентрата квасного сусла и замены части солода в пивоварении используют кукурузную крупу белого или желтого

цвета, без посторонних запахов, без кислого и горького привкусов, не содержащую вредителей.

В зависимости от способа обработки и размера частиц кукурузная крупа разделяется на шлифованную, крупную и мелкую. В зависимости от размера шлифованная делится на пять номеров (табл. 2). № 1 — сход с сита 3,0 мм, № 2 — 2,5 мм, № 3 — 2,0 мм, № 4 — 1,5 мм; № 5 — проход сита 1,5 мм.

Таблица 2

Показатель	Шлифованная	Крупная	Мелкая
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	14,0	14,0
Массовая доля зародыша, %, не более	3,0	2,0	—
Массовая доля золы, %, не более	0,95	—	0,95
Массовая доля муки, %, не более для крупы № 5 и мелкой для остальных видов	1,5	—	1,5
	1,0	1,0	—
Массовая доля сорной примеси, %, не более: для минеральной для вредной	0,05	0,05	0,05
	Не допускается		
Содержание металломагнитной примеси в 1 кг, мг, не более	3,0	3,0	3,0
Массовая доля крупы с остатками оболочек и зародыша, %	—	10,0	—
Массовая доля целых необработанных зерен кукурузы, %, не более	—	1,0	—

§ 4. Квасные ржаные хлебцы

Квасные хлебцы применяют для приготовления хлебного кваса настойным методом. Их выпекают из смеси ржаного и ячменного солодов, ржаной муки и воды без дрожжей и закваски. Эти хлебцы имеют кисло-сладкий (без горького) вкус, темно-коричневый, переходящий в черный, цвет, аромат ржаного хлеба. Влажность хлебцев не более 40%, экстрактивность не менее 52%, кислотность 60 см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 г экстракта; цветность 50—60 см³ раствора I₂ концентрацией 1 моль/дм³ на 100 г экстракта вытяжки.

Хранят хлебцы не более 3 дней на стеллажах в охлажденных, хорошо вентилируемых помещениях. Перед подачей в производство их дробят на вальцовых дробилках, оснащенных специальными ножами.

§ 5. Квас сухой хлебный

Квас сухой — это высушенные и раздробленные квасные хлебцы. Используют их для домашнего приготовления кваса и промышлен-

ного приготовления настойным способом. По внешнему виду — это мука крупного помола с проходом через шелковое сито № 38 не более 20%. Влажность не более 10%, массовая доля растворимых в воде веществ (экстракт вытяжки) в пересчете на сухое вещество не менее 49%, кислотность не более 60 см^3 1 моль/дм³ раствора гидроксида натрия на 100 г экстракта, цветность не менее 10 см^3 1н раствора J_2 на 100 г экстракта вытяжки.

§ 6. Концентрат квасного сусла

Концентрат квасного сусла (ККС) — это темно-коричневая вязкая густая жидкость кисло-сладкого вкуса с ароматом хлеба. Получают его затиранием с водой ржаного и ячменного солодов, ржаной или кукурузной муки или свежепроросшего томленного ржаного солода с применением ферментных препаратов, с последующим осветлением и сгущением полученного сусла в вакуум-аппарате. ККС растворяется в воде полностью. При разведении 1—50 допускается опалесценция с единичными хлебными частицами. Массовая доля сухих веществ 70%, титруемая кислотность 16—40 см^3 раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 г концентрата.

ККС разливают в авто- и железнодорожные цистерны, бочки деревянные, фляги металлические для молока, стеклянные банки вместимостью до 10 дм³, бочки металлические вместимостью 50 и 190 дм³ и бочки алюминиевые для пива вместимостью 100 дм³. Для розничной продажи ККС разливают в банки и бутылки вместимостью 0,25—1 дм³.

ККС следует хранить при температуре от -40 до +30°C, а разлитый в стеклянные банки — от 0 до +25°C. Гарантийный срок хранения 1 год.

§ 7. Концентрат обогащенного квасного сусла

Концентрат обогащенного квасного сусла КОКС — густая вязкая жидкость коричневого цвета с массовой долей сухих веществ 67%, титруемая кислотность 20—40 см^3 1 моль/дм³ раствора гидроксида натрия на 100 г концентрата, содержание аминного азота 300 мг/дм³.

§ 8. Экстракт окрошечного кваса

Экстракт окрошечного кваса — непрозрачная густая вязкая жидкость темно-коричневого цвета с ароматом ржаного хлеба и укропа с содержанием 68% сухих веществ, титруемой кислотностью не более 90 см^3 раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 г экстракта, цветностью не менее 20 см^3 1н раствора J_2 на 100 г продукта.

§ 9. Концентраты квасов

В России выпускают концентраты Русского и Московского квасов, а также Концентрат кваса. Первые два продукта предназначены для приготовления кваса, как в производственных, так и в домашних условиях, а Концентрат кваса — только в домашних условиях. Расфасовывают и хранят концентраты квасов, как и ККС.

В табл. 3 представлены характеристики концентратов этих квасов.

Таблица 3

Показатель	Концентрат		
	Русского кваса	Московского кваса	Кваса
Массовая доля сухих веществ, %	70±2	70±2	59±2
Кислотность, см ³ раствора гидроксида натрия 1 моль/дм ³ на 100 г концентрата	25–30	25–30	25–30

Дрожжи

Для сбраживания квасного сусла на заводах используют хлебопекарные прессованные дрожжи или чистую культуру дрожжей рас: М квасная, 131-К, С-2 и др.

Хлебопекарные прессованные дрожжи представляют собой сероватые с желтым отливом бруски массой 1; 0,5; 0,1 и 0,05 кг, влажностью не более 75%. Они должны обеспечивать подъем теста на 70 мм не более чем за 75 мин.

Дрожжи квасные сушеные расы М и других рас имеют вид вермишели, порошка или гранул светло-коричневого цвета, влажностью 7–10%.

Прессованные дрожжи хранят в холодильных камерах при температуре 0–4°C, сушеные — в герметично закрытой и доверху заполненной таре при температуре не выше 8°C. Гарантийный срок хранения прессованных дрожжей — не более 12 сут, сушеных — 3 мес.

Молочнокислые бактерии

Квасные молочнокислые бактерии применяют для сбраживания квасного сусла с целью накопления молочной кислоты. Используют их в сушеном виде вместе с дрожжами, получая квас с незаконченным спиртовым и молочнокислым брожением. Это придает готовому продукту специфические вкус и запах.

В производстве кваса используют молочнокислые бактерии рас 11 и 13. Клетки бактерий имеют форму палочек длиной 1,2–2 мкм, шириной 0,5–0,6 мкм.

Сухие молочнокислые бактерии хранят также в герметически закрытой таре при температуре не выше 8°C. Гарантийный срок хранения 3 мес.

Фруктово-ягодные и виноградные полуфабрикаты

Для приготовления безалкогольных и слабоалкогольных напитков используют фруктово-ягодные соки: натуральные, спиртованные, концентрированные и сброженно-спиртованные; морсы фруктово-ягодные сброженные; концентраты для напитков «Яблоко» и «Байкал»; экстракты фруктовые, ягодные и из пряно-ароматического сырья; виноградное вакуум-сусло.

Сок из плодов и ягод извлекают прессованием или экстракцией, консервируют его добавлением этилового спирта или пастеризацией, либо сгущают до плотности густого сиропа, иногда сбраживают.

Спиртуют сок в смесителе, оборудованном мешалкой. Количество приливаемого спирта (V_c) рассчитывают по формуле

$$V_c = \frac{V_n C_{cc}}{C_c - C_{cc}},$$

где V_n — объем натурального сока, дал; C_{cc} — объемная доля спирта в спиртованном соке, %; C_c — объемная доля спирта в ректифицированном спирте, %.

Фруктово-ягодные соки содержат сахара, органические кислоты, гликозиды, дубильные, красящие и ароматические вещества, ферменты, витамины С, Р, В₁, В₂, каротин и др. К нерастворимым веществам плодов и ягод относятся целлюлоза, гемицеллюлоза, протопектин, крахмал, жиры и др., которые остаются в отходах сокового производства. Наличие большого количества пектиновых веществ в сырье вместе с сахаром и органическими кислотами вызывает желирование сока (переход в студнеобразное состояние), и затрудняет условия его извлечения. Присутствие пектиновых веществ в соках снижает стойкость безалкогольных напитков. Поэтому пектин осаждают из соков этиловым спиртом или разрушают его пектолитическими ферментами до остаточного содержания не более 0,035%. Например, для разрушения пектина в яблочном соке длительность его выдержки составляет 90, сливового 25, черносмородинового 20, вишневого 15 сут. После чего сок фильтруют и хранят в дубовых бочках или металлических емкостях при температуре не выше 15°C.

Натуральные фруктово-ягодные соки поступают на заводы в герметически закрытых стеклянных или жестяных банках вместимостью до 5 дм³ с концентрацией сухих веществ 8–12% и с содержанием спирта 16%. Концентрация титруемых кислот от 0,3 до 3,1 г/см³. Для приготовления слабоалкогольных напитков можно использовать фруктово-ягодные спиртованные соки с объемной долей спирта как 16%, так и 25% (клубничный 20%).

Яблочный осветленный концентрированный сок и концентрат для напитка «Яблоко» поставляют с содержанием сухих веществ не менее 70%.

Соки плодово-ягодные сброженно-спиртованные получают спиртованием сока, полученного из предварительно подброженной мезги. Остаточное содержание сахаров в них не более 0,5 г/100 см³, остаточное содержание экстракта (8–45) г/100 см³, кислотность 6–25% (в пересчете на яблочную кислоту).

Соки плодовые и ягодные концентрированные выпускают концентрацией до 70% сухих веществ, кислотностью 1–15% (в пересчете на яблочную кислоту), фасуют в стеклянные баллоны, жестебанки вместимостью не более 10 дм³ и деревянные бочки с полиэтиленовыми вкладышами вместимостью не более 100 дм³. Хранят соки при температуре не выше 10°C.

Плодовые и ягодные экстракты после отстаивания в течение 2 ч представляют собой прозрачную жидкость с содержанием сухих веществ 44–62%: в виноградном экстракте 62%, клюквенном 54%, черносмородиновом 44%, остальных 57%. Кислотность 1,8–12,5% (в пересчете на яблочную кислоту). Экстракты фасуют в жестебанки или стеклянные баллоны вместимостью не менее 2 дм³ и в деревянные бочки с полиэтиленовыми вкладышами не более 100 дм³.

Для производства безалкогольных напитков используют также *экстракты из растительного сырья*, например, крапивы, элеутерококка, чабреца. Экстракты эти спиртованные с содержанием этанола 33–62% и сухих веществ 3–6%.

В настоящее время разработаны технологии получения экстрактов с заданными свойствами. Технология включает: загрузку предварительно измельченного сырья в экстракционный стакан экстрактора, вакуумирование установки, заполнение экстракционного стакана экстрагентом (при этом происходит мгновенная пропитка твердой фазы растворителем), экстрагирование, слив растворителя, конденсацию паров растворителя, экстрагирование сконденсированным растворителем содержимого экстракционного стакана, где происходит доизвлечение требуемых веществ. За несколько последовательных циклов можно добиться 96–98%-ного извлечения веществ за 40–90 мин. Температура растворителя: воды, этанола, водно-спиртовой смеси — 30–50°C. При использовании в качестве растворителя гексана и ацетона температуру снижают до 20–40°C. Мягкий температурный режим позволяет использовать в качестве экстрагента растворы, содержащие ферментные препараты. Содержание сухих веществ в полученном концентрате может достигать 60%, что способствует их длительному хранению.

Виноградное вакуум-сусло представляет собой концентрированное виноградное сусло концентрацией сухих веществ 75%, из них сахаров 65%, кислотность 4% (в пересчете на винную кислоту). Это вязкая жидкость от янтарно-золотистого до цвета чая для белого, и красного цвета для красного вакуум-сусла.

Концентраты и концентрированные композиции для напитков

Эти полуфабрикаты используют для приготовления безалкогольных напитков.

Концентраты состоят из двух частей — ароматической и экстрактивной. Например, концентрат для напитка Байкал состоит из экстрактивной части Б коричневого цвета, содержащей экстракты растительного сырья, и ароматической части А. Содержание сухих веществ в экстрактивной части Б около 68,5%, массовой доли кислоты 11,8%. Ароматическая часть А содержит эфирные масла в количестве 0,8%, растворенных в 92,75%-ном спирте.

Концентрат напитка Осенний сад содержит яблочный сок, сироп черноплодной рябины (аронии) и концентрат чая, имеет концентрацию сухих веществ 69% и концентрацию кислоты 6,7%. Для этого напитка используют еще и ароматический компонент с содержанием спирта 92,75%, эфирных масел 0,8%.

Используются концентраты и для напитков Кока-кола, Пепси-кола, Полюшко, Приз, Фиеста, Фруктовый и др.

Концентрированные основы содержат смесь всех компонентов для определенного напитка за исключением сахара. Содержание сухих веществ в основах около 1,5%, спирта 19% для напитков Виктория и Дары леса. Для напитков Флора (помаранцевой, кориандровой, мятной, гвоздичной) содержание сухих веществ в концентрированной основе 3,5%.

Композиции содержат основные ароматобразующие компоненты и состоят из одной или двух частей. Например, для напитка Исинди композиция состоит из одной части с содержанием спирта 60% и содержит смесь настоев лаврового листа, кожуры яблока и ванильной эссенции. Для напитка Ситро композиция содержит спирта 53%, сухих веществ 17,5%, эфирных масел 0,25%. Для некоторых напитков композиции состоят из двух частей — экстрактивной и ароматической. Например, для напитка Бахмаро ароматическая часть содержит лимонное эфирное масло, настой стеблей чая на коньяке и колер. Содержание в ней спирта 34%, сухих веществ 14%. Экстрактивная часть состоит из водного настоя чая, колера и лимонной кислоты. Содержание сухих веществ в ней 66%, кислоты 0,2%.

Сахар

Сахар является одним из основных компонентов кваса и безалкогольных напитков. В напитках его используют в виде сахара-песка, сахара-рафинада или жидкого сахара, т. е. сахарного сиропа, приготовленного на сахарном заводе.

Сахар-песок по своему качеству должен соответствовать требованиям действующего ГОСТа 21 (в пересчете на сухое вещество): со-

держание влаги не более 0,14%; сахарозы не ниже 99,75%; редуцирующих веществ не более 0,05%; золы не более 0,04%; цветность не более 0,8 усл. ед. или 104 ед. ICUMSA; ферропримесей не более 0,0003%. Сахар-песок не должен иметь посторонних вкуса и запаха. Температура плавления сахара 180—185°С. По внешнему виду сахар-песок должен быть бесцветным, однородным по величине кристаллов. Раствор, приготовленный из сахара-песка, должен обладать прозрачностью и термоустойчивостью, быть свободным от микроорганизмов, легко фильтроваться, не должен пениться, растворимость сахара-песка в воде должна быть полная. При добавлении этилового спирта в растворе сахара не должны появляться хлопья.

Сахар-песок для промышленной переработки имеет следующие показатели (в пересчете на сухое вещество): сахарозы не менее 99,55%; редуцирующих веществ не выше 0,065%; золы не более 0,05%; влаги до 0,15%; цветность не выше 1,5 усл. ед. или 195 ед. ICUMSA. Такой сахар-песок применяют при приготовлении кваса.

Сахар-рафинад получают из сахара-песка или тростникового сахара-сырца в виде рафинированного сахара-песка, кускового прессованного колотого, кускового прессованного со свойствами литого, кускового прессованного быстрорастворимого, рафинадной пудры и др.

В производстве безалкогольных напитков в основном используют рафинированный сахар-песок, который (в пересчете на сухое вещество) должен содержать: сахарозы не менее 99,9%; влаги не более 0,1%; редуцирующих веществ не более 0,03%; ферропримесей не более 0,0003%; быть бесцветным, без посторонних вкуса и запаха. Раствор прозрачный.

Для придания оптической белизны сахар-рафинад подкрашивают ультрамарином, который при варке сиропов может образовывать хлопья и выделять сероводород (продукты распада ультрамарина) в незначительных количествах.

Сахар-песок и рафинированный сахар-песок упаковывают массой по 50 кг в новые тканевые мешки, мешки с полиэтиленовыми или бумажными вкладышами и хранят в сухих вентилируемых помещениях при температуре не выше 40°С с относительной влажностью воздуха на складе не выше 70%. Запрещается хранить сахар совместно с другими материалами.

Жидкий сахар высшего, первого и второго сортов готовят на сахарном заводе из сахара-песка или оттека утфеля рафинадной кристаллизации. В производстве безалкогольных напитков применяют жидкий сахар только высшего качества, в котором содержание: сухих веществ не ниже 64%; сахарозы не ниже 99,8% к массе сухих веществ; редуцирующих веществ не более 0,04%; золы не более 0,03%; цветность не выше 1 усл. ед. (условная ед. равноценна ед. Штаммера); ρ Н раствора 6,8—7,2.

Жидкий сахар доставляют на заводы безалкогольных напитков в специальных автоцистернах. Замена кристаллического сахара жид-

ким сахаром экономически выгодна, так как исключаются такие трудоемкие операции, как затаривание сахара в мешки, складирование, перевозка и разгрузка мешков с сахаром, их опорожнение, растворение сахара и фильтрование.

Сахар-сырец используют для приготовления колера или взамен части солода в пивоварении. Химический состав (в % массе сахара-сырца): сахарозы (определенной поляриметрически) 96,5–98; воды 0,4–0,8; несахаров 1,5–2,0, в том числе редуцирующих веществ 0,6–0,9; прочих органических веществ 0,7–1; золы 0,4–0,5. Цветность 40–50 усл. ед.; рН раствора 6,2–6,5.

Свойства сахарозы. Сахароза хорошо растворяется в воде. Раствор называют насыщенным, если при данной температуре кристаллическая сахароза больше не растворяется. С повышением температуры растворимость сахарозы увеличивается. Если этот раствор охладить до первоначальной температуры, то дополнительно растворившаяся сахароза останется в растворе и он станет пересыщенным. Из пересыщенного раствора сахароза может самопроизвольно выкристаллизовываться на поверхностях трубопроводов, оборудования, емкостей. Поэтому при перевозках и хранении удобнее использовать ненасыщенные растворы сахара, но не ниже 64% сухих веществ.

Предельная растворимость сахарозы (СХ, %) в зависимости от температуры (t, °С) приведена ниже:

t, °С	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80
СХ, %	64,40	64,81	65,32	66,60	68,18	70,01	72,04	74,20	76,45	78,74

Пищевые добавки

Пищевая добавка — это химическое или природное вещество, которое преднамеренно вводится в пищевой продукт при его обработке, производстве, хранении или транспортировании (независимо от его питательной ценности) как дополнительный компонент, оказывающий прямое или косвенное воздействие на характеристику пищевого продукта. Пищевые добавки не употребляются в качестве пищевых продуктов или основных компонентов пищи.

Разрешение на применение добавок выдает международная организация Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам и контаминантам (загрязнителям) — ДЖЕКФА. Требования к качеству, в том числе и проверка на безвредность, защищаются присвоением Е-номера (буквы Е — Еигоре и трехзначного номера). В списке компонентов продукта допускается замена сложного названия Е-номером.

Вопросами рассмотрения и утверждения пищевых добавок занимается комиссия ФАО/ВОЗ по разработке стандартов на продовольственные товары «Кодекс алиментарииус».

По технологическому назначению пищевые добавки подразделяют на:

А. Пищевые добавки, обеспечивающие необходимый внешний вид и органолептические свойства продукта (улучшители консистенции, пищевые красители, ароматизаторы, вкусовые вещества).

Б. Пищевые добавки, предотвращающие микробную или окислительную порчу продуктов — консерванты (антимикробные средства: химические и биологические; антиокислители-антиоксиданты).

В. Пищевые добавки, необходимые в технологическом процессе производства пищевых продуктов (ускорители технологического процесса, фиксаторы миоглобина (обеспечивают розовую окраску мясных изделий), технологические пищевые добавки (разрыхлители теста, желеобразователи, пенообразователи, отбеливатели и др.).

Г. Улучшители качества пищевых продуктов.

Комиссия выделяет следующие классы пищевых добавок, в которых существуют подклассы.

Класс 1 — кислоты (повышают кислотность и придают кислый вкус пище); 2 — регуляторы кислотности (изменяют или регулируют кислотность или щелочность пищевого продукта); 3 — вещества, препятствующие слеживанию и комкованию (снижают тенденцию частиц пищевого продукта прилипать друг к другу); 4 — пеногасители (предупреждают или снижают образование пены); 5 — антиокислители (повышают срок хранения пищевых продуктов, защищая от порчи, вызванной окислением); 6 — наполнители (вещества, которые увеличивают объем продукта, не влияя на его энергетическую ценность); 7 — красители (усиливают или восстанавливают цвет); 8 — вещества, способствующие сохранению окраски (стабилизируют, сохраняют или усиливают окраску продукта); 9 — эмульгаторы (образуют или поддерживают однородную смесь двух или более несмешивающихся фаз, таких как масло и вода в пищевых продуктах); 10 — эмульгирующие соли (взаимодействуют с белками сыров с целью предупреждения отделения жира при изготовлении плавленых сыров); 11 — уплотнители растительных тканей (придают или сохраняют ткани фруктов и овощей плотными и свежими, взаимодействуют со студнеобразующими веществами); 13 — вещества для обработки муки (добавляются к муке для улучшения ее хлебопекарских качеств или цвета); 14 — пенообразователи (создают условия для равномерной диффузии газообразной фазы в жидкие и твердые пищевые продукты); 15 — желеобразователи (вещества, образующие гели); 16 — глазирователи (вещества, придающие блеск наружной поверхности или создающие защитный слой); 17 — влагоудерживающие агенты (предохраняют пищу от высыхания); 18 — консерванты (повышают срок хранения продуктов, защищая от порчи, вызванной микроорганизмами); 19 — пропелленты (газообразные вещества, выталкивающие продукт из контейнера); 20 — разрыхлители (вещества или сочетания веществ, которые увеличивают объем теста); 21 — стабилизаторы (позволяют сохранять однородную смесь двух или более несмешиваемых веществ в пищевом продукте или готовой пище).

22 – подсластители (вещества несахарной природы, которые придают пищевым продуктам и готовой пище сладкий вкус); **23** – загустители (повышают вязкость пищевых продуктов).

Согласно требованиям Комиссии классификация пищевых добавок производится следующим образом: E100–E182 – красители; E200 и далее – консерванты; E300 и далее – антиоксиданты; E400 и далее – стабилизаторы консистенции; E500 и далее – эмульгаторы; E600 и далее – усилители вкуса и аромата; E700–E800 – запасные индексы для другой возможной информации; E900 и далее – антифламинги, противопенные вещества; E950 и выше – подсластители; E1000 – глазирующие агенты, добавки, препятствующие слеживанию сахара, соли, для обработки муки, крахмала и др. В России разрешение на применение пищевых добавок дает Госсанэпиднадзор Министерства здравоохранения РФ.

Исходя из приведенной выше классификации, к пищевым добавкам можно отнести все ароматизаторы, красители и другие вещества, используемые при производстве подавляющего числа безалкогольных напитков.

Заменители сахара

Классификация сахаров, их заменители и подслащивающие вещества. Все сахара, сахаристые и подслащивающие вещества, применяемые в технологии пищевых продуктов, можно разделить на две большие группы: 1) сахара и сахаристые вещества, 2) подслащивающие вещества (рис. 8).

Сахар и сахаристые вещества относят к пищевым продуктам и их применяют без ограничения, руководствуясь лишь вкусом и утверж-

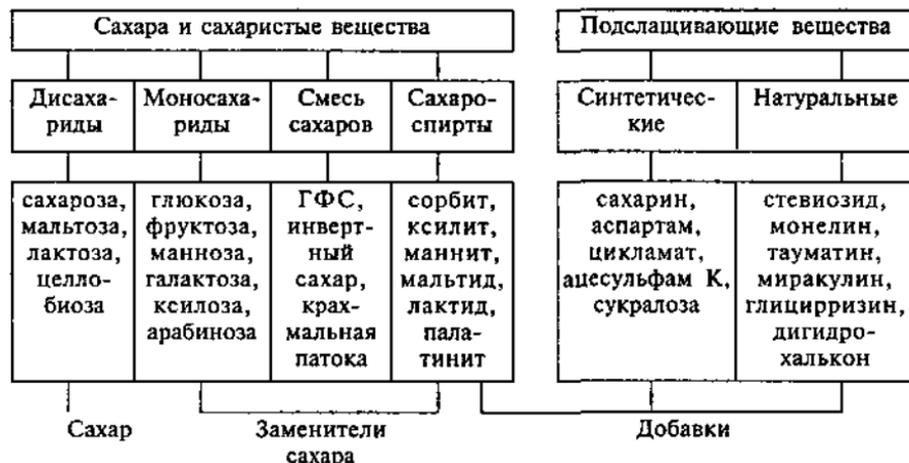


Рис. 8. Схема классификации сахара, сахаристых и подслащивающих веществ

денной рецептурой, а внесение подслащивающих веществ в изделия строго ограничено законодательством.

К подслащивающим веществам предъявляют следующие требования: отсутствие цвета и запаха, физиологическая безвредность; чистый вкус, проявляющийся без задержки и не ощущающийся долго; хорошая растворимость в воде, химическая и температурная стабильность; нетоксичность; полное выделение из организма человека. По вкусовым качествам они не должны отличаться от сахарозы.

Смесь сахаров или гидролизаты крахмала. В последнее время в мире широко используются сиропы и продукты, полученные из крахмала: крахмальные патоки, глюкозный и глюкозо-фруктозный сиропы (ГФС). Их получают из картофельного и кукурузного крахмалов. Наиболее распространены глюкозо-фруктозные сиропы, преимущественно ГФС-42, содержащий 38–42% фруктозы в массе сухих веществ сиропа, остальное – глюкоза.

Технология ГФС-42 включает следующие производственные стадии: разжижение крахмальной суспензии с помощью α -амилазы; осахаривание крахмала глюкоамилазой; очистку гидролизата от жиробелковой примеси; обесцвечивание сиропа активным углем; деминерализацию сиропа ионообменными смолами; сгущение сиропа выпариванием под вакуумом; изомеризацию части глюкозы во фруктозу; уваривание сиропа до концентрации сухих веществ 71–72%; охлаждение сиропа.

Создана промышленная технология разделения сахаров ГФС-42 катионитом на две фракции: фракцию ГФС-90 и фракцию, обогащенную глюкозой и олигосахаридами. Вторая фракция возвращается в производство ГФС-42, а первая фракция смешивается с ГФС-42 и таким образом получают ГФС-55, содержащий 55% фруктозы к массе сухих веществ. По сладости ГФС-55 равен сахарозе и широко используется за рубежом в производстве напитков.

ГФС-42 называют сиропами I поколения, а ГФС-55 – сиропами II поколения. Недостатком сиропов I поколения является то, что при использовании их в безалкогольных напитках, фруктовых консервах и других изделиях при температуре ниже 26°С, глюкоза легко выкристаллизовывается в виде мелких иголок. Поэтому ГФС I поколения приходится хранить в вертикальных емкостях с рубашкой, в которую подают воду температурой около 60°С. Чтобы не допустить разжижения верхнего слоя сиропа конденсатом влаги из воздуха, емкости снабжают насосом, который обеспечивает циркуляцию сиропа на себя. Снаружи емкость покрывают тепловой изоляцией. Оптимальная температура хранения сиропа 28–30°С.

Сиропы II поколения, содержащие около 55 % фруктозы и равные по сладости с сахарозой, более устойчивы к самопроизвольной кристаллизации, так как фруктоза кристаллизуется значительно хуже, чем глюкоза и тормозит кристаллизацию глюкозы. В этих сиропах глюкоза не кристаллизуется даже при 10–15°С и их можно

хранить без подогревания. Переход промышленности на выпуск преимущественно ГФС-42 обусловлен более простой и дешевой технологией его производства.

В табл. 4 приведена характеристика ГФС с различным содержанием фруктозы: 42, 55 и 90 % к массе сухих веществ (СВ).

Предприятия крахмало-паточной промышленности в настоящее время выпускают крахмальные патоки, имеющие состав, приведенный в табл. 5.

Мальтозную и глюкозо-мальтозную патоки получают путем ферментативного гидролиза. Они малоигроскопичны, поэтому во время хранения не кристаллизуются. По углеводному составу мальтозная патока близка к углеводному составу пивного сусла и наиболее подходит в качестве несоложенного материала при приготовлении сусла. Из патов, представленных в табл. 5, глюкозамальтозная патока имеет наибольшую сладость и меньшую вязкость, поэтому ее вырабатывают с повышенным содержанием сухих веществ — до 83,5%. Эту патоку применяют при приготовлении пива, кваса, безалкогольных напитков.

Таблица 4

Показатель	Сиропы			
	ГФС-42	ГФС-42	ГФС-55	ГФС-90
Содержание СВ, %	71	80	77	80
pH	3-4	3-4	3-4	3-4
Зола сульфатная, %	0,05	0,05	0,05	0,05
Сладость относительно сахарозы, %	90-100	90-100	100-110	120-160
Углеводный состав, % к массе сухих веществ:				
фруктоза	42	42	55	90
глюкоза	52	52	41	8
олигосахариды	6	6	4	2
Рекомендуемая температура хранения	26,5-32,5	40,6-46,5	23,9-29,4	18,3-29,4

Таблица 5

Углеводы	Патока		
	карамельная	высокоосахаренная	
		мальтозная	глюкозо-мальтозная
Содержание редуцирующих веществ, % на сухое вещество, в том числе:	40-44	50-55	60-65
глюкозы	18-20	3-5	35-38
мальтозы	14-18	45-60	30-37
мальтотриозы	8-13	15-19	8-15
полисахаридов	Остальное	Остальное	Остальное

Сахарные спирты (сорбит, ксилит и др.) используют при производстве диетических безалкогольных напитков — напитков специального назначения.

Сорбит (Е420) — шестиатомный спирт (полиол), является продуктом гидрирования глюкозы. Вкус его сладкий с приятным охлаждающим привкусом, без запаха. Выпускается в виде твердых плиток серого цвета, упакованных в парафинированную бумагу. Содержание сорбита в плитке не менее 99% (к массе сухих веществ), золы не более 0,1%, влажность не более 5%.

Сладость сорбита составляет 0,6 от сладости сахарозы. По калорийности он равен сахарозе. Усваивается организмом как и фруктоза — без участия инсулина, поэтому его рекомендуют для больных диабетом. Содержание сорбита в пищевых продуктах не нормируется, а добавление его в пищевые продукты производится в соответствии с утвержденными рецептурами.

Концентрация сорбита, ксилита, маннита в пищевом продукте должна быть не более 200 мг/кг.

Ксилит (Е 967) — пятиатомный спирт, представляет собой кристаллы белого цвета с желтым оттенком, влажностью не более 1,5–2,0%, содержанием золы (к массе сухих веществ) не более 0,08%. Его сладость составляет 0,85–1,2 от сладости сахарозы, по калорийности равен сахарозе, запаха не имеет. Полностью растворим в воде при 20°С. Получают его из пентозансодержащего сырья — хлопковой шелухи и кукурузных початков, упаковывают по 25 кг в бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами. Содержание ксилита в пищевых продуктах не нормируется, а добавление его в пищевые продукты производится в соответствии с утвержденными рецептурами.

Для снижения калорийности напитков, а также для приготовления напитков специального назначения в России используют *синтетические подслащающие вещества*: аспартам; ацесульфам К; сукралозу; сахарин и его натриевую соль; цикламат натрия и другие препараты, изготовленные на их основе.

В соответствии с Законом РФ «О защите прав потребителей» и ГОСТ Р 51074 на этикетках пищевых продуктов (на вкладышах к ним) в обязательном порядке должно быть указано наименование использованного подсластителя, например подсластитель Е 950. Если в состав продукта входит аспартам, на этикетку выносятся информация о противопоказании применения этого продукта в питании больных фенилкетонурией и т. д.

Сахарин (Е 954) — это имид ортосульфобензойной кислоты (2,3-дигидро-3-оксобензосульфоназол). Его получают путем синтеза из толуола. Представляет собой кристаллы белого или слегка желтоватого цвета, с содержанием сахарина 92% масс, золы — не более 0,2% масс. Легко растворяется в воде и спирте, в 300–500 раз слаще сахарозы. Растворим в воде в виде натриевой соли — кристаллозы, которая в 500 раз слаще сахарозы. Сахарин имеет горькое послевкусие.

При концентрациях выше 0,035% сахарин оставляет во рту выраженный горький «металлический» привкус, что предупреждает опасность передозировки. При дальнейшем повышении концентрации ощущение сладости не нарастает. В организме не подвергается биохимическим превращениям и практически полностью выводится в неизменном виде. Допустимая доза сахарина — не более 2–2,5 мг на 1 кг массы тела. Допустимая доза сахарина, как и его калиевой или натриевой соли 0,5–15 мг/кг продукта. Сахарин — первый синтетический подсластитель. Он был открыт в 1879 г., а в 1884 г. организовано его промышленное производство.

Цикламаты (Е 952) — производные amino-N-сульфоновой кислоты (циклогексилсульфаниловая кислота — соли натрия и кальция). На практике используется натриевая соль циклогексиламино-N-сульфоновой кислоты. Она в 30–60 раз слаще сахарозы, без постороннего привкуса, в высоких концентрациях имеет горькое послевкусие, устойчива при нагревании. С повышением концентрации раствора сладость данной соли снижается.

В безалкогольных напитках рекомендуется не более 0,8 г/дм³. Для людей, страдающих ожирением, цикламат рекомендуется принимать в смеси с сахарином в соотношении 10:1. Допустимое суточное потребление до 11 мг/кг массы тела. Цикламат натрия и цикламат кальция — соединения с приятным сладким вкусом, без привкуса горечи. Цикламаты стабильны при температурной обработке и хорошо растворимы в воде. Сладость цикламатов в 30 раз выше, чем у сахарозы.

Ацесульфам К (или ацетосульфам калия Е 950) химически устойчив в кислых и горячих средах, хорошо растворяется в воде. Допустимая суточная доза до 15 мг на 1 кг массы тела.

Среди дипептидов (соединений двух аминокислот) наибольшее распространение получил метиловый эфир L-аспарагил-L-фенилаланина (АФМ), известный под названием **аспартам** (Е 951). Это вещество, в зависимости от концентрации, слаще сахарозы в 180–200 раз. Оно хорошо выдерживает повышенные температуры и обладает приятным сахароподобным вкусом. В воде аспартам растворяется слабо.

Аспартам наиболее широко применяется в производстве, состоит из остатков двух аминокислот — аспарагиновой кислоты и фенилаланина. Посторонняя примесь в аспартаме — дикетопиперазин. Допускается суточное потребление аспартама не более 40 мг на 1 кг массы тела. Используется для подслащивания продуктов, не требующих тепловой обработки, в том числе и напитков. В сильноокислой и щелочной средах гидролизует. Стабилен при рН 3–5 (лучше, не выше 4,2), под воздействием кислоты и нагревания сладость уменьшается или совсем исчезает. Аспартам трансформируется в производное дикетопиперазина со скоростью, прямо зависящей от кислотности и температуры пищи, в связи с чем в этих условиях эффект подсластителя заметно снижается. Калорийность его 4 кал в 1 г. Так как аспартам содержит фенилаланин, он противопоказан больным фенилкетонурией.

У аспартама отмечено синергическое действие с сахарином, циклаамом. Его использование в низкокалорийных продуктах вызывает неприятный привкус. Чтобы замаскировать этот привкус предлагается смешивать натуральные сахара с аспартамом. Выпускается аспартам под несколькими названиями, в том числе, и под маркой Нутрасвит.

Одна из последних разработок — низкокалорийное подслащивающее вещество — *сукралоза* (Е 955) (*трихлоргалактосахароза ТХГС*), полученная модификацией молекулы сахарозы путем селективной замены трех гидроксильных групп в молекуле сахарозы на три атома хлора. Ее сладость в 600 раз выше сахарозы, она устойчива к воздействию высоких температур и кислот, хорошо растворяется в воде, этаноле, метаноле, плохо в эфирах и маслах. По вкусу соответствует природному сахару. Рекомендуется в количестве не более 0,15 мг на 1 кг массы тела в сутки.

В плодах citrusовых в большом количестве содержатся дигидрохалконгликозиды — флавонон-7-гликозиды (горькие вещества: в апельсинах и лимонах гесперидин, в грейпфрутах — нарингин, в себельских апельсинах — *неогесперидин* Е 959). При их модификации получают подслащивающее вещество с высокой степенью сладости: 30–2000 ед. Они плохо растворимы в воде (0,8–3,6 г/л при 25°C), устойчивы в кислых средах. При производстве безалкогольных напитков используют синтезированный неогесперидин дигидрохалкон (Е 959). Безвреден в количестве 0,2–1 мг на 1 кг массы тела. Его целесообразно использовать в смеси с другими подсластителями.

В табл. 6 приведены некоторые свойства подсластителей.

Максимально допустимые концентрации подсластителей в продуктах, (мг/кг): сукралозы 150, сахарина 60, циклаамата Na 400, ацесульфама К 350, аспартама 600.

Таблица 6

Индекс	Наименование	Коэффициент сладости (K_{cl})	Растворимость в воде при 20°C, г/дм ³	Оптимальные значения pH	ДСП*, мг на кг массы тела
E950	Ацесульфам К	200	270	3–7	15
E951	Аспартам	200	>10	3–5	40
E952	Цикламаты	30	200	3,5–8	11**
E954	Сахарин и его Na-соль	500	660	3,3–9	5***
E955	Сукралоза	600	120	3–7	15
E959	Неогесперидин	1200	0,8–3,6	2–5	0,2–1

* — ДСП — допустимое суточное потребление — это количество, которое можно потреблять ежедневно в течение жизни без риска для здоровья;

** — в пересчете на цикламовую кислоту;

*** — в пересчете на сахарин.

Смеси подсластителей. Смешивая подсластители непосредственно на предприятии, изготовителям пищевой продукции не всегда (особенно при использовании сахарина и цикламатов) удается избавиться от неприятного привкуса и достичь оптимального соотношения между сладостью, стоимостью и технологическими характеристиками. Поэтому производители продуктов питания во всем мире предпочитают покупать готовые смеси подсластителей.

При смешении подсластителей возможно проявление синергического эффекта (эффект усиления сладости) как качественного, так и количественного. *Качественный* синергизм заключается в улучшении вкуса при использовании нескольких подсластителей, вместо одного. Например: сладость ацесульфама калия чувствуется мгновенно, но недолго, а сладость аспартама проявляется не сразу, но держится продолжительное время. Меняя соотношение этих веществ в смеси, вкус ее можно в наибольшей степени приблизить к вкусу сахара.

Количественный синергизм – взаимное усиление сладости различных подсластителей. Например, 320 мг смеси равных частей аспартама и ацесульфама К обладают той же сладостью, что и 500 мг одного из этих подсластителей в отдельности.

Дозировку подсластителей рассчитывают, исходя из их ориентировочных коэффициентов сладости (см. табл. 6), а затем уточняют по результатам дегустации, причем замена сахара подсластителем может быть как полной, так и частичной.

Количество подсластителя рассчитывают по формуле:

$$П = С / K_{св}$$

где П – необходимое количество подсластителя, кг; С – количество заменяемого сахара, кг; $K_{св}$ – коэффициент сладости.

Все подсластители хорошо растворимы в воде (см. табл. 6), кроме аспартама.

При выборе подсластителя и разработке конкретной рецептуры необходимо учитывать следующее.

Коэффициенты сладости, указанные в табл. 6, являются ориентировочными, и в зависимости от физико-химических свойств конкретного продукта и кислотности среды они могут меняться. Например, сукралоза в различных продуктах может иметь коэффициент сладости от 400 до 750.

Дозировки подсластителей в табл. 6 указаны для водных растворов и использование их в конкретных продуктах требует корректировки, при которой важно выдержать соотношение подсластителей в смеси, чтобы сохранить синергический эффект.

Аспартам термолабилен, поэтому его лучше не использовать, если продукт подвергают тепловой обработке.

Ацесульфам К очень быстро растворяется в воде и его рекомендуется использовать для приготовления сухих напитков.

Стабильность подсластителя, вносимого в пищевой продукт, зависит от физико-химических свойств последнего, прежде всего от его кислотности (см. значения рН в табл. 6).

Чем ниже температура хранения продукта, тем дольше не будет изменяться его сладость.

Сроки годности сухих подсластителей составляют не менее 5 лет, но водные растворы подсластителей рекомендуется использовать в течение года, а раствор аспартама — в течение 3–4 мес после приготовления. При длительном хранении, особенно в растворах, подсластители разлагаются на несладкие составляющие вещества, безвредные для человека.

Пищевые кислоты

В безалкогольном производстве широко используют органические пищевые кислоты: лимонную, молочную, виннокаменную (винную), уксусную, аскорбиновую, сорбиновую, а также неорганическую ортофосфорную.

Лимонную кислоту добавляют к безалкогольным напиткам для придания кислого вкуса; молочная кислота используется только для приготовления кваса, а виннокаменная — для сухих напитков. Ортофосфорную кислоту используют для замены не более 50% лимонной кислоты, а также для приготовления напитков Пепси-кола и Фанта. Уксусная кислота используется для приготовления напитка Любительский острый. Аскорбиновой кислотой витаминизируют напитки, сорбиновой — повышают их стойкость.

В случае замены кислоты исходят из того, что 1 г безводной лимонной кислоты заменяют (в пересчете на 100%-ные) 1,17 г виннокаменной или dl-винной; 1,4 г молочной, 0,766 г ортофосфорной; 1,047 г яблочной.

Лимонную кислоту ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) (E330) получают брожением растворов свеклосахарной мелассы плесневым грибом *Aspergillus niger*. Она представляет собой белые или бесцветные кристаллы, в которых должно содержаться не менее 99,5% лимонной кислоты, не более 0,01% серной кислоты для высшего сорта, 0,03% для I сорта и не более 0,00007% мышьяка. Водный раствор должен быть прозрачным. В производстве напитков применяют лимонную кислоту только высшего и I сортов.

Молочную кислоту $CH_3CH(OH)COOH$ (α -оксипропионовую) (E270) получают сбраживанием сырья, содержащего углеводы, молочнокислыми бактериями *Lactobacillus Delbrückii*. В производстве напитков используют молочную кислоту высшего, I и II сортов, в которой содержится соответственно собственно молочной кислоты не менее 37,5; 37,5 и 35% и золы не более 0,6; 1; 4%. По внешнему виду молочная кислота должна быть прозрачной, без осадка и неприятного запаха.

Виннокаменную $[HOOC(CH_2OH)_2COOH]$ (или d-винную, пищевую) (E334) кислоту получают из отходов виноделия. По внешнему виду это бесцветные кристаллы или белый порошок. При растворении в воде она образует прозрачный кислый раствор без запаха. Выпускается кислота марок А и Б. Содержание виннокаменной кислоты

в кристаллах марок А и Б должно быть не менее 99%, серной кислоты соответственно, не более 0,03 и 0,05%; золы, не более 0,3% и 0,5%; мышьяка, не более 0,00007 и 0,00014%; меди, не более 0,0001 и 0,00036%. Фасуют кислоту в бумажные и тканевые мешки, фанерно-штампованные бочки, ящики из гофрированного картона, хранят на стеллажах или поддонах при относительной влажности воздуха не более 65%.

Кислота dl-винная [$\text{HOOC}(\text{CHON})_2\text{COOH}$] (E334) синтезируется из малонового ангидрида и перекиси водорода. Выпускается в безводной и кристаллической форме (кристаллизуется с одной молекулой воды). Растворимость кислоты в 100 г воды при 20°C составляет 20,6 г, а при 100°C — 185 г в пересчете на сухое вещество содержание винной кислоты должно быть не менее 99%. Примесей (в %) не более: остатка в виде сульфатов после прокаливания 0,2; сульфатов 0,05; хлоридов 0,02; мышьяка 0,00007; тяжелых металлов 0,0005. Один грамм безводной кислоты соответствует 1,12 г кислоты, содержащей кристаллизационную воду.

Помещения, в которых проводятся работы с этой кислотой, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. При попадании кислоты на кожу ее необходимо смыть струей воды. Расфасовывают винную кислоту в полиэтиленовые мешки и стеклянные банки.

Ортофосфорная кислота (H_3PO_4) (E338) марки А-пищевая используется для приготовления напитков, содержит не менее 73% H_3PO_4 . Примесей (в %) должно быть, не более: хлоридов 0,005; сульфатов 0,02; нитратов 0,0003; железа 0,005; тяжелых металлов 0,0005; мышьяка 0,0003. Фасуют кислоту в стеклянные бутылки вместимостью 20 дм^3 , а также в специальные железнодорожные цистерны. Ортофосфорная кислота обладает свойством замедлять развитие микроорганизмов.

Аскорбиновая кислота ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) (E300) синтезируется из глюкозы. По внешнему виду это кристаллический порошок белого цвета, кислый, без привкуса и запаха. Массовая доля аскорбиновой кислоты должна составлять не менее 99%, золы и влаги не более 0,01%, солей тяжелых металлов не более 0,001%.

Кислота уксусная пищевая (CH_3COOH) (E260) прозрачная, бесцветная жидкость концентрацией 70, 80, 98%, нелетучего остатка в ней не более 0,01%. Фасуют кислоту в стеклянные бутылки по 20, 25, 30, 40 дм^3 .

Сорбиновая кислота ($\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6$) (E200) — кристаллический порошок белого или желтоватого цвета с легким характерным запахом. Обладает свойством замедлять развитие микроорганизмов.

Красители

Для придания цвета в безалкогольные и слабоалкогольные напитки добавляют натуральные красители: колер, экстракты из выжимок смородины, красного винограда, черники, вишни, кизила и др. и синтетические (тартразин Ф, индигокармин и др.).

Натуральные красители выделяют из природного растительного сырья. Красную, желтую и оранжевую окраску придают каротиноиды (E160 и E161), которые получают из природного сырья или синтезируют. Наибольшую пищевую ценность придает β -каротин (E160a), служащий источником витамина А и антиоксидантом. Также к желтым природным красителям относятся куркума (турмерик, E100) и витамин В₂ (E101) в форме рибофлавина или натриевой соли рибофлавин-5-фосфорной кислоты. Красный цвет придают антоцианы. Используют также экстракты из кожицы винограда или черной смородины (E163); из столовой свеклы (E162). Красные кармины (E120) — это комплексные соединения карминовой кислоты с ионами металлов. К натуральным относят карамельные красители (E150) — сахарный колер, которые получают нагреванием сахара с водой (E 150a), аммиаком (E150c) или сульфитом аммония (E150d) (в присутствии гидроксида натрия и без него).

Колер (жженный сахар) получают, нагревая увлажненный сахар до температуры плавления (180–185°C) и выдерживая его определенное время при перемешивании. Он представляет собой темно-коричневую вязкую массу с горьким вкусом. Массовая доля сухих веществ 70%, кислот, не менее 0,8%. Колер может храниться при температуре 0–30°C до 12 мес.

Колер сахарный сульфитно-аммиачный содержит сухих веществ 55%; сернистого ангидрида не более 0,1%. Срок хранения 6 мес.

Энокраситель получают из выжимок винограда красных сортов настаиванием в течение 12–20 ч в 1%-ном растворе HCl в соотношении 1:1. Вместо соляной кислоты можно использовать воду. Содержание сухих веществ не менее 30%, красящих веществ по энину не менее 50г/кг, титруемая кислотность 100–140 см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 г красителя.

Натуральные красители бузиновый, вишневый, виноградный, ежевичный, черничный, из черноплодной рябины, черносмородиновый, фитолакковый выпускают концентрированными с концентрацией сухих веществ 35–68%, а свекольный — порошкообразным с содержанием влаги 8%.

Природный зеленый краситель хлорофилл (E140) менее стойкий, чем химически модифицированный, в котором исходный магний заменен медью (E141).

Природные и химически модифицированные красители не стойки и изменяют интенсивность цвета в зависимости от кислотности, температуры, действия воздуха, подвержены также микробиологической порче. Следует иметь в виду, что антоцианы имеют красный цвет в сильноокислых растворах и пурпурный в слабоокислых.

В настоящее время Госсанэпиднадзор России разрешил к применению синтетические пищевые красители: желтые — *тартразин* (E102), *хинолиновый желтый* (E104), *желтый 2G* (E107); оранжевый краситель — *желтый солнечнозакатный* (E110); красные — *азору-*

бин (кармуазин) (E122), понсо 4R (пунцовый 4R) (E124), красный 2G (E128), красный очаровательный AC (E129); синие красители — синий патентованный (E131), индигокармин (E132), синий блестящий FCF (E133); зеленые — зеленый S (E142), зеленый прочный FCF (E143); фиолетовый краситель — черный блестящий PN (E151); коричневые — коричневый FK (E154), коричневый HT (E155).

По химической природе они разделяются на 5 классов: *азокрасители* — тартразин, желтый «солнечный закат», кармуазин, пунцовый 4R, черный блестящий; *триарилметановые* — синий патентованный, синий блестящий, зеленый S, коричневый FK, коричневый HT; *ксантановый* — эритрозин (E127); *хинолиновый* — желтый хинолиновый (E104); *индиговый* — индигокармин.

Синтетические красители устойчивы к воздействию среды, но тем не менее в напитках постепенно обесцвечиваются. Например, при хранении на свету в течение месяца красители азорада (E102, E110, E122, E124, E129, E151) в безалкогольных напитках обесцвечиваются на 2–8%, а в алкогольных напитках в течение 6 мес — на 12–36%. Синтетические пищевые красители трифенилметанового ряда (E131, E133, E142) в безалкогольных напитках в течение 6 мес обесцвечиваются на 2–9%, в алкогольных напитках на свету на 40–80%, в темноте — до 12%. Хинолиновый краситель E104 в безалкогольных напитках в течение месяца стабилен. В алкогольных напитках в течение 6 мес на свету обесцвечивание составляет 9%. Индигоидный краситель E132 (индигокармин) в безалкогольных и алкогольных напитках, приготовленных с применением инвертного сиропа, полностью обесцвечивается за 2–3 дня. При применении сахарного сиропа краситель несколько стабильнее.

Разработаны комбинированные (смесевые) красители, позволяющие получить любой необходимый оттенок цвета.

Предельно допустимые дозы внесения красителей 100 г на 1 т готовой продукции (для Понсо 4R — 50 г).

Красители бывают порошкообразные или гранулированные. Срок их хранения 1,5–3 года в герметичной упаковке при 5–30°С.

Ароматические вещества

Для придания безалкогольным и слабоалкогольным напиткам характерного аромата используют ароматизаторы и ароматические настои, представляющие собой растворы ароматических веществ в этиловом спирте, либо 1,2-пропиленгликоле, триацетине (E1518), пумпакетине или их комбинации с водой и между собой.

Ароматизаторы в напитках применяют с целью придать, усилить, модифицировать, а также стандартизировать аромат.

Из пищевых продуктов в настоящее время выделено около 5000 ароматических веществ. Например, в яблоках их около 200, в чае 300 и т. д. Но в таком большом количестве ароматических веществ есть

несколько ароматобразующих, например, в лимоне — цитраль, в малине — гидроксифенил-3-бутанон, ванили — 4-окси-3-метоксибензальдегид (ванилин).

Раньше в нашей стране выпускали ароматизаторы для безалкогольных напитков — пищевые ароматические эссенции, представляющие собой концентраты душистых веществ естественного или искусственного происхождения в соответствующем растворителе, обычно в этиловом спирте.

В настоящее время в отечественной безалкогольной отрасли и в производстве слабоалкогольных напитков в качестве компонентов, придающих аромат, используют натуральные экстракты и настои, плодово-ягодные соки, пряности, а также натуральные, идентичные натуральным и искусственные ароматизаторы с малиновым, земляничным, вишневым, сливовым, абрикосовым, яблочным, грушевым, банановым, мятным, ромовым, коньячным и другими ароматами.

Натуральные — это ароматизаторы с применением компонентов исключительно натурального происхождения или выделенных из натурального сырья с помощью физических (прессование, дистилляция, концентрирование) или биотехнологических методов. Для их получения требуется большое количество сырья, как правило, они нестабильны.

В зависимости от способа получения ароматические вещества разделяют на ароматизаторы и настои.

Из числа отечественных ароматизаторов к натуральным относятся апельсиновый, лимонный, виноград мускатный, кориандр, мятный и другие.

Натуральные ароматизаторы получают растворением природных ароматических веществ, содержащихся в плодах, в соответствующих растворителях. Например, цедру свежих citrusовых плодов заливают водноспиртовым раствором, экстрагируют ароматические вещества и отгоняют их вместе со спиртом под вакуумом.

Спиртовые citrusовые *настои* готовят путем экстрагирования эфирного масла из цедры лимона, апельсина или из кожуры мандарина водноспиртовым раствором. Вакуум-дистилляция при получении настоев не применяется. Обычно для получения настоев применяют метод противоточной экстракции.

Качество ароматизаторов и настоев зависит от содержания в них терпенов — ароматических веществ, которые в воде не растворяются. При высоком содержании терпенов в citrusовых настоях они в процессе приготовления безалкогольных напитков могут выпадать в осадок, вызывая опалесценцию в продукции.

В citrusовых настоях объемная доля спирта составляет 65%, а массовая доля эфирного масла в апельсиновом, лимонном и мандариновом — соответственно не менее 0,45; 0,40; 0,30%.

Кроме ароматизаторов и настоев в производстве напитков применяют ванилин, эфирные масла лавра благородного, цветов розы,

эвкалипта, а также пряности: перец душистый, имбирь, корицу, мускатный орех, гвоздику, шафран, кардамон, тмин; перец черный, красный, белый.

К примеру, ванильный аромат можно придать напиткам добавлением различных ароматических веществ: натуральным ванильным экстрактом, натуральным и идентичным натуральному ванилином, этилванилином, эссенциями натуральной, идентичной натуральной, искусственной и порошкообразным ванильным ароматизатором (для сухих напитков). Аромат этих веществ различен. Часто синтетические вещества имеют более интенсивный аромат, но менее богатый, а также низкую стоимость.

Натуральную ваниль и натуральные ванильные экстракты получают из ванильных бобов — плодов тропического растения семейства орхидейных *Vanilla planifolia* (Мексика и Мадагаскар). Натуральный ванилин выделяют из натуральной ванили физическими методами или биотехнологическим путем. Идентичный натуральному ванилин получают из лигнина — отхода целлюлозно-бумажного производства или синтезируют из гваякола, пирокатехина или другого сырья. Этилванилин, который носит названия этилванилон, арованилон, ванилон, ванилаль, этован — это химическое вещество, полученное химическим синтезом из пирокатехина или другого сырья. Аромат имеет более «жесткий» оттенок, чем натуральный, но он более интенсивный.

Эфирные масла — бесцветная, желтая, зеленая или бурая жидкость с удельной массой меньше единицы. Окисляются они под действием света и кислорода, изменяя аромат и цвет. Качество и стойкость масла зависят от содержания в нем терпенов, которые в процессе производства и при хранении могут разлагаться, образуя вещества с неприятным запахом. Лучше использовать эфирные масла, не содержащие терпенов.

Содержание эфирных масел в растениях различно, например, в цветах розы их 0,07%, а в почках гвоздики 20–22%. Эфирные масла извлекают экстракцией растворителями, отгонкой или холодным прессованием.

Эфирные масла паровой перегонки получают отгонкой их под вакуумом, при атмосферном давлении, с перегретым паром, этиловым спиртом и др. Метод перегонки с водяным паром самый распространенный.

Большинство экстракционных масел выше по качеству, чем полученных паровой отгонкой. В качестве растворителей используют этиловый спирт, ацетон, дихлорэтан, четыреххлористый углерод, гексан и др. Некоторые из них токсичны. Поэтому предпочтительнее проводить экстракцию сжиженными газами, получая CO_2 -экстракт. При получении эфирных масел для пищевой промышленности используют сжиженный диоксид углерода. При этом достигается более полное извлечение эфирных масел и других ароматических и вкусовых веществ. Предпочтительна противоточная экстракция непрерывного действия.

Схема получения CO_2 -экстрактов включает очистку сырья от примесей, дробление и лепесткование, экстракцию сжиженным диоксидом углерода, дистилляцией мисцеллы (смеси сырья и экстрагента) с получением CO_2 -экстракта, его фильтрованием и фасованием. Оставшийся шрот (остаток раздробленного сырья, из которого извлечены полезные вещества) брикетируют. Измельчение сырья производят на измельчителях ударного действия до размера частиц 100–500 мкм с последующим плющением на вальцовом станке для получения толщины лепестка 150–300 мкм. При дистилляции рекомендуются температуры не выше 40–50°C для сохранения органолептических свойств (аромата, вкуса) исходного сырья.

Содержание терпенов в экстракте можно уменьшить при фракционной разгонке, но при этом снижается содержание низкокипящих составляющих, которые придают свежесть аромату, так называемые «верхние ноты». Сесквитерпеновые компоненты, вызывающие помутнение в напитках, у которых температура кипения такая же, как у основных ароматоопределяющих компонентов, полностью остаются в масле. Некоторые микрокомпоненты разрушаются. Для устранения этих недостатков используют принцип несмешивающихся фаз, когда эфирные масла обрабатывают взаимно нерастворимыми жидкостями, например, водноспиртовым раствором и петролейным эфиром. При этом эфирное масло растворяется в водноспиртовой среде, а углеводороды — в петролейном эфире.

Бестерпеновое цитрусовое масло также можно получить следующим образом. Водноспиртовая жидкость и эфирное масло порциями поступают в колонну с пористым носителем, на котором удерживается эфирное масло. Водноспиртовая жидкость экстрагирует ценные кислородсодержащие компоненты масла, а углеводородсодержащие компоненты (в том числе терпены) оседают (сорбируются) на колонне. Каждая новая порция свежего масла замещает собой на пористой поверхности отработанную фракцию, тем самым, вымывая ее.

Расход обестерпённых масел очень мал — 0,003–0,01 г на 1 дм³ напитка.

Идентичные натуральным — это ароматизаторы с применением компонентов, идентифицированных в натуральных пищевых продуктах, но полученных методом химического синтеза. Синтетические ароматические вещества имеют преимущества перед натуральными, заключающиеся в большем разнообразии, чистоте и постоянстве качественных характеристик; широкой сырьевой базе, значительно меньшей стоимости. Большинство отечественных пищевых ароматизаторов относятся к классу идентичных натуральным.

Например, расход идентичного натуральному ванилина в 40 раз меньше, чем натурального, а стоимость в 250–300 раз ниже.

Идентичные натуральным ароматизаторы могут быть безвреднее натуральных. Например, трава ясменник душистый запрещена в пи-

щевых производствах ввиду содержания вредной примеси кумарина, а соответствующий идентичный натуральному ароматизатор разрешен, так как в нем кумарин отсутствует.

Отечественная промышленность выпускает следующие идентичные натуральным ароматизаторы: абрикос, ананас, барбарис, ванильный, виноград, вишня, грецкий орех, груша, дыня, дюшес, земляника, какао, клубника, клюква, коньяк, кофе, крем-сода, крушон, лимонад, малина, мед, персик, пунш, ром, слива, тархун, тропик, фундук, цитрон, черная смородина, яблоко.

Искусственные — это ароматизаторы, в состав которых входит хотя бы одно синтетическое соединение, не идентифицированное до настоящего времени в натуральных пищевых продуктах. Их получают растворением ароматических веществ в растворителе, например этилбутират для ананасного, амилацетат для грушевого или этилформиат для ромового ароматизаторов.

По мере получения новой научной информации некоторые компоненты, ранее относившиеся к искусственным, переходят в категорию идентичных натуральным. Это относится к гамма-унде-калантону, гамма-нопалактону.

Сегодня нет научных доказательств того, что натуральные ароматизаторы с гигиенической точки зрения предпочтительнее идентичных натуральным или искусственным.

На 1 дм³ готового напитка расходуется примерно 0,5–1,5 г ароматизатора, а эфирных масел 0,01–0,5 г.

Срок годности ароматизаторов 6–30 мес, а натуральных эфирных масел 12 мес. Хранят ароматизаторы и эфирные масла при температуре от –5 до +15°С.

При использовании ароматизаторов в напитках следует иметь в виду, что с целью улучшения органолептических свойств напитка для каждого ароматизатора требуется соблюдать определенные пропорции сахара и кислоты, а для слабоалкогольных напитков — и содержание спирта. При использовании сахарозаменителей надо учитывать, что ароматизаторы могут как маскировать их неприятный вкус, так и усиливать его.

Консерванты

При длительном хранении напитков в них добавляют консерванты (химические вещества), что дает возможность задержать или прекратить рост и размножение микроорганизмов. Антимикробные вещества оказывают или бактерицидное действие, уничтожая микроорганизмы, или бактериостатическое действие, замедляя или останавливая их рост и размножение. Консерванты, кроме того, что обладают антимикробными свойствами, не должны изменять органолептические показатели напитка, но должны быть безвредными для организма человека. В производстве безалкогольных и сла-

боалкогольных напитков в качестве консервантов применяют бензоат натрия, сорбиновую кислоту, плюмбагин, юглон.

Наиболее эффективно действуют недиссоциированные молекулы консерванта, которых больше в кислой среде. Поэтому действие консервантов в кислой среде выше.

Бензоат натрия (бензойнокислый натрий) (E211) в настоящее время широко применяется в производстве безалкогольных напитков. Его действие эффективно при рН менее 4,5.

Сорбиновая кислота (E 200) оказывает высокое антимикробное действие: особенно эффективна она в подавлении роста дрожжевых клеток и плесневых грибов. Наиболее активна при рН 4,5. Установлена безусловно допустимая для человека доза до 12,5 и условно-допустимая 12,5—25 мг/кг массы тела. Кислота малорастворима в холодной воде.

Юглон или 5-окси-1,4-нафтохинон получают синтетическим путем. В природе он содержится в листьях, побегах и скорлупе незрелых грецких орехов. Стабилизирующее действие оказывает в количестве 0,5 мг/дм³, не изменяя органолептических свойств напитка. Температура плавления 140°С. Хорошо растворяется в спирте и других растворителях.

Плюмбагин или 2-метил-5-окси-1,4-нафтохинон. Получают экстрагированием его из растения цератостигмы. Он оказывает стабилизирующее действие при концентрации 1 мг/дм³. Температура плавления не ниже 70°С. Растворяется в слабощелочном растворе.

Минеральные соли

Искусственно минерализованные воды готовят растворением минеральных неорганических солей в воде с последующим насыщением диоксидом углерода.

Применяют *натрия гидрокарбонат* (питьевая сода) (NaHCO_3) I, II и III сортов с содержанием массовой доли гидрокарбоната, соответственно: 99,5; 99 и 98,5%.

Натрия хлорид (NaCl) категорий: химически чистый, чистый для анализа или чистый с содержанием массовой доли натрия хлорида 99,8%. Применяют также *соль поваренную* с содержанием массовой доли натрия хлорида 99,7%.

Кальция хлорид кристаллический ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) используется классов чистоты: химически чистый, чистый для анализа, чистый с содержанием массовой доли $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 99; 97 и 95% соответственно.

Магния хлорид ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) используется классов чистоты: химически чистый, чистый для анализа, чистый с содержанием массовой доли ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) соответственно: 98,5; 98 и 97%.

Калия хлорид (KCl) используется классов чистоты: химически чистый, чистый для анализа, чистый с содержанием массовой доли KCl 99,8%, но с разным количеством примесей.

Магния сульфат ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) используется классов чистоты: химически чистый, чистый для анализа, чистый с содержанием массовой доли магния сульфата 99,5% для первых двух классов и 99% для чистого.

Дигидроортофосфат (калий фосфорнокислый однозамещенный) (KH_2PO_4) используется классов чистоты: химически чистый, чистый для анализа, чистый с содержанием массовой доли дигидроортофосфата 99,5; 99 и 98% соответственно.

Гидроортофосфат (калий фосфорнокислый двухзамещенный трехводный) ($K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$) используется классов чистоты: чистый для анализа и чистый с содержанием массовой доли гидроортофосфата соответственно 98 и 97%.

Спирт этиловый

Для консервирования натуральных плодово-ягодных соков, приготовления экстрактов растительного сырья, ароматических настоев, растворения эфирных масел применяют этиловый спирт «Экстра» или высшей очистки.

Спирт этиловый (C_2H_5OH) получают сбраживанием сусла, полученного из зерна, картофеля или свеклосахарной мелассы. По внешнему виду — это бесцветная легколетучая жидкость без посторонних запахов и привкуса, концентрация этилового спирта в этой жидкости должна быть не ниже 96,2%, альдегидов и сивушного масла — не более чем по 4 мг/дм³. Перевозят этиловый спирт в железнодорожных или автомобильных цистернах, плотно закрытых и опломбированных, иногда — в металлических бочках.

Диоксид углерода

Для газирования (сатурации) напитков применяют чаще всего сжиженный диоксид углерода (CO_2). Газообразный диоксид углерода получают при обжиге известняка ($CaCO_3 \rightarrow CO_2 + CaO$) или улавливанием (адсорбцией) из дымовых газов и газообразных продуктов брожения. Затем его очищают и сжижают при высоком давлении. Диоксид углерода придает напиткам игристость, приятный освежающий вкус, является хорошим консервантом.

Сжиженный диоксид углерода, применяемый в безалкогольном производстве, бесцветная, прозрачная, легкоподвижная жидкость, содержащая не менее 98,8% CO_2 и не более 0,1% воды. В нем не должно быть примесей (глицерина, минеральных масел, сероводорода и др.). CO_2 в 1,53 раза тяжелее воздуха. При нулевой температуре и нормальном атмосферном давлении 1 кг газообразного диоксида углерода занимает объем 506 дм³. Диоксид углерода растворяется в воде, растворимость его повышается с увеличением давления и понижением температуры.

Транспортируется и хранится сжиженный диоксид углерода в *стальных баллонах* под избыточным давлением около 6,5 МПа (при 20°C) или в *изотермических цистернах* под избыточным давлением 0,8–2,5 МПа в диапазоне температур минус 43,5–11,3°C. Для отбора газа на баллоне и цистерне устанавливают специальный редуционный вентиль. При свободном истечении через редуционный вентиль жидкость превращается в газ с поглощением большого количества теплоты.

Баллоны с CO₂ хранят в тени вдали от источников тепла при температуре ниже 30°C, предохраняют их от ударов. Для транспортирования и хранения жидкого диоксида углерода используют также специальные изотермические сосуды.

Контрольные вопросы

1. Какое зерновое сырье применяют при производстве кваса?
2. Какие основные требования предъявляются к качеству ржи, используемой для приготовления ржаного солода?
3. Назовите основные компоненты зерна ржи и укажите их технологическое значение.
4. Какие вы знаете сорта ржи, предназначенной для приготовления кваса?
5. Каков химический состав ржи?
6. Охарактеризуйте углеводы и азотистые вещества ржи, их физико-химические свойства и производственную ценность.
7. По каким показателям оценивается качество ржи для приготовления кваса?
8. Приведите основные показатели ржи, используемой для производства солода и удовлетворяющего требованиям действующего ГОСТа?
9. Какой сахар применяют для приготовления безалкогольных напитков?
10. Охарактеризуйте сахар как сырье для безалкогольных напитков.
11. Какие заменители сахара применяют в качестве сырья для получения безалкогольных напитков?
12. Какие красители используют в производстве напитков?
13. Какие полуфабрикаты используют для приготовления напитков?
14. Какие полуфабрикаты получают из плодово-ягодных соков и каковы их показатели?
15. Дайте характеристику органических кислот, применяемых в производстве безалкогольных напитков.
16. Охарактеризуйте ароматические вещества как сырье для напитков.
17. Какие минеральные соли применяют в производстве напитков?
18. Каковы свойства диоксида углерода?

ГЛАВА 3. ВОДА

Химический состав и свойства воды

Состав воды. В пивоваренном производстве, при приготовлении безалкогольных и слабоалкогольных напитков вода является технологическим сырьем. В напитках ее содержится 90–95%. Кроме того, вода используется для замачивания зерна, мойки оборудования и тары и др. Общий расход воды на 1 м³ конечного продукта составляет 20–25 м³ в производстве пива, около 15 м³ в производстве напитков. Поэтому к качеству воды предъявляются повышенные требования.

Вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении; безвредна по химическому составу и обладать качествами питьевой воды, быть прозрачной, бесцветной, без запаха и привкуса.

В чистой природной воде всегда содержатся растворимые соли, которые оказывают влияние на вкус напитков, а также на ферментативные процессы. Для производства пива очень важен солевой состав, и от него в значительной мере зависит вкус пива. Содержание солей можно скорректировать соответствующей обработкой. В хорошей воде не должны присутствовать такие вещества, как NaHCO₃, NH₂, CO₂, HNO₃. Для питьевой воды существуют ограничения по микробиологическим, токсикологическим показателям и по компонентам, ухудшающим ее органолептические свойства.

Общее микробное число, то есть число микроорганизмов в 1 см³, не должно превышать 50, бактерии группы кишечных палочек в 100 см³ должны отсутствовать.

Безвредность природной питьевой воды по вредным химическим веществам и веществам антропогенного происхождения следующая: в ней должно содержаться не более (мг/дм³): алюминия 0,5; бария 0,1; бериллия 0,0002; бора 0,5; кадмия 0,001; мышьяка 0,05; меди 1; молибдена 0,25; никеля 0,1; ртути 0,0005; свинца 0,03; селена 0,01; стронция 7,0; фторидов 1,2–1,5; хрома 0,05; цианидов 0,035.

В процессе обработки воды в системе водоснабжения допустимо поступление вредных веществ не более (мг/дм³): хлороформа (при хлорировании) — 0,2; формальдегида (при озонировании) — 0,05; полиакриламида — 2; активированной кремнекислоты — 10.

Компонентов, ухудшающих органолептические показатели воды, должно быть не более, мг/дм³: железа 0,3; марганца 0,1; меди (суммарно) 1; сульфатов 500; хлоридов 350; цинка 5; нитратов 45; полифосфатов 3,5; озона остаточного 0,3; хлора остаточного свободного 0,3–0,5, связанного 0,8–1,2. Присутствие солей железа в больших количествах нежелательно, так как они взаимодействуют с полифенольными веществами сырья и ухудшают цвет и вкус пива и напитков.

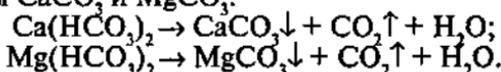
Общая α -радиоактивность должна быть не более 0,1 Бк/дм³, общая β -радиоактивность не более 1,0 Бк/дм³.

Растворенные в воде соли кальция и магния характеризуют ее жесткость. Жесткость воды выражается в миллимолях Ca и Mg, содержащихся в 1 дм³ воды. Один ммоль/дм³ жесткости соответствует 40,08 мг Ca²⁺ или 24,32 мг Mg²⁺ в 1 дм³ воды. Ранее применялась единица измерения 1 мг-экв/дм³, что соответствовало 20,04 мг Ca²⁺ или 12,16 мг Mg²⁺ в 1 дм³ воды.

По жесткости (в ммоль/дм³) воду классифицируют следующим образом: до 0,75 — очень мягкая; 0,75–1,5 — мягкая; 1,5–2,25 — средней жесткости; 2,25–3 — довольно жесткая; 3–5 — жесткая; свыше 5 — очень жесткая.

Различают жесткость временную, постоянную и общую.

Временная (карбонатная, устранимая) жесткость обусловлена присутствием растворимых в воде гидрокарбонатов [Ca(HCO₃)₂ и Mg(HCO₃)₂], которые при кипячении переходят в нерастворимые в воде карбонаты CaCO₃ и MgCO₃:



Карбонаты выпадают в осадок, диоксид углерода улетучивается и вода умягчается.

Постоянная жесткость (некарбонатная) характеризуется содержанием сульфатов кальция и магния, хлоридов, нитратов и других, кроме гидрокарбонатов, солей. При кипячении эти соли остаются в растворе.

Общая жесткость складывается из временной и постоянной. По требованиям санитарных норм общая жесткость питьевой воды должна быть не более 7 ммоль/дм³. Требования технологии более строгие: жесткость воды, используемой для приготовления пива и безалкогольных напитков не выше 3. Воду, предназначенную для приготовления безалкогольных и слабоалкогольных напитков, следует умягчать до жесткости 0,35 ммоль/дм³.

Органические соединения, содержащиеся в воде, определяются количеством кислорода, требуемого для их окисления. Этот показатель характеризует *окисляемость* перманганатная, которая должна быть не более 5. *Общая минерализация* (сухой остаток) — не выше 1000 мг/дм³.

Свойства воды. Соли, содержащиеся в воде, влияют на вкус, аромат, цвет, органолептические показатели пива, то есть они химически активны или химически неактивны в зависимости от их способности реагировать с солями солода.

Химически активные влияют на изменение pH затора — это карбонаты и сульфаты кальция, магния, натрия и калия, хлориды кальция и магния.

Карбонаты и особенно гидрокарбонаты [Na₂CO₃, NaHCO₃, CaCO₃, Ca(HCO₃)₂, MgCO₃, Mg(HCO₃)₂, K₂CO₃, KHCO₃], обладая щелочными свойствами, понижают кислотность пивного затора, что отрицательно сказывается на последующих стадиях приготовления пива. В производстве безалкогольных и слабоалкогольных

напитков повышенное содержание этих солей приводит к перерасходу лимонной кислоты.

Сульфаты и хлориды кальция придают пиву полноценную и тонкую хмелевую горечь, магния — терпкий вкус, натрия — быстроисчезающую хмелевую горечь. Хлорид-ионы придают определенную сладость.

Некоторые вещества влияют на ход технологического процесса, как, например, нитрит-ионы. В концентрации более 2 мг/см³ они являются ядом для дрожжей, на которые также отрицательно влияет медь.

Присутствие силикат-ионов после их взаимодействия с ионами кальция и магния вызывает оксалатное помутнение пива.

Для приготовления светлых сортов пива используют в основном мягкую воду. Для темного пива жесткость может быть выше. Некоторые специалисты считают, что для светлого пива вода должна иметь карбонатную жесткость около 0,4 и некарбонатную 0,2–0,4 ммоль/дм³; для темного пива карбонатную 1,5–2,4, а некарбонатную — незначительную. В жесткой воде хмель дает более грубую горечь, цвет суслу получается более темным.

Технология подготовки воды, используемой для приготовления пива и напитков

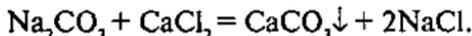
§ 1. Вода для пивоварения

Перед использованием воду фильтруют и при необходимости хлорируют, избегая при этом получения избытка хлора. Перед хлорированием из воды должны быть удалены органические вещества, так как могут образоваться вредные хлорорганические соединения. Воду можно обеззараживать микрофильтрованием, хлорированием, озонированием или обработкой перекисью водорода.

Для снижения жесткости применяют несколько способов: кипячение, подкисление, известкование, обработку ионитами.

При наличии в воде карбоната натрия (Na₂CO₃) и бикарбоната магния [Mg(HCO₃)₂] кипячение воды неэффективно, так как Na₂CO₃ при этом полностью остается в растворе и образующийся MgCO₃ удаляется не полностью.

Содержащийся в воде карбонат натрия можно осадить хлористым кальцием:



Соли магния придают пиву неприятный, горький вкус и для их осаждения применяют известкование, добавляя Ca(OH)₂. При этом более растворимый MgCO₃ реагирует с Ca(OH)₂, образуя почти нерастворимый Mg(OH)₂ (растворимость Mg(OH)₂ в 7 раз меньше растворимости MgCO₃).

В воде, предназначенной для пивоварения, желательно иметь небольшое количество карбонатов — до 50 мг/дм³, умеренное количе-

ство гипса CaSO_4 и NaCl , соответственно 150–300 и 75–100 мг/дм³. Содержание магниевых солей должно быть не более 100 мг/дм³, а азотнокислых солей не более 30 мг/дм³.

§ 2. Способы улучшения состава воды

Если вода не удовлетворяет технологическим требованиям для производства пива и безалкогольных напитков, то в зависимости от ее состава применяют следующие способы водоподготовки: термический, ионообменный, обратноосмотический, электродиализный. Кроме того, при подготовке воды, предназначенной для производства пива, используют декарбонизацию известью, нейтрализацию бикарбонатов, а для производства безалкогольных напитков — отстаивание и коагуляцию, фильтрование, а также известково-содовый способ.

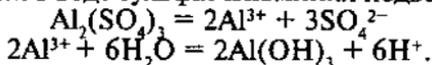
Отстаивание и коагуляция. Если вода содержит суспендированные неорганические и органические вещества, то перед последующей обработкой ее отстаивают в течение 6–12 ч. Под действием силы тяжести взвешенные частицы осаждаются. По закону Стокса скорость осаждения взвешенной частицы (V , м/с)

$$V = \frac{\rho_1 - \rho_2}{18\mu} d^2 g,$$

где: ρ_1 и ρ_2 плотность частиц и жидкой среды, кг/м³; d — диаметр частицы, м; g — ускорение свободного падения, м/с²; μ — динамический коэффициент вязкости жидкой среды, Па·с.

Осветление воды проводится в отстойниках периодического и непрерывного действия. В тех случаях, когда примеси, например гуминовые вещества, кремниевая кислота, ее соли и др., находятся в коллоидном состоянии, то при добавлении соответствующего химического соединения происходят коагуляция коллоидных частиц и осаждение образующихся хлопьев. В качестве коагулянтов используют сульфаты алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, сульфаты железа $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ или $\text{FeSO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ в сочетании с гашеной известью.

При растворении в воде сульфат алюминия подвергается гидролизу:



Малорастворимый гидроксид алюминия представляет собой положительно заряженные частицы с большей активной поверхностью, которые адсорбируют частицы примесей с отрицательным зарядом и осаждаются. Образующиеся крупные агрегаты при осаждении захватывают другие взвешенные вещества, способствуя тем самым осветлению воды.

Ионы водорода, освободившиеся по приведенному уравнению, реагируют с ионами гидрокарбоната, образуя воду и диоксид углерода. Серная кислота, появляющаяся при гидролизе сульфата алюминия, разлагает бикарбонаты и получаются сульфат, вода и диоксид углерода. Таким образом, при коагуляции часть временной жесткости (0,7–

1 мг-экв/дм³) переходит в постоянную жесткость. Гидроксид алюминия при рН менее 4 имеет вид мелких хлопьев, выше 4 — крупных хлопьев. Оптимальные условия рН 7,5—7,8, а при рН более 8 образуется уже не гидроксид, а алюминат и осветление воды не происходит. Расход сульфата алюминия 20—200 г на 1 т воды.

Использование в качестве коагулянта сульфата железа ускоряет процесс осветления, особенно при рН 8,2—8,5. Дозу коагулянта определяют в лаборатории, она колеблется от 50 до 180 г на тонну воды.

Оборудование для очистки воды этим способом включает реактор для растворения коагулянта, оборудованный мешалкой или системой перфорированных труб для подачи сжатого воздуха, дозатор, смеситель и отстойник.

Раствор коагулянта примерно 5%-ной концентрации после тщательного перемешивания в реакторе через дозатор подают в смеситель, смешивают с осветляемой водой, а затем в течение 6—8 ч выдерживают в отстойнике, где происходит коагуляция и осаждение взвесей.

Фильтрация воды. Для удаления взвешенных частиц воду фильтруют на песочных и угольно-песочных фильтрах. Керамические фильтры и фильтр-прессы используют в основном для биологической очистки.

Песочный фильтр (рис. 9) представляет собой стальной цилиндрический сосуд 3, внутри которого укреплена решетка 4 с отверстиями диаметром 1 мм. На решетку уложен слой мелкого гравия (5—7 см), слой крупного песка (5—10 см) и слой мелкого песка (около 40 см). Песок предварительно тщательно отмывают от глины.

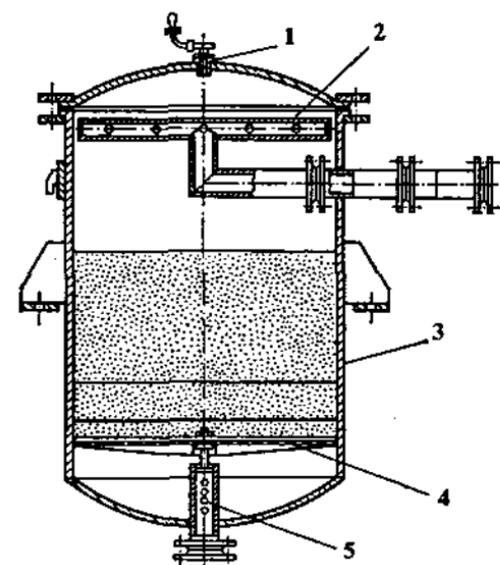


Рис. 9. Песочный фильтр

Воду подают в фильтр через распределительную головку 2, она проходит сверху вниз через слой песка, фильтруется и отводится по патрубку 5. К патрубку 1 прикреплен воздушник для удаления воздуха при заполнении фильтра водой. Для обеспечения притока воды под постоянным давлением воду на фильтр подают из водонапорного сборника.

Угольно-песочные фильтры используют для очистки воды с неприятным запахом, повышенными содержаниями хлора и цветностью. Фильтрующие материалы представлены четырьмя слоями (в см): гравий 10, песок 35—40, ак-

тивный уголь 15, гравий 10. Слои один от другого отделяют коррозионностойкими сетками.

Угольные колонки применяют с той же целью для очистки воды.

Обезжелезивание воды. Соединения железа удаляют из воды аэрированием, коагулированным, известкованием, катионированием. Наиболее эффективным способом является хлорирование воды.

На рис. 10 изображена установка для обработки воды хлорной известью.

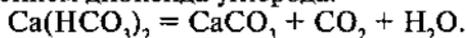
Установка состоит из резервуара 3, в который вставлен резервуар 5 меньшего размера. Раствор хлорной извести подают из мерного бачка 4, а воду — через штуцер 2. Смесь 1 интенсивно перемешивают мешалкой, и через трубу 7 вода поступает в резервуар 5. Через барботер 9 из пористого материала в трубу 7 нагнетают сжатый воздух для лучшего перемешивания и аэрирования воды.

Обработанная вода проходит через слой гравия или кольца Рашига (короткие обрезки труб) и отводится через дренажное устройство 8. Шлам из резервуара 3 спускают через штуцер 10. Установку промывают обратным током воды, отводя ее через штуцер 6.

Также можно обезжелезивать воду фильтрованием ее через песочный фильтр, в котором песок предварительно модифицируют. Модификация песка заключается в нанесении на поверхность песка пленки из гидроксида железа и диоксида марганца. Для этого кварцевый песок обрабатывают 1%-ным раствором сульфата железа (II) в течение 2–3 ч. Затем сливают раствор сульфата железа и на 4–5 ч заливают песок 0,5%-ным раствором перманганата калия. Затем песок отмывают водой до прозрачной промывной воды.

Для умягчения воды используют следующие способы водоподготовки.

Термический способ. Жесткую воду подвергают умягчению нагреванием. При температуре кипения происходит разложение гидрокарбонатов с образованием почти нерастворимых в холодной воде карбонатов и выделением диоксида углерода:



Наиболее полно реакция протекает при быстром удалении CO_2 , что наблюдается при кипячении воды с применением перемешивания и продувания воздухом.

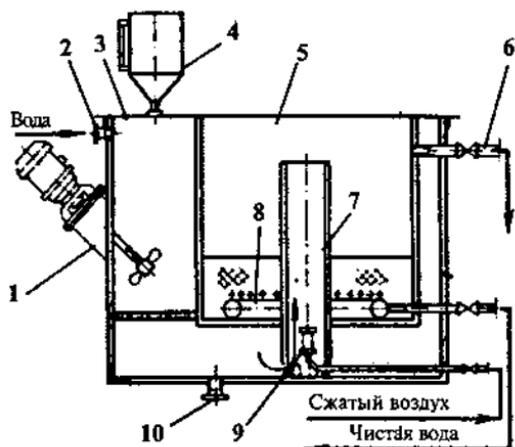
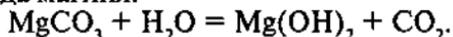


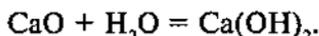
Рис. 10. Установка для обработки воды хлорной известью

Гидрокарбонат магния значительно медленнее и не полностью распадается с образованием карбоната магния, растворимость которого повышается при охлаждении воды. Для удаления карбоната магния рекомендуют горячее фильтрование. При продолжительном кипячении карбонат магния гидролизуетс с образованием малорастворимого гидроксида магния:

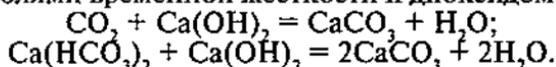


Этот способ даст положительный эффект в случае превышения содержания в воде ионов кальция и магния над гидрокарбонат-ионами. Эффект умягчения и расход пара зависят от состава воды.

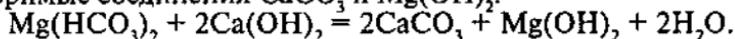
Декарбонатация известью. Обработку воды проводят гидроксидом кальция, который получают из свежесожженной извести после ее гашения



Гидроксид кальция при обычных температурах (без нагревания) реагирует с солями временной жесткости и диоксидом углерода:



Образующийся при взаимодействии гидрокарбоната магния монокарбонат является легкорастворимой солью, и только последующая его реакция с гидроксидом кальция позволяет получить труднорастворимые соединения CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$.



Следовательно, более полное удаление гидрокарбоната магния требует двойной дозы извести, поэтому данный способ эффективен для обработки воды с высокой кальциевой и низкой магниевой жесткостью.

Для определения расхода извести необходимо знать величину временной жесткости, содержание в воде магниевых солей в пересчете на оксид магния (MgO) и CO_2 , а в известковой воде — количество активного оксида кальция (CaO), определяемого титрованием.

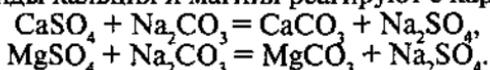
Преимущество способа заключаются в том, что он прост в исполнении и дешев, а к недостаткам можно отнести неполное устранение временной, главным образом магниевой, жесткости и, как следствие, повышение pH, а также точность дозирования извести, поскольку избыток ее сильно повышает щелочность воды.

Насыщенный раствор извести готовят в отдельном сборнике. В 1 дм³ готового раствора при температуре 20°С должно содержаться 1,25 г СаО. В сборник-смеситель набирают воду, добавляют раствор извести, затем смесь оставляют в покое примерно на 24 ч для осаждения взвесей, которые увлекают в осадок большую часть органических веществ и микроорганизмов. Повышенное количество органических веществ затрудняет осаждение. Образование осадка ускоряется при нагревании, интенсивном перемешивании, добавлении небольшого количества сульфата алюминия или осадка от предшествующего умягчения.

Декарбонизацию воды можно проводить в два этапа: на первом добавляют расчетное количество известковой воды, на втором — ее

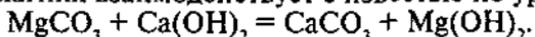
избыток для осаждения карбоната кальция и части магния. Затем воду фильтруют и направляют в запасной бак.

Известково-содовый способ. Для устранения постоянной жесткости воды ее обрабатывают кальцинированной содой (карбонатом натрия), а временной жесткости — известью. Соли постоянной жесткости — сульфаты, хлориды кальция и магния реагируют с карбонатом натрия



Аналогичные реакции протекают между содой и хлоридами кальция и магния.

Карбонат магния взаимодействует с известью по уравнению



Остаточная жесткость умягченной воды составляет 0,7–0,9 ммоль/дм³ или 1,4–1,8 мг-экв/дм³ из-за частичной растворимости CaCO₃ и Mg(OH)₂.

Если обозначить временную жесткость воды через H_v, моль/дм³; постоянную — через H_p, моль/дм³, а через G₃ — содержание магниевых солей в пересчете на оксид магния, мг/дм³, то требуемое количество извести G₁ и соды G₂ (мг/дм³) можно вычислить по уравнениям:

$$\begin{aligned} G_1 &= 57,2 H_v + 1,4 G_3, \\ G_2 &= 57,2 H_p \cdot 1,89, \end{aligned}$$

где 1,4 — коэффициент для пересчета MgO на CaO; 1,89 — коэффициент для пересчета Na₂CO₃ на CaO.

Установки для умягчения воды включают запасные резервуары для воды, сборники-смесители, отстойники, фильтры и сборники. Сборники-смесители и отстойники имеют коническое дно с задвижкой для удаления осадка и снабжены мешалками.

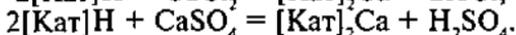
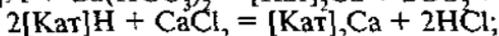
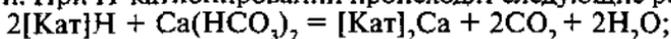
Вначале сборник-смеситель наполняют до половины водой, добавляют требуемое количество раствора извести концентрацией 1,3 г/дм³, а через 15–20 мин — 6%-ный раствор соды, затем остальную воду и тщательно перемешивают. Воду спускают в отстойник и оставляют в покое на 6 ч для формирования осадка. Осветленную воду пропускают через песочный фильтр и направляют в сборник.

Ионообменный способ. При этом способе для умягчения воды используют высокоэффективные синтетические ионообменные смолы, которые представляют собой высокополимерные, нерастворимые в воде органические вещества — гранулы полимерной смолы размером 0,5–2 мм, обладающие способностью поглощать из раствора ионы растворенных веществ и отдавать в раствор эквивалентное количество своих ионов. Они состоят из трехмерной пространственной сетки (матрицы), содержащей ионогенные группы. В воде активные группы ионитов диссоциируют на неподвижные, связанные с матрицей ионы и подвижные противоионы.

В зависимости от знака заряда противоиона иониты подразделяются на катиониты, аниониты и амфолиты. В катионитах обмениваю-

щимся ионом является катион, в анионитах — анион, в амфолитах — ионы обоих знаков зарядов.

Катиониты применяют в основном для умягчения воды и удаления других катионов, которые содержатся в небольших количествах, а анионитами удаляют из воды кислоты и кислотные остатки. Для умягчения воды используют H- и Na- катиониты, в которых катионы натрия и водорода обмениваются на катионы кальция и магния солей жесткости. При H-катионировании происходят следующие реакции:



Аналогично протекают реакции с солями магния. В результате H-катионирования соли карбонатной жесткости разрушаются. При этом выделяется свободный диоксид углерода, а вместо солей некарбонатной жесткости образуются соответствующие анионам кислоты и повышается кислотность умягченной воды.

При умягчении Na-катионированием в воде будут накапливаться гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды натрия. Вследствие образования бикарбонатов натрия возрастет щелочность воды.

Качество ионитов, применяемых в пищевой промышленности, помимо отсутствия токсичности, определяется химической и термической стойкостью, механической прочностью, высокой обменной емкостью, быстрым установлением сорбционного равновесия, способностью к достаточно полной регенерации.

В бродильных производствах используют следующие катиониты: КУ-1, КУ-2, КУ-2-8, КУ-2-8с.

Катионитовый фильтр (рис. 11) представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд 2 с нижним и верхним сферическими днищами. Сосуд на 2/3 высоты заполнен катионитом. Внизу на бетонную подушку 4 уложено дренажное устройство 3 для отвода умягченной воды. Во избежание уноса мелких частиц катионита на дренажное устройство насыпан слой кварцевого песка (0,5—0,7 м) с размером зерен 1—2 мм. Вода на умягчение подается в фильтр

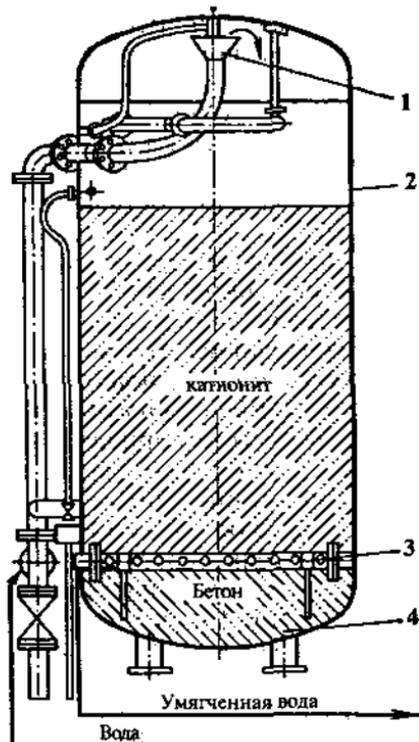


Рис. 11. Катионитовый фильтр

сверху через устройство 1. При прохождении через слой катионита в воде протекают обменные реакции умягчения. После истощения Na-катионит регенерируют 5–10%-ным раствором хлорида натрия, а H-катионит — 1–1,5%-ной серной или 5–6%-ной соляной кислотами.

В безалкогольном производстве используют параллельное и последовательное Na-катионитовое и H-катионитовое умягчение.

В пивоваренном производстве из-за недостатка ионов кальция в умягченной воде предусматривают либо добавление в затор гипса, либо воду пропускают через Ca-катионит.

Разработаны схемы параллельного и последовательного водород-кальций-катионирования. В схеме последовательного использования катионитов (рис. 12) вода умягчается в водород-катионитовом фильтре 1, смешивается в потоке с исходной водой для нейтрализации кислот, проходит через декарбонизатор 2 для удаления CO_2 , затем через промежуточный сборник 3, насосом 4 подается на кальций-катионитовый фильтр 5 и поступает в сборник обработанной воды 6.

Ионообменный способ целесообразно использовать при содержании солей в воде до $1,5 \text{ г/дм}^3$, а при концентрации $1,5\text{--}10 \text{ г/дм}^3$ экономически оправдан электродиализный способ.

Электродиализный способ. Электродиализ представляет собой перенос ионов через ионитовые мембраны под действием приложенного к ним электрического поля. Ионитовые мембраны изготавливают из смеси измельченного ионита и связующего материала (полиэтилена, полистирола).

Ионитовые мембраны из-за наличия в них ионогенных групп являются электрохимически активными и обладают ионной селективностью. Ионогенные группы основного характера позволяют рассматривать мембрану как неподвижный поликатион, диффузный слой которого насыщен подвижными анионами. Такая мембрана анионопроницаемая. И наоборот, если группы кислотного характера, то мембрана представляет собой полианион и является катионопроницаемой. В электродиализном аппарате катионитовые и анионитовые мембраны чередуются, образуя обессоливающие (дилюатные) и концентрирующие (рассольные) камеры.

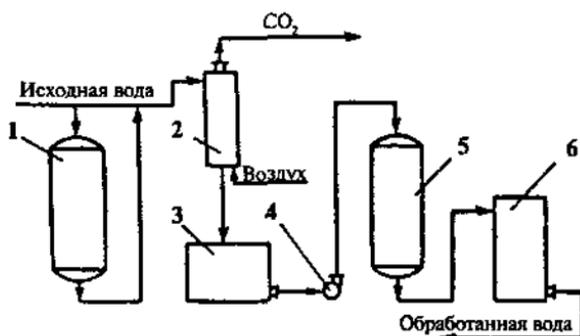


Рис. 12. Технологическая схема последовательного водород-кальций-катионирования воды

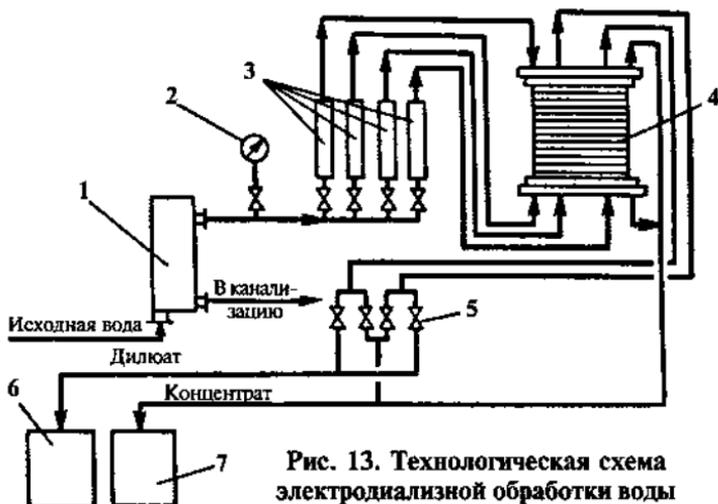


Рис. 13. Технологическая схема электродиализной обработки воды

На предприятиях по производству пива и безалкогольных напитков преимущественно используют электродиализную обработку воды, технологическая схема которой изображена на рис. 13. Вода, подлежащая обработке, поступает на фильтр предварительной очистки 1.

Из него отфильтрованная вода четырьмя параллельными потоками через ротаметры 3 подается в электродиализный аппарат 4 фильтпрессного типа с горизонтальным расположением рабочих камер. Сверху и снизу аппарат ограничен прижимными плитами, за ними расположены распределительные плиты (для распределения рабочих и промывных потоков). Аппарат имеет два электрода, между которыми размещены электродные камеры для промывки электродов, камеры опреснения и концентрирования, разделенные в чередующейся последовательности анионитовыми и катионитовыми мембранами.

Вода из одного ротаметра поступает на промывку верхней электродной камеры, из другого — нижней. В двух потоках идут обессоливание и концентрирование воды, причем ее химический состав зависит от напряжения электротока и давления питающей воды. Опресненная и техническая вода через вентили 5 направляется в сборники 6 и 7.

При повышении давления воды сверх заданных пределов электроконтактный манометр 2, связанный с системой блокировки, отключает электропитание аппарата и насоса.

Этот способ водоподготовки применяют для обработки воды с содержанием солей более $1,5 \text{ г/дм}^3$. Он позволяет снизить щелочность воды в 2–3 раза, жесткость в 2,5–3 раза, рН на 0,5–1,5 и удалить нежелательные примеси.

§ 3. Способы обеззараживания воды

Технологическую воду для производства пива и безалкогольных напитков для удаления болезнетворных бактерий, содержа-

щихся в ней, обеззараживают фильтрованием через керамические обеспложивающие фильтры, хлорированием, гораздо реже — озонированием, воздействием ультрафиолетовых лучей, обработкой ионами серебра.

Фильтрация воды через керамические обеспложивающие фильтры. Керамический фильтр (рис. 14) представляет собой цилиндрический сосуд со сферическим днищем и крышкой. Между корпусом и крышкой закреплена решетка 1, в которой установлены фильтрующие патроны 2 из пористой керамики с размерами пор не более 1,57 мкм. Фильтрующие элементы ежедневно очищают обратным током воды при избыточном давлении 0,03 МПа и через 2 недели проводят дезинфекцию раствором перманганата калия. Дезинфицирующий раствор выдерживают в фильтре 10–12 ч.

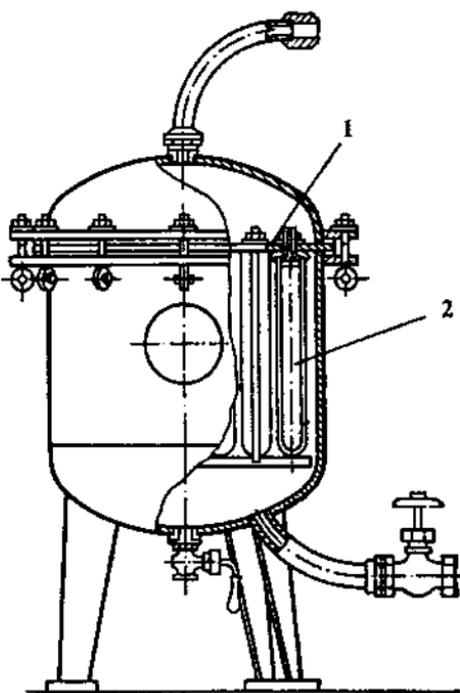


Рис. 14. Керамический фильтр

Хлорирование воды. Этот химический способ обеззараживания воды основан на бактерицидном действии кислорода. Для хлорирования используют газообразный хлор или водный раствор хлорной (белильной) извести, представляющий собой смесь гипохлорита кальция $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, хлорида кальция CaCl_2 и гашеной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При распаде гипохлорита кальция выделяется свободный хлор.

При растворении хлора в воде образуются хлорноватистая и соляная кислоты по уравнению $(\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 = \text{HClO} + \text{HCl})$, а при распаде хлорноватистой кислоты отщепляется атом кислорода $(\text{HClO} = \text{HCl} + \text{O})$.

Соляная кислота взаимодействует с бикарбонатами, образуя нейтральные соли, в результате возрастает постоянная жесткость воды.

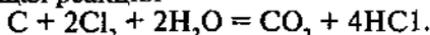
Доза хлора зависит от количества микроорганизмов, а также от рН, жесткости воды и содержания в ней органических веществ и колеблется от 0,33 до 2 мг хлора на 1 дм³ воды. Продолжительность контакта хлора с обеззараживаемой водой должна быть не менее 1 ч. При наличии микроорганизмов, образующих споры, дозу хлора и продолжительность обработки воды увеличивают.

Хлорирование воды газообразным хлором осуществляют дозированием его с помощью газодозаторов и последующего введения в водопроводную трубу. При использовании хлорной извести ее вначале ра-

створяют в небольшом количестве воды, затем полученный раствор добавляют ко всей массе воды, перемешивают и выдерживают.

Преимуществом хлорирования воды являются быстрое действие хлора и простота оборудования, недостатком, то что остаточный хлор придает воде характерный привкус, а продукты его реакции с веществами типа фенолов — хлорфенольный запах. Кроме того, воду с высоким содержанием хлора нельзя использовать для обработки пивных дрожжей.

Для полного удаления остаточного хлора воду подвергают дехлорированию, пропуская ее через фильтр с активным углем. При этом протекает следующая реакция



В результате адсорбции активным углем из воды ряда веществ одновременно улучшаются цвет и вкус воды, устраняется запах. Аналогичное бактерицидное действие оказывает озон.

Ниже, на рис. 15 представлена технологическая схема хлорирования воды. По этой схеме вода, в зависимости от качества может сразу направляться для умягчения или предварительно очищается от взвешенных частиц. По трубопроводу, снабженному манометром 6, водометром 7 и обратным клапаном 8, вода подается на осветлительный фильтр 5, затем на один из Н-катионитовых фильтров 10. Чистая вода, не содержащая взвешенных частиц, может направляться непосредственно на умягчение.

В баке 11 готовят раствор хлорной извести, который непрерывно подают насосом-дозатором 12 в трубопровод для воды. В контактном резервуаре 13 при концентрации активного хлора в воде 8—10 мг/дм³ происходит обеззараживание воды, затем на угольном фильтре 14 дехлорирование и на керамическом свечном фильтре 15 осветление.

Серную кислоту, предназначенную для регенерации катионита, из цистерны 1 насосом 2 подают в сборники для хранения 3. Затем

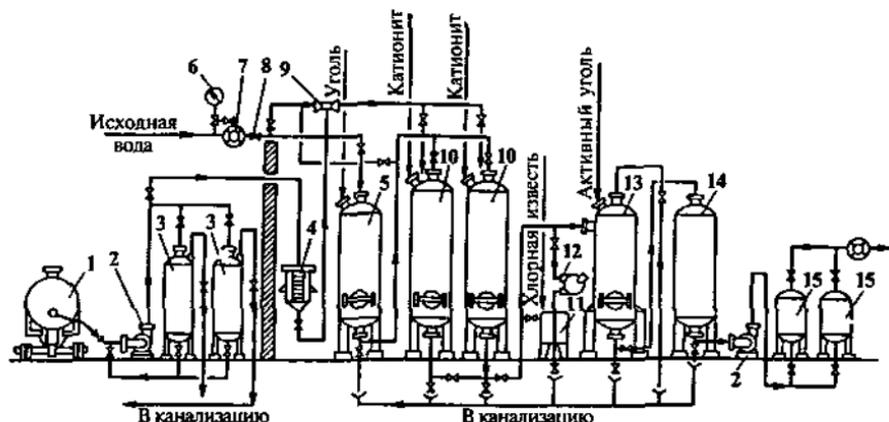


Рис. 15. Технологическая схема подготовки воды

тем же насосом кислота перекачивается в мерник 4 для приготовления рабочего раствора и через эжектор 9 — на катионитовые фильтры. Эта схема подготовки обеспечивает получение биологически чистой воды с невысокой жесткостью.

§ 4. Требования к воде после водоподготовки

Вода, предназначенная для *пивоварения*, должна соответствовать следующим требованиям (показатели в ммоль/дм³, не более): жесткость общая 1–2; щелочность 0,25–0,75, кальций 1–2, магний — следы; (показатели в мг/дм³, не более): сухой остаток 500, железо и марганец по 0,1, алюминий 0,5, хлориды 100–150, сульфаты 100–150, нитраты 10, цинк 5, кремний 2, медь 0,5; окисляемость не более 2 мг O₂/дм³, pH 6–6,5. В воде не должно содержаться нитритов, а сероводорода и аммиака может содержаться ничтожно малое количество, точно не устанавливаемое принятыми методами анализа.

Требования к химическому составу воды, предназначенной для производства *безалкогольных и слабоалкогольных напитков*, после водоподготовки (показатели в ммоль/дм³): жесткость общая, не более 0,35; щелочность, не более 0,5; (показатели в мг/дм³, не более): сухой остаток 500; марганец 0,1; железо 0,2; алюминий 0,1; сульфаты 100–150; хлориды 100–150; медь 1,0; цинк 5; нитраты 10, свинец 0,1, кремний 2; мышьяк 0,05; фтор 1,5; pH 3–6, нитритов ничтожно малое количество — следы.

Общее микробное число не должно превышать 25 микроорганизмов в 1 см³ неразбавленной воды, предназначенной для безалкогольных и слабоалкогольных напитков, и 20 для воды, предназначенной для пива, приготовляемого по технологии «плотного пивоварения».

Контрольные вопросы

1. Что такое жесткость воды, в чем она выражается?
2. Какие требования предъявляются к качеству воды для производства пива и напитков?
3. Назовите способы улучшения состава воды для приготовления пива.
4. Назовите способы улучшения состава воды для приготовления безалкогольных напитков.
5. С какой целью осуществляют обеззараживание воды и какие способы вы знаете?
6. Какие требования применяются к воде, применяемой в пивоварении и производстве напитков, как до, так и после водоподготовки?

ГЛАВА 4. ТАРА И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Бутылки, бочки, автоцистерны, ящики для бутылок

Стеклобутылки. Для розлива пива и безалкогольных напитков используют бутылки вместимостью 0,5 и 0,33 л из зеленого, коричневого, бесцветного стекла. Стекло бутылок должно быть прозрачным и обеспечивать возможность просмотра содержимого. На поверхности и в толще стенок бутылок не допускается наличие щербин, сколов, инородных включений, воздушных пузырей, прилипаний стекла и др. Бутылки должны устойчиво стоять на ровной поверхности, быть термически стойкими при перепаде температур от 70 до 35°C и выдерживать в течение 60 с давление 0,8 МПа.

Для герметизации бутылок с напитками применяют кронен-пробки, представляющие собой металлические гофрированные колпачки, в которые вложена эластичная уплотнительная прокладка из натуральной корковой пробки или из полимерных материалов.

Уплотняющая корковая прокладка должна быть прочно закреплена в металлическом колпачке кронен-пробки клеем. Полимерная паста заливается внутрь колпачка сплошным слоем с некоторым утолщением по периметру прокладки. Она должна выдерживать термическую обработку при температуре 120°C без нарушения целостности.

Бочки для пива и кваса делают из дуба, коррозионностойкой стали и алюминия вместимостью по 50, 100, 150 дм³ (последние только для кваса). Они должны иметь правильную форму. В деревянных бочках перекосы и надломленная клепка не допускаются. Клепка — это изогнутые деревянные пластины, из которых собирают бочку. Наливное отверстие диаметром 50 мм высверливается в одной из клепок остова, а отверстие для установки насоса (при продаже напитка) диаметром 25 мм высверливается на одном из доньев бочки на расстоянии 5 см от остова.

Для укупорки бочек используют шконты (деревянные пробки), выточенные из мягких пород дерева. Шконты хранят в 0,01%-ном растворе хлорной извести. Перед использованием их пропаривают и ополаскивают водой.

Алюминиевые бочки вместимостью 100 дм³ изготовлены с одним кольцевым швом, выполненным встык. Отверстия закрывают пробками с резьбой. Давление не выше 0,07 МПа. Бочки хранят в горизонтальном положении в штабелях не выше, чем в три яруса.

Стальные бочки предназначены для соков, морсов, вин. Они имеют вместимость 50, 100, 150, 200, 300, 350, 400, 450, 550, 600 дм³. Изготавливают с несъемным или съемным верхним днищем. Днища бочек вместимостью 100 дм³ должны быть выпуклые со стрелой прогиба 6–10 мм. В днище бочек вместимостью 200 дм³ должен быть выдавлен кольцевой гофр жесткости диаметром 250–

300 мм. Часть днища, ограниченная гофром, должна быть выпуклая, сферическая со стрелой прогиба 8–12 мм.

Для розлива небольших количеств напитка используют бочата вместимостью 10; 12,5; 20; 25; 50 дм³, называемые **кеги**.

Для перевозки напитков применяют также **автотермоцистерны**, которые разделяют на 3 группы: автомобиль-цистерны вместимостью 1600, 2000, 3300, 4100 дм³, полуприцеп-цистерны вместимостью 9000, 11000, 19300 дм³ и прицеп-цистерны вместимостью 500, 900, 1100, 3300, 4100 дм³. Диаметр горловины цистерны для заполнения напитком делают 400–500 мм. Автотермоцистерны имеют термоизоляцию обеспечивающую повышение температуры не более чем на 2°C или понижение температуры не более чем на 4°C за 10 ч при разности температур между жидкостью и окружающей средой 28–32°C. Изотермические цистерны оборудованы запорной, контрольной и предохранительной арматурой и имеют два баллона с диоксидом углерода (окраска баллонов черная), снабженных редуктором и подогревателем. Давление в цистерне поддерживают не выше 0,07 МПа.

Ящики для бутылок. Для упаковки бутылок с напитком используют многооборотные *гнездовые ящики*: дощатые и полимерные. Ящики для бутылок вместимостью по 0,5 дм³ имеют 20 гнезд, а для бутылок 0,33 дм³ – 30.

Ящики полимерные изготавливают из полиэтилена высокой плотности методом литья под давлением. Ящики вместимостью 30 бутылок делают красного цвета, вместимостью 20 бутылок – синего цвета.

Материалы для фильтрации и осветления

На пивоваренных и заводах безалкогольных напитков для удаления из напитков взвесей, мути, примесей применяют фильтрацию через перегородку, адсорбционную очистку активными углями, осветление флокулянтами.

Фильтровальные материалы. Для образования фильтровальной перегородки в фильтрах используют фильтровальные ткани из крученой пряжи (хлопчатобумажной или лавсановой) и фильтрационный картон.

В качестве фильтровальной ткани используют фильтровальный бельтинг и фильтродиагональ.

Фильтровальный бельтинг выпускают марок Ф и ФНП. Бельтинг Ф используют для фильтрации растворов при температуре от 100°C и давлении до 0,1 МПа. Его поставляют на заводы полотном шириной 80, 100, 110, 128 см.

Фильтродиагональ – хлопчатобумажная ткань для фильтрации растворов под давлением до 0,5 МПа и температуре до 90°C. Ширина ткани: 86,5; 100; 105; 112 см.

Фильтровальный картон марок Т, КФО-1, КФО-2 изготавливают из сульфитной целлюлозы в виде листов размером 400×800 и 610×620 мм, толщиной 1,9–2,1 мм. Влажность листов – не более 10%.

Для фильтрования воды применяют фракции *кварцевого песка* с размером песчинок 1 – 3,5 мм и 3,5 – 5 мм, а также гравий (крупные кусочки кварца).

Осветляющие материалы. Осветление напитков и полупродуктов проводят с помощью *пористых активных древесных углей*, у которых сильно развита адсорбционная площадь поверхности (несколько сот квадратных метров в 1 г угля). Древесный уголь выпускают марок: ОУ-А, ОУ-Б, ОУ-В, ОУ-Г. Уголь марки А сухой, щелочной; марки Б влажный, кислый; марок В и Г сухой щелочной.

Активный уголь получают из мелкоизмельченной древесины твердых пород сухой перегонкой при активации водяным паром или диоксидом углерода. Состав активного угля (в % к массе сухих веществ): углерода 85–90, растворимой золы – не более 2%, общей золы – не более 10%, соединений железа – не более 0,2%.

Крупка костяная. Костяной уголь представляет собой угольный остаток, получившийся при сухой перегонке костей. В зависимости от структуры костяную крупку разделяют на три сорта: твердый, полутвердый и хрящ. Наиболее ценный твердый уголь.

Танин – аморфный порошок светло-желтого или буровато-желтого цвета. Применяют в смеси с желатином для осветления соков.

Желатин – светло-желтое или бесцветное вещество, вырабатывают его из отходов мясной промышленности и используют для осветления соков.

Моющие и дезинфицирующие вещества

Источниками инфекции на предприятиях могут быть зерновое и сахаросодержащее сырье, дрожжи, вода, воздух, которые содержат бактерии, дрожжи, плесневые грибы. Для уничтожения источников инфекции проводят мойку и дезинфекцию оборудования, коммуникаций и помещений по определенному графику.

Для удаления загрязнений с оборудования и коммуникаций проводят санитарную обработку, используя очищающие и моющие вещества – *детергенты*, которые хорошо смачивают и растворяют загрязнения. А мойкой удаляют остатки продуктов и микробиологическое загрязнение с поверхности оборудования. Моющие средства должны иметь хорошее моющее действие, быть безвредными, не иметь запаха и не должны вызывать коррозию оборудования.

После санитарной обработки проводят дезинфекцию помещений и оборудования с целью подавления жизнедеятельности всех микроорганизмов. Дезинфицирующие вещества должны использоваться в минимальных, безвредных для человека количествах и действовать быстро. Они не должны иметь вкуса и запаха, чтобы не влиять на качество напитка, должны хорошо растворяться в воде и легко удаляться с обрабатываемой поверхности. Дезинфицирующие вещества бывают щелочными, кислыми и нейтральными. Кислые: крем-

нефтористоводородная кислота, кислый эльмоцид (состоящий из 0,1н раствора HNO_3 и 0,1н раствора KNO_3). Щелочные: щелочной эльмоцид (0,1н раствор NaOH с 5% 0,1н раствора хлористого натрия), хлорная известь, антиформин. Нейтральные: формальдегид, параформальдегид, хлорамин, четвертичные аммонийные соединения и хлорактивное органическое соединение сульфохлорантин.

Дезинфицирующие вещества тормозят или подавляют развитие микроорганизмов. Если вещество подавляет рост бактерий, а после его удаления они продолжают развиваться, то оно обладает *бактериостатическим* действием. Если вещество убивает микроорганизмы, то есть вызывает гибель клеток, то его называют *бактерицидным*.

Очень высоким бактерицидным действием обладают четвертичные аммонийные соединения. В малых концентрациях они обладают только бактериостатическим действием. У них хорошая растворимость, низкая токсичность, отсутствие запаха и вкуса. Обычно их используют для дезинфекции поверхностей.

Перед дезинфекцией оборудование тщательно чистят, моют, а затем наносят дезинфицирующее вещество на наружные внутренние поверхности шетками, пульверизаторами или гидропульсами.

В качестве *моющих* средств используют гидроксид натрия (NaOH), называемый каустической содой, карбонат натрия (Na_2CO_3), называемый кальцинированной содой, ортофосфат натрия ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Каустическая сода представляет собой белую кристаллическую массу, хорошо растворяющуюся в воде с выделением теплоты. При попадании на кожу вызывает сильные ожоги. На мойку 1000 бутылок расходуют 1 кг NaOH , применяя ее в виде 1,8–2%-ного раствора. Для дезинфекции оборудования и коммуникаций используют 1–3%-ный раствор.

Кальцинированная сода — мелкокристаллический порошок белого цвета. Раствор ее в смеси с каустической содой применяют для мойки бутылок, трубопроводов, резиновых шлангов и оборудования. На мойку 1000 бутылок расходуют 0,87 кг.

Ортофосфат натрия (тринатрийфосфат) — кристаллический порошок белого или желтоватого цвета, хорошо растворяется в воде. Применяют его для мойки бутылок в количестве 1/10 части к массе моющих средств.

Метасиликат натрия (Na_2SiO_3) и натрийтетрасиликат (жидкое стекло) ($\text{Na}_2\text{Si}_4\text{O}_9$) также используют в качестве моющего средства.

На заводах в качестве *дезинфицирующих* средств используют также хлорную известь, известковое молоко, антиформин, формалин, гипохлорит натрия (NaClO), антисептол (приготовлен из хлорной извести и карбоната натрия), катапин, катамин-АБ, азотную кислоту, кислый эльмоцид (смесь азотной кислоты и азотнокислого калия), серу, хлорамин Б (хлорбензолсульфамиднатрийтригидрат — $\text{C}_6\text{H}_3\text{SO}_4 \cdot \text{N} \cdot \text{NaCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O} \cdot \text{N}$), дезоксон-1 (смесь воды, уксусной кисло-

ты, перекиси водорода) и др. Эти вещества применяют в зависимости от материала, из которого изготовлены емкости, трубопроводы.

Хлорная известь $[Ca(OCl)_2]$ – порошкообразный продукт белого цвета со специфическим запахом хлора. При хранении на воздухе хлорная известь быстро разлагается и для дезинфекции становится малопригодной. Обладает сильным корродирующим действием на металлы, поэтому применяется для обработки помещений и неметаллической аппаратуры в концентрации 2–4% при содержании активного хлора не менее 25%.

Хлорную известь лучше перевозить и хранить в герметически закрытых стальных барабанах. Ее нельзя хранить в одном складе с огнеопасными предметами, пищевыми продуктами, баллонами со сжатым газом, металлическим оборудованием. В контакте с водой обильно выделяется хлор – ядовитый газ.

Антиформин готовят, смешивая хлорную известь, каустическую или кальцинированную соду в воде. Рабочий раствор антиформина в 1 дм^3 должен содержать 1,2–1,5 г активного хлора и 1–2 г щелочи. Применяемая концентрация 1,2–1,5 г/ дм^3 при общей щелочности 1–1,2%.

Сульфохлорантин применяют в концентрации 0,25–0,5%.

Формалин – это 40%-ный раствор формальдегида. Формальдегид (муравьиный альдегид) – газ с резким, неприятным запахом, хорошо растворим в воде, огнеопасен и токсичен. Применяют в концентрации 1,5–2%.

Катапин – аммонийное соединение, представляющее собой растворимую в воде пасту. Рабочий раствор катапина готовят, смешивая 10 дм^3 воды и 200 см^3 1%-ного раствора катапина. Используют его для дезинфекции емкостей и трубопроводов.

Катамин-АБ применяют в концентрации 0,5–1%.

Кислый эльмоцид – смесь растворов азотной кислоты и нитрата калия (к 100 дм^3 воды приливают 689 см^3 азотной кислоты и 1010 г азотнокислого калия). Широко применяют для мойки алюминиевых емкостей концентрацией 0,1 моль/ дм^3 .

Дезоксон-1 – кислотное дезинфицирующее средство, содержит надуксусную кислоту и перекись водорода. Используется в концентрации 0,1%.

Сера – порошкообразное вещество оранжевого цвета, хорошо горит, образуя с кислородом воздуха сернистый газ SO_2 , которым окуривают деревянную тару, подвальные помещения.

Для дезинфекции применяют также насыщенный водяной пар температурой 120–160°C. Продолжительность пропаривания емкостей и трубопроводов – 5–10 мин.

Используют также и *моюще-дезинфицирующие* вещества: сульфол (алкилбензолсульфонат), сульфохлорантин, санпор, дезомол, йодонат, катапинбактерицид (четвертичное аммониевое соединение), аламинол.

Аламинол представляет собой жидкий концентрат синего цвета, содержащий глиоксаль, катамин АБ, ПАВ и краситель. Применяется при концентрации раствора 5%.

В последние годы в нашей промышленности стали применяться моющие-дезинфицирующие вещества зарубежного производства. Например, для щелочной мойки и мойки с дезинфекцией используют Роналин, Рималкан, Неомоскан. Для кислотной мойки — Санал, Римацид, Нироклар. Для дезинфекции Санал-ПЕ, Римазан-ФАУ, Римазон-хлор, Септабик, Неосептал, Неомоскан-сеп, Нироклар, а также дезинфицирующую смазку для лент транспортеров розливного цеха — Кетолуб, ТЦ-КГМ СИН.

Контрольные вопросы

1. Какие бутылки применяют для розлива пива, безалкогольных и слабоалкогольных напитков?
2. В какое крупное емкостное оборудование наливают квас и пиво?
3. Какие ящики используют для бутылок? Из какого материала они сделаны, их параметры?
4. Какие материалы используют для фильтрования пива и напитков?
5. Назовите осветляющие материалы, используемые в безалкогольном производстве.
6. Каковы цели мойки и дезинфекции? Какие вещества относятся к моющим, а какие к дезинфицирующим?

Часть II ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА

ГЛАВА 5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЯЧМЕННОГО СОЛОДА

Принципиальная схема получения солода

Основным сырьем для производства пива является солод, который получают проращиванием высококачественного ячменя в искусственных условиях при определенных температуре и влажности. Процесс искусственного проращивания ячменя называется солодоращением, а полученный продукт — свежепроросшим солодом. Основная цель солодоращения — накопление в зерне максимального количества активных ферментов, растворение части крахмала и других веществ.

Свежепроросший солод сушат при повышенной температуре для накопления в нем ароматических и красящих веществ, а также для увеличения сроков его хранения. От высушенного солода отделяют ростки и направляют его на склад для выдержки и завершения биохимических процессов.

На рисунке 16 изображена принципиальная схема получения ячменного солода.

Очистка, сортирование и хранение ячменя

Технологическая схема очистки и сортирования зерна. Пивоваренный завод должен иметь запас ячменя, обеспечивающий его девятимесячную потребность. Ячмень, поступающий на завод, содержит различные примеси и в таком виде непригоден для хранения и солодоращения. Поэтому при приемке его очищают от наиболее грубых примесей просеиванием и проветриванием и направляют в зернохранилище, где хранят до момента переработки. Перед замачиванием ячмень подвергают повторной, более тщательной очистке. При этом из зерновой массы удаляют оставшиеся в ней посторонние примеси и битые зерна. После вторичной очистки ячмень разделяют по размеру зерен на I, II и III сорта, что необходимо для равномерного замачивания и проращивания.

На рис. 17 дана аппаратурно-технологическая схема приемки, очистки, хранения и сортирования ячменя. Зерно, доставляемое на завод автомобильным и железнодорожным транспортом, поступает в приемный бункер 1, откуда ленточным транспортером 2 и элеватором (норией) 3 подается в промежуточный бункер 6. Из него зерно через автоматические весы 7 и магнитный сепаратор 8 поступает в воздушно-ситовый сепаратор 9, где и проводится первичная очистка. Очищенное и взвешенное на весах 25 зерно накапливается в бункере 24 и затем элеватором 10 и транспортером 11 подается в силосы 23 на хранение.

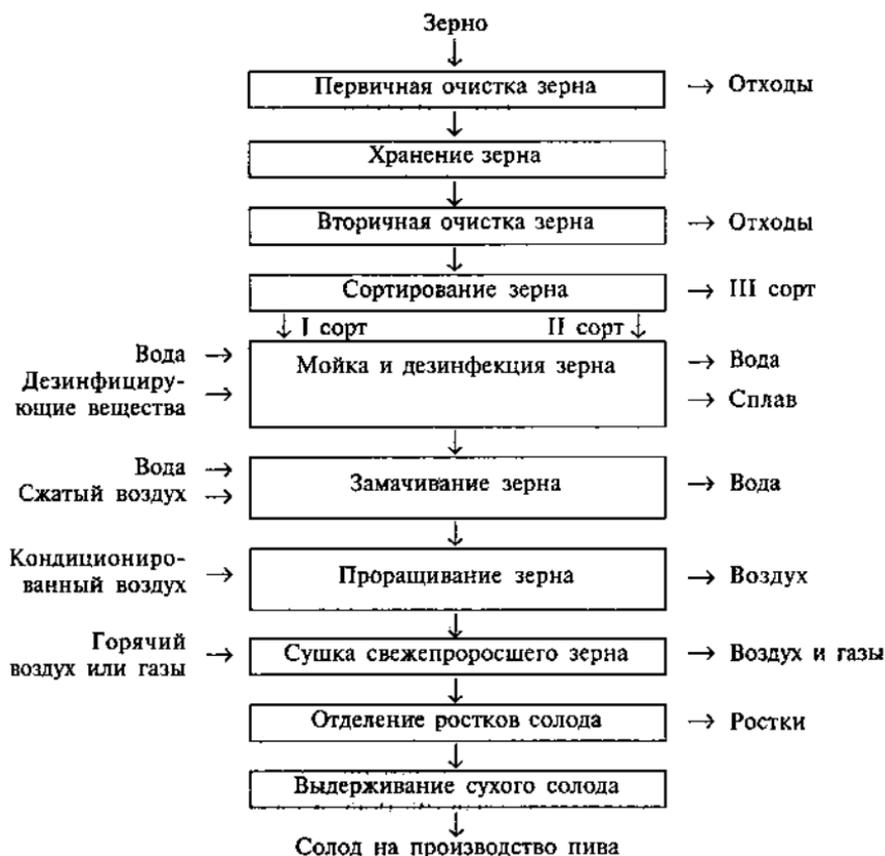


Рис. 16. Принципиальная схема получения ячменного солода

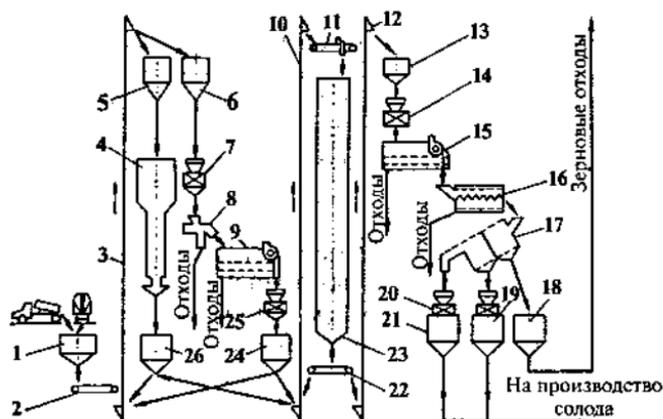


Рис. 17. Аппаратурно-технологическая схема приемки, очистки, хранения и сортирования ячменя

Зерно с повышенной влажностью после первичной очистки из бункера 24 элеватором (норией) 3 направляют через бункер 5 в зерносушилку 4. Подсушенное зерно собирается в бункере 26 и оттуда поступает в силосы 23 на хранение.

После подачи в солодовню зерно очищают повторно. Для этого его из силосов транспортером 22 и норией 12 подают через бункер 13 и весы 14 в воздушно-ситовый сепаратор 15, а затем в триер 16, где отделяются короткие и шаровидные примеси (семена сорняков, половинки зерен), а также длинные зерна овса и овсюга. Очищенное зерно разделяют на сорта по величине зерен на сортирующих ситах 17. Зерно I и II сортов проходит весы 20 и накапливается в бункерах 21 и 19, откуда затем расходуется на производство солода, а зерновые отходы из бункера 18 идут на другие нужды. Перед переработкой зерно пропускают через магнитный сепаратор, где отделяют металлические примеси.

Приемка ячменя. Поступающий на завод ячмень взвешивают и направляют на хранение, одновременно отбирая пробу зерна для анализа, и передают ее в лабораторию. Зерно из разных районов произрастания или имеющее различные показатели (особенно влажность), складывают и перерабатывают отдельно.

Если при приемке зерно затаривают в мешки, то они должны быть предварительно продезинфицированы. Для хранения их укладывают штабелями с проходами между ними и удалением от стен не менее 0,25 м.

В зернохранилищах напольного типа резервная площадь должна составлять 10% для проведения работ.

Очистка ячменя в воздушно-ситовом сепараторе. Для отделения легких примесей (пыль, полова, частицы стеблей и др.) сквозь поток зерна продувают струю воздуха. Легкие примеси захватываются струей воздуха и выносятся из зерновой массы. Для этого применяют воздушно-ситовый сепаратор (рис. 18), состоящий из набора сит, вентилятора и корпуса.

На станине 1 с помощью упругих стальных пластин 3 подвешен ситовый корпус 2. От эксцентрикового вала 19 через шатун 20 ситовый корпус приводится в возвратно-поступательное движение. В верхней части корпуса расположена приемная коробочка 11 со шнеком 12, распределяющим зерно по ширине сита. Под шнеком установлены задвижки 13, продувая струю воздуха. Легкие примеси захватываются струей воздуха и выносятся из зерновой массы. Для этого применяют воздушно-ситовый сепаратор (рис. 18), состоящий из набора сит, вентилятора и корпуса. На станине 1 с помощью упругих стальных пластин 3 подвешен ситовый корпус 2. От эксцентрикового вала 19 через шатун 20 ситовый корпус приводится в возвратно-поступательное движение. В верхней части корпуса расположена приемная коробочка 11 со шнеком 12, распределяющим зерно по ширине сита. Под шнеком установлены задвижки 13,

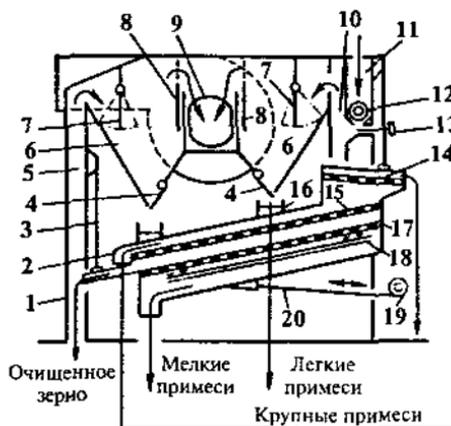


Рис. 18. Воздушно-ситовый сепаратор для отделения примесей от ячменя

регулирующие поступление зерна на сита. Осадочные камеры 6 предназначены для улавливания легких примесей из воздуха, подаваемого вентиляторами 9 (их два — по одному с каждой стороны).

Скорость воздушного потока в каналах 5, 10 и в осадочных камерах 6 регулируют клапанами 7 и шиберами 8, устанавливаемыми в различных положениях. В нижней части осадочных камер шарнирно подвешены клапаны 4, которые под действием разрежения, создаваемого вентиляторами, плотно прижимаются к стенкам осадочных камер. По мере накопления легких примесей на дне камер 6 под их тяжестью клапаны 4 открываются и пропускают примеси в наклонные лотки 16. Сита очищаются щеточным механизмом 18.

Очистка зерна проводится следующим образом. Зерно, поступающее в приемную коробку 11, равномерно распределяется по ширине сепаратора шнеком 12 и задвижками 13 и тонким потоком течет вниз по каналу 10, где проветривается струей воздуха. Попадая на сита 14 и 15, оно освобождается от грубых примесей, а на сите 17 отделяются мелкие примеси. Очищенное зерно сходом идет с сита 17 в канал 5, где проветривается еще раз.

При первичной очистке зерна отделяются в основном грубые примеси, поэтому производительность сепаратора в 3—4 раза выше, чем при более тщательной вторичной очистке зерна.

Очистка ячменя на триере. Для отделения примесей, отличающихся от целых зерен ячменя длиной, используют триеры.

Рабочим органом в триере является цилиндр с ячейками, выбирающими короткие частицы или отделяющими основную культуру (ячмень) от длинных зерен овса или овсюга.

Цилиндрический триер (рис. 19) представляет собой горизонтальный цилиндр 1, на внутренней поверхности которого имеются ячейки 2 и шнек 4. Цилиндр и шнек жестко связаны между собой и вращаются одновременно. Лоток 3 свободно подвешен на валу шнека и может устанавливаться под нужным углом. Зерно 5 поступает в цилиндр с торцевой стороны через приемную коробку. При вращении цилиндра зерна заполняют ячейки и поднимаются на некоторую высоту; длинные частицы, не укладываемые в ячейках полностью, при малом угле подъема, выпадают из них, возвращаются в зерновую массу и выводятся в конце цилиндра. Короткие частицы, целиком укладываемые в ячейках, удерживаются в них, поднимаются выше и выпадают в лоток. Для

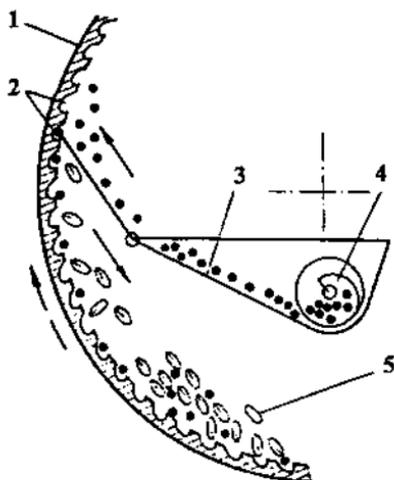


Рис. 19. Схема устройства цилиндрического триера

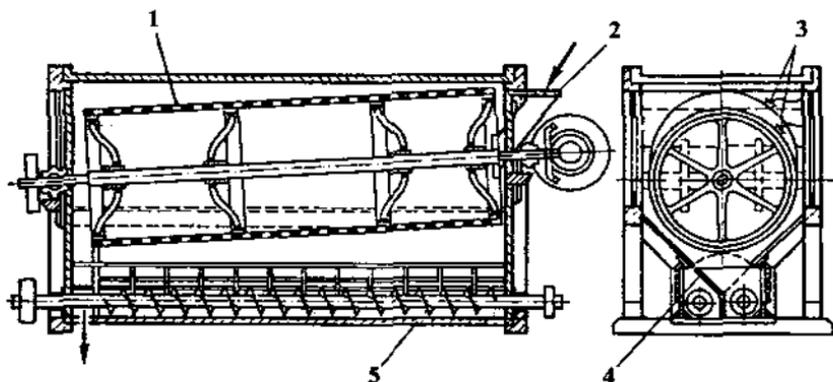


Рис. 20. Цилиндрическая сортирующая машина

выделения половинчатых зерен и шаровидных примесей диаметр ячеек триера предусмотрен 6,25–6,5 мм, а для выделения овса или овсюга 9,5–10 мм.

Разделение зерна по сортам. Для деления ячменя на три сорта используют цилиндрические сита с продолговатыми отверстиями шириной 2,2 и 2,5 мм. Проходом через первое сито с шириной отверстий 2,2 мм идут шушлые зерна (III сорт); сквозь второе сито проходят зерна средней величины (II сорт); а наиболее крупные и тяжелые зерна (I сорт) поступают сходом с этих сит. При делении на четыре сорта ширина отверстий сит равняется 2,2; 2,5 и 2,8 мм.

В машине для сортирования ячменя (рис. 20) сортируемое зерно непрерывно подается через приемное отверстие 2 внутрь вращающегося барабанного сита 1. Под барабаном расположены два шнека 5, которыми отводится ячмень III и II сорта. Каждый шнек перекрыт клапанами 4 во избежание смешивания рассортированного зерна. От застрявших зерен сито очищается щетками 3.

Исходный и разделенный на сорта ячмень имеет разный состав и неодинаковую способность к прорастанию (табл. 7).

Зерно, поступающее в переработку, очищают от кусочков проволоки, металлической окалины, гвоздей и др. на электромагнитном сепараторе.

Таблица 7

Показатель	Ячмень несортированный	Ячмень сортированный размером, мм		
		более 2,5	2,2–2,5	менее 2,2
Экстрактивность, % на СВ	76,0	79,0	76,3	71,1
Белок, % на СВ	12,0	10,9	11,5	14,6
Масса 1000 зерен, г	40	44	38	24
Энергия прорастания, %	92	95	91	88
Способность прорастания, %	95	98	96	93

Замачивание ячменя

§ 1. Цель замачивания ячменя

Перед проращиванием ячмень замачивают в воде. При этом удаляются оставшиеся после очистки и сортирования легкие зерновые и незерновые примеси. Зерно при замачивании дезинфицируют и доводят до влажности, оптимальной для солодоращения.

Если влажность зерна не более 14%, то вся вода в нем находится в связанном состоянии и ее достаточно только для поддержания жизнеспособности зерна. При влажности, превышающей 15%, в зерне появляется свободная вода, в которой начинают растворяться питательные вещества и перемещаться к зародышу. Свободная вода создает возможность переноса ферментов из алейронового слоя и зародыша в эндосперм, где они переводят резервные вещества зерна в растворимые, усвояемые зародышем. Таким образом, с появлением свободной воды ускоряются биохимические процессы, связанные с жизнедеятельностью зародыша, усиливается дыхание зерна, активизируется деятельность ферментов.

Степень замачивания — это суммарная влажность зерна, которая складывается из первоначальной его влажности и количества воды, поглощенной во время замачивания.

Активные жизненные процессы в зерне проявляются при влажности 30%, а при 38% ячмень прорастает быстро и равномерно, однако хорошее растворение эндосперма и накопление ферментов наблюдаются при влажности 44–48%.

Очистка ячменя от пыли и грязи, активация его жизнедеятельности достигается энергичным перемешиванием его с водой и продуванием воздуха. Легкие примеси всплывают вверх и удаляются. Для уничтожения микрофлоры зерна в замочную воду добавляют дезинфицирующие вещества.

§ 2. Превращения в зерне при замачивании

При замачивании объем зерна увеличивается на 35–40%. Изменяются его физические свойства: твердое и хрупкое зерно после замачивания становится мягким и эластичным вследствие набухания веществ коллоидной дисперсности, из оболочек зерна экстрагируются соли, дубильные и другие вещества и оболочки становятся более проницаемыми. При замачивании в воду переходят сахара, пентозаны, азотистые и минеральные вещества, всего теряется около 1% сухих веществ зерна. Кроме того, со сплавом уносится от 1 до 2% сухих веществ зерна.

Зародыш зерна поглощает воды больше, чем другие его части, что происходит, благодаря большей проницаемости кончика зерна, где находится зародыш, и наличию в его составе значительного ко-

личества белковых веществ, обладающих гидрофильными свойствами (гидрофильность — это способность удерживать воду).

С увеличением содержания воды сильно возрастает энергия дыхания зерна. Например, при аэробном (кислородном) *дыхании*, когда реакция протекает при избытке кислорода, в процессе замачивания 1 кг зерна за 1 ч поглощает 63 мг кислорода. При таком расходе имеющегося в воде кислорода достаточно только на 15 мин, поэтому для поддержания нормального дыхания в замочную воду подают сжатый воздух.

Если же кислорода в воде недостаточно, то может наступить анаэробное дыхание, при котором происходит более быстрое разрушение запасных веществ зерна с образованием этилового спирта и диоксида углерода. Даже в очень малых количествах спирт тормозит развитие зародыша зерна, а при концентрации спирта 0,8% рост зародыша подавляется.

Отрицательно влияет на жизненный процесс зерна и присутствие диоксида углерода, накапливающегося в замочной воде как при аэробном, так и анаэробном дыхании.

На скорость замачивания сильно влияет *температура* воды: чем она выше, тем быстрее проникает вода в зерно, что объясняется увеличением броуновского движения молекул и снижением вязкости воды. Например, при температуре воды 15°C продолжительность замачивания зерна на 1/3 короче, чем при 10°C. Но с ростом температуры усиливается жизнедеятельность микроорганизмов, находящихся на поверхности зерна. Поэтому оптимальной температурой замачивания легкоразрыхляемого ячменя принято считать 10–12°C, так как при более низкой температуре сильно тормозится развитие зародыша, а при более высокой — интенсивно развиваются микроорганизмы. Трудноразрыхляемые ячмени замачивают при повышенной температуре.

На некоторых заводах применяют «теплое» замачивание ячменя (при 18°C и выше), что способствует интенсификации процесса. Но такое замачивание возможно лишь при использовании активных дезинфицирующих веществ и сильной аэрации зерна.

На скорость замачивания влияет также *размер зерна*. Крупное зерно замачивается дольше. Например, продолжительность замачивания ячменя толщиной 2,8 мм примерно на 1 сутки больше, чем ячменя толщиной 2,2 мм.

Только одинаковые по размеру зерна достигают при замачивании одинаковой влажности и равномерно развиваются при проращивании. Поэтому необходимо перед солодоращением разделять ячмень по размеру зерен на сорта.

Вода поглощается зерном неравномерно: в первые 25–30 ч замачивания влажность зерна увеличивается очень быстро (примерно на 1% за 1 ч) и достигает 35–40%, а за последующие 30–40 ч влажность повышается всего лишь на 4–5%.

На скорость замачивания влияет также *солевой состав* замочной воды. В мягкой воде ячмень замачивается быстрее, чем в жесткой, поэтому для замачивания зерна желательно использовать воду жесткостью до 3,5 ммоль/дм³.

Зерно должно замачиваться до оптимальной степени влажности, характерной, например, для естественного прорастания в почве (примерно 44–45%). При большем поглощении воды может разрушаться оболочка зерна, утрачивая свойства полупроницаемой мембраны, и в зерно начнут проникать из воды соли, что приведет к гибели зародыша.

Легкоразрыхляемые ячмени замачивают до влажности 43–44% в течение 46–48 ч и проращивают их по холодному режиму. Трудно-разрыхляемые ячмени замачивают до 46–47% за 56–62 ч.

В процессе замачивания в зерне происходит глубокая перестройка всего ферментативного комплекса, активирование ферментов, особенно амилолитических и протеолитических. Изменяется также состояние белковых веществ, в зерне уменьшается содержание нерастворимых соединений, а растворимых — увеличивается. Замачивание зерна можно считать первой стадией его проращивания.

§ 3. Оборудование для замачивания ячменя

Перед мойкой замочный аппарат освобождают от диоксида углерода, например, разбрызгиванием воды в течение получаса и дезинфицируют насыщенным раствором негашеной извести или 2%-ным раствором хлорной извести. В случае использования других антисептиков следует соблюдать рекомендации по его применению.

Мойка и дезинфекция зерна. Мойку зерна и замачивание осуществляют в открытых замочных аппаратах, оборудованных водяной и воздушной коммуникациями для подачи свежей воды и сжатого воздуха, устройствами для аэрации, перемешивания и перекачивания зерна.

Замочный аппарат (рис. 21) для солодовни периодического действия представляет собой цилиндрический сосуд с коническим дном. На поверхности конического днища укреплены кольцевые барботерные кольца 1, к которым по воздуховодам 4 подводится сжатый воздух под давлением до 0,3 МПа для перемешивания и

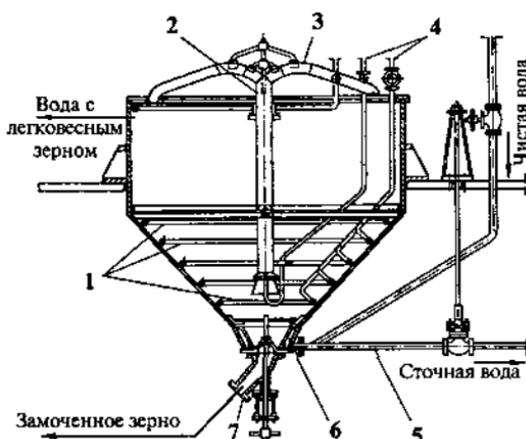


Рис. 21. Замочный аппарат

мойки зерна. В центре укреплена труба 2 для перекачивания зерна вверх (работает как эрлифт — воздушный насос), снизу в расширенный конец этой трубы введена трубка 4 для подачи сжатого воздуха. На верхнем конце трубы 2 установлено сегнерово колесо 3 для равномерного распределения зерно-водной смеси по поверхности.

В нижней конической части аппарата имеется решетка 6 для задержания зерна при спуске воды через трубу 5.

На верхней кромке аппарата сделан вырез, через который сливается грязная вода с всплывшими легковесными зернами (сплавом).

При мойке зерно постепенно засыпают сверху в аппарат с водой. Снизу через решетку 6 подают воду, а через барботерные кольца пропускают сжатый воздух. Загрязненная вода, легковесные зерна и примеси вытесняются через верхний вырез в ловушку.

Центральная труба 2 предназначена для водовоздушного перекачивания зерна снизу вверх. При подаче сжатого воздуха в ней образуется смесь воды, зерна и пузырьков воздуха, которая имеет почти в 2 раза меньшую плотность, чем окружающая трубу смесь воды и зерна. Поэтому такая зерно-вода-воздушная смесь легко поднимается вверх в сегнерово колесо, вращающееся вокруг своей оси, и равномерно распределяется по сечению аппарата.

Замочное зерно спускают из аппарата по трубе 7, закрываемой задвижкой.

Вместимость и число замочных аппаратов определяются производительностью солодовни. Полная вместимость замочных аппаратов принимается из расчета 2,3–2,4 м³ на 1 т сухого ячменя, так как при замачивании объем ячменя увеличивается примерно на 45%, кроме того, должен быть запас объема 5–10% для перекачивания.

При любом способе замачивания зерно должно быть предварительно промыто. Для этого чистый замочный аппарат на 1/3 объема заполняют водой и тонкой струей засыпают туда зерно, доливая аппарат водой с таким расчетом, чтобы уровень ее был выше зерна. Смесь воды и зерна при этом интенсивно перемешивают сжатым воздухом.

Первая вода предназначена для промывания зерна, в ней оно находится 1–1,5 ч. За это время всплывают легкое зерно и примеси, которые тут же удаляются. После этого ячмень моют вторично, вытесняя первую грязную воду чистой, подаваемой снизу. Промывание зерна в аппарате продолжается до тех пор, пока оно не станет чистым. Затем в воду в аппарате добавляют концентрированные растворы дезинфицирующих веществ и оставляют зерно на 2–3 ч. В зимнее время рекомендуется использовать замочную воду температурой 20–25°С.

При замачивании ячменя непрерывным током воды и воздуха дезинфицирующие вещества не применяются.

На 1 т зерна расходуется 300 г стандартной (содержащей 33% активного хлора) хлорной извести; 1,5–3 кг негашеной извести СаО, или из расчета на 1 м³ замочной воды 200–300 см³ концентрированной серной кислоты; 10–15 г КМпО₄; 300 см³ 40%-ного раствора формалина.

Для дезинфекции применяют также 0,15%-ный раствор щелочи (NaOH). Это благоприятно отражается и на качестве замачивания, так как щелочная среда разрыхляет оболочку зерна, что способствует экстрагированию полифенольных и горьких веществ из оболочки зерна и улучшает вкус пива. При этом разрушаются и удаляются антоцианогены, являющиеся частью полифенольных веществ, и локализованные в клетках алейронового слоя красящие вещества. Поэтому замочная вода сильно окрашивается.

На крупных пивоваренных заводах мойку и дезинфекцию зерна проводят в дополнительно установленном моечном аппарате, который отличается от замочного отсутствием барботерных колец в конической части. Для основного замачивания чистое зерно перекачивают в другие замочные аппараты. Применение моечных аппаратов существенно упрощает процесс замачивания зерна и повышает качество солода.

Для того, чтобы обеспечить подачу зерна в замочные аппараты и выгрузку его из них самотеком, отделение для замачивания ячменя размещают между зернохранилищем и солодовней.

§ 4. Способы замачивания ячменя

Замачивание промытого и продезинфицированного ячменя проводят воздушно-водяным способом, в непрерывном потоке воды и воздуха, оросительным и воздушно-оросительным способами при температуре не ниже 12°C и не выше 17°C.

При *воздушно-водяном замачивании* зерно попеременно находится то под водой (водяное замачивание), то без нее (воздушное замачивание). Такое чередование повторяется через каждые 3—6 ч.

Для поддержания аэробного дыхания через зерно каждый час в течение 10 мин продувают воздух независимо от того, находится ли оно под водой, или на воздухе. Через 8 ч зерно вместе с замочной водой перемешивают сжатым воздухом в течение 40 мин, перекачивая смесь через центральную трубу замочного аппарата. При замачивании ячменя с высоким содержанием белка (более 12,7%) температуру замочной воды не поднимают выше 11°C. Для зерна с низкой способностью прорастания длительность воздушных пауз увеличивают.

При проведении «теплого» замачивания (18°C) в аппарате чаще меняют воду и более интенсивно аэрируют зерно, так как дыхание зерна и развитие зародыша усиливаются и больше выделяется диоксида углерода. К моменту загрузки зерна из аппарата температура последней воды должна быть не выше 15°C и подают ее непрерывным потоком в течение 2 ч. При этом способе замачивания для дезинфекции в воду часто добавляют хлорную известь. Однако в конце замачивания ячмень следует обязательно отмывать от хлора, который придает пиву неприятный привкус.

Замачивание зерна в непрерывном потоке воды и воздуха. При обычном способе замачивания растворенный в воде кислород потребляется ячменем в течение первых 15 мин, и периодическое продувание воздухом не обеспечивает равномерного дыхания зерна. Поэтому был разработан способ с непрерывной подачей в замочный аппарат с зерном предварительно насыщенным воздухом воды. По данному способу обеспечивается постоянное снабжение зерна аэрированной водой постоянной температуры, что создает условия для более быстрого прорастания зерна, которое начинается уже в замочном аппарате.

Для замачивания зерна в непрерывном потоке воды и воздуха на трубопроводе для воды монтируют смеситель воды и воздуха, куда подводят сжатый воздух. Для непрерывной подачи воды рядом устанавливают напорный бак. Воду, насыщенную воздухом, подают в аппарат снизу в таком количестве, чтобы на поверхности воды непрерывно проскакивали пузырьки воздуха. В этом случае зерно снабжается кислородом непрерывно. При работе по этому способу замачивание зерна происходит быстрее, чем при воздушно-водяном, и ускоряется процесс его прорастания.

По способу замачивания в непрерывном потоке воды, насыщенном воздухом, после наполнения аппарата водой и загрузки ячменя смесь перемешивают 5–10 мин воздухом, удаляют слав, выдерживают в воде зерно в течение часа, повторяют перемешивание и удаление слага, а затем устанавливают постоянный поток воды и воздуха.

При *оросительном замачивании* после мойки и удаления слага поверхность зерна в замочном аппарате непрерывно орошается распыляемой водой, подаваемой через медленно вращающееся сегнерово колесо. Вода при распылении насыщается воздухом, проходит через слой зерна, увлекая с собой накопившийся диоксид углерода, и выводится снизу. Высота слоя зерна не выше 1 м. Зерно находится под водой первые 6–8 ч, остальное время вода поступает только через оросительное устройство.

При оросительном замачивании в высоких аппаратах зерно замачивается и прорастает неравномерно: в верхних слоях быстро, в нижних остается недомоченным. Поэтому оросительное замачивание лучше сочетать с аэрацией зерна снизу вверх.

Воздушно-оросительное замачивание является комбинированным способом, по которому зерно периодически орошается водой, а путем отсоса воздуха из межзернового пространства создаются стабильные условия аэробного дыхания зерна. Для этого над замочным аппаратом устанавливают сегнерово колесо или коллектор с форсунками для орошения водой поверхности зерна. Внизу аппарата в подситовом пространстве вварена труба, с помощью которой аппарат подключается к вакуум-наосу.

Этот способ замачивания осуществляется в следующем порядке: чисто вымытое зерно вначале оставляют под водой на 4 ч, воду

спускают, в течение 18–20 ч орошают водой с периодическим аэрированием. Затем попеременно оставляют то под водой на 2–4 ч, то без воды на 12–20 ч с орошением. Зерно орошают в аппарате водой через форсунки или через сегнерово колесо в течение 15 мин, затем из нижней части аппарата вакуум-насосом отсасывают воздух в течение 15 мин и после этого создают продолжительную (1 ч) воздушную паузу, когда зерно находится в покое. В такой последовательности операции повторяются до достижения в зерне требуемой влажности. По этому способу зерно под водой находится в течение 30% всей продолжительности процесса замачивания, а 70% времени орошается и аэрируется.

Определение степени замачивания зерна. Степень замачивания ячменя вычисляют по массе 1000 зерен, определяемой до замачивания и после него, предварительно установив влажность сухого зерна.

При *органолептическом определении степени замачивания* готовое к соложению зерно сжимают большим и указательным пальцами вдоль длинной оси. При этом не должна чувствоваться жесткая структура зерна и должно быть слышно легкое потрескивание отделяющейся от эндосперма оболочки зерна.

На поперечном срезе ячменя в центре должно быть видно небольшое сухое белое пятнышко величиной с булавочную головку, а остальная масса эндосперма влажная, имеет желтоватый цвет.

Расход воды на мойку и дезинфекцию 1 т зерна составляет около 10 м³ воды, *воздуха* 140–160 м³.

Проращивание ячменя

§ 1. Биохимические процессы, протекающие при проращивании

Замоченный ячмень проращивают в токовых или пневматических солодовнях. В пневматических через слой проращиваемого зерна продувают воздух определенной влажности, температуры и интенсивности аэрации. При этом в зерне протекают сложные морфологические и биохимические превращения. К *морфологическим* превращениям относят развитие зародыша и нарушение клеточной структуры эндосперма, к *биохимическим* — активацию ферментов, превращение сложных веществ в простые и процесс дыхания.

При проращивании у зерна появляется зародышевый корешок (глазок), проникающий через плодовую, семенную оболочки и цветочные пленки в то место, где зерно было прикреплено к колосу. Разрываются клетки зародышевого корешка, и появляется несколько новых корешков (ростки), которые, в свою очередь, покрываются капиллярными волосками. Одновременно с этим начинает развиваться зародышевый листок (проросток, или стебелек), который прорывает плодовую и семенную оболочки и, увеличива-

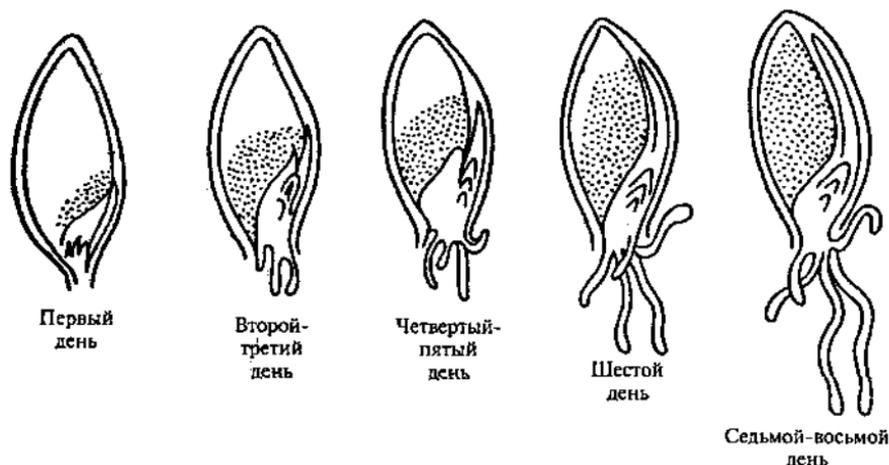


Рис. 22. Схема растворения эндосперма по дням проращивания зерна и соответствующим им дням развития зародыша

ьясь, продвигается между семенной оболочкой и цветочными пленками. Проросток должен развиваться только до определенной величины, не достигая вершины зерна.

На рис. 22 показано растворение эндосперма ячменя по дням проращивания зерна.

В начале развития питание зародыша зерна обеспечивается за счет небольшого запаса питательных веществ (сахара, аминокислот, минеральные вещества и др.), которые находятся вокруг зародыша и, растворяясь в воде, поступившей в зерно при замачивании, питают его. Для дальнейшего развития зародыша требуется постоянный приток низкомолекулярных питательных веществ, образованию которых способствуют гидролитические, ферментативные процессы.

Активация ферментов и расщепление резервных веществ эндосперма ячменя становятся возможными лишь при наличии в зерне свободной влаги. Под действием ее крахмал, белки, пектиновые вещества и др. набухают и переходят в состояние, в котором легко атакуются ферментами. Клеточные стенки становятся более проницаемыми.

По мере проращивания часть крахмальных зерен эндосперма и вещества, связывающие их, растворяются. Эндосперм становится настолько мягким, что легко растирается между пальцами. Такое разрыхление зерна при солодоращении изменяет его плотность. Обычно плотность массы зерна ячменя составляет $1,3 \text{ г/см}^3$ и оно тонет в воде. Плотность хорошо разрыхленных (растворенных) зерен солода меньше единицы. Поэтому при погружении в воду они плавают. Зерно плохо растворенного (стекловидного) солода тонет.

При соблюдении технологического режима солодоращения ростки зародыша достигают 1,5–2-кратной длины зерна. Зародыш листа (стебелек) с зачатками листьев, располагающийся под цветочными

пленками в виде язычка, достигает полной длины зерна. Если не прекратить проращивание зерна, то зародышевый листок прорвется наружу и образует проростки белого цвета. У тонкопленчатых ячменной цветочные пленки прорываются легче, поэтому проростки могут появиться и на ранней стадии солодоращения.

На морфологические изменения зерна и на глубину его растворения влияет интенсивность аэрации ячменя при проращивании. Слабая аэрация замедляет рост корешков, и растворение эндосперма протекает быстрее. Интенсивная аэрация способствует росту корешков и листовой части зародыша, но при этом усиливается дыхание и расходуется больше питательных веществ.

При высокой температуре и влажности аэрируемого воздуха и низкой влажности зерна рост зародыша усиливается, но ослабляются растворение эндосперма и поступление питательных веществ к зародышевому листку (проростку). В результате этого получается солод с длинными и тонкими корешками.

Активация и образование ферментов. В спелом зерне меньшая часть ферментов находится в активном состоянии, а большая часть связана с белками и поэтому не активна. При прорастании зерна белки под действием протеолитических ферментов расщепляются, и связанные с ними ферменты переходят в свободное, активное состояние. В первую очередь растворяется белковое окружение крахмальных зерен. Это позволяет открыть доступ к их гемицеллюлозным стенкам. Действие гемицеллюлаз делает доступным содержимое крахмальных зерен для воздействия α -амилазы. Накопление ферментов происходит не только в результате перехода их в свободное состояние, но и в результате новообразования в алейроновом слое и зародыше. Значительную роль в этом играет гибберелловая кислота (ГК) — ростовое вещество, образующаяся в прорастающем зерне. Она поступает из зародыша к щитку и затем к алейроновому слою, где вызывает образование и активацию ферментов. То есть ГК является индуктором образования ферментных систем (рис. 23).

Образовавшиеся из высокомолекулярных веществ под действием ферментов низкомолекулярные вещества из эндосперма через щиток



Рис. 23. Схема образования ферментов в ячмене при проращивании:

а — β -амилаза; б — эндо- β -глюканаза; в — α -амилаза; г — протсаза; д — фосфатаза; гк — гибберелловая кислота;

1 — корешки; 2 — цветковая (мякинная)

оболочка; 3 — листок; 4 — плодовая (семенная) оболочка;

5 — базальный слой; 6 — алейроновый слой; 7 — зародыш

листа; 8 — эндосперм; 9 — клетки эпителия; 10 — зародыш;

11 — щиток; 12 — зародыш корня.

поступают к зародышу, где служат основой для образования новых веществ, а также для участия в процессе дыхания.

В непроросшем зерне α -амилаза не определяется аналитическими методами, а при прорастании, по-видимому, частично переходит из связанного в активное состояние и частично образуется вновь. β -Амилаза в покоящемся зерне содержится в свободной и связанной формах, на вторые-пятые сутки проращивания зерна количество активной β -амилазы значительно увеличивается. Растет активность и других ферментов.

Активность ферментов в солоде и скорость их накопления при проращивании зависят от сорта и состава ячменя, способа проращивания, интенсивности аэрации и температуры процесса. При солодоращении активность амилалитических ферментов возрастает в 3–5 раз, протеолитических — примерно в 2,5 раза, фосфатаз — в 5–7 раз, α -глюкозидазы — в 2 раза.

Во время проращивания в солоде увеличивается активность полифенолоксидазы, но в готовом солоде сохраняется только часть ее активности, окисляющей антоцианогены.

Активирование и образование ферментов идет параллельно с жизнедеятельностью зародышевого корешка.

Ферменты могут действовать при высоких температурах и в отсутствие кислорода, когда зародыш погибает. Эту их способность используют при солодоращении: сначала прорастающему зерну подают достаточно кислорода для образования ферментов, а затем подачу воздуха прекращают. При этом ферменты продолжают действовать, растворяя эндосперм, а зародыш почти не развивается. Это дает возможность уменьшать потери ценных веществ зерна.

Способность ферментов сохранять свою активность при высокой температуре используют при сушке солода. Повышая температуру в солодосушилке, зародыш убивают, почти не снижая активности ферментов. Поэтому при затирании ферменты продолжают свою работу.

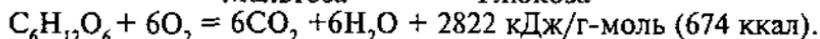
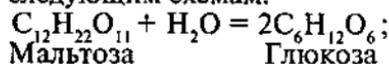
Ферменты в зерне распределены неравномерно, большая часть их находится в зародыше, в эндосперме, прилегающем к щитку, и в периферийных частях зерна.

Дыхание зерна. В прорастающем зерне под действием ферментов начинается расщепление всех высокомолекулярных соединений (крахмала, белка и, др.) и превращение их в простые низкомолекулярные вещества, которые затем расходуются на рост зародыша. Проращивание зерна сопровождается интенсивным дыханием — потреблением кислорода и образованием диоксида углерода. Основным материалом для дыхания служат углеводы, но в дыхании могут участвовать также кислоты, жиры, азотсодержащие вещества. Все процессы при дыхании определяются и регулируются действием ферментов.

Различают два вида дыхания: аэробное, когда реакция протекает при избытке кислорода, и анаэробное, вызываемое недостат-

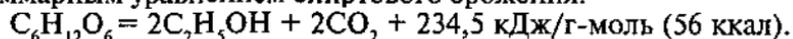
ком кислорода, повреждением растительных тканей и инактивацией дыхательных ферментов.

Баланс химических превращений углеводов при аэробном дыхании происходит по следующим схемам:



По этой схеме мальтоза ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), образовавшаяся из крахмала под действием ферментов превращается в глюкозу ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), которая окисляется до диоксида углерода и воды с выделением теплоты.

При недостаточном притоке воздуха во время замачивания и проращивания нарушается естественное дыхание зерна, что наблюдается, например, при проращивании зерна в высоком слое, когда в массе зерна накапливается диоксид углерода и повышается температура. Это вызывает анаэробное дыхание, протекающее в соответствии с суммарным уравнением спиртового брожения:



Глюкоза Этиловый
 спирт

В последней реакции на каждую молекулу глюкозы, израсходованную на дыхание, выделяется в 12 раз меньше теплоты и в 3 раза меньше диоксида углерода, чем при аэробном дыхании. Поэтому, чтобы обеспечить себя необходимой энергией, зерно должно расходовать намного больше сахара, чем при аэробном дыхании. При хорошей аэрации обеспечивается более эффективное в энергетическом отношении аэробное дыхание и снижается расход углеводов, затрачиваемых на анаэробное дыхание.

То есть повышение температуры зерна и приток кислорода воздуха усиливают интенсивность дыхания, а накапливающийся диоксид углерода замедляет дыхание.

Подавление анаэробного дыхания в присутствии кислорода и развитие аэробного дыхания в этих условиях получило название *эффекта Пастера*.

В зависимости от интенсивности аэрации в прорастающем зерне, кроме диоксида углерода всегда образуется некоторое количество органических кислот, спиртов и эфиров, благодаря чему свежепроросший солод приобретает специфический запах, напоминающий запах свежих огурцов.

При чистом аэробном дыхании дыхательный коэффициент, представляющий собой отношение объемов выделившегося диоксида углерода и поглощенного кислорода, будет равен единице.

На разных стадиях замачивания и проращивания ячменя величина дыхательного коэффициента неодинакова. В начале замачивания ячменя дыхательный коэффициент больше единицы, т. е. в это время диоксида углерода образуется больше, чем потребляется кислорода. В конце солодоращения, наоборот, дыхательный коэффициент меньше

единицы, т. е. кислорода потребляется больше, чем выделяется диоксида углерода.

Потери экстрактивных веществ зерна на дыхание значительны, величина их зависит от условий проращивания и сорта ячменя.

В табл. 8 показаны потери сухих веществ ячменя по дням проращивания.

Таблица 8

Длительность проращивания, сут	Температура проращивания, °С	Потери сухих веществ ячменя, %	
		на дыхание	на ростки
Первые	14,5	1,08	—
Вторые	15	1,70	0,45
Третьи	17	1,99	0,84
Четвертые	18	0,99	1,07
Пятые	16	0,61	1,06
Шестые	14	0,51	0,13
Седьмые	14	0,21	0,02

Наибольшие потери экстрактивных веществ наблюдаются на третьи сутки проращивания, а затем они начинают уменьшаться. В конце цикла потери в 5 раз меньше, чем в первые сутки.

Практически установлено, что для получения солода с хорошей растворимостью, высокой ферментативной активностью и минимальными потерями сухих веществ процесс солодоращения должен протекать медленно, при возможно низких температурах.

Превращение углеводов. В непроросшем зерне основное количество углеводов находится в нерастворенной форме. Небольшое количество растворимых сахаров (около 2%), содержащееся в зародыше, расходуется в начале проращивания, а затем потребность в питательных веществах удовлетворяется благодаря реакциям расщепления высокомолекулярных веществ, прежде всего крахмала. Крахмал содержится в клетках в виде круглых и овальных зерен, окруженных гемицеллюлозными мембранами и связанных между собой белковыми веществами (см. рис.3). Поэтому расщеплению крахмала предшествует расщепление гемицеллюлоз и белков соответствующими ферментами.

Крахмал на 80% состоит из амилопектина и на 20% из амилозы. Часть его расщепляется под действием амилотических ферментов (α - и β -амилаз), разрывающих связь α -(1-4). β -Амилаза воздействует на молекулу амилозы или амилопектина и отщепляет от цепи полисахарида молекулы мальтозы вплоть до места, где цепь имеет ответвление [α -(1-6)-связи]. α -Амилаза действует на внутренние связи и образует декстрины, состоящие примерно из 6 глюкозных остатков. Образующиеся декстрины становятся доступными для действия β -амилазы. Мальтоза расщепляется β -глюкозидазой до глюкозы.

Таким образом, в результате гидролиза крахмала образуется смесь олигосахаридов, декстринов и моносахаридов.

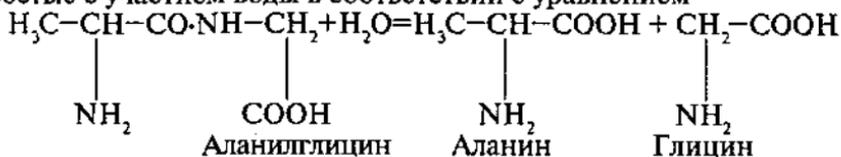
Ячмень и солод содержат ферменты, гидролизующие β -глюкан: эндо- β -глюканазу, вызывающую резкое снижение вязкости раствора β -глюкана за счет разрыва цепочки полисахарида изнутри, и экзо- β -глюканазу, последовательно отщепляющую от нередуцирующего конца молекулы полисахарида углевод целлобиозу. Для пивоварения наибольшее значение имеет эндо- β -глюканаза. При замачивании активность этого фермента не изменяется, а при проращивании нарастает и в готовом солоде она в 10–20 раз больше, чем в ячмене.

Часть сахаров, образовавшихся при гидролизе крахмала, расходуется на дыхание и образование новых клеток в процессе развития зародыша.

Концентрация сахаров в свежепроросшем солоде примерно в 3,5 раза больше, чем в исходном ячмене, а содержание крахмала к концу проращивания ячменя становится на 4–6% меньше.

Изменение азотсодержащих веществ. При солодоращении ячменя высокомолекулярные азотистые соединения (белки) под воздействием протеолитических ферментов претерпевают глубокие изменения. При этом снижается содержание водонерастворимого белка и повышается содержание водорастворимого белка и продуктов его ферментативного гидролиза (аминокислот и полипептидов). Считается, что в процессе солодоращения до 40% азотистых веществ становятся водорастворимыми. В действительности белковых веществ распадается значительно больше, однако часть образующихся аминокислот расходуется на развитие зародыша, а часть снова превращается в водонерастворимые белковые соединения.

Протеолитические ферменты относятся к классу гидролаз, точнее, пептидгидролаз, они расщепляют сложные соединения на более простые с участием воды в соответствии с уравнением



Таким образом, ферменты, разрывая в полипептидной цепочке пептидную связь ($-\text{CO}\cdot\text{NH}-$), присоединяют по месту разрыва воду и образуют две аминокислоты.

Солод содержит 3 группы *пептидгидролаз*: аминопептидазы, карбоксипептидазы, дипептидазы. *Аминопептидазы* действуют при наличии в молекуле субстрата свободной α -аминной группы, расщепляют пептиды и амиды, содержащие N-концевые аминокислоты. *Карбоксипептидазы* расщепляют в полипептидах пептидную связь, находящуюся рядом со свободной карбоксильной группой пептида. *Дипептидазы* катализируют гидролитическое расщепление дипептидов на свободные аминокислоты.

Протеолитические ферменты, называемые *протеиназами* (папаин), гидролизуют внутренние пептидные связи в молекулах белков и полипептидов, поэтому носят название эндопептидаз.

При проращивании ячменя активность аминопептидазы увеличивается в 1,7–2 раза; карбоксипептидазы в 10–20 раз, по сравнению с ячменем. Дипептидаза наиболее активна в замоченном зерне, затем во время проращивания во второй стадии солодоращения ее активность падает. Активность эндопептидазы на пятые сутки солодоращения увеличивается в 3–12 раз по сравнению с ячменем.

Глубина растворения высокомолекулярной фракции белковых веществ влияет на качество солода и пива. При слабом растворении белков пиво плохо фильтруется и осветляется, а при понижении температуры в пиве появляется муть. Пиво, полученное из солода с сильным белковым растворением, имеет низкую пеностойкость, не обладает полнотой вкуса.

Показателем качественной оценки солода, точнее глубины распада белковых веществ, служит формольное число, т. е. число миллиграммов формольного азота в 100 г сухого вещества (СВ) солода (формольный азот — это аминный азот, определенный при использовании формалина). Солод, содержащий более 230 мг формольного азота, считается перерастворенным, 200–230 мг — очень хорошо растворенным, 180–200 мг — хорошо растворенным, ниже 180 мг — плохо растворенным.

Наиболее интенсивный распад белков совпадает с максимумом накопления и активности протеолитических ферментов (обычно на 5 сутки рашения). В результате солодоращения теряется около 11% сухих веществ зерна и до 13% белковых веществ.

Действие цитолитических ферментов. В переходе структуры зерна в рыхлое состояние большую роль играют цитазы — цитолитические ферменты, в состав которых входят целлюлазы, гемицеллюлазы, глюканазы, ксиланазы, пектиназы и др. Они действуют, в основном, на вещества стенок клеток эндосперма. Под влиянием гемицеллюлазы стенки клеток эндосперма растворяются и становятся проницаемыми для других ферментов (оптимальные условия их действия рН 5 и температура 45°C), то есть крахмал и белок делаются доступными для амилаз и протеаз.

Гемицеллюлозу и гумми-вещества атакуют две группы ферментов: эндо-β-глюканаза и экзо-β-глюканаза. Эндо-β-глюканаза, разрывая связи внутри молекулы β-глюкана, сильно снижает вязкость растворов и поэтому оказывают значительное влияние на технологические процессы пивоварения. При низкой вязкости пивного сусла ускоряется процесс его приготовления, а пониженное содержание β-глюкана приводит к повышению стойкости готового пива. Экзо-β-глюканаза отщепляет от концов молекул полисахаридов молекулы сахара. Во время солодоращения β-глюкан превращается в β-глюкановые декстрины, растворы которых имеют более низкую вязкость,

затем в олигосахариды, включая целлобиозу, и так — до глюкозы. Меньшую часть гумми-веществ составляют пентозаны, которые под действием ферментов распадаются до редуцирующих сахаров.

Оценить, насколько эффективно действуют цитолитические ферменты солода, можно по снижению вязкости лабораторного сусла.

Изменение жиров. В зерне ячменя содержится около 2% жира, при проращивании количество его уменьшается за счет окисления и расщепления ферментом липазой на глицерин и карбоновые кислоты. Жир разрушает пену в пиве, поэтому переход жира в пиво нежелателен.

Изменение рН и титруемой кислотности. Водная вытяжка ячменя имеет рН 6, свежепроросшего солода 6,25, но титруемая кислотность значительно повышается вследствие расщепления углеводов, белковых веществ и образования органических кислот (молочной, янтарной, яблочной, аминокислот). Кислотность повышается также в результате дезаминирования аминокислот, т. е. процесса, в котором от аминокислот отщепляются щелочные аминогруппы и они превращаются в оксикислоты.

Титруемая кислотность ячменя, солода (при титровании с фенолфталеином) выражается в см³ 1 н раствора NaOH, израсходованного на титрование 100 см³ лабораторного сусла. Нормальная кислотность для ячменя составляет 7–11; для свежепроросшего светлого солода 10,5–15; темного 11,5–15,5; для сухого светлого солода 14–17,5, темного 13,5–17 см³ на 100 г экстракта.

Изменение растворимого экстракта. Масса водорастворимых веществ при солодоращении (в результате ферментативных процессов) увеличивается примерно в 2 раза. Отдельные компоненты зерна растворяются по-разному. Так, из-за низкой активности амилаз крахмал при солодоращении расщепляется лишь на 4–6%. Зато при затирании (температура 65–75°C), когда достигается максимум активности амилаз, он расщепляется полностью. Белковые вещества при солодоращении расщепляются больше, чем при затирании, так как протеолитические ферменты имеют более низкий температурный оптимум.

§ 2. Температура, продолжительность солодоращения и аэрация

Солодоращение при температуре 13–16°C обеспечивает умеренный рост зародыша и максимальное накопление амилалитических ферментов, при этом достигается глубокий распад белковых веществ. Следует учитывать, что ячмени, выращенные в жарком климате, лучше подвергать солодоращению при повышенной температуре, а ячмени, выращенные в холодном климате, — при пониженной температуре.

Температура проращивания светлого солода не должна превышать 18°C, для темного солода допускается 21–23°C. В темном солоде должно быть большое количество аминокислот и моносахаридов, которые взаимодействия при высокой температуре образуют красящие

вещества, называемые меланоидинами, и ароматические вещества. Однако накопление высокой концентрации аминокислот возможно только при глубоком протеолитическом расщеплении белковых веществ проращиваемого зерна, что достигается при повышенной температуре. С повышением температуры активируются и амилолитические ферменты, способствующие накоплению сахаров.

Продолжительность ращения светлых солодов принята 7–8 сутки, темных солодов — 9 сутки.

Биологические и ферментативные процессы при солодоращении регулируются интенсивностью аэрации. На первой стадии ращения, когда происходит накопление основной массы ферментов, требуется приток кислорода. При низкой интенсивности аэрации и повышенной концентрации CO_2 в газовой среде происходит торможение развития зародыша. Поэтому процесс солодоращения делится на две стадии: первая (1–4 сут), когда подается достаточное количество воздуха, характеризуется ростом зерна и накоплением ферментов; вторая (5–7 сут), когда подача кислорода воздуха ограничена, жизнедеятельность зародыша притормаживается, и происходят основные ферментативные процессы.

Для получения солода хорошего качества необходимо, чтобы содержание CO_2 в воздухе не превышало 20%. При большей его концентрации нарушается нормальное дыхание зерна, развитие зародыша останавливается, и начинается автолиз (саморазрушение) зерна.

§ 3. Способы проращивания ячменя

Ферментативное разрыхление и растворение компонентов ячменя происходят при его проращивании, а образование ароматических, вкусовых, красящих веществ — в процессе сушки солода.

При приготовлении светлого солода стараются достичь высокой амилолитической активности, хорошего растворения эндосперма с накоплением умеренного количества аминокислот и достаточного содержания растворимых белков и пептонов. Концентрация дисахаридов в этом солоде составляет около 10% на абсолютно сухое вещество, а моносахаридов — не более 2%.

Ячмень проращивают в специальных помещениях, называемых *солодовнями*. Солодовня оборудована аппаратами и машинами для очистки, сортирования (подработки) и замачивания зерна, проращивания и сушки его, отделения ростков, кондиционирования воды и воздуха. Различают токовые и пневматические солодовни. Если проращивание ячменя проводят на бетонном или асфальтовом полу (на току) в тонком слое, солодовню называют *токовой*. Такие солодовни на современных заводах не применяются, они остались только на заводах малой мощности. Проращивание ячменя в специальных механизированных ящиках или барабанах с искусственной аэрацией зерна называется пневматическим, а солодовни такого типа — пневма-

тическими *ящичными*, если проращивание ведется в ящиках, и *баранными*, если оно осуществляется во вращающихся барабанах.

Стены и потолки солодовен должны быть хорошо изолированы во избежание конденсации влаги при понижении наружной температуры.

Проращивание ячменя в токовой солодовне. Токовая солодовня размещается в одноэтажном или многоэтажном здании с гладким полом (током). Температуру в рабочем помещении поддерживают 10–12°C, относительную влажность воздуха 85–90% (но не ниже 80%). Длительность проращивания (7–8 сут) зависит от качества и сорта приготавливаемого солода. При солодоращении выделяется большое количество диоксида углерода, поэтому солодовни оборудованы приточной и вытяжной вентиляцией.

Перед выгрузкой замоченного ячменя площадь тока тщательно моют, дезинфицируют хлорной известью или раствором $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и снова моют. Перед выгрузкой из замочного аппарата ячмень немного подсушивают, выдерживая его около 2 ч без воды. Затем зерно подают на ток, где укладывают слоем не выше 40 см. Края слоя, называемого *грядкой*, заделывают так, чтобы не было рассыпанных зерен. Длина и ширина грядки определяются размерами тока. Высота грядки зависит от температуры замоченного ячменя: при замачивании теплой водой зерно слегка перемочено и уже проклюнулось, поэтому его укладывают более тонким слоем; если температура в солодовне низкая и вода для замочки была холодной, зерно укладывают в грядку более толстым слоем, чтобы оно нагрелось.

В грядке зерно выдерживают около 12 ч без ворошения, затем для удаления из слоя накопившегося в процессе дыхания диоксида углерода и регулирования влажности и температуры зерно в грядке перелопачивают (перебрасывают лопатой). При перелопачивании зерно проветривается и распределяется таким образом, чтобы более подсушенное зерно из верхнего и боковых слоев попало вниз и в середину грядки, а наиболее влажное зерно из нижних слоев — наверх. Для этого свободную площадь поверхности тока смачивают водой и на нее укладывают верхний слой грядки, затем по этому слою веером разбрасывают средний слой грядки, а в конце перелопачивают зерно нижнего слоя.

Таким образом, при перелопачивании в три приема наиболее сухой и холодный верхний слой зерна оказывается внизу, а нижний, наиболее сырой и теплый — наверху.

Частота перелопачивания зависит от температуры воздуха в солодовне, влажности солода, степени растворения эндосперма и других факторов. При первом перелопачивании грядки ее высоту снижают до 25–35 см, в дальнейшем грядку «распускают» с таким расчетом, чтобы высота ее к концу солодоращения уменьшилась до 12–15 см.

Солодоращение на току делят на стадию развития и интенсивного проращивания зерна (первые 3–4 сутки) и стадию энергичного растворения эндосперма (последующие 3–4 сутки).

В первой стадии накапливаются ферменты, происходит усиленный рост зародыша, резервные вещества переходят в растворимое состояние и расходуются на синтез новых веществ зародыша, часть углеводов идет на дыхание. На 3 или 4 сутки жизненные процессы активизируются, ростки сильно развиваются, становятся курчавыми, а слой солода более рыхлым. Если не затормозить рост зародыша, температура в зерне сильно повысится, и корешки солода могут завянуть. Для торможения развития зерна грядку перелопачивают, постепенно снижая высоту слоя до 20—30 см и не допуская увеличения температуры более 17°C. В первые дни зерно перелопачивают через 12 ч, а затем — через каждые 8 ч.

Во второй стадии солодоращения накопившиеся и активированные ферменты интенсивно растворяют резервные вещества эндосперма. Процесс идет быстро, растворимые вещества не успевают расходоваться на рост зародыша, и избыток их накапливается в эндосперме. На этой стадии проросшее зерно энергично дышит, выделяя много CO_2 и теплоты. Приток кислорода со свежим воздухом, поступающим при перелопачивании, усиливает дыхание. На второй стадии перелопачивание является наиболее эффективной операцией по регулированию процесса солодоращения.

На первой стадии солодоращения испаряющаяся влага конденсируется на поверхности зерна в верхнем слое в виде капель. Если в первые 8—10 ч температура в зерне не повышается и в верхнем слое не образуются капли конденсата, то грядку опрыскивают водой (около 10 дм³ на 1 т сухого ячменя). На второй стадии процесса солод не опрыскивают водой, так как это может привести к развитию плесени.

Солод с хорошо развитыми корешками склонен к схватыванию, при котором корешки переплетаются, и аэрация слоя зерна затрудняется. При изготовлении светлых солодов стараются не допустить схватывания слоя зерна. Только для труднорастворимых ячменей допускается схватывание на 5—6-й день. Для темного солода первое схватывание рекомендуется на 5—6 сутки, и второе — на 7 сутки проращивания.

В таблице 9 указан примерный режим получения светлого солода в токовой солодовне.

При полной готовности светлого солода эндосперм зерна легко растирается между пальцами, длина корешков должна быть от $3/4$ до $1\frac{1}{2}$ длины зерна, а длина зародышевого листочка $1/2$ — $3/4$ длины зерна.

Темный солод проращивают 9 сут, режим его приготовления отличается от режима приготовления светлого солода. Ячмень замачивают до влажности 45—47%, температура проращивания 20°C. Готовый солод имеет более длинные корешки (в 1,5—2 раза длиннее зерна) и зародышевый листок ($3/4$ или целая длина зерна).

Для готового темного солода характерно более полное растворение эндосперма и повышенное содержание аминокислот и сахаров. Это достигается выдержкой солода в течение 15—18 ч без перело-

Длительность проращивания, сут	Высота грядки, см	Максимальная температура зерна, °С	Число перелопачиваний в сутки	Характеристика прорастающего зерна
Первые	40	14	2	Наклеивание зерна. Эндосперм упругий (резиноподобный)
Вторые	25–35	15	2	Появление 2–3 корешков. Около зародыша едва заметна зона растворения
Третьи	20–30	16–17	2–3	Хорошее развитие корешков
Четвертые	20–30	17,5	3	Сочные и курчавые корешки. Зародышевый листочек достиг половины длины зерна. Эндосперм в нижней половине зерна разрыхлен
Пятые-Шестые	20–25	17,5	3	То же
Седьмые	15–20	17	2	Небольшое подвяливание корешков. Листочек равен 3/4 длины зерна. Не разрыхлена только верхушка эндосперма
Восьмые	12–15	15–16	2	Сильное подвяливание корешков. Листочек достигает длины зерна. Эндосперм полностью разрыхлен

пачивания. При этом накапливается большое количество диоксида углерода, дыхание затухает, а ферментативные процессы усиливаются. Потери сухих веществ зерна на дыхание и развитие ростков при проращивании темного солода достигают 10% и более.

При соблюдении оптимальных условий проращивания в токовых солодовнях получают солод самого высокого качества, что объясняется возможностью непосредственно наблюдать за ходом процесса и оперативно управлять им. Но при осуществлении этого способа нужны большие производственные площади и затраты ручного труда, солод подвержен заражению плесневыми грибами. Механизация работ с солодом в токовых солодовнях затруднительна, а съем сухого солода с 1 м² производственных площадей примерно в 4 раза меньше, чем в механизированных пневматических солодовнях. Поэтому на современных заводах отдается предпочтение пневматическим солодовням.

Проращивание ячменя в ящичной солодовне. Действие пневматической солодовни основано на продувании очищенного и увлажненного воздуха с определенной температурой (называемого кондиционированным) через высокий слой замоченного и прорастаю-

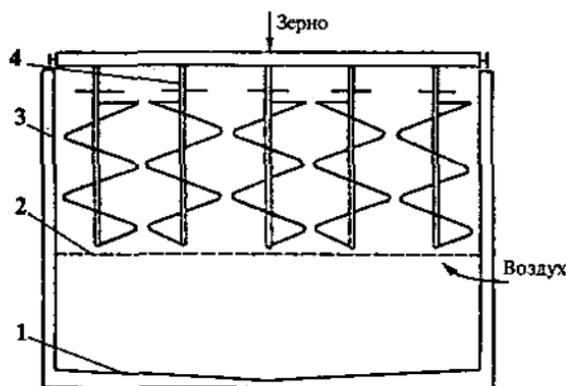


Рис. 24. Схема ящика для солодоращения

шего зерна. При этом из слоя зерна удаляется избыток диоксида углерода, обеспечивается приток кислорода воздуха и регулируется температура. Аппарат для проращивания зерна и установка для подготовки и продувания воздуха являются основными частями пневматической солодовни. Ворошение зерна обеспечивается шнековыми ворошителями.

Ящичная солодовня состоит из нескольких длинных открытых солодорастильных ящичков, разделенных между собой стенкой.

Солодорастильный ящик (рис. 24) в плане имеет прямоугольную форму. Основное дно 1 сделано с небольшим уклоном для стока воды. Второе (ситчатое) дно 2, на которое укладывают замоченный ячмень, сделано из углеродистой оцинкованной стали. Шелевидные отверстия в ситах имеют размер примерно $(1,5-2,0) \times 25$ мм. Живое сечение сит составляет не менее 15% от общей площади поверхности. Через подситовое пространство в слой зерна подают кондиционированный воздух. Стенки 3 ящика над ситами делают высотой 1,1–1,75 м, стенки подситового пространства около 2 м, а для ящичков со съемными щитами 0,6–0,7 м. На стенках ящика установлен передвижной солодovorошитель 4 с вертикальными шнеками.

Перед загрузкой сита стенки и пол очищают от примесей, моют, подситовое пространство обрабатывают 2%-ным раствором хлорной извести. Замоченный ячмень вместе с водой подают из замочного аппарата в ящик и с помощью шнекового ворошителя распределяют на сите ровным слоем высотой 0,60–0,85 м.

Вначале продуванием кондиционированного воздуха зерно подсушивают, а затем в нем поддерживают аэробные условия дыхания и необходимую температуру. На 5–6 сутки высота проращиваемого слоя солода достигает 0,8–1,1 м.

Для обеспечения нормального процесса проращивания зерна продуваемый воздух должен иметь 100%-ную влажность и температуру на 2°C ниже температуры солода. Увлажнение и доведение воздуха до требуемой температуры осуществляется в камерах кондиционирования, оборудованных распылительными устройствами для воды и теплообменниками для подогревания или охлаждения воздуха.

Для приготовления солода с повышенной ферментативной активностью в первые пять суток проращивания независимо от температуры зерна продувают свежий воздух. На 5–6 сутки свежий воздух

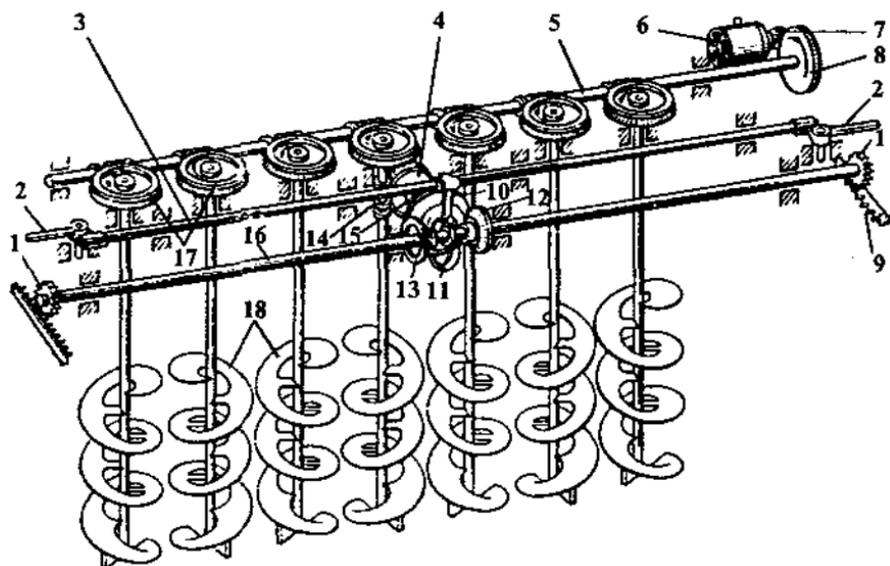


Рис. 25. Схема работы шнекового ворошителя

смещают с отработавшим, а к концу проращивания количество отработавшего воздуха в смеси увеличивают.

Разница температур между верхним и нижним слоями солода должна поддерживаться 2–4°С.

В случае подсыхания верхнего слоя зерна его доувлажняют распылением воды через форсунки, установленные на ворошителе, или другим способом.

Ворошение солода в ящичной солодовне проводится два раза в сутки шнековым ворошителем. Передвигаясь из одного конца ящика в другой, вращающиеся навстречу друг другу шнеки ворошителя перемешивают солод, поднимая нижние слои наверх.

На рис. 25 приведена схема шнекового солодоворошителя. Вращение шнеков и поступательное движение ворошителя вдоль ящика осуществляется от электродвигателя 6, на вал которого насажена шестерня 7, которая находится в зацеплении с шестерней 8, размещенной на валу 5. На этот же вал насажены червяки, приводящие во вращение через червячные колеса 17 шнеки 18. На валу одного шнека размещен червяк 14, который через шестерню 4 и валик 15 приводит во вращение коническую шестерню 13. Эта шестерня находится в постоянном зацеплении с двумя коническими шестернями 12, свободно вращающимися на валу 16, но не имеющими осевого перемещения. Между шестернями 12 на валу 16 насажена на скользящей шпонке двусторонняя кулачковая муфта 11, которая с помощью вилки 10 может перемещаться вдоль вала 16 от одной шестерни до другой. При крайнем положении муфты 11 (левом или правом) ее

кулачки входят в зацепление с торцевыми кулачками шестерен 12, и вал 16 начинает вращаться в том или ином направлении.

На концах вала 16 расположены звездочки 1, которые, перекачиваясь по цевочным рейкам 9, укрепленным на стенках ящика, передвигают ворошитель вдоль ящика. Каретка ворошителя снабжена четырьмя колесами, которыми она опирается на стенки ящика.

Для изменения направления движения ворошителя с помощью рычага 2, тяги 3 и вилки 10 кулачковую муфту 11 выводят из зацепления с работающей шестерней 12 и вводят в зацепление с противоположной. Обычно перевод муфты осуществляется автоматически при контакте рычага 2 с неподвижным упором в конце пути.

Питание электродвигателя производится через кабель, свободно подвешенный над ящиком на натянутой проволоке.

Шнековым ворошителем выравнивают слой ячменя в ящике и осуществляют ворошение солода при проращивании.

При проращивании ячменей нормального качества ворошение проводят два раза в сутки. Температурный режим проращивания указан в таблице 10.

Таблица 10

Длительность проращивания, сут	Рекомендуемая температура в солоде, °С
Первые	12–14
Вторые	14–15
Третьи	15–16
Четвертые	16–17
Пятые-шестые	15–16
Седьмые-восьмые	14–15

Примечание. Температура в ящиках регулируется продолжительностью продувания воздуха.

При переработке высокобелковых или трудно растворимых ячменей температуру солода повышают до 20°С и на 5–6 сутки солод ворошат до 3 раз в сутки.

Свежепроросший солод, выращенный в ящичной солодовне, по своему химическому составу близок к токовому. В результате уменьшения потерь на дыхание и развитие ростков выход солода и его экстрактивность примерно на 1% выше, чем выход солода, приготовленного из такого же ячменя в токовой солодовне.

Проращивание ячменя в солодовне с передвижной грядкой. В солодовне с передвижной грядкой, отличающейся от обычной ящичной солодовни только наличием ковшового ворошителя вместо шнекового, проращиваемое зерно постепенно перебрасывается ковшовым ворошителем вдоль ящика от места загрузки зерна до места выгрузки солода.

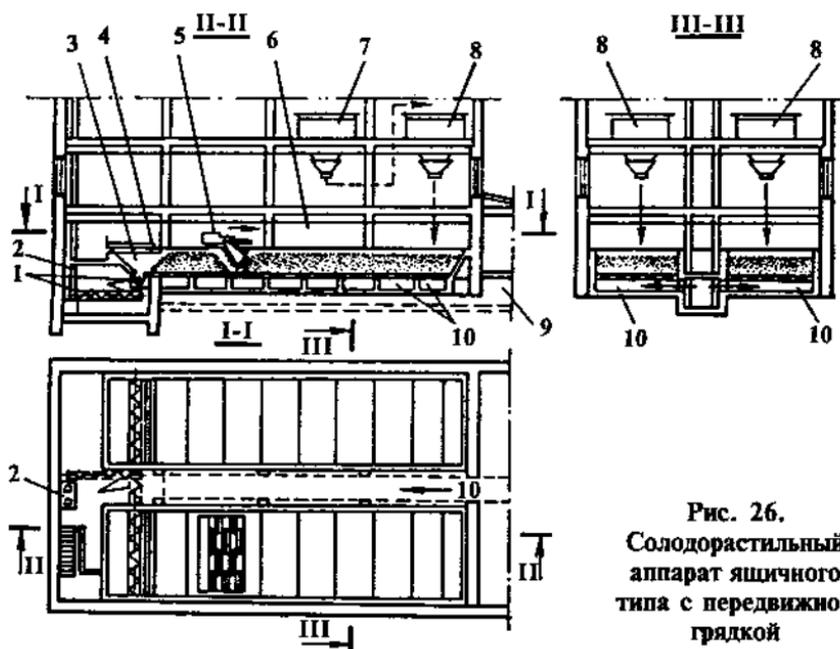


Рис. 26.
Солодорастильный
аппарат ящичного
типа с передвижной
грядкой

Солодовня с передвижной грядкой (рис. 26) представляет собой длинный ящик 6, в котором подситовое пространство разделено в поперечном направлении перегородками на секции 10, число которых равно или кратно числу суток ращения солода.

Замоченное зерно из чанов 7 и 8 выгружается на площадь сита, расположенную над первой и второй подситовыми секциями. Перемещение зерна на сита последующих секций и его ворошение проводятся через каждые 12 ч при помощи ковшового солодворошителя 5, установленного по ширине ящика передвижной грядкой и передвижаемого из одного ящика в другой с помощью тележки 4. Ворошение зерна и перемещение грядки по сити на площадь, равную площади одной подситовой секции, осуществляется в направлении, обратном движению ворошителя. На освободившуюся площадь сита вновь загружается замоченное зерно. Режим ращения и продувки зерна кондиционированным воздухом применяется такой же, как и для механизированных ящиков.

Масса готового свежепросошедшего солода выгружается в бункер 3 ковшовым ворошителем, а из бункера подается на сушку шнеком 1 и ковшовым элеватором 2.

Чистка, санитарная обработка сит и подситового пространства растительного ящика производятся последовательно для каждого отсека по суткам ращения через каждые 8 суток. Чистку сит и дезинфекцию проводят вне ящика. Мойку и дезинфекцию ворошителя выполняют вместе с обработкой сит отсека первого дня ращения.

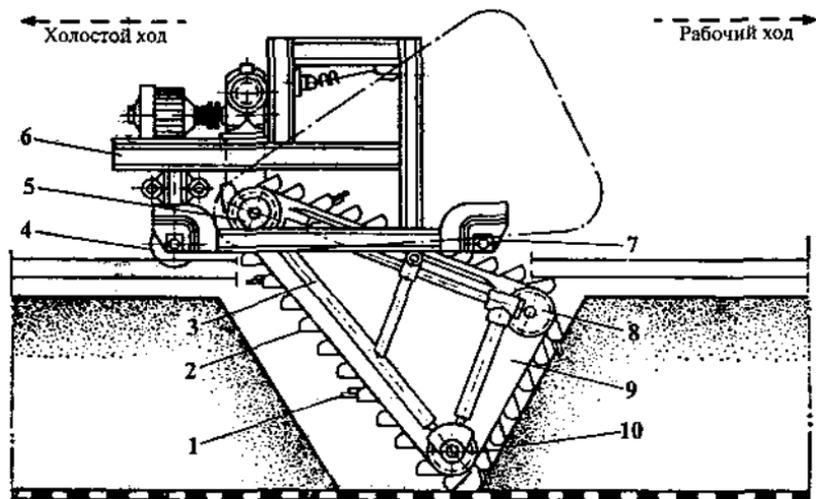


Рис. 27. Ковшовый ворошитель солода

Кондиционированный воздух для продувания зерна нагнетается вентилятором в канал 9, проходящий вдоль ящика, а затем — в каждое отделение подситового пространства. Подачу воздуха в отделения регулируют с помощью шиберов.

Основными узлами ковшового ворошителя (рис. 27) являются каретка 6, ковшовый конвейер 9 и привод. Каретка ворошителя колесами 4 и 7 опирается на рельсы, уложенные на продольные стенки ящика. От электропривода осуществляется передний (рабочий) ход ворошителя с двумя скоростями и задний (холостой) ход.

Ковшовый конвейер состоит из рамы 3, цепей с ковшами 2 и трех звездочек 5, 8 и 10. Конвейер 9 может подниматься в крайнее верхнее положение, соответствующее холостому ходу, или опускаться до ситчатого пола ящика.

При рабочем ходе ворошителя освободившаяся площадь сит очищается от застрявших зерен щетками и резиновыми скребками 1. Пройдя по всей длине ящика и перебросив всю массу проращиваемого зерна на 1 шаг (шаг равен 1,5 м), ворошитель автоматически останавливается и возвращается в исходное положение с поднятым вверх ковшовым транспортером.

Проращивание ячменя в барабанной солодовне. На ряде заводов эксплуатируются пневматические барабанные солодовни. Такая солодовня состоит из группы солодовенных барабанов и установки для кондиционирования воздуха. Ворошение зерна осуществляется вращением самих барабанов.

Солодовенный барабан с плоским ситом (рис. 28) представляет собой стальной горизонтальный цилиндр 7, опирающийся двумя бандажами 5 на опорные ролики 9. К одному из бандажей прикреп-

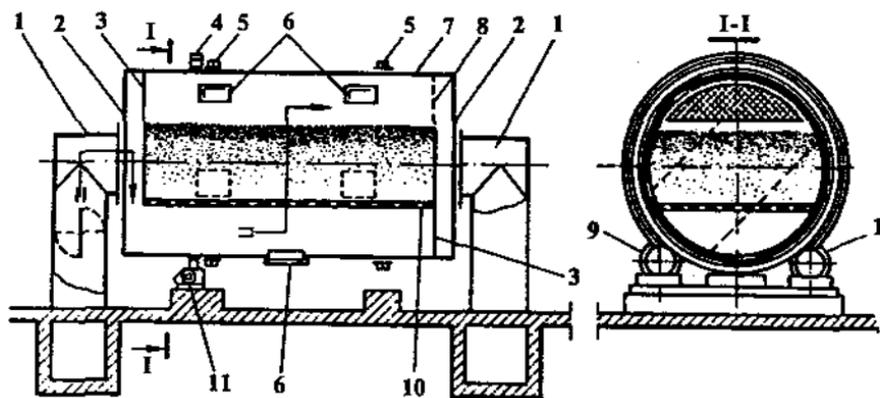


Рис. 28. Солодорастильный барабан с плоским ситом

лена червячная шестерня 4, находящаяся в зацеплении с червяком 11, приводящим во вращение барабан. На корпусе барабана имеются люки 6 для загрузки замоченного зерна и выгрузки солода, для мойки и дезинфекции барабана.

Внутри барабана закреплено плоское сито 10, куда ровным слоем укладывается проращиваемое зерно. С торцов барабан имеет по два днища: через наружные днища 2 введены с уплотнением концы воздухопроводов 1, а внутренние днища 3 ограничивают с торцов рабочую зону барабана. Между наружными и внутренними днищами образованы камеры для подачи кондиционированного воздуха и вывода отработавшего.

Замоченное зерно загружают на сито через верхние люки 6. После закрытия люков барабан приводится во вращение для выравнивания слоя зерна. Зерно при этом в течение 1–1,5 ч продувают неувлажненным воздухом для его подсушивания. Затем барабан останавливают и выдерживают 4–6 ч. Ращение зерна происходит в неподвижном барабане при нижнем горизонтальном положении сита. Кондиционированный воздух температурой 10–14°С нагнетается по левому воздухопроводу 1 в подситовое пространство, проходит через слой зерна и сетку 8 в правую камеру между днищами и далее — в правый воздухопровод 1.

Для перемешивания зерна барабан приводится во вращение — через 3 ч в первые-четвертые сутки и через 4–6 ч в пятые-шестые сутки. Во время вращения зерно в барабане не проветривают, так как оно закрывает выход воздуха через сетку 8. Для экономии энергии барабан вращается очень медленно (1 оборот за 45 мин).

Стандартный солодовенный барабан с плоским ситом вместимостью 12 т (по ячменю) имеет наружный диаметр 3,1 м, полную длину 9 м, массу без солода 11 т; потребляемую мощность электропривода 2 кВт.

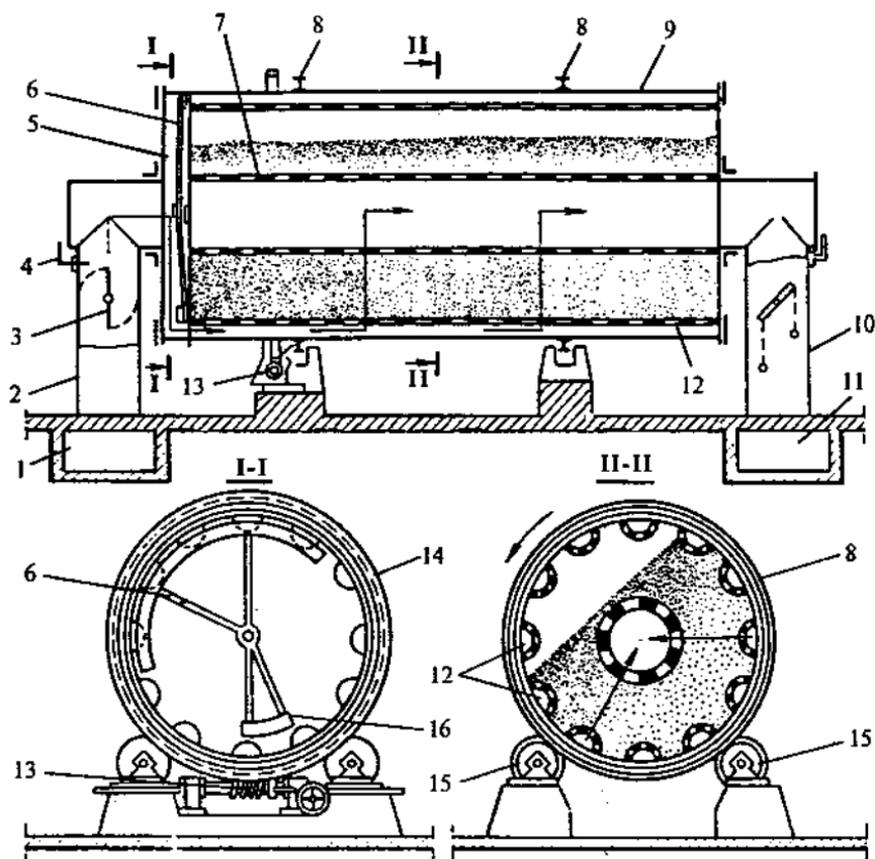


Рис. 29. Солодорастильный барабан с ситчатыми трубами

В последний день проращивания солод подвяливают, продувая неувлажненный воздух. Перед выгрузкой барабан вращают для разрыхления массы солода. Режим работы барабанной солодовни устанавливается в соответствии с качеством перерабатываемого ячменя.

Качество солода, выращенного в барабанной солодовне, хорошее. Он достаточно растворен, имеет свежий вид и чистый солодовый запах. Плесневение солода в барабанах происходит редко.

Кроме барабанов с плоским ситом для рашения солода используют *барабаны с ситчатыми трубами* (рис. 29). Такой барабан представляет собой стальной цилиндр 9 с двумя бандажами 8, лежащий горизонтально на двух парах опорных роликов 15. В центре барабана закреплена ситчатая труба 7, правый конец которой примыкает к основному днищу.

На корпусе барабана расположены периферийные ситчатые трубы 12, у которых концы, примыкающие к ложному (левому) днищу,

открыты, а противоположные концы закрыты наглухо съемными крышками. Трубы 12 служат для подачи кондиционированного воздуха в проращиваемое зерно, а из барабана через центральную трубу 7 отработавший воздух удаляется.

Для направления воздуха через слой зерна в камере 5, образованной основным и ложным днищами барабана, подвешена маятниковая заслонка 6, свободно посаженная на палец, укрепленный в центре ложного днища. При вращении барабана заслонка удерживается грузом 16 неподвижно на месте, перекрывая выходящие из слоя солода открытые концы периферийных труб 12.

Привод барабана состоит из червяка 13 и венечной шестерни 14. При продувании слоя зерна воздух из канала 1 проходит в вертикальный воздуховод 2, в котором имеются регулирующая заслонка 3 и термометр 4. Из воздуховода воздух попадает в камеру между днищами и далее через нижние периферийные трубы 12 (верхние трубы, находящиеся вне слоя солода, закрыты заслонкой 6) поступает в слой зерна. Отработавший воздух удаляется через центральную трубу 7, вертикальный воздуховод 10 в канал 11.

В барабанах с ситчатыми трубами проращиваемое зерно можно проветривать как во время покоя, так и во время вращения барабана.

В пневматических солодовнях вывешиваются данные технологического режима проращивания, а у каждого ящика или барабана должна быть табличка с указанием даты загрузки замоченного ячменя и фактический температурный режим во время проращивания.

Солодоращение в одном аппарате (Совмещенный способ солодоращения). Для производства солода в одном солодорастильном аппарате применяют два варианта. По первому предусмотрено совмещение всех процессов приготовления солода в одном аппарате, т. е. замачивание ячменя, солодоращение и сушка свежепросожденного солода; по второму — совмещены только замачивание и проращивание ячменя.

Для осуществления первого варианта каждый ящик размещают в отдельном помещении, термоизолированном, водонепроницаемом и оснащенном вытяжной вентиляцией.

На рис. 30 показана установка для производства солода с совмещением всех процессов в одном аппарате. Установка состоит из солодорастильного ящика 5 со шнековым ворошителем 4 и оборудования для подготовки и подачи воздуха, включающего вентилятор 1, паровой калорифер 2 для подогрева воздуха при сушке солода и кондиционер с оросительным устройством 3 для воздуха, используемого при замачивании и проращивании. Для орошения зерна вдоль ящика на корпусе ворошителя установлены форсунки или стационарные оросительные устройства.

Ширина ящика 4 или 7 м обуславливается размерами ворошителя, а длина — производительностью завода. Мойку зерна, отделение сплава, дезинфекцию осуществляют в моечном аппарате обычным способом. После этого зерно в моечном аппарате заливают водой и

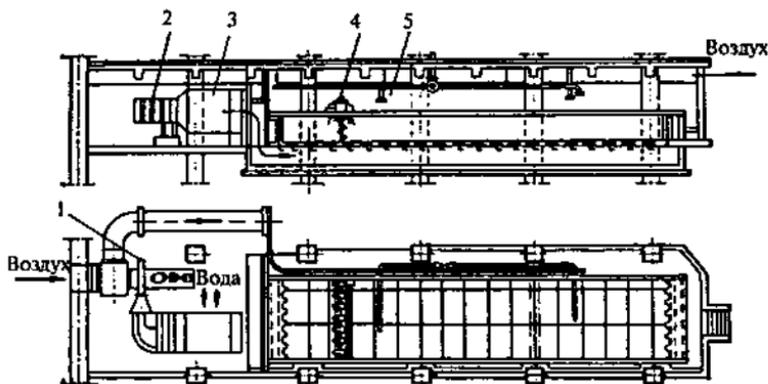


Рис. 30. Установка для замачивания, проращивания и сушки солода в одном аппарате

выдерживают в течение 6–8 ч при усиленном аэрировании. Затем зерно влажностью 20–25% подают в солодорастильный ящик, где с помощью ворошителя распределяют слоем толщиной около 60 см. В ящике ячмень замачивают воздушно-оросительным способом с использованием длительных воздушных пауз. Вода на орошение зерна подается температурой 12–14°C при ворошении. Первое ворошение проводят через 4–6 ч после загрузки ячменя, затем через 6–8 ч в зависимости от качества ячменя.

Периодически слой зерна продувают в течение 15 мин кондиционированным воздухом температурой 12–14°C и влажностью около 90%. Первое продувание – через 2 ч от начала замачивания, последующие – через 1 ч. Температуру в слое зерна поддерживают в пределах 13–15°C. Продолжительность замачивания составляет около 42 ч.

Этот способ замачивания создает благоприятные условия для развития зародыша, поэтому через 26–30 ч от начала замачивания зерно начинает прорасти. При достижении влажности 43–45% орошение зерна прекращают. Стадия замачивания переходит в стадию проращивания.

При проращивании через слой зерна периодически продувают кондиционированный воздух температурой 11–18°C и влажностью около 90%. Температуру в слое зерна регулируют изменением количества и температуры воздуха. При подсыхании зерна его доувлажняют орошением.

Периодичность ворошения: первый, четвертый и пятый день рашения – по 2 раза в сутки, второй, третий дни – по 3 раза в сутки. Температура в слое зерна должна быть в первый день 14–16°C, на второй-третий день 16–17°C, на четвертый 16–18°C, на пятый 14–16°C. Продолжительность проращивания 5–5,5 сут. Когда показатели свежепросоженного солода будут свидетельствовать о его готовности, производят сушку в том же аппарате.

Длительность сушки светлого солода зависит от скорости горячего воздуха, высоты слоя солода и составляет 24–36 ч. Горячий

Стадия сушки солода	Продолжительность сушки, ч	Температура воздуха в подситовом пространстве, °С	Изменение влажности солода в нижнем слое, %
I	6-9	40-50	20-45
II	8-12	60-65	9-20
III	4-6	65-70	7-9
IV	2-3	70-75	5-7
V	4-6	80-85	3

сухой солод охлаждают в ящике до 40–50°С продуванием воздуха, после чего выгружают в промежуточный бункер, а затем подают в росткоотбивную машину. Примерный режим сушки светлого солода приведен в таблице 11.

Способ замачивания, проращивания и сушки в одном аппарате ускоряет увлажнение зерна и начало его проращивания, интенсифицирует биохимические процессы в прорастающем зерне, что дает возможность сократить продолжительность приготовления солода на 1,5–2 сут, уменьшить расход воды на замачивание в 5 раз, сократить количество используемого оборудования и производственные площади.

Проращивание ячменя в шахтной солодовне с вертикальным потоком зерна. Проращивание солода в пневматической солодовне шахтного типа проводится непрерывным способом. Основу способа составляют оросительное замачивание ячменя и непрерывное проращивание в газовой среде с повышенным содержанием CO₂. Накопление диоксида углерода в межзерновом пространстве начинается уже спустя 50 ч от начала замачивания. При этом проращиваемый солод последовательно проходит зоны с повышенным содержанием CO₂ и обильной аэрацией (содержание CO₂ в межзерновом пространстве ниже 0,5%). Ячмень поступает в замочную камеру непрерывно, где орошается распыленной водой температурой 10–12°С. Такой способ орошения ячменя дает возможность вымывать диоксид углерода из межзернового пространства и поддерживать одинаковые условия замачивания по всему объему замочной камеры.

В процессе замачивания интенсивно развивается зародыш зерна. Уже через 48 ч от начала замачивания более 60% зерен имеют глазки, влажность достигает 43%. Весь процесс приготовления свежепросоженного солода, включая замачивание, происходит примерно за 176 ч, из них замачивание – 48 ч, ращение солода – 120 ч, подвяливание – 8 ч.

Солодовня шахтного типа (рис. 31) состоит из замочного аппарата для щелочной обработки ячменя, моечного аппарата, трех камер для замачивания, аппарата для отделения воды от зерна, двух

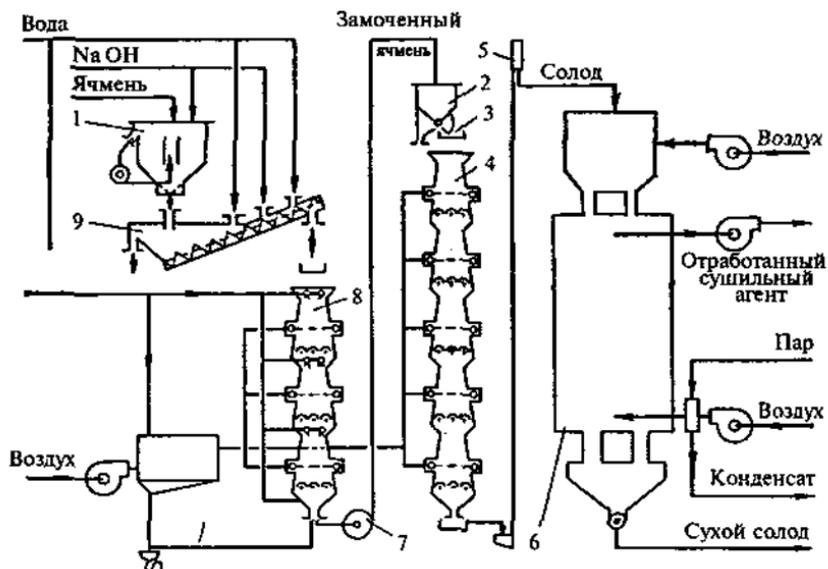


Рис. 31. Шахтная солодовня с вертикальным потоком зерна

шахт для рашения ячменя (каждая шахта разделена разгрузочными механизмами на пять камер; на рис. 31 показана только одна шахта), солодосушилки.

Камеры для замачивания и проращивания ячменя имеют прямоугольное сечение (в плане) с расходящимися книзу стенками. В стенках имеются отверстия, закрытые сетками, для проветривания зерна. В нижней части каждой камеры расположен разгрузочный механизм.

Солодовня работает следующим образом. Очищенное и отсортированное зерно гидротранспортером подают в замочный аппарат 1. В гидротранспортере ячмень отмывается от пыли и других загрязнений, а в замочном аппарате в течение 6 ч подвергается обработке 0,1%-ным раствором NaOH при температуре 9–10°C. Из замочного аппарата зерно направляется в моечный аппарат 9, где промывается и освобождается от легких примесей, и затем подается в первую камеру 8 для продолжения замачивания. Все три замочные камеры 8 расположены одна над другой в общей шахте и снабжены форсунками для орошения зерна водой. Продолжительность нахождения зерна в каждой камере около 16 ч.

Насосом 7 замоченное зерно перекачивают в аппарат 2, где в течение 3–4 ч оно освобождается от поверхностной влаги. Затем виброконвейером 3 ячмень подается в шахту 4 сверху и, проходя последовательно все пять солодорастильных камер, прорастает в течение 120 ч (по 24 ч в каждой камере) при следующих температурах: в первой и второй камерах при 15–16°C, в третьей – при 16–17°C, в четвертой и пятой – при 17–18°C. Солод перемешивается механизма-

ми, передающими его из верхних камер в нижние, и проветривается непрерывно. В средней части камер, где расположены продувочные сита, солод проветривается более интенсивно, а сверху и внизу камер в межзерновом пространстве создается повышенная концентрация диоксида углерода (до 10–12%), что способствует более полному растворению эндосперма зерна.

Свежепроросший солод из нижней солодорастильной камеры ковшевым элеватором 5 поднимается в солодосушилку 6.

При работе по этой схеме сокращается длительность солодоращения, уменьшаются потери сухих веществ на дыхание, экстрактивность солода достигает 80–81% на абсолютно сухое вещество.

Обработка высокобелковых ячменей. Для высокобелковых ячменей характерна слабая капиллярность тканей и, вследствие этого, слабая набухаемость, что вызывает замедление прорастания. Высокобелковым ячменям требуется повышенная степень замачивания — до 46–48% (в ящичных солодовнях до 50%). Возможно замачивание с меньшим количеством воды (около 30%), но с последующим добавлением ее в начале проращивания. Зерно следует тщательно аэрировать под водой и отводить диоксид углерода. Воздушную паузу держат до тех пор, пока зерно не просушится, т.е. вся влага не впитается с поверхности зерна. Температура замачивания 13°C, проращивания 15°C, длительность проращивания 5 дней.

В начале проращивания зерно увлажняют до требуемой влажности. Качество солода улучшается с увеличением времени ращения. До полного растворения ячмень следует проращивать с аэрацией, затем без нее. Длительное проращивание при низких температурах дает хороший солод, в то время как при высоких температурах качество солода ухудшается.

§ 4. Интенсификация процесса солодоращения

Применение активаторов для ускорения солодоращения. Добавление активаторов и ингибиторов нарушает равновесие функцией собственных биологически активных веществ, что приводит к ускорению процесса, снижению потерь на дыхание за счет подавления роста зародыша и развития корешков.

Обработка проращиваемого ячменя некоторыми химическими реагентами способствует более быстрому накоплению комплекса ферментов и растворению эндосперма зерна, в результате чего повышается качество солода, увеличиваются его выход и экстрактивность.

В качестве ускорителей (активаторов) процесса применяют *гиббереллин*, содержащий до 80% гибберелловой кислоты, а также молочную кислоту и диаммонийфосфат. Гибберелловая кислота в данном случае служит не активатором, а индуктором синтеза ферментов.

Гиббереллин хранят в темноте при температуре не выше 10°C. Необходимое количество его взвешивают на весах и растворяют в

этиловом спирте (10 см³ на 200 мг гиббереллина). Спиртовой раствор смешивают с водой.

Проращиваемое зерно опрыскивают водным раствором гиббереллина на 2 сутки от начала ращения во время ворошения или добавляют спиртовой раствор гиббереллина в замочную воду из расчета 150–200 мг гиббереллина на 1 т ячменя (в зависимости от качества зерна). Эта вода остается в замочном аппарате последние 6–8 ч, затем ее сливают и зерно направляют на проращивание.

Такой обработкой можно сократить продолжительность солодоращения на 2 дня с одновременным улучшением качества солода. Особенно эффективна обработка гиббереллином труднорастворимых ячменей. Но при этом следует учитывать, что солод, получаемый по такой технологии, имеет повышенную цветность в результате увеличения содержания низкомолекулярных веществ и полифенолов, а также то, что существует опасность перерастворения солода.

Молочную кислоту с диаммонийфосфатом применяют следующим образом. Через 5–6 ч после начала ращения зерно при перемешивании опрыскивают 7%-ным раствором молочной кислоты (из расчета 2 дм³ кислоты на 1 т зерна), а через 26–28 ч от начала ращения его орошают 3,3–4%-ным раствором диаммонийфосфата (из расчета 0,9 кг диаммонийфосфата на 1 т зерна).

Применение ферментных препаратов. С целью интенсификации солодоращения применяют ферментные препараты комплексного действия МЭК, Целловиридин Г20х и Целлюкласт 1,5Л. Мультиэнзимную композицию (МЭК) — смесь Амилосубтилина Г10х и Амилоризина П10х, а также Целловиридин Г20х и Целлюкласт 1,5Л используют для улучшения процесса растворения зерна из расчета 10 г препарата на 1 т ячменя — для МЭК и 0,005–0,1% для препаратов целлюлолитического действия.

Расчетное количество ферментного препарата предварительно растворяют в 5 дм³ воды, полученный рабочий раствор ферментного препарата добавляют в последнюю замочную воду, зерно хорошо перемешивают и оставляют на 6–8 ч, продувая через каждые 2 ч воздух. Ферменты препаратов проникают в наклюнувшееся зерно через разрыв чехлика оболочки и ускоряют процесс разрыхления эндосперма.

Применение МЭК дает возможность сократить срок солодоращения на 1 сут при использовании ячменя I класса, а для ячменя II класса — улучшить качественные показатели получаемого солода. Использование целлюлолитических препаратов также повышает качество солода.

Метод перезамачивания ячменя при производстве солода. Одним из способов интенсификации процесса солодоращения является использование метода перезамачивания. Суть его заключается в том, что на стадии проращивания ячмень погружают на определенное время в воду, при этом наблюдается замедление или прекращение роста корешков, повышается влажность зерна, что ускоряет растворение эндосперма.

В соответствии с данной технологией солодоращения замачивание зерна и начало проращивания проводят в замочном аппарате, оборудованном наклонными конусными ситами. Процесс ведется при температуре 18–20°C. После окончания дезинфекции зерно интенсивно перемешивают сжатым воздухом в течение 3–5 мин каждый час. Во время воздушных пауз его продувают в течение 12 ч воздухом по 15–20 мин каждые 1–2 ч. Затем выдерживают под водой 6–10 ч при аэрации в течение 5–10 мин каждые 3 ч. После замачивания до влажности 41–42% проводят проращивание зерна в течение 20–40 ч, продувая воздухом каждые 1–2 ч по 15–20 мин. Затем его заливают водой и добавляют раствор хлористого кальция (из расчета 1–1,5 г CaCl₂ или 0,15–0,20 г бромида калия на 1 кг исходного ячменя). Зерно оставляют в растворе на 3–5 ч при температуре 12–15°C, при этом влажность его в конце перезамачивания возрастает до 47–48%. Затем зерно промывают и направляют в солодорастильный ящик на 48–72 ч, где проводят продувание зерна воздухом температурой 14–16°C, чтобы влажность его снизить до 41–45%.

Общая продолжительность замачивания и проращивания при этом способе сокращается от 10 до 5–6 суток за счет активной аэрации, повышенных температуры и степени замачивания. При этом уменьшаются потери экстрактивных веществ, а выход солода увеличивается на 2%.

§ 5. Качественные показатели свежепросоженного солода

В результате проращивания замоченного ячменя получают свежепросоженный солод, который отличается от ячменя наличием корешков, влажностью, растираемостью мучнистого тела.

Свежепросоженный солод имеет своеобразный запах зеленых огурцов. Наличие затхлого или кислого запаха может быть только при переработке поврежденного или сильно загрязненного ячменя. Кислый и фруктовый запах свидетельствует о протекании анаэробного дыхания, вызванного недостаточно частой сменой замочной воды и избытком диоксида углерода, подавляющего проращивание зерна. Затхлый запах образуется вследствие переработки заплесневевшего или поврежденного ячменя недостаточно очищенного или инфицированного во время проращивания.

Длина корешков должна быть: для светлого солода от 0,75 до 1,5 длины зерна, для темного в 1,5–2 раза больше длины зерна. Корешки должны иметь слегка увядшие кончики и свежий запах. Если корешки коричневые, подсохшие, то это указывает на потерю влаги из-за неправильного ведения процесса.

При достижении необходимого разрыхления эндосперма свежепросоженный солод легко растирается между пальцами. Непросоженное зерно не растирается, а при недостаточном растворении и разрыхлении при растирании на пальцах руки остаются следы крупинки.

Качество и пригодность солода к дальнейшей переработке и выход экстракта зависят от его растворения. Для каждого солода (светлого, темного) требуется определенная степень растворения. Светлый солод имеет меньшую степень растворения, чем темный, поэтому ращение его должно прерываться в определенный момент, характеризующий степенью растворения эндосперма зерна.

Перерастворенный солод отличается глубоким распадом белка, что снижает полноту вкуса и пенообразование в пиве. Недорастворенный солод дает пониженный выход экстрактивных веществ.

В таблице 12 приведен состав пивоваренного ячменя и полученного из него свежепросошенного солода.

Таблица 12

Показатель зерна	Ячмень	Свежепросошенный солод	
		светлый	темный
Влажность, %	14–16	42–44	44–46
Общая кислотность, см ³ 1 н NaOH на 100 г сухого вещества	7,3–7,7	11,5–12,5	14–14,8
Общий формольный азот, мг азота на 100 г сухого вещества	50–70	270–300	330–390
Амилолитическая активность в единицах Виндиша – Кольбаха	60–90	250–400	400–500

Примечание. Единицы Виндиша – Кольбаха выражаются в граммах мальтозы, образовавшейся из растворимого крахмала под действием 100 г солода в течение 30 мин при 20°С и рН 4,3. Амилолитическая активность светлого солода выше 250 по шкале Виндиша – Кольбаха считается очень хорошей, от 200 до 250 – хорошей.

Как видно из данных, приведенных в таблице 12, в свежепросошенном темном солоде общая кислотность, количество общего формольного азота и амилолитическая активность значительно выше, чем у светлого.

Сушка свежепросошенного ячменного солода

§ 1. Цель и основные принципы сушки солода

Свежепросошенный солод для производства пива применять нельзя, так как он имеет сырые запах и вкус, в нем нет ароматических и красящих веществ, много содержится растворимых белковых веществ, образующих в растворе стойкую муть. Это не дает возможности получать прозрачные сусло и пиво. Из-за высокой влажности свежепросошенный солод долго не хранится. Чтобы получить пиво, удовлетворяющее всем требованиям, свежепросошенный солод необходимо высушить.

Сушеный солод с присущими ему ароматом и биохимическим составом готовят из свежепросошенного солода в специальных

сушилках с соблюдением определенного температурного режима, при котором температура постепенно повышается от 20–25°C до 80–85°C для светлого солода и до 105°C для темного. При этом ростки солода подсыхают; становятся хрупкими и легко отделяются. Из солода ростки необходимо удалить, так как они содержат оксифенилдиметиламин, который придает пиву неприятный, горький вкус. При сушке влажность солода снижается до 3,3–3,5% в светлом и до 1,5–2% в темном солоде.

Процесс сушки свежепросоженного солода делится на две стадии: *подсушивание (подвяливание)* и *собственно сушка*. *Первая стадия* является как бы продолжением процесса солодоращения, поскольку в это время еще продолжают ферментативные процессы. Содержание влаги в солоде на этой стадии легко снижается примерно до 8%. *На второй стадии*, когда солод нагревается, в основном протекают химические и физико-химические процессы. Содержание влаги снижается от 8% до 1,5–2%, обезвоживание солода проходит очень медленно, так как оставшаяся влага находится в связанном состоянии. Конечную высушенную температуру процесса сушки называют температурой *отсушки*.

В процессе сушки свежепросоженного солода в нем изменяются не только влажность и объем, но и цвет, вкус, аромат, химический состав. На первой стадии сушки еще продолжают жизнь зародыша и ферментативное растворение эндосперма, в результате чего накапливаются сахара, аминокислоты, растворимые белки. На второй стадии сушки с повышением температуры жизнь зародыша и активность ферментов практически прекращаются, и в это время протекают только химические процессы.

Различие между стадиями подсушивания (подвяливания) и собственно процессом сушки имеет большое значение и положено в основу технологии сушки.

При получении светлого солода его быстро обезвоживают при пониженных температурах и затем переходят к более высокой температуре, поднимая ее до температуры сушки. При приготовлении темного солода, наоборот, его долго выдерживают при низкой температуре (65–70°C), сохраняя влажность солода в определенном интервале.

Длительность сушки солода определяется скоростью удаления влаги и степенью биохимических и физико-химических изменений. В зависимости от характера протекающих в солоде процессов различают три фазы сушки: физиологическую, ферментативную и химическую.

Физиологическая фаза — это время нагревания солода от 20–25°C до 45°C. При этом продолжается рост зародыша и корешков, протекают ферментативные процессы, влажность солода уменьшается до 30%.

Ферментативная фаза проходит в интервале температур 45–70°C, когда рост и дыхание зародыша прекращаются, а фермента-

тивные, в частности гидролитические процессы, усиливаются, так как оптимум действия гидролитических ферментов лежит в интервале 45–60°C.

Химическая фаза — это пребывание солода при температурах 70–105°C. С повышением температуры более 75°C все ферментативные реакции прекращаются, так как ферменты частично инактивируются, а оставшиеся из-за низкой влажности не проявляют своего действия.

Для химической фазы характерны образование аромата, частичная инактивация ферментов, коагуляция (свертывание) белков. Происходит также интенсивное образование меланоидинов — продуктов взаимодействия аминокислот с редуцирующими сахарами (сахарами, имеющими свободную карбонильную группу $>C=O$ или гликозидный гидроксил $-OH$). При меланоидиновой реакции образуются различные альдегиды (оксиметилфурфурол, ацетальдегид, метилглиоксаль и др.), придающие солоду приятный вкус и аромат. Конечные продукты этой реакции (вещества коричневого цвета) обуславливают цвет солода. Меланоидины обладают слабокислой реакцией и редуцирующими свойствами, способствуют пенообразованию, так как часть их находится в коллоидном состоянии.

Скорость реакции меланоидинообразования зависит от температуры, концентрации аминокислот и редуцирующих сахаров, pH среды. С повышением температуры на 10°C константа скорости реакции увеличивается в 2–4 раза, а с увеличением концентрации компонентов, участвующих в реакции, в n раз константа скорости реакции растет в n^2 . Интенсивность образования меланоидинов повышается с увеличением pH и при pH 7–8 достигает максимума. В пивоварении большое значение придается окислительно-восстановительным процессам, протекающим при сушке.

Во время химической фазы по сравнению с ферментативной фазой снижается активность ферментов: β -амилазы в светлом солоде до половины активности, в темном до 20% от первоначальной, пептидаз, соответственно — до 90% и 75%; гемицеллюлаз: эндо- β -глюканазы соответственно — до 95 и 55% и экзо- β -глюканазы до 40 и 25%; липазы — до 65 и 55%; фосфатазы — до 35 и 25%. Из оксидоредуктаз каталаза инактивируется почти полностью, пероксидаза значительно, а полифенолоксидаза — до 70% от первоначальной активности.

Примерный состав готового выдержанного сухого солода приведен в таблице 13.

По объему солод больше ячменя на 16–23%, так как при замачивании объем зерна увеличивается, а при солодоращении в нем образуются пустоты. Из 100 кг ячменя получают около 80 кг сухого солода.

Свежепроросший солод сушат периодическим и непрерывным способами.

Показатель	Солод	
	светлый	темный
Влажность, %	3,8—5,8	3,0—4,5
Цветность, см ³ 0,1 н иода на 100 см ³ воды	0,16—0,30	0,6—1,30
Азотистые вещества		
в пересчете на белок, % к массе солода	10—12	12—16
растворимые, % к общей массе азотистых веществ	29—35	24—30
коагулируемые, % к общей массе азотистых веществ	7—9	4—7
Растворимые пентозаны, % к массе солода	1	0
Амилолитическая активность в градусах Виндиша — Кольбаха	300	100
pH вытяжки	5,6—5,8	5,2—5,4

§ 2. Сушка солода периодическим способом

Для сушки солода периодическим способом используют одноярусную горизонтальную сушилку (рис. 32).

Эта сушилка представляет собой четырехэтажное здание, в котором на первом этаже расположены вентилятор 1 с регулирующим шибером 12 и паровой калорифер 13, на втором этаже установлены бункер 3 для приема горячего солода и разгрузочный шнек 2, третий этаж оборудован двустворчатой поворотной решеткой 4, на которой сушится солод. Над решеткой расположена площадка 5, с которой наблюдают за погрузкой свежепросоженного солода и разгрузкой сухого. На четвертом этаже установлены шнек 7, подающий свежепросоженный солод в сушилку, наклонная поворотная труба 8 и привод 6 для опрокидывания решетки с сухим солодом. К зданию сушилки примыкает вертикальный канал 10, в котором расположены поворотная заслонка 9 и жалюзийная решетка 11 для подачи свежего воздуха.

Сушилка работает следующим образом. Свежепросоженный солод шнеком 7 и поворотной трубой 8 укладывают на решетку 4 ровным слоем высотой 70—90 см, после этого вентилятором начинают подавать нагретый воздух. Холодный свежий воздух засасывается через решетку 11, нагревается в калорифере 13 до определенной температуры и нагнетается под решетку 4. Оработавший воздух выводится в канал

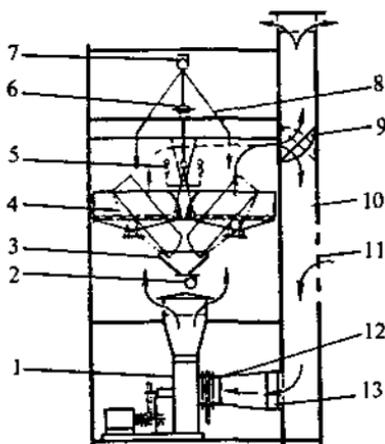


Рис. 32. Схема одноярусного сушильного аппарата

10. К концу цикла сушки часть отработавшего воздуха рециркулирует по каналу 10 к калориферу и вентилятору.

Когда солод высушен, обе створки решетки 4 приводом 6 наклоняются к центру (положение опрокинутых створок показано на рисунке штриховой линией) и солод сыпается в бункер 3, откуда шнеком 2 выводится из сушилки.

На 1 м² сушильной решетки загружают до 300 кг свежепроросшего солода, из которого получают 240–250 кг сухого солода. Одноярусные сушилки строят производительностью 10, 20 и 40 т солода в сутках. Продолжительность технологического цикла сушки солода 24 ч. Солодосушилка снабжена системой автоматического контроля и управления.

Одноярусные сушилки проще и дешевле сушилок других типов, но не лишены и некоторых недостатков: свежепроросший солод находится на решетке длительное время в неподвижном состоянии, поэтому высушивается неравномерно; так как неравномерно во времени используется теплота горячего воздуха. Чтобы более экономно расходовать теплоту, в конце цикла часть отработавшего воздуха возвращают обратно в сушилку, а также применяют сдвоенные одноярусные сушилки. В сдвоенной сушилке цикл сушки солода смещен на 12 ч.

На многих пивоваренных заводах эксплуатируются двухъярусные горизонтальные сушилки (рис. 33).

В высоком прямоугольном здании размещены две решетки 5 и 7. Свежепроросший солод загружают ровным слоем на верхнюю ре-

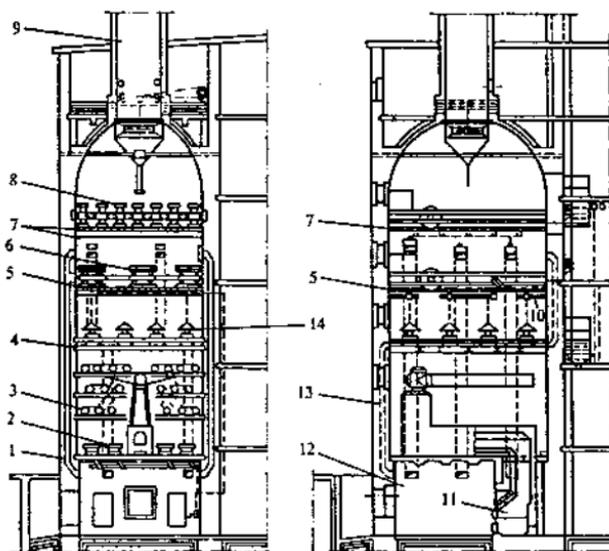


Рис. 33. Двухъярусный сушильный аппарат

шетку, где происходит подвяливание и удаляется большая часть влаги. Затем солод перегружают на нижнюю решетку, где он окончательно высушивается и где протекает химическая фаза, т. е. происходит формирование вкуса, цвета, аромата.

В нижнем этаже 12 сушилки находится топка 11 для сжигания топлива. Из нее горячие газы проходят через газоходы калорифера 3, где нагревается воздух, и выводятся в атмосферу. Горячий воздух проходит через слой солода на нижней и верхней решетках, насыщается влагой и удаляется через вытяжную трубу 9.

Массу проходящего через сушилку воздуха регулируют клапанами 2 и 14. Холодный воздух подают под решетки по каналам 1 и 13, минуя калорифер. Междуэтажное перекрытие 4 над калорифером предназначено для сбора ростков, проваливающихся через нижнюю решетку.

На решетках солод периодически перемешивают ворошителями 6 и 8. С верхней решетки на нижнюю солод перегружают через люки в решетке, а для выгрузки сушеного солода с нижней решетки используют механическую лопату 10.

Движение воздуха снизу вверх обеспечивается с помощью естественной тяги через трубу 9. Поэтому слой солода на верхней решетке не должен быть более 25 см. При большей высоте слоя разрежение, создаваемое вытяжной трубой, оказывается недостаточным для преодоления сопротивления слоя солода. Поэтому сушилки с естественной тягой малопроизводительны.

На верхней и нижней решетках солод сушат по 12 ч, включая операции загрузки свежепросоженного солода на верхнюю решетку, перегрузку солода с верхней решетки на нижнюю и выгрузку сушеного солода с нижней решетки. Следовательно, при полном цикле сушки солода 24 ч выгрузка его проводится дважды в сутки.

§ 3. Сушка солода непрерывным способом

Для сушки солода непрерывным способом применяют сушилки непрерывного действия (рис. 34). Эта сушилка представляет собой металлический корпус, в котором имеются вертикальные ситчатые сушильные секции 13, заполненные солодом, и воздушные каналы 14 и 15. По высоте воздушные каналы разделены на четыре температурные зоны (I, II, III, IV, начиная сверху) воздухоподводящими коробами 4 и перегородкой 5. Поэтому горячий воздух в секциях 13 проходит через слой солода зигзагообразно.

В сушильных секциях солод перемещается сверху вниз непрерывным или пульсирующим потоком. Внизу секции постепенно расширяются во избежание задержки солода между ситами. Ширина секции сверху 150 мм, внизу 250 мм.

Над корпусом сушилки находится камера подвяливания 11. Свежепросошенный солод поступает в нее через трубу 10 и равномерно

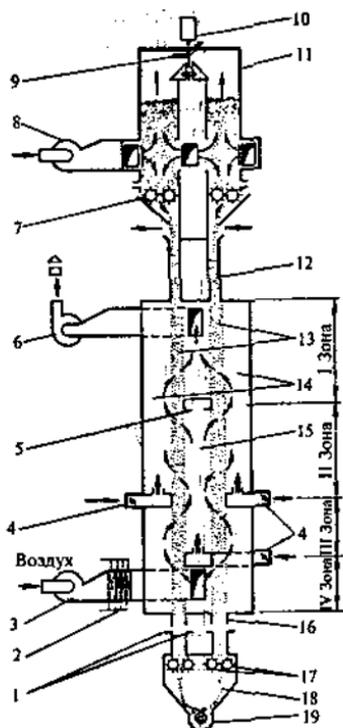


Рис. 34. Схема сушилки непрерывного действия

ными сушилками: работают равномерно, цикл сушки короче, расход топлива на 20 – 30% меньше, производительность на единицу объема сушилки в 2 – 3 раза больше.

§ 4. Режимы сушки светлого солода

Светлый солод сушат таким способом, чтобы быстро остановить рост зародыша, воздействие ферментов на крахмал и белки, затормозить дыхание зерна. Этого достигают быстрым удалением влаги из солода при относительно низких температурах. При высокой влажности солода температуру повышать нельзя, так как это вызовет интенсивный ферментативный гидролиз крахмала и белков. Образующиеся при гидролизе сахара и аминокислоты в условиях высокой температуры пропитывают эндосперм, и солод при собственно сушке становится стекловидным. Сушка солода при низкой температуре тоже нежелательна, так как процесс затягивается, и в результате интенсивного дыхания увеличиваются потери сухих веществ. Аромат и цвет светлого солода формируются в последние 3 ч сушки, когда температура повышается до 80°C.

распределяется разбрасывателем 9. Воздух в камеру 11 нагнетают вентилятором 8.

Из камеры подвяливания солода подают вальцами 7 в загрузочные шахты 12, из которых он переходит в сушильные секции 13. К корпусу сушилки снизу прижимают разгрузочные шахты 16, которые, как и загрузочные шахты 12, являются затворами, препятствующими воздухообмену. Задвижки 1 в разгрузочных шахтах служат для прекращения выпуска солода из сушильных секций.

Разгрузочный механизм 17 состоит из двух пар валков, вращающихся навстречу друг другу. Сухой солод из приемного бункера 18 удаляют шнеком 19.

Холодный воздух нагнетают в паровой калорифер 2 вентилятором 3, нагревают до 85–90°C и подают в сушильные секции. При необходимости к горячему воздуху через короба 4 добавляют холодный. Отработанный воздух отсасывают вентилятором 6.

Сушилки непрерывного действия выпускают производительностью 5, 10, 20 т сушеного солода в сутки. Они имеют некоторые преимущества перед горизонтальными

Сушку светлого солода, например в двухъярусной сушилке, проводят следующим образом. После перегрузки солода с верхней решетки на нижнюю на охлажденную верхнюю решетку загружают свежепросошенный солод, разравнивая его по всей площади слоем высотой до 25 см (при естественной тяге) и заделывая около стен таким образом, чтобы не оставалось свободного пространства для прохода воздуха. Открывают зонт в вытяжной трубе и начинают сушку.

В начале сушки влажность солода высокая, и его ворошат через каждые 4 ч до влажности 30–38%, затем через 2 ч и перед спуском солода на нижнюю решетку — через 1 ч. На нижнюю решетку солод перегружают, когда его влажность снизится до 9–10%.

На нижней решетке солод необходимо ворошить через каждый час, а в последние 4 ч ворошитель работает непрерывно. Примерный график сушки светлого солода представлен в таблице 14.

Таблица 14

Часы сушки	Показатели солода на верхней решетке		Показатели солода на нижней решетке	
	Температура, °С	Влажность, %	Температура, °С	Влажность, %
1	16	42	45	9,0
2	20	42	46	9,0
3	24	40	50	8,0
4	28	36	52	7,5
5	33	30	55	7,2
6	38	24	60	6,0
7	44	19	64	5,7
8	50	15	72	5,2
9	52	13	80	4,5
10	54	11,5	80	4,0
11	54	10	80	3,8
12*	45	9	75	3,7

* Загрузка и выгрузка солода с решеток.

Примерно в таком же температурном режиме проводят сушку светлого солода в одноярусной горизонтальной сушилке.

В непрерывно действующей сушилке предусмотрено четырехкратное прохождение горячего воздуха через слой солода. Время и режим сушки солода могут изменяться в зависимости от степени разрыхления свежепросошенного солода. За счет подвяливания свежепросошенного солода биологическая стадия сушки в специальных камерах ускоряется.

В первой сушильной зоне температура теплоносителя (воздуха) 50°С, солод нагревается до 26–27° С и влага удаляется быстро. Во вторую зону солод поступает влажностью 20–24% и встречается с воздухом, нагретым до 60–70° С. В конце второй зоны влажность

солода не должна быть выше 12%. В третьей зоне температура воздуха 85°C, влажность солода здесь снижается до 6%.

Собственно сушка солода в сушилке непрерывного действия двухступенчатая. В четвертой зоне под действием теплоносителя температурой 85°C солод высушивается до влажности 3% (первая ступень сушки), а когда солод выводится в разгрузочные шахты, вместе с ним проникает и часть горячего воздуха, с помощью которого в разгрузочных шахтах проходит вторая ступень сушки. Общая продолжительность сушки солода в сушилке непрерывного действия 16–18 ч. Примерный график сушки светлого солода в ней приведен в таблице 15.

Таблица 15

Зона сушки	Снижение влажности солода, %		Продолжительность пребывания солода в данной зоне, % от длительности всего цикла сушки	Температура теплоносителя, °C
	от	до		
Камера подвяливания	45	40	12	35–45
Загрузочные шахты	40	40	1	—
Сушильные зоны				
I	40	26	22	50–55
I	26	12	21	67–70
III	12	6	15	78–80
IV	6	3	15	83–85
Разгрузочные шахты	3	3	15	—

Готовый сухой светлый солод должен быть хрупким, на разрезе зерна — рыхлым, светлым, мучнистым, иметь сладковатый вкус и приятный аромат. Ростки должны иметь соломенно-желтый цвет.

§ 5. Сушка темного солода

При сушке темного солода, удаляя влагу, необходимо сохранять активность ферментов и обеспечить интенсивное накопление сахаров и аминокислот, служащих источником образования ароматических, красящих и вкусовых веществ солода. Процесс такой сушки протекает в три стадии: томление, собственно сушка, поджаривание. Темный солод лучше сушить на трехъярусных горизонтальных сушилках. Причем на верхней решетке происходит в основном томление солода, на средней — собственно сушка, а на нижней — отсушка.

Температурный режим сушки темного солода и длительность отдельных стадий определяются качеством свежепроросшего солода. При недостаточном растворении эндосперма зерна во время проращивания стадию томления в процессе сушки увеличивают, а при хорошем растворении эндосперма и развитом зародыше — томление сокращают.

В процессе сушки температуру на каждой решетке регулируют самостоятельно, что достигается изменением подачи воздуха к каждой решетке по обводным каналам и степенью открытия вытяжного зонта. Общая продолжительность сушки темного солода 48 ч, включая время загрузки и разгрузки сушилки (по 24 ч на ярусе).

Темный солод сушат и на двухъярусных горизонтальных сушилках, оборудованных обводными воздуховодами под решетками. На верхней решетке проводят томление солода и первую половину стадии сушки, а на нижней решетке — вторую половину стадии сушки и поджаривание. На верхней решетке в течение первых 14 ч влажность солода снижается от начальной величины до 30% при повышающейся температуре до 40°C. В последующие 10 ч температура сушки повышается до 65°C, а влажность солода снижается до 20–25%. На верхней решетке в первые 16 ч солод ворошат через 2 ч, в последующие 8 ч — через каждый час.

На нижней решетке двухъярусной сушилки влажность солода снижают в три этапа: на первом — в течение 8 ч от 20–25 до 10% при повышении температуры воздуха над решеткой до 50°C; на втором — в течение 9–10 ч от 10 до 6% при плавном повышении температуры до 70°C и на третьем этапе за 6–7 ч до 2–3% при увеличении температуры до 100–102°C. При этой температуре солод выдерживают не менее 4 ч. На нижней решетке солод ворошат: на первом этапе — через 2 ч, на втором — через 1 ч и на третьем — через каждые полчаса.

Примерный режим 48-часовой сушки темного солода на двухъярусной сушилке приведен в таблице 16.

Готовый темный солод должен иметь хрупкое, рассыпающееся, пористое мучнистое тело светло-коричневого цвета, ростки должны

Таблица 16

Время сушки	Солод на верхней решетке		Солод на нижней решетке	
	Температура, °C	Влажность, %	Температура, °C	Влажность, %
1	28	45	50	22
2	28	45	50	20
4	32	44	55	18
6	38	42	58	16,5
8	45	41	60	15,5
10	48	38	62	13
12	50	34	65	11,5
14	52	30	70	10
16	54	28	78	7,8
18	58	26	98	6,8
20	62	24	102	5
22	62	22	102	3,2
23	55	22	90	2,2

быть более темными. Неравномерная окраска зерен свидетельствует о нарушении температурного режима и режима ворошения во время сушки. Стекловидность зерен обусловлена их слишком быстрой сушкой после стадии томления. Неравномерность коричневого цвета на срезе зерна объясняется недостаточной растворимостью солода при проращивании и на стадии томления в сушилке.

Приготовление пшеничного солода

В последнее время за рубежом все более широкое распространение находит пиво, приготовленное с частичной заменой ячменного солода пшеничным. Для получения пшеничного солода используют зерно с содержанием белка не выше 11%. Степень белкового растворения в солоде, то есть содержание растворимых азотистых веществ (число Кольбаха) на 2–4% ниже, чем у ячменного солода.

Зерно пшеницы из-за отсутствия цветочных пленок и меньших размеров по сравнению с ячменем, замачивается быстрее — в течение 38–55 ч, при температуре 14–16°C до влажности 43–44%. Проращивают зерно пшеницы 5–6 суток, поддерживая температуру в толще зерна 16–18°C, на 3-й день росток прорывает оболочку

Образовавшиеся при проращивании 1–2 корешка более слабые, чем у ячменного солода, поэтому ворошение и сушку солода следует проводить с осторожностью. Сушку осуществляют при температуре 75°C в течение двух часов, а затем 2–3 ч — при температуре 80°C.

В сухом веществе пшеничного солода содержание экстракта более 80% (может быть 83–85%), разность массовых долей экстракта в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов (степень растворения) 0,8–2,5%; полифенолов, в том числе антоцианогенов, меньше, чем в ячменном солоде. Цветность лабораторного сусла 0,2–0,6 см³ 0,1 моль/дм³ раствора иода на 100 см³ воды. Амилолитическая активность такая же или несколько выше, чем у ячменного солода.

Обработка и хранение сухого солода

Обработка солода. Ростки имеют горький вкус и не должны попадать с солодом в затор. Поэтому свежесушенный солод, у которого ростки еще хрупкие, сразу направляют в росткоотбивную машину.

Росткоотбивная машина представляет собой ситчатый барабан с вращающимися в нем лопастями (рис. 35). Солод с ростками шнеком 2 подается внутрь ситчатого барабана, где он подхватывается лопастями 3 и вводится во вращение, тесно соприкасаясь с внутренней поверхностью барабана. Ростки проваливаются сквозь отверстия в барабане и удаляются шнеком 1. Очищенные зерна лопастями продвигаются к противоположному концу машины, пыль отсасывается вентилятором 4. При отделении ростков солод охлаждается цирку-

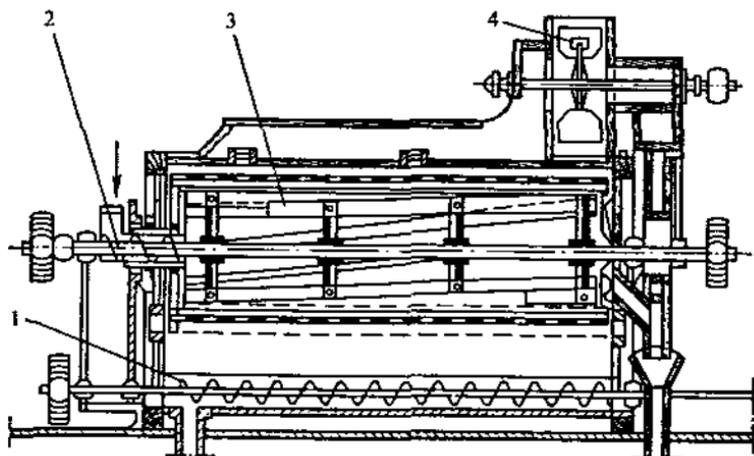


Рис. 35. Росткоотбивная машина

лирующим в машине воздухом до температуры 20°С. Очищенный солод взвешивают и направляют на склад для хранения и выдержки.

Свежевысушенный солод имеет хрупкую структуру, при дроблении цветочные пленки и эндосперм сильно измельчаются, образуется много мелкой крупки и мало муки. Такое дробление солода приводит к затруднениям при осахаривании затора и фильтровании сусла. Сусло получается мутным, брожение замедленным, молодое пиво плохо осветляется, а готовое пиво становится нестойким. Поэтому свежевысушенный солод до поступления в производство выдерживают в солодохранилище не менее 30 сут. За это время в солоде завершаются физико-химические превращения компонентов зерна, что делает его пригодным для производства пива. Он, обладая высокой гигроскопичностью (способность поглощать влагу из воздуха), увлажняется от 3–4 до 5–6% и теряет хрупкость.

При отлеживании увеличиваются амилолитическая активность солода и содержание растворимого белка.

Хранение солода. Свежеотсушенный солод хранят насыпью в слое высотой 3–4 м или силосах при температуре не выше 20°С. Склады должны быть сухими, чистыми, без посторонних запахов, хорошо проветриваемыми. На совместное хранение направляют одинаковый по качеству солод.

В процессе хранения регулярно определяют содержание влаги и температуру в солоде.

Требования к качеству ячменного солода

По способу приготовления различают следующие типы солода: светлый, темный и специальные: карамельный и жженный. В зависимости от качества светлый солод делят на три класса (высокого качества, первый, второй), а карамельный на два: первый и второй.

Таблица 17

Показатель	Норма для солода				
	светлого			темного	
	высокого качества	I класса	II класса		
Проход через сито 2,2×20 мм, %, не более	3	5	8	8	
Массовая доля сорной примеси, %, не более	Не допускается	0,3	0,5	0,3	
Число зерен, %:	мучнистых, не менее	85	80	80	90
	стекловидных, не более	3	5	10	5
	темных, не более	Нет	Нет	4	10
Массовая доля влаги, %, не более	4,5	5	6	5	
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода тонкого помола, %, не менее	79	78	76	74	
Разность массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помола, %	Не более 1,5	1,6–2,5	Не более 4	—	
Массовая доля белковых веществ в сухом веществе солода, %, не более	11,5	11,5	12,0	—	
Отношение массовой доли растворимого белка к массовой доле белковых веществ в сухом веществе солода (число Кольбаха), %	39–41	—	—	—	
Продолжительность осахаривания, мин, не более	15,0	20,0	25,0	—	
Лабораторное сусло:	цвет раствора иода концентрацией 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ воды, см ³ , не более	0,18	0,20	0,40	0,5–1,3
		кислотность раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла, см ³	0,9–1,1	0,9–1,2	0,9–1,3
Прозрачность (визуально)	Прозрачное	Прозрачное	Допускается небольшая опалесценция	Прозрачное	

По органолептическим показателям ячменный солод должен соответствовать следующим требованиям. Внешний вид чистый, без примесей ростков, плесневелых зерен, зерновых вредителей. Цвет ровный от светло-желтого до желтого; не допускаются зеленоватые и темные тона, обусловленные плесенью. Запах солодовый, чистый, у темного солода более сильный; кислый, плесневелый и другие посторонние запахи не допускаются. Вкус характерный, солодовый, сладковатый; кислостоватый и горький вкус не допускается.

Качественные показатели светлого солода (высокого качества, I и II классов) и темного приведены в таблице 17.

За рубежом обращают внимание также на такие показатели солода, как вязкость лабораторного сусле, содержание β -глюкана, относительное число Гартонга RE (экстракт из солода тонкого помола, полученного при затирании при температуре 45°C , что указывает на действие протеолитических и, отчасти, цитолитических, ферментов). Вязкость лабораторного сусле должна быть $1,5-1,6$ мПа·с, содержание растворимого β -глюкана $100-250$ мг/дм³ или $0,15-1,9\%$ к массе сухих веществ. Относительное число Гартонга — не менее 35% . Содержание нитрозодиметиламина (вредного вещества, образующегося при сушке солода), не должно превышать 3 мкг/кг.

Специальные солода

Получение солода карамельного. Карамельный солод — это темно-коричневый ароматический продукт, полученный из свежепросошедшего светлого солода осахариванием при 70°C и обжариванием при $120-170^{\circ}\text{C}$.

Карамельный солод готовят по следующей схеме. Свежепросошедший светлый солод многократным орошением водой увлажняют до $50-60\%$ и загружают в обжарочный барабан на $2/3$ его вместимости. При частоте вращения барабана 30 мин⁻¹ солод нагревают до 70°C , выдерживают $40-50$ мин, затем нагревают до $120-170^{\circ}\text{C}$, давая возможность солоду в это время высохнуть, и обжаривают до получения нужного цвета в течение $2,5-4$ ч. Для светлого карамельного солода температура обжаривания должна быть $110-120^{\circ}\text{C}$, для солода средней цветности — $130-150^{\circ}\text{C}$, для темного — $150-170^{\circ}\text{C}$.

После обжаривания карамельный солод выгружают из барабана на металлическое сито, быстро охлаждают и направляют в склад. Карамельный солод должен иметь ярко выраженный приятный солодовый запах; вкус сладковатый, но не горький; цвет равномерный, от светло-желтого до буроватого с глянцевым отливом. Физико-химические показатели солода приведены в таблице 18.

Получение солода жженого. Для приготовления пивоваренного жженого солода используют сушеный солод (допускается использовать ячмень). Солод предварительно увлажняют, опрыскивая водой, перемешивают перелопачиванием, складывают в кучу, выдерживают в течение $11-12$ ч. Можно увлажнять сухой солод замачиванием

при 70°C в течение 12 ч. Этим солодом на 2/3 загружают обжарочный барабан, в течение получаса нагревают до 150–160°C, затем медленно в течение 1,5 ч нагревают до 220°C и опрыскивают водой из расчета 1,5% воды к массе солода. Солод обжаривают до темно-коричневого цвета эндосперма зерна. Затем жженный солод выгружают из барабана, быстро охлаждают и направляют на хранение. Перед употреблением его хранят не менее 14 суток.

Нормально приготовленный жженный солод не должен иметь облупившихся зерен и рассыпаться при раздавливании; запах его похож на запах кофе, вкус приятный кофейный, но не пригорелый (табл. 18).

Таблица 18

Наименование показателя	Норма для солода		
	карамельного		жженного
	II класса	I класса	
Массовая доля			
влаги, %, не более	6	6	6
экстракта в сухом веществе солода, % не менее	75	70	70
сорной примеси, %, не более	0,5	0,5	0,5
Количество карамельных зерен, %, не менее	93	25	—
Цвет (величина Линтера — Лн), не менее	20	20	100

Получение высокоферментативного солода диафарина. Диафарин применяют как добавку при затирании к солоду с низкой осахаривающей способностью. Ячмень, используемый для приготовления этого солода, должен иметь способность прорастания не менее 97%. Замачивают его при сильной аэрации воздухом при температуре 10–12°C в течение трех суток до влажности 43,5–47%. Проращивают солод при температуре 15–16°C, интенсивно аэрируя при регулярном ворошении в течение 5 сут, затем проращивание ведут до 8–9 суток. Зародышевый листок должен быть около 4/5 длины зерна. Допускается не более 5% проростков. Сушат солод при сильной тяге при температуре не выше 50°C. Влажность свежесушенного солода 4–6%.

Производственная санитария и безопасные приемы труда

В солодовне полы убирают влажным способом не реже одного раза в сутки. Малодоступные места, водосточные каналы очищают, промывают и засыпают хлорной известью. Стены и потолки в коридорах и других сухих помещениях обметают не реже одного раза в неделю, белят не реже одного раза в квартал; в сырых местах белят известью по мере надобности.

Замочные аппараты, солодорастильные тока, ящики, барабаны моют, чистят и дезинфицируют после каждого цикла работы 2%-ным раствором хлорной извести в течение 2 ч. После освобождения

тока от зерна промывают пол и панели на высоту 20 см хлорно-известковым молоком или 2%-ным раствором марганцовокислого калия. Ящик после освобождения белят известью, подситовые пространства обрабатывают 2%-ным раствором хлорной извести. Ящичные сита, перегородки в ящиках и ворошители для зерна также тщательно моют, чистят и дезинфицируют.

Ящики солодовни с передвижной грядкой чистят, моют и дезинфицируют по секциям (дням рашения) каждые 8–10 дней. Камеру кондиционирования воздуха обрабатывают, а форсунки чистят не реже раза в месяц.

Шнеки, транспортеры, элеваторы, бункеры для свежепроросшего солода очищают ежедневно.

Во избежание развития посторонней микрофлоры в солодовне рекомендуется опрыскивать из гидропульта стены помещения 0,25%-ным раствором формалина.

Для работы, связанной с хождением по зерну, рабочих обеспечивают резиновыми сапогами, которые перед началом работы обеззараживают 2%-ным раствором хлорной извести в специальных емкостях. Хранят эту обувь в специальном шкафу.

Приготовление дезинфицирующих растворов для дезинфекции зерна при замочке, для обработки технологического оборудования разрешается только рабочим, знающим химические свойства и особенности этих веществ.

Помещение солодосушильного отделения убирают периодически. Пыль обметают не реже одного раза в неделю, стены белят не реже одного раза в квартал. Окна и двери протирают влажной тряпкой. Зонт и вытяжную трубу в солодосушилке очищают и дезинфицируют не реже одного раза в месяц. Калориферы очищают от ростков не реже одного раза в неделю. Все помещения солодосушильного отделения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Решетки горизонтальных солодосушилок очищают от ростков и пыли после каждого спуска солода.

Перед приемкой свежепроросшего солода на верхние решетки сушилки, а также при выгрузке его с сит, солодovorошители останавливают и отводят в крайнее положение. Перед пуском ворошителя необходимо убедиться в отсутствии людей в солодосушилке.

Помещения подработочного, замочного и солодорастильного отделений должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Зерновые сепараторы, очистительно-сортировочные машины, триеры и другие машины для подработки ячменя должны иметь аспирационные системы для отсасывания воздуха и его очистки.

Тросы подвесок рассевов мастер цеха проверяет ежеквартально и при обнаружении обрывов нитей заменяет новыми.

Световая сигнализация электромагнитных сепараторов должна работать бесперебойно. При ее неисправности включение сепараторов запрещается. Нагревание деталей электромагнитных сепараторов (магнитопроводы, подшипники) не должно превышать 60°С. В подрабо-

точном, солодорастильном, дробильном отделениях устанавливают электрооборудование только в закрытом пыленепроницаемом исполнении. Все электрооборудование заземляют.

Замочные аппараты оборудуют устройством для удаления диоксида углерода. Плошадки для обслуживания устанавливают на уровне 1,1–1,2 м ниже верхней кромки замочных аппаратов.

Запрещается заходить в солодорастильный ящик при работающем солодворошителе. Вход допускается только после обесточивания его электропривода. При этом на пусковом устройстве вывешивают плакат: «Не включать! Работают люди!».

Солодворошители пневматических ящиков при статическом способе солодоращения должны иметь дистанционное управление.

Напряжение в электросети управления приводом ворошителя и других механизмов и машин в солодорастильном отделении не должно превышать 42 В.

При работе в барабанной пневматической солодовне перед загрузкой солода необходимо открыть вентиляционные каналы и удалить из барабанов диоксид углерода. Перед пуском солодорастильного барабана проверяют, не работают ли люди в нем и около электропривода, закрыты ли люки барабана. Червячные передачи у барабанов и вала, на который насажены червяки для передач, должны быть закрыты кожухом.

При обслуживании замочных аппаратов, солодорастильных ящиков и барабанов пользуются светильниками напряжением только 12 В.

Подрабочное, солодорастильное и солодосушильное отделения должны иметь между собой телефонную связь, звуковую и световую сигнализацию, обеспечивающую координацию работы этих взаимосвязанных участков.

Двери солодосушильных камер во время работы солодворошителей должны быть закрыты и иметь блокировку с приводом солодворошителя, отключающую его при входе людей в камеру. Категорически запрещается входить в помещение сушильных камер во время работы ворошителей, загружать в это время солод на сита или выгружать его. Во избежание попадания людей в шахту солодосушилки с вертикальным потоком зерна в верхней части шахты должна быть установлена несъемная решетка.

Топки для жидкого и газообразного топлива должны иметь автоматическую блокировку, обеспечивающую отсечку подачи топлива при затухании факела, невозможность зажигания топлива без предварительного запуска вентиляторов горячего воздуха и продувки топлива.

При ручном обслуживании топок зажигать жидкое и газообразное топливо разрешается только после продувки, вентилирования камеры сгорания. В помещении топки на видном месте должен быть вывешен плакат: «Продуй топку перед зажиганием топлива!», а на топку нанесен знак: «Осторожно! Опасность взрыва!».

Топки, работающие на жидком и газообразном топливе, должны быть оборудованы взрывными клапанами, а топливопроводы и топливная аппаратура герметизированы.

На магистрали, подводящей жидкое и газообразное топливо к топкам, вблизи выхода из топочного помещения и на расстоянии не менее 3 м от топки устанавливают главный запорный вентиль.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные этапы очистки ячменя от примесей.
2. Какова цель замачивания ячменя перед солодоращением?
3. Какие химические превращения происходят в ячмене при замачивании?
4. Какие вы знаете способы замачивания ячменя?
5. Зачем моют ячмень перед замачиванием?
6. Для чего производят сортирование ячменя перед замачиванием?
7. Каково устройство воздушно-ситового сепаратора?
8. Как устроен и работает замочный аппарат?
9. По каким признакам можно определить правильность замачивания ячменя?
10. Для чего проращивают ячмень?
11. Какова роль ферментов в процессе солодоращения?
12. Какие существуют системы солодовен?
13. Каков режим проращивания ячменя в токовых солодовнях?
14. Как работает ящичная солодовня со шнековыми ворошителями? Каков режим проращивания?
15. Как готовят солод в солодовне с передвижной грядкой?
16. Как устроена барабанная солодовня и как в ней готовят солод?
17. Каковы устройство и принцип действия шнекового ворошителя?
18. Какие активаторы применяют для ускорения солодоращения?
19. Какие требования предъявляются к качеству свежепросошедшего солода?
20. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать в отношении солодоворошителей в ящичной солодовне?
21. Зачем сушат свежепросошедший солод?
22. Назовите и охарактеризуйте три стадии сушки солода.
23. Какое влияние оказывает меланоидиновая реакция на качество солода?
24. Какие типы солодосушилок имеются на пивоваренных заводах?
25. Каковы устройство и принцип действия одноярусной сушилки?
26. Каковы устройство и принцип действия двухъярусной сушилки?
27. Какое устройство солодосушилки непрерывного действия? Ее преимущество перед другими типами сушилок.
28. Охарактеризуйте режим сушки светлого солода?
29. Чем отличается режим сушки темного солода от светлого?
30. Как готовят карамельный солод?
31. Как готовят жженный солод?
32. Для чего и как отделяют ростки от сухого солода?
33. Как работает росткоотбивная машина?
34. Какие требования предъявляются к солоду хорошего качества?

ГЛАВА 6. ТЕХНОЛОГИЯ РЖАНОГО СОЛОДА

Для приготовления концентрата квасного сусла (ККС) используют свежепроросший неферментированный ржаной солод, сухие ячменный и ржаной ферментированный и неферментированный солода, несоложенные материалы.

Ржаной солод получают двух видов: ферментированный и неферментированный. При производстве ферментированного солода свежепроросший солод подвергают еще и ферментации (томлению) при определенной температуре для накопления красящих и ароматических веществ. От качества ржаного солода зависят вкус, аромат и цвет хлебного кваса, поэтому для его приготовления используют озимые сорта ржи, которые быстро прорастают.

Схема приготовления ржаного солода практически не отличается от схемы получения ячменного солода (см. рис. 6), отличие имеется только в технологическом режиме.

Очистка и замачивание ржи

Для завершения физиологического созревания свежубранную рожь перед солодоращением выдерживают 1–1,5 мес. Затем ее используют для солодоращения.

Производство ржаного солода начинают с очистки ржи от примесей. Перед отлеживанием и дозреванием свежубранную рожь подвергают первичной очистке на воздушно-ситовом сепараторе. Перед солодоращением ее очищают вторично от сорной и зерновой примесей и разделяют на три сорта на ситах с размером отверстий 2,2×20; 1,8×20; 1,4×20 мм. Каждый сорт зерна хранят и замачивают отдельно.

Отходы, полученные в процессе очистки и сортирования ржи (проход через сито 1,4×20 мм), складывают отдельно для последующей реализации.

Замачивание ржи. Эту операцию проводят в замочном аппарате по той же технологии, что и замачивание ячменя, до влажности 44–48%.

Мойка и дезинфекция. Перед замачиванием зерно отмывают в мочно-замочном аппарате от пыли, легких зерновых и незерновых примесей (сплав). В аппарат предварительно наливают воду до половины его вместимости и засыпают необходимое количество очищенной ржи. По окончании загрузки слой воды над поверхностью зерна должен быть 20–30 см. Затем зерно интенсивно перемешивают и оставляют в покое на 30–40 мин, после чего снимают сплав. Затем снова перемешивают зерно и снимают остатки сплава. При снятии сплава производят непрерывную подачу свежей воды снизу вверх с переливом в ловушечный карман. В зависимости от степени загрязнения зерно промывают 1–2 раза.

По окончании процесса мойки грязную воду сливают, заполняют аппарат свежей водой и вносят дезинфицирующие вещества в виде

растворов. Для дезинфекции используют марганцовокислый калий из расчета 25 г на 1 т зерна или хлорную известь — 300 г на 1 т зерна.

Марганцовокислый калий используют в виде 2,5 %-ного раствора, для чего навеску $KMnO_4$ заливают расчетным количеством воды в эмалированной емкости и перемешивают до полного растворения. Свежий раствор готовят ежедневно.

Для приготовления 5–8 %-ного раствора хлорной извести следует применять хлорную известь, содержащую 28–35% активного хлора. Навеску хлорной извести переносят в эмалированную емкость, заливают необходимым количеством воды, хорошо размешивают, закрывают крышкой и оставляют на 2–5 суток, после чего декантируют и декантат используют для обработки зерна.

Зерно перемешивают с раствором дезинфектанта и оставляют для обеззараживания на 1 ч, затем дезинфицирующий раствор сливают, и зерно промывают свежей водой. Расход воды на мойку и дезинфекцию 1 т зерна составляет 1,8–2,0 м³.

Замачивание ржи. Зерно замачивают при температуре 11–13°C воздушно-водяным или воздушно-оросительным способами до влажности 44–48%. За 3 ч до окончания замачивания зерна в замочный аппарат непрерывно подают воду температурой не ниже 15°C. Хорошо замоченное зерно, поставленное торцом между пальцами, при сжатии сгибается, не ломаясь; оно легко прокалывается иглой; при продольном разрезе в середине зерна остается небольшая белая точка величиной с булавочную головку.

При воздушно-водяном способе зерно в замочном аппарате выдерживают попеременно: под водой 1–3 ч, без воды 2–4 ч до достижения требуемой влажности. При этом через каждые 30 мин снизу вверх продувают сжатый воздух в течение 3–5 мин. Общая продолжительность замачивания обычно составляет 20–24 часа.

При воздушно-оросительном замачивании зерно после мойки и дезинфекции перекачивают в замочный аппарат и орошают его водой в течение 10–15 мин из установленных над аппаратом форсунок. Воду сливают в канализацию. Затем вентилятором или вакуум-насосом из нижней части замочного аппарата отсасывают диоксид углерода в течение 15 мин. После чего проводят воздушную одночасовую паузу, в течение которой зерно находится в покое. В такой последовательности операции выполняют до тех пор, пока зерно достигнет требуемой влажности. Окончание замачивания характеризуется появлением на зерне корешка («наклевание глазка»).

Расход воды на замачивание 1 т зерна составляет 1,3 м³, а на орошение 0,3 м³.

Замачивание зерна можно производить и непосредственно в солодорастильных ящиках. Для этого вымытое зерно передают на сита солодорастильного агрегата и проводят первое ворошение зерна для разравнивания слоя. В дальнейшем ворошение производят че-

рез каждые 6–8 ч, сопровождая его орошением водой через форсунки, установленные на ворошителе.

При замачивании ржи с пониженной проращаемостью рекомендуется использовать гиббереллин из расчета 100 мг на 1 т замачиваемого зерна. При приготовлении раствора гиббереллина его предварительно растворяют в 96 %-ном этиловом спирте из расчета 10 см³ спирта на 200 мг гиббереллина, или в 0,5–1 %-ном растворе пищевой соды (NaHCO₃) из расчета 100 см³ раствора на 100 мг гиббереллина. Полученный раствор смешивают с водой температурой 10–20°C. Расход рабочего раствора гиббереллина составляет 15–20 дм³ на 1 т зерна. Раствор гиббереллина вносят в последнюю замочную воду и тщательно перемешивают, продувая воздух через барботер в течение 20–30 мин.

Проращивание ржи, сушка и качественные показатели солода

При проращивании замоченной ржи ферменты зерна активируются, и под их воздействием происходит превращение большей части крахмала и белков в растворимые сахара и аминокислоты. При этом накапливаются ферменты в солоде, в том числе увеличивается содержание цитолитических ферментов, которые гидролизуют гемицеллюлозу, входящую в структуру клеточных стенок, образуя ди- и моносахариды. В результате облегчается доступ амилаз к зернам крахмала внутри клеток и происходит их разрушение. Часть сахаров, образовавшихся из крахмала, тратится на дыхание, что обуславливает некоторые потери экстрактивных веществ.

Проращивание ржи проводят в токовых, ящичных, барабанных солодовнях и солодовнях «передвижная грядка» в течение 4 сут при температуре в слое солода 12–15°C.

При солодоращении в токовой солодовне зерно перед спуском из замочного аппарата на 2 ч оставляют без воды для подсушивания, затем с влажностью 44–48% укладывают на току в грядки слоем 30–50 см. Температура воздуха в помещении 10–12°C. Первый раз зерно перелопачивают через 10–12 ч, уменьшая высоту грядки до 25–35 см, затем через каждые 12 ч перелопачивание повторяют, снижая на четвертый день высоту грядки до 15–20 см. Температура в слое зерна повышается: в первый день – до 13–15°C; на четвертый день – до 18–19°C. В процессе проращивания зерно орошают водой, поддерживая влажность 44–48%.

При пневматическом солодоращении для поддержания заданной температуры зерно продувают кондиционированным воздухом температурой на 2–3°C ниже температуры проращиваемого зерна и относительной влажностью 96–100%.

К концу проращивания понижение влажности солода допускается не более, чем на 1%. В случае подсыхания зерна его дополнительно увлажняют.

Расход воздуха на 1 т ржи должен составлять 1300–1600 м³/ч.

В ящичной солодовне замоченную рожь вместе с водой подают в ящик и равномерно распределяют на ситчатом дне слоем до 50 см, подсушивают, периодически продувая увлажненный воздух температурой до 12°C. Ворошение зерна проводят 2 раза в сутки. В первые сутки температуру проращивания солода поддерживают 14–15°C, во вторые 15–16°C, в третьи 16–17°C и на четвертые 17–18°C, регулируя ее продуванием воздуха.

В барабанной солодовне замоченное зерно в течение 1–1,5 ч продувают сухим воздухом во вращающемся барабане. Затем его оставляют в покое на 4–6 ч и после этого, вращая барабан, продувают кондиционированным воздухом: в первые сутки через каждые 5 ч по 1 ч, на вторые — через 3 ч по 1 ч, на третьи — через 3 ч по 2 ч, на четвертые — через 2–3 ч по 1–2 ч. Температуру солода по суткам проращивания поддерживают соответственно: 13–14, 14–15, 15–16 и 17–18°C.

К концу проращивания по любому режиму ростки достигают 1–1,5 длины зерна. Они должны быть сочными и упругими. Длина зародышевого листка не должна превышать 3/4 длины зерна. Свежепроросший солод должен иметь запах свежих огурцов, затхлый запах свидетельствует о переработке поврежденного зерна или неправильном замачивании и проращивании его. Зерно солода должно легко растираться между пальцами и оставлять белый мучнистый след, недопустима упругая резиноподобная консистенция.

После проращивания ржаной солод подвергают **ферментации (томлению)** при повышенной температуре. При этом, в результате химического взаимодействия редуцирующих сахаров и аминокислот протекает меланоидиновая реакция и солод приобретает темно-коричневый цвет и приятный аромат хлебной корки.

Ферментацию солода на току проводят в течение 4–5 суток следующим образом. Свежепроросший солод собирают в кучи, имеющие в сечении форму призмы, высотой до 1 м и шириной у основания до 1,5 м. Температура наружного воздуха в солодовне должна быть 13–15°C. В первые двое суток зерно оставляют в покое для самосогревания, в нижней части температура солода достигает 30°C, в средней 55–60°C, в верхней — 50°C.

В конце вторых суток солод перемешивают так, чтобы верхний слой переместился на место нижнего, а нижний — на место верхнего. При перелопачивании зерно увлажняют и оставляют в покое на 2–3 суток при тех же условиях томления, что и в первый период. Свежепроросший томленный солод имеет аромат ржаного хлеба, темно-коричневый цвет и сладкий вкус. При сжатии в горсти он превращается в клейкую массу.

При ферментации в ящиках свежепроросший солод слоем не более 70 см оставляют в покое на 12–24 ч, до тех пор, пока температу-

ра в среднем слое не повысится до 50–55°C. Затем ворошат и продувают кондиционированным воздухом с такой интенсивностью, чтобы влажность солода была не ниже 50%, а температура во всех слоях 50–55°C. Процесс в ящике продолжается 5 сут.

При ферментации в барабане свежепроросший солод на 1 сут оставляют в покое, температура его при этом повышается до 55°C. После этого солод перемешивают вращением барабана и в последующие 4 сут его температуру с помощью подогревателя постепенно повышают до 65°C (на пятый день).

Для повышения концентрации ароматических веществ ферментированный солод рекомендуется подвергать термической обработке при 105°C в течение 5 ч с таким расчетом, чтобы влажность его была не ниже 35% масс.

Сушка и хранение ржаного солода. Ржаной солод сушат в двух- и трехъярусных горизонтальных сушилках в течение 24 ч: при естественной тяге — слоем не более 25 см на верхней решетке, при принудительной тяге высоту слоя солода поднимают до 35 см. В двухъярусной сушилке солод находится по 12 ч на каждой решетке, включая время загрузки и выгрузки. Температура сушки на верхней решетке поднимается до 55°C, а влажность солода снижается до 25%. Первое ворошение проводят через 6 ч от начала загрузки, последующие — каждый час. На нижней решетке температуру солода повышают до 65°C, а влажность снижают до 8%. Режим ворошения такой же, как и на верхней решетке.

Высушенный ржаной солод охлаждают в течение одних суток и хранят в сухом вентилируемом помещении около 1 мес, при этом улучшаются его вкус и аромат. Перед использованием ржаной солод измельчают в дробилке.

В процессе приготовления ржаного солода (при 5-суточной ферментации) теряются сухие вещества зерна: на стадии замачивания до 2%, на стадии проращивания до 9% и на стадии ферментации до 13,5% к массе зерна.

При производстве кваса используют также и **неферментированный** ржаной солод, сохранивший ферменты и называемый **диастатическим**. Зерно для этого солода замачивают до 45%-ной влажности (в течение 32–36 ч) при температуре 13–16°C. Проращивание длится около 3,5 сут. Длина ростка не должна превышать длины зерна. Свежепроросший солод без ферментации направляют в солодосушилку и высушивают в таком же режиме, что и томленный солод.

Требования к качеству ржаного солода. Показатели качества ферментированного и неферментированного солода в соответствии с требованиями стандарта должны соответствовать следующим требованиям (табл. 19).

Для определения экстрактивности ферментированного солода, предназначенного для производства ККС и концентратов квасов,

Таблица 19

Показатель	Солод	
	ферментированный	неферментированный
Цвет	Коричневый с красноватым оттенком	Светло-желтый с сероватым оттенком
Вкус	Кисло-сладкий, близкий к вкусу ржаного хлеба, без пригорелого привкуса	Сладковатый
Запах	Свойственный данному виду солода, без запаха плесени и гнили	
Крупность помола	Проход без остатка через сито № 085	
Массовая доля влаги в солоде, %, не более в целых зернах	8	8
тонкоразмолотого	10	10
Массовая доля экстрактивных веществ солода на абсолютно сухое вещество (% не менее), определенная методом: холодного экстрагирования (экстракт вытяжки) горячего экстрагирования (экстракт осахаривания) при определении методом горячего экстрагирования с вытяжкой из ячменного солода (экстракт осахаривания)	48	—
	—	80
Продолжительность осахаривания, мин, не более	85	—
	—	25

Показатель	Солод	
	ферментированный	неферментированный
Кислотность (см ³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1,0 моль/дм ³ на 100 г абсолютно сухого солода) экстракта солода, полученного методом: горячего экстрагирования, не более холодного экстрагирования, не менее	—	17
	35	—
Цветность (см ³ I в раствора иода на 100 г абсолютно сухого солода) экстракта солода, полученного методом: горячего экстрагирования холодного экстрагирования	—	Не более 5
	10...20	—
Примеси мг/кг, не более металлические песок и др.	3	3
	Не допускается	Не допускается
Зараженность амбарными вредителями	Не допускается	Не допускается

Примечание. Метод горячего экстрагирования применяют для неферментированного солода.

используют метод экстрагирования с солодовой вытяжкой, а предназначенного для хлебопекарной промышленности — метод холодного экстрагирования.

Для установления цветности и кислотности ферментированного солода используют метод холодного экстрагирования, а неферментированного — метод горячего экстрагирования.

Производственная санитария и безопасные приемы труда

Помещение для очистки зерна оснащают вентиляцией. Все зерноочистительные машины на должны пропускать зерновую пыль. Уборку пыли с поверхности оборудования и инвентаря производят каждую смену. В солодовне полы убирают влажным способом не реже одного раза в сутки. Малодоступные места, водосточные каналы очищают, промывают и засыпают хлорной известью.

Стены и потолки в коридорах и прочих сухих помещениях обметают не реже одного раза в неделю, белят не реже одного раза в квартал, в сырых местах белят известью по мере надобности.

После освобождения солодовенного тока от зерна и перед загрузкой пол и панели на высоту 20 см моют и дезинфицируют хлорно-известковым молоком или 2%-ным раствором марганцовокислого калия, после чего промывают водой.

При работе, связанной с хождением по зерну, рабочих обеспечивают санобувью (резиновые сапоги). Перед работой сапоги обеззараживают 2%-ным водным раствором хлорной извести в специальных емкостях. Обувь хранят в специальном шкафу.

Вход на тока оборудуют специальными ковриками.

В солодовне «передвижная грядка» следят, чтобы зерно не застревало в ковшах солодovorошителя и в системе цепных передач.

Расстояние от конца лотка или трубы, по которым сухое зерно поступает в замочный аппарат, до поверхности воды должно быть минимальным для уменьшения запыленности помещения.

Замочные аппараты, солодорастильные тока, ящики, барабаны моют, чистят и дезинфицируют после каждого цикла работы 2%-ным раствором хлорной извести в течение 2 ч.

Каждый ящик после освобождения белят известью, подситовые пространства обрабатывают 2%-ным раствором хлорной извести. Тщательно чистят, моют и дезинфицируют ящичные сита, перегородки в ящиках и ворошители для зерна.

При работе по способу солодоращения в одном аппарате в конце каждого цикла из ящика удаляют остатки ростков, дезинфицируют его не реже одного раза в неделю хлорной известью или формалином.

Шнеки, транспортеры, нории, бункеры для свежепросошего солода очищают ежедневно.

Чистку, мойку, дезинфекцию ящиков с «передвижной грядкой» проводят по секциям (дням проращивания) каждые 8–10 суток, а обработке камеры кондиционирования воздуха и чистку форсунок производят не реже 1 раза в месяц.

Дезинфицирующие растворы для дезинфекции зерна при замочке, а также для обработки технологического оборудования разрешается готовить только людям, знающим химические свойства и особенности этих веществ и прошедших инструктаж.

Помещения подработочного, замочного и солодорастильного отделений должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Зерновые сепараторы, очистительно-сортировочные машины, триеры и другие машины для подработки ячменя должны иметь аспирационные системы, предназначенные для отсасывания пыльного воздуха и его очистки.

Тросы подвесок рассевов мастер цеха проверяет ежеквартально и при обнаружении обрывов нитей заменяет новыми.

Световая сигнализация электромагнитных сепараторов должна работать бесперебойно. При ее неисправности включение сепараторов запрещается. Температура рабочих деталей электромагнитных сепараторов (магнитопроводы, подшипники) не должна превышать 60°C. Электрооборудование подработочного, солодорастильного, дробильного отделений должно быть выполнено только в закрытом пыленепроницаемом исполнении. Все электрооборудование обязательно заземляют.

Замочные аппараты оснащают устройством для удаления диоксида углерода, а площадки для их обслуживания устанавливают на уровне 1,1–1,2 м ниже верхней кромки аппаратов.

Запрещается заходить в солодорастильный ящик при работающем солодovorошителе. Вход допускается только после обесточивания электропривода. При этом на пусковом устройстве должен быть вывешен плакат: «Не включать! Работают люди!».

При статическом способе солодоращения солодovorошители пневматических ящиков должны иметь дистанционное управление.

Напряжение в электроцепи управления приводом солодovorошителя и других механизмов и машин в солодорастильном отделении должно быть не выше 42 В.

При работе в барабанной пневматической солодовне перед загрузкой солода необходимо открыть вентиляционные каналы и удалить из барабанов диоксид углерода.

Перед пуском солодорастильного барабана проверяют: не работают ли люди в нем и около электропривода, закрыты ли люки барабана. Червячные передачи у барабанов и вала, на который насажены червяки для передач, должны быть закрыты кожухом.

При обслуживании замочных аппаратов, солодорастильных ящиков и барабанов необходимо пользоваться светильниками напряжением только 12 В.

Подработочное, солодорастильное и солодосушильное отделения должны иметь между собой телефонную связь, звуковую и световую сигнализацию, обеспечивающую координацию работы этих взаимосвязанных участков.

Помещение солодосушильного отделения убирают периодически. Пыль обметают не реже одного раза в неделю, белят не реже одного в квартал, окна и двери протирают влажной тряпкой, зонти и вытяжную трубу в солодосушилке очищают и дезинфицируют периодически (при ремонте). Калориферы очищают от ростков не реже одного раза в сутки, а само калориферное отделение — не реже одного раза в неделю. На сушилках горизонтального действия после каждого спуска солода решетки очищают от ростков и пыли, сита вертикальных солодосушилок чистят не реже одного раза в месяц. Все помещения солодосушильного отделения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

Перед приемкой свежепроросшего солода на верхние решетки сушилки, а также при выгрузке его с сит необходимо остановить солодворошители и отвести их в крайнее положение. Перед пуском ворошителя необходимо убедиться в отсутствии людей в солодосушилке.

Во время работы солодворошителей двери сушильных камер должны быть закрыты. Категорически запрещается входить в помещение сушильных камер во время работы ворошителей, загружать в это время солод на сита или выгружать его. Двери солодосушильных камер должны иметь блокировку с приводом солодворошителя, отключающую его при входе людей в камеру. Во избежание попадания людей в шахту солодосушилки в верхней части шахты должна быть установлена несъемная решетка.

Топки сушилки для жидкого и газообразного топлива должны иметь автоматическую блокировку, обеспечивающую отсечку подачи топлива в топку при затухании факела, невозможность зажигания топлива без предварительного запуска вентиляторов горячего воздуха и продувки топлива.

При ручном обслуживании топок зажигание жидкого и газообразного топлива разрешается только после продувки, вентилирования камеры сгорания. В помещении топки должен быть вывешен на видном месте плакат: «Продуй топку перед зажиганием топлива!», а на топку нанесен знак: «Осторожно! Опасность взрыва!».

Топки, работающие на жидком и газообразном топливе, должны быть оборудованы взрывными клапанами, а топливопроводы и топливная аппаратура герметизированы.

На магистрали, подводящей жидкое и газообразное топливо к топкам, должен быть головной запорный вентиль, установленный вблизи выхода из топочного помещения и на расстоянии не менее 3 м от топки.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные стадии очистки ржи от примесей.
2. Какова цель замачивания зерна перед солодоращением?
3. Какие химические превращения происходят в зерне при замачивании?
4. Какие вы знаете способы замачивания зерна?
5. Зачем моют зерно перед замачиванием?
6. Для чего производят сортирование зерна перед замачиванием?
7. Каково устройство воздушно-ситового сепаратора?
8. Как устроен и как работает замочный аппарат?
9. По каким признакам определяют правильность замачивания зерна?
10. Для чего проращивают рожь?
11. Какова роль ферментов в процессе солодоращения?
12. Какие существуют системы солодовен?
13. Каков режим проращивания ржи в токовых солодовнях?
14. Как работает ящичная солодовня со шнековыми ворошителями? Каков режим проращивания?
15. Как готовят солод в солодовне с передвижной грядкой?
16. Как устроена барабанная солодовня и как в ней готовят солод?
17. Расскажите о непрерывном способе солодоращения.
18. Каковы устройство и принцип действия шнекового ворошителя?
19. Какие активаторы применяют для ускорения солодоращения?
20. Какие требования предъявляются к качеству свежепросошедшего ржаного солода?
21. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать в отношении солодоворошителей в ящичной солодовне?
22. Каков режим проращивания ржи в ящичной солодовне?
23. Каков режим проращивания ржи в барабанной солодовне?
24. Зачем проводят томление ржаного солода в конце проращивания?
25. Как сушат ржаной солод?
26. Каковы потери сухих веществ на стадиях приготовления ржаного солода?
27. Каковы основные качественные показатели ржаного солода?
28. Зачем сушат свежепросошедший солод?
29. Назовите и охарактеризуйте три стадии сушки солода?
30. Какое влияние оказывает меланоидиновая реакция на качество солода?
31. Какие типы солодосушилок имеются на заводах?
32. Каковы устройство и принцип действия одноярусной сушилки?
33. Каковы устройство и принцип действия двухъярусной сушилки?
34. Каково устройство сушилки непрерывного действия и ее преимущества перед другими типами сушилок?

Часть III ПРОИЗВОДСТВО ПИВА

ГЛАВА 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Технологический процесс производства пива (рис. 36) состоит из следующих основных операций: приема, хранения, очистки и дробления солода, приготовления пивного сусла, приготовления чистой культуры дрожжей, сбраживания пивного сусла, осветления и розлива пива в бутылки, бочки, автотермоцистерны.

Приготовление пивного сусла

Свежеприготовленный сухой солод, очищенный от ростков, подают в приемный бункер 1, откуда норией 2 поднимают на весы 4, взвешивают и шнеком 5 распределяют по силосам 6, где выдерживают его не менее 4—5 нед. При этом влажность солода от 3—4% повышается до 5—6%. Отлежавшийся солод из силосов пневматическим транспортом направляют на дальнейшую переработку. Под действием вакуум-насоса 7 в разгрузителе 8 и трубопроводах создается разрежение. Атмосферный воздух засасывается через воронки 3, увлекая с собой солод, и поднимает его в разгрузитель 8. Из разгрузителя через шлюзовой затвор солод поступает в полировочную машину 9, где очищается от пыли, других примесей и норией 2 подается через магнитный сепаратор 10 на автоматические весы 4. Для ускорения процесса экстрагирования компонентов зерна солод после взвешивания измельчают в вальцовой дробилке 11 и накапливают в бункере 12.

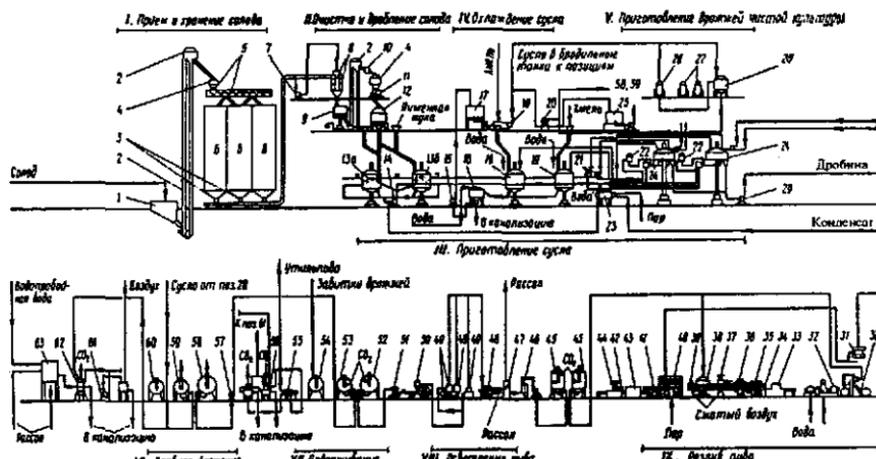


Рис. 36. Аппаратурно-технологическая схема производства пива

Дробленый солод смешивают с горячей водой температурой около 54°C в заторном аппарате **13а**. После тщательного перемешивания (затириания) часть затора (смесь солода с водой) насосом **14** перекачивают в другой заторный аппарат **13б**, где нагревают до температуры 68–70°C. При таком режиме происходит осахаривание — ферментативный гидролиз крахмала с образованием растворимых, не окрашиваемых иодом сахаров и декстринов. Большая часть нерастворимых веществ под действием ферментов становятся растворимыми. Затем затор доводят до кипения и после кратковременного кипячения (для разваривания крупных частиц солода — крупки) затор (первую отварку) насосом **14** возвращают в аппарат **13а**. При смешивании кипяченой части затора с затором, оставшимся в аппарате **13а**, температура всей массы устанавливается примерно 70°C, что необходимо для его осахаривания.

По окончании осахаривания часть затора снова перекачивают насосом **14** в котел **13б** (вторая отварка) для нагревания до кипения и разваривания крупки. Вторую отварку возвращают в аппарат **13а**, где после смешивания обеих частей затора температура повышается до 75–78°C. После этого всю массу из аппарата **13а** насосом **14** перекачивают в один из фильтрационных аппаратов **24**, где отделяют сусло от дробины. Сусло — водный раствор экстрактивных веществ, получаемых при затириании солода.

Мутное сусло, получаемое в начале цикла фильтрования, насосом **21** возвращают обратно в фильтрационный аппарат **24**. Прозрачное сусло (первое сусло), проходя через фильтрационную батарею или через регулятор давления **22**, стекает в один из сусловарочных аппаратов **19**.

Промытую солодовую дробину (гущу, оставшуюся после фильтрования затора и промывания его горячей водой) из фильтрационного аппарата насосом **29** перекачивают в бункер для продажи на корм скоту. Промывная вода, содержащая небольшое количество экстрактивных веществ, стекает в сборник **23**, откуда насосом **14** перекачивается в аппарат **13а** для приготовления следующего затора.

В сусловарочном аппарате **19** сусло кипятят с хмелем. При кипячении в сусло переходят горькие и ароматические вещества хмеля, выпаривается некоторое количество воды, происходит частичная денатурация белков и стерилизация сусла. Горячее сусло спускают в хмелеотделитель **16**, где задерживаются вываренные хмелевые лепешки, а сусло насосом **15** перекачивается в сборник горячего сусла **17**.

Этот способ приготовления горячего сусла не является единственным, но он получил наибольшее распространение.

Из сборника **17** горячее сусло стекает в центробежный сепаратор **18**, в котором очищается от взвешенных частиц белка. После сепаратора сусло пропускается через пластинчатый теплообменник **20** (где охлаж-

дается до 5—6°C) в сборник 25, откуда его перекачивают в бродительные аппараты. Осветленное и охлажденное сусло со стандартной концентрацией экстрактивных веществ называется «начальным суслом».

Сбраживание пивного сусла и фасование пива

Для обеспечения чистоты брожения семенные дрожжи периодически заменяют дрожжами чистой культуры, получаемыми из одной клетки в стерильных условиях. Для размножения дрожжей чистой культуры охмеленное сусло после осветления его в сепараторе 18 стерилизуют в аппарате 26 и перекачивают в бродительные аппараты 27 и 28, в которые вводят чистую культуру дрожжей (из лаборатории). Дальнейшее размножение дрожжей происходит в аппарате 60.

Охлажденное (начальное) сусло заливают в закрытые бродительные аппараты 58 и 59, сюда же добавляют дрожжи из аппарата 60 для разбраживания. По окончании главного брожения, протекающего в течение 6—8 суток, молодое пиво насосом 57 перекачивают в аппараты 52 и 53 для дображивания. Дрожжи, остающиеся на дне бродительных аппаратов, посредством вакуума, создаваемого вакуум-насосом 61, направляются в сборник 62 для повторного использования или в сборник 56 для продажи. Из сборника 56 давлением сжатого диоксида углерода дрожжи перемещают в фильтр-пресс 55. Пиво, отфильтрованное в фильтр-прессе, сливается в танк 54 для переработки. Отмывание дрожжей от остатков пива и охлаждение их производят водой, охлаждаемой в баке 63.

Дображивание молодого пива происходит в аппаратах для дображивания в течение 15—90 сут в зависимости от типа приготавливаемого пива и принятой технологии. По окончании дображивания пиво под давлением диоксида углерода стекает из аппаратов 52 и 53 в смеситель 51, затем насосом 50 нагнетается в сепараторы 49.

В сепараторе пиво освобождается от взвешенных в нем дрожжей, других микроорганизмов и мелких частиц. Для придания готовому напитку полной прозрачности и блеска его после сепарирования фильтруют в фильтр-прессе 48. Осветленное пиво охлаждается рассолом в пластинчатом теплообменнике 47, насыщается диоксидом углерода в карбонизаторе 46 и сливается в сборники 45.

Отфильтрованное пиво из сборников 45 под давлением CO_2 подают в отделение розлива. Ящики с грязными бутылками поступают из склада к автомату 44, который извлекает бутылки из ящиков. Пластинчатым транспортером 42 бутылки направляются в бутылкомоечную машину 40 с щелочным раствором, поступающим из бака 31. Пустые ящики после очистки от мусора в автомате 43 ленточным транспортером 41 подаются к автомату 33 для укладки в них бутылок с продукцией. Вымытые бутылки из моечной машины 40 пластинчатым транспортером 34 передаются к световому экрану 39 для

отбраковки, а затем к линии машин-автоматов: разливочному 38, укупорочному 37, бракеражному полуавтомату 36, этикетировочному 35 и укладчику бутылок в ящики 33. Готовая продукция транспортерами передается в экспедицию.

Металлические или осмоленные деревянные бочки, а также кеги перед заполнением их пивом ополаскиваются внутри при помощи шприца, затем обмываются снаружи на полуавтомате 32, снова ополаскиваются внутри, а затем изобарическим аппаратом 30 заполняются пивом, укупориваются вручную и направляются в экспедицию.

ГЛАВА 8. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПИВНОГО СУСЛА

Очистка от примесей и дробление солода

Очистка солода. Отлежавшийся солод содержит остатки ростков, пыль, волокна, металлическую пыль и другие примеси. Для их отделения используют полировочную машину и магнитный сепаратор.

В солоде, поступающем в производство, встречаются различные мелкие металлические предметы (гвозди, кусочки стали, продукты коррозии и др.), которые проходят через сита полировочной машины. Эти примеси удаляются с помощью сепаратора с постоянными магнитами или электромагнитного сепаратора. При этом поверхность зерен солода становится блестящей, полированной, солод приобретает чистый вкус. При полировании образуется 0,5–1,25% пыли.

Солодополировочная машина (рис. 37) построена по тому же принципу, что и росткоотбивная машина. Рабочим органом в ней являются щеточная дека 4 и щеточный барабан 3, вращающийся через цепную передачу 5 от электродвигателя. Солод поступает в машину через приемное устройство 9 в количестве, регулируемом с помощью заслонки 8 и вальцового питателя 7. Распределяясь валком 6 питателя в пространстве между щеточной декой 4 и щеточным барабаном 3, солод очищается от пыли, остатков ростков и выводится из машины шнеком 12. Расстояние между щеточным барабаном и декой регулируют прижимным устройством 2 с регулятором зазора 1.

Пыль, выделяемая при полировании солода, отсасывается по трубопроводу 10. Натяжение цепной передачи регулируют механизмом 13.

При наличии на заводе пневмотранспорта солод удаляют из машины по трубопроводу 11.

При работе на неправильно отрегулированной полировочной машине повреждаются солодовые зерна и в этом случае в отходах, кроме пыли и остатков ростков, появляются битые зерна, солодовая крупка и мука.

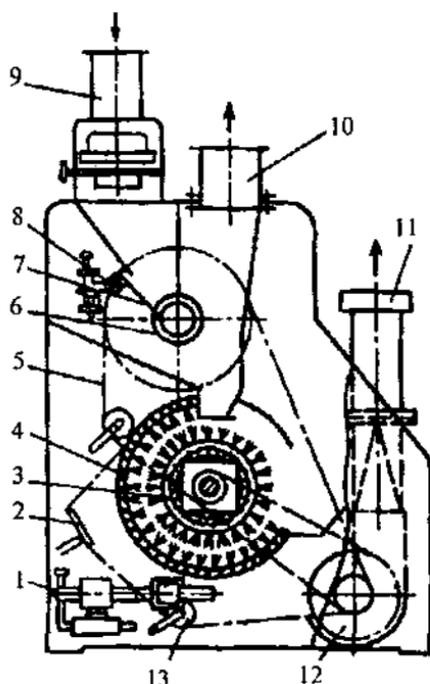


Рис. 37. Солодополировочная машина

Дробление солода. Чтобы полнее экстрагировать из солода экстрактивные вещества, его измельчают. Зерно ячменного солода покрыто оболочкой (шелуха), ухудшающей вкус пива, но являющейся хорошим фильтрующим материалом при фильтровании затора. Поэтому при дроблении солод не размалывают, а раздавливают, сохраняя оболочку зерна почти без разрушения, а из эндосперма стараются получить максимальное количество мелкой однородной крупки. Высокое содержание муки и измельченной оболочки зерна в помоле затрудняет фильтрование затора. Твердость мучнистой части зерна неоднородна. Твердые кончики зерна при помоле дают крупку, а хорошо разрыхленная центральная часть эндосперма и вблизи зародыша — образует муку и мелкую крупку.

Оптимальный помол солода должен обеспечить максимально возможный выход экстракта и достаточно высокую скорость фильтрования сусла. Состав помола зависит от качества солода, способов его затирания и фильтрования затора. В процессе переработки солода хорошего качества при фильтровании затора в фильтрационном аппарате рекомендуется следующий состав дробленого солода (в % к его массе): шелухи 15–18, крупной крупки 18–22, мелкой крупки 30–35, муки 25–35. Для фильтрования затора на фильтр-прессе (майш-фильтр), где фильтрующей основой служат фильтровальные пластины, рекомендуется помол с большим содержанием мелких фракций: шелухи 9–12, крупной крупки 12–15, мелкой крупки 30–35, муки 40–45%. В помоле не должно быть целых зерен.

На пивоваренных заводах солод измельчают на четырех- и шестивальцовых дробилках, работающих с одинаковой частотой вращения валцов. В этих дробилках происходит только раздавливание (раскалывание) зерен солода. Дроблению подвергают в основном сухой солод, обрабатывая его последовательно на двух или трех парах валцов.

Основными рабочими органами *четырёхвальцовой дробилки* (рис. 38) являются две пары валцов 1 и 2 и плоские сита 3.

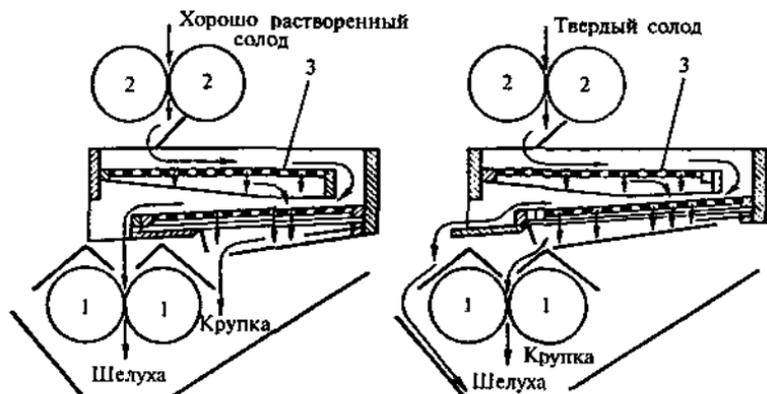


Рис. 38. Четырёхвальцовая солододробилка

Солод, раздробленный на верхней паре вальцов, поступает на колеблющиеся сита, с помощью которых, в зависимости от качества солода, можно по-разному направить продукты размола: при переработке хорошо растворенного солода на вторую пару вальцов 1 подается шелуха, а крупка и мука выходят из дробилки, минуя их; при переработке твердого стекловидного солода на повторный размол идет крупка.

Шестивальцовая дробилка обеспечивает лучшее измельчение солода и дает возможность получить максимальный выход экстракта. Последовательное дробление солода на трех парах вальцов дает удовлетворительный выход экстракта даже при обработке плохо растворенного и стекловидного солода.

В шестивальцовой дробилке (рис. 39) на верхней паре вальцов 8 солод подвергается предварительному дроблению и затем попадает на колеблющиеся сита 6. Дробленый солод первыми ситами 9 и 10 разделяется на три фракции: мука проходит сквозь оба сита и по плоскостям 7 и 5 направляется в бункер; крупка задерживается ситом 10 и затем поступает на вторые сита 12. Сходом с верхнего сита 9 шелуха, в которой еще содержатся частицы мучнистого тела, идет на вторую пару вальцов 11. Размолотая повторно она снова разделяется на ситах 12 на три фракции: чистая шелуха по ситы 4 сходит в бункер; крупная крупка проходит сквозь сито 4, соединяется с крупкой, полученной при дроблении солода на первой паре вальцов, и направляется на третью пару вальцов 2, снабженных разделительной перегородкой 3; мелкая крупка и мука проходят сквозь сито 13, и по

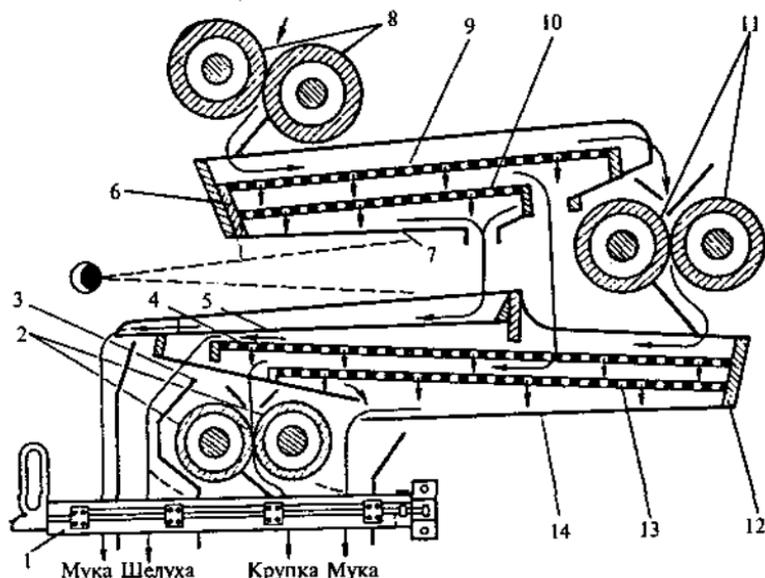


Рис. 39. Шестивальцовая солододробилка

плоскости 14 направляется в бункер. Пробы дробленого солода отбирают выдвижным лотком, установленным в желобе 1.

Вальцы верхней и средней пар имеют гладкую поверхность и вращаются с одинаковой окружной скоростью, благодаря чему солод, а затем шелуха подвергаются только сжатию, но не растягиванию. Нижняя пара валцов рифленая и предназначена для раскалывания крупки.

Необходимое соотношение фракций помола достигается регулированием расстояния между вальцами. Примерный зазор между вальцами первой пары 1,2–1,4 мм, второй пары – 0,6–0,8 мм, третьей пары 0,3–0,5 мм.

Сита следует периодически вынимать и прочищать, так как на засорившихся ситах получают неправильный рассев, что ухудшает состав помола и снижает производительность дробилки. Необходимо следить за горизонтальностью и параллельностью валцов, а также за износом – в средней части он больший.

Производительность шестивальцовой дробилки по сухому солоду 2,5 т/ч.

Продолжительность дробления солода не соответствует продолжительности затирания, поэтому между дробилкой и заторным аппаратом

устанавливают промежуточный бункер для дробленого солода. Вместимость бункера принимают из расчета 3 м³ на 1 т солода.

На некоторых предприятиях применяется способ *дробления увлажненного солода* для сохранения целостности оболочки зерна и получения в фильтрационном аппарате более пористого фильтрующего слоя.

Для повышения эластичности оболочки солод перед дроблением увлажняют водой. Дробление проводят на двухвальцовой мельнице (рис. 40).

Над мельницей установлен бункер 3, предназначенный для увлажнения сухого солода водой температурой 35–50°С, подаваемой через водораспределительное кольцо 4. Мельница имеет два рабочих рифленых вальца 6, питающий валик 2 и дисковые валки 9.

Процесс увлажнения и дробления солода проводят следу-

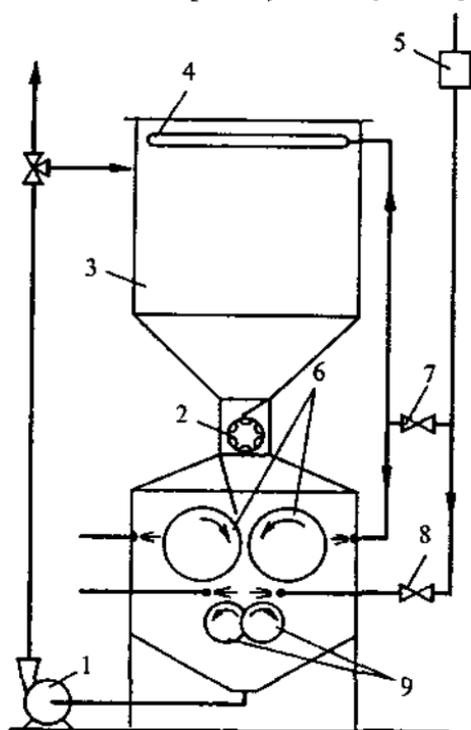


Рис. 40. Мельница для мокрого помола солода

ющим образом. Определенное количество очищенного солода загружают в бункер, через кольцо 4 подают туда воду и одновременно включают насос 1 и вальцы 6. Как только количество воды достигнет 75 дм³ на 100 кг солода, подачу ее прекращают, и в течение примерно 20 мин насосом 1 перекачивают воду по замкнутому контуру: из корпуса мельницы в бункер. За это время солод увлажняется до 28 — 32%. После чего замочную воду перекачивают в заторный аппарат, а вальцы и насос останавливают и солод оставляют в покое для удаления остатков воды.

Для подачи замоченного солода на вальцы 6 приводится во вращение питающий рифленый валик 2. Одновременно с пуском валика начинают вращаться рабочие вальцы 6, через вентиль 8 подается теплая вода для орошения размолотого солода и включаются в работу дисковые валики 9, которые при вращении отделяют шелуху от мучнистых частиц солода. Дробленый солод выгружается в бункер, расположенный над заторным аппаратом.

По окончании измельчения солода производят ополаскивание бункера 3 и вальцового станка теплой водой, для чего открывают вентиль 7. Воду с остатками солода перекачивают в заторный аппарат.

Установки для мокрого помола солода изготавливают производительностью 6 и 10 т/ч. Они полностью автоматизированы и работают по заданной программе. На рис. 40 показан только один терморегулятор 5 для поддержания заданной температуры воды.

На пивоваренных заводах, где солод перемещается пневмотранспортером, мельницы для мокрого помола не применяют, так как в солоде имеются битые зерна, которые при замачивании быстро увлажняются и затрудняют дробление (замазывают рифленые вальцы).

На минипивоваренных заводах используют двухвальцовые дробилки, которые проще устроены, легки в обслуживании, меньше расходуют электроэнергию, но дают более грубый помол, что затем снижает выход экстракта из солода на 1—2%.

Дробление несоложенного зернового сырья. Качество размола несоложенного зернового сырья (ячмень, рис и др.), как и сушеного солода, оказывает влияние на скорость физико-химических и физических процессов при затирании. Натуральное зерно по сравнению с солодовым имеет более плотную структуру, но и при его размальвании стараются получить более крупную шелуху.

Дробление предварительно очищенного от примесей ячменя проводят на мельничном двухвальцовом станке с нарезными (рифлеными) вальцами, которые вращаются навстречу друг другу с разной скоростью, например, 450 и 180 мин⁻¹. Отношение частоты вращения вальцов при нормальной работе поддерживают в интервале 1:(2,5—1,5).

Состав помола зависит от зазора между вальцами и скорости подачи зерна в мельницу. Рекомендуется следующий состав помола несоложенного зернового сырья (в % к его массе): шелухи 12—22, крупной крупки 20—40, мелкой крупки 25—50, муки 12—20.

На некоторых заводах используют шлифованный дробленый рис. Примерный состав его помола (в % к его массе): шелухи 0–2, крупной крупки 30–35, мелкой крупки 40–45, муки 20–25.

Затирание и осахаривание затора

§ 1. Цель и схема приготовления затора

Затирание включает смешивание дробленого солода и несоложенного зернового сырья с водой, нагревание и выдержку полученной смеси при определенном температурном режиме. Смесь дробленых зернопродуктов с водой, подвергаемых затиранию, называют *затором*, массу зернопродуктов, загружаемых в заторный аппарат, — *засыпью*, количество воды, расходуемой на приготовление затора, — *наливом*.

Цель затирания состоит в экстрагировании растворимых веществ солода и несоложенного зерна и превращении под действием ферментов большей части нерастворимых веществ в растворимые. Вещества, перешедшие при затирании в раствор, называют экстрактом.

Основными аппаратами для приготовления пивного суслу являются заторные, фильтрационный и суслотварочный аппараты, которые соединены между собой трубопроводами в единую систему, называемую *варочным агрегатом*. В схеме агрегата имеются насосы для перекачивания заторной массы, мутного суслу и горячего охмеленного суслу, а также хмелеотделитель, приборы для контроля и управления процессами приготовления суслу.

В зависимости от числа основных аппаратов различают варочные агрегаты с двумя, четырьмя и шестью аппаратами.

На рис. 41 изображена схема четырехаппаратного варочного агрегата, который состоит из двух заторных аппаратов 4, фильтрационного аппарата 1, суслотварочного аппарата 2 и водоподогревателя 3 и хмелеотделителя 5. В одном из заторных аппаратов производят затирание солода, несоложенного зернового сырья и осахаривание, в другом —

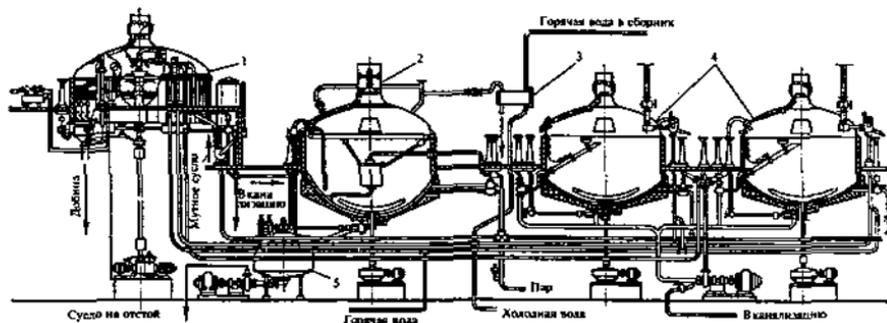


Рис. 41. Четырехаппаратный варочный агрегат

нагревание и кипячение заторной массы. Оба заторных аппарата совершенно одинаковы, что позволяет маневрировать их работой.

Заторные аппараты четырехаппаратного агрегата находятся в работе не более 50% времени, поэтому для двух рядом установленных четырехаппаратных агрегатов из четырех заторных аппаратов можно оставить два. В результате получают один шестиаппаратный агрегат с удвоенной производительностью.

Заторные и сусловарочный аппараты размещают на одной горизонтальной площадке, а фильтрационный аппарат выше для обеспечения стока фильтрованного сусла в сусловарочный аппарат. Варочные агрегаты изготавливают производительностью 1; 1,5; 3; 5,5; 8,5; 10 т (считая по массе одновременно перерабатываемого солода и несоложенных материалов).

Смешивание дробленого солода и несоложенного зернового сырья с водой, нагревание и кипячение заторной массы проводят в заторном аппарате (рис. 42), который представляет собой цилиндрический сосуд 12 с двойным сферическим днищем 20, образующим рубашку, предназначенную для нагревания и кипячения заторной массы. Греющий пар подают в паровую рубашку в нескольких точках из кольцевого паропровода 15. Конденсат отводят через конденсатоотводчик 17. Несконденсировавшиеся газы из паровой рубашки выводят по трубе 14.

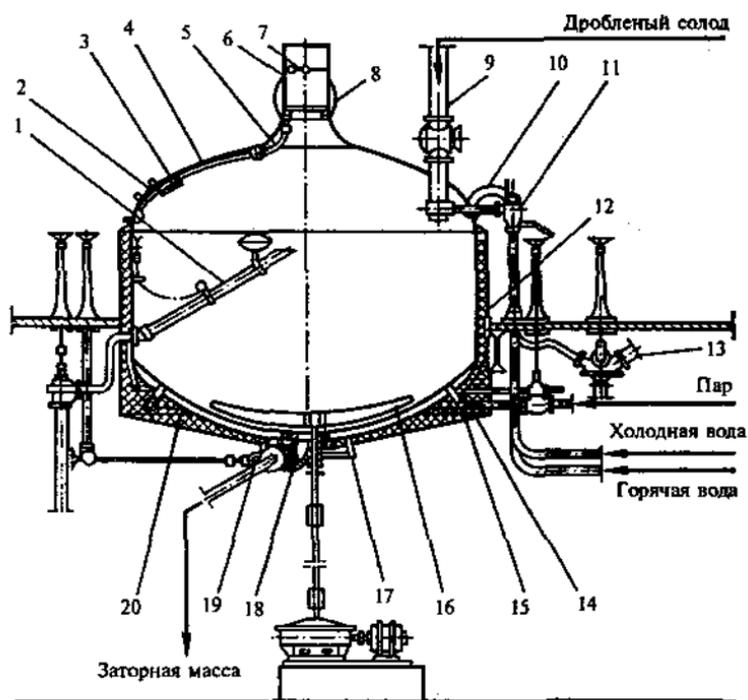


Рис. 42. Заторный аппарат

Куполообразная крышка 4 снабжена вытяжной трубой 6 с кольцевым желобком 8 и трубкой 5 для сбора и отвода в канализацию конденсата, образующегося в вытяжной трубе. Тягу в вытяжной трубе регулируют поворотной заслонкой 7 с помощью лебедки 3. На крышке аппарата имеется раздвижной смотровой люк 2. Лопастная мешалка 16 приводится в движение от электродвигателя через редуктор. Труба 1 предназначена для декантации жидкой части затора. Она шарнирно закреплена у основания, а верхний открытый конец ее поддерживается поплавком на небольшой глубине от поверхности жидкости. Освобождается аппарат через трубу 18, перекрываемую вентилем 19.

Дробленый солод по трубе 9 поступает в заторный аппарат и на пути смачивается теплой водой из смесителя 11. Для направления перекачиваемой заторной массы в соседние заторный или фильтрационный аппараты предназначен распределительный кран 13. Из соседнего аппарата заторную массу возвращают по трубе 10.

Перед подачей в заторный аппарат размолотого зерна, во избежание распыления муки и образования комков, его смешивают с водой в предзаторнике, представляющем собой цилиндр с оросительной системой внутри. Нижний конец трубы предзаторника опущен в заторный аппарат.

Для уменьшения потерь теплоты боковые стенки заторных аппаратов покрывают изоляционным слоем, поверх которого укрепляют защитный кожух из тонкой листовой стали.

§ 2. Ферментативные процессы при затирании

Основная задача при приготовлении затора заключается в создании оптимальных условий для действия ферментов солода, чтобы перевести максимально возможное количество сухих веществ в раствор и получить наибольший выход экстракта из солода и несоложеного зернового сырья.

Ферменты, являющиеся биологическими катализаторами и ускоряющие реакции расщепления веществ, проявляют активность в определенных условиях, характеризующихся температурой и рН. Действуют они на определенные вещества избирательно. В процессе затиранья действуют амилолитические, протеолитические, цитолитические и другие ферменты.

Изменяя кислотность, температуру и плотность среды, можно регулировать скорость и направление действия ферментов: усиливать действие одних и подавлять действие других. Это дает возможность из одного и того же зернового сырья получать пивное сусло разного состава.

Действие амилолитических ферментов на крахмал при затирании. В дробленном солоде и несоложенном сырье содержится значительная часть крахмала, не растворяющегося в воде, который в про-

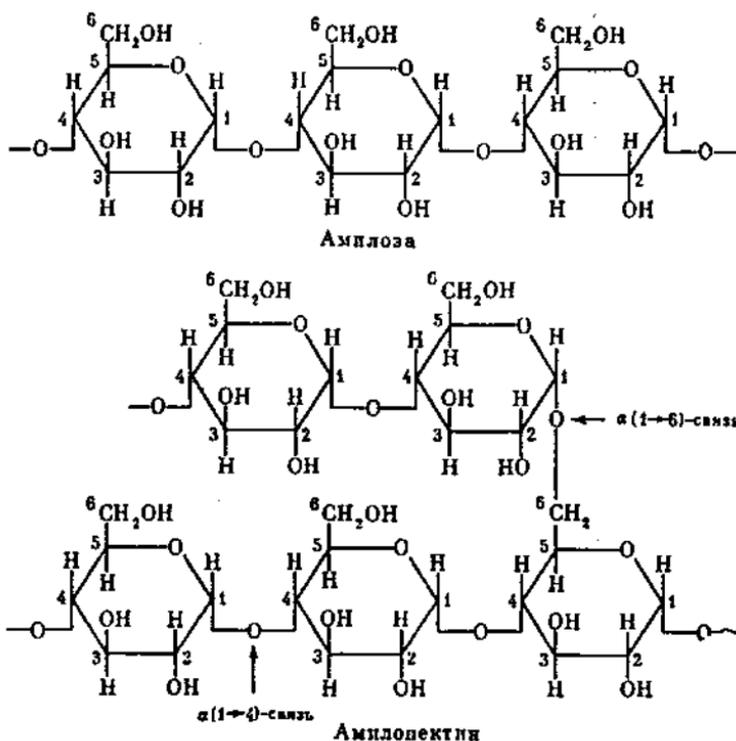


Рис. 43. Молекула крахмала

цессе затирания подвергается расщеплению амилолитическими ферментами (α - и β -амилазами).

Крахмал существует в двух формах: в форме амилозы и в форме амилопектина.

Молекула амилозы крахмала (см. рис. 43) представляет собой длинную неразветвленную цепь, в которой глюкозные остатки соединены $\alpha(1\rightarrow4)$ -связями.

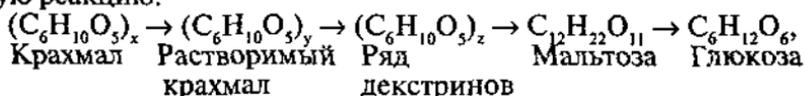
Молекулярная масса амилозы в зависимости от степени полимеризации колеблется от 10000 до 500000. Цепи амилозы расположены спиралеобразно, каждый виток спирали образован тремя остатками глюкозы. В растворе витки спирали увеличиваются и в их образовании участвуют шесть-семь глюкозных единиц.

Молекула амилопектина разветвлена, в цепочках остатки глюкозы соединены через α -1,4-связи, а в местах ветвления — через α -1,6-связи, на долю последних приходится 6,7% всех связей в молекуле. Молекулярная масса амилопектина колеблется от 1 до 6 млн, примерно 4% остатков глюкозы являются концевыми группами.

В воде амилоза и амилопектин образуют гидратированные мицеллы (электрически заряженные коллоидные частицы), которые при добавлении иода интенсивно окрашиваются в синий цвет. В холодной

воде крахмал нерастворим, а в горячей воде при определенных температурах (для ячменного крахмала 60–80°C, кукурузного 65–75°C, рисового 80–85°C, пшеничного 60–70°C) связи между мицеллами ослабевают, зерна крахмала набухают, увеличиваясь в объеме в 60–100 раз, и образуют коллоидный раствор. Происходит так называемая клейстеризация крахмала, что облегчает доступ ферментам к молекулам крахмала при гидролизе.

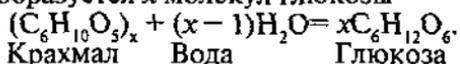
В общем виде гидролиз крахмала можно представить как ступенчатую реакцию:



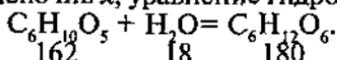
где $x > y > z$.

Декстрины – собирательное название промежуточных продуктов гидролиза крахмала с различным числом глюкозных остатков.

При полном расщеплении молекулы крахмала, содержащей x глюкозных остатков, по месту разорванных связей присоединяется $(x-1)$ молекул воды и образуется x молекул глюкозы



Величина x в этой реакции очень большая, поэтому можно принять, что $(x-1) \approx x$. Тогда, исключив x , уравнение гидролиза можно записать



Следовательно, теоретический выход глюкозы из крахмала составит $180 \times 100 / 162 = 111,1\%$.

Гидролиз крахмала ферментами условно делят на три стадии: *разжижение* крахмального клейстера, в результате чего уменьшается его вязкость; *декстринизация* крахмального клейстера – превращение крахмала в продукты распада, не образующие с иодом синего цвета; *осахаривание* – превращение большей части крахмала в сахара, преимущественно в мальтозу.

α -Амилаза разрывает в молекуле крахмала только $\alpha(1 \rightarrow 4)$ -гликозидные связи, преимущественно в середине цепей амилозы и амилопектина, образуя при этом низкомолекулярные декстрины и немного мальтозы. Следовательно, α -амилаза оказывает декстринирующее действие на крахмал.

β -Амилаза гидролизует только $\alpha(1 \rightarrow 4)$ -гликозидные связи, следовательно отщепляя от нередуцирующих концов цепей по два остатка глюкозы, т. е. мальтозу. В амилопектине фермент не может обойти точки ветвления, т. е. $\alpha(1 \rightarrow 6)$ -связи, и расщепление прекращается на последней $\alpha(1 \rightarrow 4)$ -связи. Поэтому продуктами гидролиза крахмала β -амилазой являются в основном мальтоза (около 54%) и высокомолекулярные декстрины, гидролизуемые позже α -амилазой до низкомолекулярных декстринов. β -Амилаза оказывает осахаривающее действие на крахмал.

α - и β -амилаза не могут полностью гидролизовать крахмал. При одновременном их действии гидролиз может достичь только 95%.

Полного гидролиза крахмала можно достичь, добавляя глюкоамилазу микробного происхождения, которая разрывает α -(1 \rightarrow 4)- и α -(1 \rightarrow 6)-глюкозидные связи, отщепляя от нередуцирующих концов молекулы крахмала по одному остатку глюкозы. Так как α -(1 \rightarrow 6)-глюкозидные связи примерно в четыре раза прочнее, чем α -(1 \rightarrow 4)-связи, они гидролизуются медленнее.

В процессе получения сусла α -амилаза теряет свою активность — инактивируется. Если все ее количество вначале затирания принять за 100%, то после возврата первой отварки в основной затор остается 60% активности, после второй — 30%, а в отфильтрованном первом сусле 10%.

Активность ферментов зависит от температуры, активной кислотности (рН) и концентрации сухих веществ в заторе. От этих факторов зависит и соотношение продуктов гидролиза (декстринов, мальтозы).

В заторе оптимальное значение рН для α -амилазы составляет около 5,7, а для β -амилазы 4,8. Температурный оптимум для α -амилазы примерно 70°C, для β -амилазы — около 63°C.

Поэтому, если необходимо в сусле иметь больше декстринов, то осахаривание проводят при высоких температурах 70–72°C. И, наоборот, для накопления большего количества мальтозы, а следовательно, для более глубокого сбраживания, следует процесс вести при 62–65°C.

Продукты гидролиза белка, некоторые соли кальция, клейстеризованный крахмал оказывают защитное действие на амилазы, уменьшая их инактивацию при повышенных температурах.

Гидролиз крахмала амилазами легко наблюдать по иодной реакции, так как крахмал и продукты его гидролиза (декстрины) дают разный цвет с иодом.

Ниже приведен ряд декстринов, отличающихся числом глюкозных остатков в цепочке молекулы (в скобках указан цвет, образующийся с иодным раствором):

Амилодекстрины (синий) \rightarrow Эритродекстрины (красно-бурый) \rightarrow \rightarrow Ахродекстрины (цвет не образуют) \rightarrow Мальтодекстрины (цвет не образуют).

Из крахмала под действием амилаз в основном образуется мальтоза. При гидролизе она расщепляется на две молекулы глюкозы. Дисахарид мальтоза, также как и моносахариды, восстанавливает фелингову жидкость, т. е. обладает редуцирующими свойствами. При осахаривании крахмала обнаруживается и другой дисахарид, получивший название изомальтозы.

При затирании солода и несоложенных материалов к гидролизу крахмала предъявляют следующие требования: сусло не должно содержать амилодекстринов и эритродекстринов, которые дают окрашивание с иодом; кроме мальтозы, в сусле должно содержаться

определенное количество ахродекстринов и мальтодекстринов, которые придают пиву полноту вкуса, повышают его вязкость. Полноту осахаривания (осахаривание — получение из крахмала растворимых продуктов распада, не образующих с иодом синего цвета) контролируют иодной пробой.

Обычно при нормально проведенном затирании в результате гидролиза крахмала образуется 70–80% «сырой» мальтозы. К «сырой» мальтозе относят все продукты гидролиза крахмала, обладающие редуцирующей способностью (то есть способностью восстанавливать фелингову жидкость) и пересчитанные на мальтозу.

Светлый солод дает большее количество мальтозы, темный — декстринов. Мальтоза в дальнейшем легко сбраживается дрожжами, декстрины не сбраживаются. Для каждого сорта пива должно быть определенное соотношение сбраживаемых углеводов к несбраживаемым. Например, для Жигулевского сула это 1:(0,33–0,43), для Рижского и Московского 1:(0,22–0,33), для темных сортов пива 1:(0,43–0,54).

Действие протеолитических ферментов на белки при затирании. Молекула белка состоит из остатков различных аминокислот, соединенных пептидными ($-\text{NHCO}-$)-связями, длинные цепи которых с помощью дисульфидных, а также второстепенных водородных и ионных связей определенным образом расположены в пространстве, образуя своеобразную конформацию, создающую жесткость структуры белковой молекулы и ее компактность. Под действием температуры (выше 60°C), рН, тяжелых металлов или ферментов второстепенные связи разрушаются и клубок разворачивается, т. е. происходит денатурация белка. При дальнейшем действии ферментов на белок происходит разрыв пептидных связей в молекуле белка (гидролиз) с образованием промежуточных продуктов — пептонов, полипептидов и дипептидов, которые затем расщепляются до аминокислот:

Белок → Пептоны → Полипептиды →
→ Дипептиды → α -Аминокислоты.

Для получения полноценного пивного сула расщепление белковых веществ солода и несоложенного зернового сырья имеет такое же большое значение, как и гидролиз крахмала. Часть белковых веществ (около 20% от их общей массы) расщепляется еще при солодоращении, где на белок действуют протеолитические ферменты эндопептидаза (протеиназа) и экзопептидазы (пептидазы), а при затирании разложение белковых веществ продолжается (расщепляется около 15% от их общей массы). Этот процесс называют протеолизом. При солодоращении образуются преимущественно низкомолекулярные продукты протеолиза, а в процессе затирания — высокомолекулярные соединения. Объясняется это тем, что при солодоращении активнее действуют экзопептидазы, дающие низкомолекулярные соединения, оптимальный рН для них находится в слабощелочной среде, близкой к нейтральной точке. В заторе же поддерживается рН 5,5–5,8, т. е. неблагоприятная для экзопептидаз среда и они чувствительны еще к температу-

ре, с повышением которой инактивируются. Поэтому в заторе преимущественно действует эндопептидаза, образующая высокомолекулярные соединения — пептоны и полипептиды. Оптимальные условия действия для эндопептидазы: рН 5,5—6,5, температура 40—50°C.

Во время затирания проявляет активность карбоксипептидаза, отщепляющая концевые аминокислоты. Оптимальные условия ее действия: 50°C, рН 5,2. Карбоксипептидаза стабильна в заторе и даже при 80°C сохраняет половину своей активности. В заторе действуют также лейцинаминопептидаза, дипептидаза (рН 6,5—7; температура 30—50°C), они термолабильны, то есть не устойчивы к воздействию температуры, при 55—60°C проявляют только следы активности. Таким образом на начальной стадии затирания все перечисленные ферменты проявляют свою активность. Но к концу затирания действуют только эндо- и карбоксипептидаза.

Распад белков проводят при температуре 50—52°C, так как именно при этой температуре образуются белковые соединения со средней величиной молекул. Продукты протеолиза, составляющие около 1/3 азотистых веществ затора, потребляются дрожжами при сбраживании пивного сусле, придают пиву полноту вкуса, пеностойкость, способствуют связыванию диоксида углерода. Белковые вещества (около 2/3 от их массы), не подвергшиеся гидролизу, выводятся с дробинной.

Большое значение при затирании имеет превращение фосфорных соединений, которое происходит под действием фермента *фитазы*, как в процессе солодоращения, так и при затирании во время белковой паузы (при 52°C). При ее действии накапливаются неорганические фосфаты, играющие важную роль в создании буферности затора, необходимой для действия ферментов. Оптимальными условиями действия фитазы являются рН 5,5, температура 40—50°C, точнее 48°C. При 60°C фитаза инактивируется.

При затирании протекают также и многочисленные неферментативные процессы: экстракция растворимых веществ, образование меланоидинов, коагуляция белков, частичный переход из оболочки солода в раствор горьких и полифенольных веществ и др. В результате накопления аминокислот, фосфорной и других органических кислот в заторе изменяется активная и титруемая кислотность. Обычно рН затора поддерживают около 5,8. Для создания оптимальной кислотности в начале процесса его подкисляют до рН 5,2.

Таким образом, изменяя температуру, продолжительность выдержки затора при определенных температурах, а также рН, можно регулировать ферментативные и неферментативные процессы, получать необходимые соотношения между отдельными продуктами гидролиза крахмала и белков.

Важнейшими при затирании являются температурные паузы: 50—52°C — белковая пауза, оптимальная для протеаз; 60—65°C — оптимальная для β-амилазы и 70°C — оптимальная для α-амилазы. Температура

78°C является предельной для осахаривания затора, она близка к температуре разрушения α -амилазы, но при 78°C декстрины еще образуются.

Влияние состава воды. При затирации все ферментативные и неферментативные реакции протекают в водной среде, поэтому солевой состав воды существенно влияет на них. Например, соли угольной кислоты обуславливают щелочность среды, отрицательно влияя на действие ферментов. Аминокислоты и кислые фосфаты, накапливающиеся при ферментативном гидролизе белковых и других веществ, наоборот, создают кислую среду, благоприятную для действия ферментов.

Карбонаты воды, связывая фосфаты солода, снижают кислотность. Для нейтрализации карбонатов в воду добавляют гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), молочную кислоту или монокальцийфосфат.

Количество добавляемого гипса x рассчитывают по формуле

$$x = 0,66 \cdot \text{Ж},$$

где Ж — жесткость воды в ммоль/дм³, а x — количество гипса на 100 дм³ воды, г.

Более точно с учетом состава воды количество гипса рассчитывают по формуле

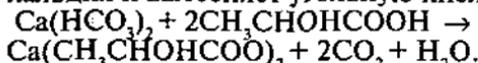
$$x = 0,43 (\Delta + 3),$$

где Δ — разность между щелочностью воды и содержанием ионов кальция, выраженных в мг-экв/дм³.

Можно также добавлять хлорид кальция, количество которого у рассчитывают по формуле

$$y = 0,55 (\Delta + 3).$$

Молочная кислота, связывая карбонат кальция, образует нейтральный лактат кальция и вытесняет угольную кислоту



Обычно молочную кислоту добавляют в затор в количестве, заранее вычисленном по карбонатной жесткости или остаточной щелочности воды, устанавливая рН затора 5,2—5,5.

Монокальцийфосфат добавляют в количестве примерно 0,24% к массе зернопродуктов.

Количество воды, расходуемой на затираание 100 кг зерноприпасов, определяют по формуле

$$H = a(100 - \text{CB})/\text{CB},$$

где H — количество воды; a — ожидаемый выход экстракта, %; CB — массовая доля сухих веществ первого сусла, %.

Обычно на затираание 100 кг зернового сырья расходуют 350—400 дм³ воды.

§ 3. Способы затираания солода

В пивоварении применяют два способа затираания: настойный и отварочный. *Настойный* заключается в том, что сухой дробленый солод смешивают с теплой водой и медленно подогревают по темпе-

ратурному графику до полного осахаривания. При *отварочном* способе дробленый солод и несоложенные зерновые материалы смешивают с горячей водой в одном заторном аппарате, отбирают часть затора в другой заторный аппарат для нагревания, осахаривания, кипячения и возвращают эту часть, называемую отваркой, обратно в первый аппарат для дальнейшей ферментативной обработки. На отварку отбирают густую часть затора, так как цель отварки, кроме повышения температуры всего затора, состоит в разваривании плохо растворившихся при солодоращении компонентов зерна и в клейстеризации крахмала. Для приготовления затора отварочным способом необходимо иметь два заторных аппарата.

Настойный способ затирания наиболее прост и заключается в том, что дробленый солод при работающей мешалке смешивают с водой при температуре 37–40°C, перемешивают 20–30 мин, поднимают температуру до 50–52°C и делают паузу (выдержку) в течение 20 мин для протеолиза белковых веществ. Во время паузы мешалка не работает. Затем температуру затора повышают до 62–64°C со скоростью 1°C в мин и при этой температуре, в зависимости от качества солода, затор выдерживают 10–30 мин (мальтозная пауза). Далее при перемешивании температуру затора повышают до 70–72°C и осахаривают затор окончательно. Конец процесса определяют по иодной пробе. Осахаренный затор нагревают до 75°C и перекачивают в фильтрационный аппарат на фильтрование.

Выход экстракта при этом способе затирания меньше, чем при отварочном, но в заторе до фильтрования лучше сохраняются амилитические и протеолитические ферменты, в сусле больше содержится аминокислот и мальтозы. Сусло, приготовленное по настойному способу, содержит мало декстринов, поэтому сильнее сбраживается.

Настойный способ затирания предпочтительнее применять при получении сусла для верхового брожения.

Отварочные способы затирания различают по числу отварок. При *одноотварочном способе* в заторный аппарат набирают 1/2 всей воды, расходуемой на один затор, нагревают ее до такой температуры, чтобы после смешивания с дробленным солодом и несоложенными материалами температура затора была 50–52°C; включают мешалку и из бункера спускают в аппарат по подводящей трубе дробленый солод, одновременно подавая остальное количество воды.

Температура заторной массы после размешивания устанавливается 50–52°C, что соответствует оптимуму для протеолитических ферментов. При этой температуре затор выдерживают 30 мин (белковая пауза). Затем при выключенной мешалке в отварочный аппарат спускают 1/3 затора (густая масса), которую называют отваркой. В отварочном аппарате заторную массу нагревают при перемешивании до 62–63°C (скорость нагревания 1°C в мин) и выдерживают 20 мин (мальтозная пауза), затем повышают температуру до 70–72°C и вы-

держивают 15 мин для осахаривания крахмала. Во время выдержки затора при постоянной температуре мешалка не работает.

После осахаривания затор нагревают до кипения и кипятят 20 мин с включенной мешалкой. При кипячении происходят клейстеризация крахмала, дальнейшее превращение промежуточных продуктов гидролиза крахмала, коагуляция и осаждение части белков, инактивирование ферментов, уничтожение микроорганизмов, образование меланоидинов.

В результате смешивания отварки и основного затора температура всего затора поднимается до 71–73°C. При этой температуре затор оставляют в покое на 30 мин и проверяют на полноту осахаривания, которую определяют по иодной пробе. Затем при перемешивании затор нагревают до 76–77°C и перекачивают в аппарат для фильтрования.

Для сохранения ферментов в основном заторе прокипяченную часть затора (отварку) перекачивают в заторный аппарат медленно при работающей мешалке в обоих заторных аппаратах, направляя ее в центр аппарата для лучшего перемешивания.

Одноотварочный способ применяют при переработке хорошо растворенного солода с высокой осахаривающей способностью и при хорошо работающей дробилке. Для солода с повышенной продолжительностью осахаривания возврат отварки из отварочного аппарата в заторный осуществляют двумя частями: сначала перекачивают первую часть, повышая температуру основного затора до 63°C и проводя мальтозную паузу в течение 20–30 мин, затем перекачивают вторую часть. При неполном осахаривании затор дополнительно выдерживают при 71–73°C. Далее процесс проводят, как описано выше.

Двухотварочный способ затирания является наиболее распространенным, он дает возможность перерабатывать солод различного качества, изменяя температурный режим затирания.

В заторный аппарат набирают 1/2–1/3 воды, необходимой для затора, включают мешалку, засыпают дробленый солод и вводят остальное количество воды, устанавливая температуру затора 50–52°C. При этой температуре затор выдерживают 15–30 мин, далее в отварочный аппарат отбирают около 1/3 заторной массы (густая часть), нагревают ее до 63°C при перемешивании, останавливают мешалку и выдерживают мальтозную паузу 15–30 мин. Затем при перемешивании отварку нагревают до 70–72°C, перекрывают подачу пара, останавливают мешалку и при этой температуре выдерживают 20–30 мин для осахаривания. После чего отварку быстро нагревают до кипения и кипятят 15–30 мин. Эту часть затора называют первой отваркой.

При работающих в заторном и отварочном аппаратах мешалках первую отварку медленно перекачивают в основной затор. Освободившийся отварочный аппарат промывают горячей водой и направляют ее в первый заторный аппарат.

После смешивания основного затора с первой отваркой температура всей заторной массы устанавливается 62–63°C и при этой темпера-

туре выдерживают паузу в течение 10–15 мин. Затем 1/3 затора (густую часть) перекачивают в отварочный аппарат, нагревают до 70–72°C, выдерживают 20 мин, быстро нагревают до кипения и кипятят от 5 до 20 мин в зависимости от качества солода и сорта пива.

Продолжительность кипячения отварки увеличивается при переработке плохо растворенного солода и при приготовлении темного пива. После кипячения эту часть затора, называемую второй отваркой, медленно, при неполном заполнении трубы, соединяющей оба заторных аппарата, возвращают в основной затор. После этого температура всего затора повышается до 70°C и затор оставляют в покое на 30 мин до полного осахаривания, которое определяют по пробе на иод. Затем затор нагревают до 76–77°C и перекачивают на фильтрование.

Трехотварочный способ затирания. Данный способ применяют в основном для приготовления темных сортов пива и при переработке плохо растворенного солода с целью повышения выхода экстракта.

Смешивание дробленого солода с водой в начале затирания осуществляют также, как и в способах с одной или двумя отварками. Температуру воды определяют с таким расчетом, чтобы температура затора была 35–37°C. После тщательного перемешивания 1/3 затора (густую часть) отбирают в отварочный аппарат (первая отварка). Первую отварку нагревают до кипения с паузами: при 50°C (5–10 мин), 63°C (20–30 мин), 70°C до полного осахаривания. Продолжительность кипячения отварки для светлых сортов пива составляет 15–20 мин, для темных — 30–45 мин. Более длительное кипячение способствует улучшению осахаривания затора и усилению интенсивности цвета.

После кипячения отварку медленно перекачивают в заторный аппарат, в результате температура общего затора повышается до 52–53°C. После выдержки затора в течение 15 мин снова отбирают 1/3 затора (густую часть) в отварочный аппарат (вторая отварка). Так как масса второй отварки частично состоит из первой отварки и непрокипяченной части основного затора, где уже прошли ферментативные процессы, нагревание второй отварки осуществляют по-другому. Вначале отварку медленно нагревают до 70°C (для осахаривания), а затем быстро до кипения и кипятят 15–20 мин. Возвратом второй отварки в заторный аппарат температуру общего затора поднимают до 63–68°C и выдерживают 15–20 мин. По истечении этого времени затор полностью осахаривается, и достигается необходимое соотношение между конечными и промежуточными продуктами гидролиза крахмала и белков.

Цель третьей отварки состоит в повышении температуры всего затора и инактивации ферментов. Поэтому на третью отварку отбирают жидкую часть затора, где концентрация ферментов более высокая, чем в густой части. Для этого мешалку заторного аппарата выключают и дают возможность дробине осесть, затем жидкую часть (1/3 затора) спускают в отварочный аппарат, где быстро его доводят до кипения, кипятят 10–20 мин и возвращают в заторный ап-

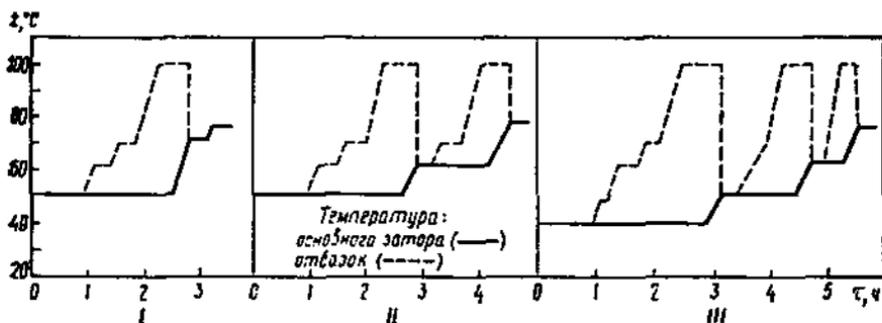


Рис. 44. Диаграммы температурного режима затирания солода разными способами

парат. После перемешивания температура всего затора устанавливается 70°C , при которой затор выдерживают 30 мин, проверяют осахаривание. Если оно неполное, затор нагревают до 72°C и выдерживают до полного осахаривания. Осахаренный затор нагревают до $76\text{--}76^{\circ}\text{C}$ и перекачивают его на фильтрование.

Диаграммы температурного режима затирания солода с одной (I), двумя (II) и тремя (III) отварками, приведены на рис. 44. По оси абсцисс отложено время затирания (t , ч), а по оси ординат — температура (t , $^{\circ}\text{C}$).

Сусло, полученное по двух- и трехотварочному способам, лучше осветляется перед сбраживанием.

Анализируя преимущества и недостатки отварочных способов, можно отметить, что по способу с одной отваркой нельзя получить достаточно высокий выход экстракта из солода удовлетворительного качества. Он применим только при переработке хорошо растворенного солода с высокой осахаривающей способностью. При затирании по трехотварочному способу для ускорения фильтрования затора можно применять более грубый помол солода, не снижая выхода экстрактивных веществ. Однако трехотварочный способ является трудоемким, длительность его превышает 5,5 ч, увеличивается расход энергии. Поэтому наиболее приемлемым в производстве считают двухотварочный способ затирания.

При приготовлении специальных сортов пива карамельный солод подают в заторный аппарат одновременно со светлым или темным солодом, а жженный солод вводят в затор во время возврата последней отварки в заторный аппарат.

Одноотварочный способ затирания с кипячением всей густой части затора. Преимущество этого способа перед другими в том, что вся густая зерновая масса затора подвергается кипячению; жидкая часть его, богатая ферментами, действию высоких температур не подвергается. Способ исключает повторное кипячение, которое ведет к разрушению крупных частиц шелухи, дает возможность пере-

рабатывать солод с пониженной осахаривающей способностью. Со-
кращается расход энергии и продолжительность затирания, увели-
чивается выход экстрактивных веществ.

Начальная стадия затирания по данному способу производится при
50–52°C. Затем затор подогрывается до температуры 62–63°C и выдер-
живается 20–30 мин. За это время он отстаивается, надосадочную жид-
кость затора с помощью декантатора и насоса перекачивают в другой
заторный аппарат, а густую часть затора, оставшуюся в первом аппа-
рате, медленно подогревают для осахаривания, затем доводят до ки-
пения, кипятят 30 мин, добавляют холодную воду для охлаждения до
80–85°C и соединяют густую и жидкую части затора в одном аппарате.
При этом температура затора устанавливается 70–72°C. Окончание за-
тирания проводят также, как и по двухотварочному способу.

Данный способ можно применять на минипивоваренных завода-
х, где установлены двухпосудные варочные агрегаты, состоящие
из заторно-суловарочного и фильтрационного аппаратов. В этом
случае надосадочную жидкость декантируют в фильтрационный
аппарат, а затем возвращают.

Затирание солода с подкислением заторов. Оптимальные значения
рН для действия ферментов солода в заторе приняты 5,4–5,5. Но в
ряде случаев, когда для затирания используют воду с высокой кон-
центрацией карбонатов и гидрокарбонатов, рН повышается до 6,3 и
более. Для снижения жесткости воду умягчают с помощью ионооб-
менников добавлением химических реагентов, или подкисляют затор
разбавленной пищевой молочной кислотой и гипсом ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

При использовании для затирания солода воды с карбонатной
жесткостью не более 2,65 ммоль/дм³ в затор добавляют 0,085–0,105%
молочной кислоты к массе затираемых зернопродуктов (пересчет ве-
дется на 100%-ную молочную кислоту). Для этого включают мешал-
ку заторного аппарата и при интенсивном перемешивании затора
постепенно тонкой струей вливают разбавленную (15–20%-ную)
молочную кислоту, которая, реагируя с гидрокарбонатами и щелоч-
ными фосфатами, снижает рН затора.

Молочную кислоту добавляют в начале затирания, создавая тем
самым благоприятную среду для действия ферментов солода.

Раствор молочной кислоты готовят в деревянной или эмалиро-
ванной посуде, смешивая отмеренное количество молочной кислоты
с 2–3 частями воды.

Гипс применяют для подкисления затора, когда в производство
поступает вода с высокой карбонатной жесткостью, но небольшим
содержанием солей серной кислоты (не более 150 мг/дм³ в пересчете
на SO_3). Массу гипса (х, г), необходимого для подкисления затора
при расходе 100 дм³ воды, определяют, как указано в разделе «Вли-
яние состава воды».

Расчитанное количество гипса отвешивают, измельчают до од-
нородной массы и засыпают в заторный аппарат в начале затирания.

Сульфат кальция, реагируя со щелочными фосфатами и карбонатами воды, снижает рН затора, но при этом осаждается и часть фосфатов, необходимых в дальнейшем для питания пивных дрожжей.

§ 4. Переработка несоложенного зерна с применением ферментных препаратов

Обоснование применения несоложенного зерна при затирации. При затирации несоложеное зерновое сырье применяют в тех случаях, когда это предусмотрено по рецептуре, для придания определенным сортам пива характерного вкуса или для экономии дорогостоящего ячменного солода и снижения себестоимости пива. Например, рисовую муку или сечку используют при приготовлении сортов пива Московского, Ленинградского, Российского, Клинского; ячменную муку — для приготовления пива Ячменный колос и наиболее массового сорта пива Жигулевского.

В качестве заменителей солода используют пивоваренный ячмень II класса и ячмень с пониженной способностью прорастания, а также кукурузную муку (до 30%), крахмал, тростниковый сахар-сырец. Для нормального проведения затирации и фильтрования при помеле в ячмене должно быть сохранено соотношение шелухи, крупной крупки и муки, близкое к соотношению в дробленном солоде. В отечественном пивоварении основным несоложенным зерновым сырьем является ячмень, так как по своему составу он близок к светлому ячменному солоду, содержит β -амилазу и протеазу. При замене части солода ячменем экономится зерно в натуре, так как при солодоращении со сплавом, на дыхание, образование ростков теряется 10–11% сухих веществ к массе зерна. Поэтому использование несоложенного зерна вместо солода — это решение одной из задач малоотходной технологии. Требования к качеству несоложенного ячменя значительно ниже, чем к ячменю для солодоращения.

Обычно в солоде ферментов содержится несколько больше, чем их требуется для расщепления нерастворимых компонентов солодового зерна, т. е. в солоде имеется избыток ферментов, с помощью которых можно дополнительно перерабатывать в заторе несоложеное зерно. Например, при использовании солода удовлетворительного качества можно до 15% его заменять несоложенным ячменем без ухудшения вкуса пива, а для солода хорошего растворения с высокой амилитической активностью — до 30%. Но уже 50%-ная замена солода может привести к уменьшению активности α - и β -амилаз в 2 раза, а протеаз в 1,5 раза.

Повышение количества несоложенных материалов приводит к тому, что замедляется скорость фильтрования заторов и снижается содержание общего и аминного азота в сусле и пиве. Снижение скорости фильтрования заторов объясняется присутствием водорастворимых β -глюканов, значительно повышающих вязкость сусла, а также водо-

нерастворимых гемицеллюлоз. Но чаще всего причиной снижения скорости фильтрования является неправильное дробление несоложенных материалов и солода, слипание частиц белка, глюканов и пентозанов с тонко измельченными оболочками и образование макромолекул, которые заклеивают поры фильтрующего слоя и ухудшают его структуру.

При расходе больших количеств несоложенных материалов в затор вносят ферментные препараты микробного происхождения. Из них в пивоварении разрешены Амилосубтилин Г10х, Амилоризин Пх и Амилоризин П10х, Цитороземин П10х и Цитороземин Пх, комплексные ферментные препараты, так называемые мультиэнзимные композиции (МЭК), АП субтилин (Амилопротосубтилин), Церемикс, Термамил, Фунгамил, Гитемпазу, Церефло, Ультрафло, Финизим, Биоглюканазу, Промолт, БНЗ-720 и др.

Для производства пива необходимы препараты типа П10х и Г10х (по номенклатуре стран СНГ). Приняты также и товарные единицы коммерческих препаратов, выпускаемых промышленностью.

Ниже приведены стандартные препараты, выпускаемые предприятиями стран СНГ: Амилоризин Пх: I сорт — 250 ед. АС/г; II сорт — 200 ед. АС/г; III сорт — 150 ед. АС/г; Амилоризин П10х — 2000 ед. АС/г; Амилосубтилин Г3х — 600 ± 60 ед. АС/г; Амилосубтилин Г10х — 3000 ед. АС/г; Глюкаваморин Пх: I сорт — 70 ед. ГлС/г; II сорт — 69 ед. ГлС/г; III сорт — 50 ед. ГлС/г; Глюконигрин Г20х — 1000 ед. ГлС/г; Протосубтилин Г20х (нейтральная пептидаза) — 70 ед. ПС/г; пептидаза щелочная гранулированная: Протосубтилин Г20х — 100000 ед. ПС/г; Протосубтилин Г10х — 50 000 ед. ПС/г; пептидаза нейтральная: Протосубтилин Г3х: I сорт — 70 ± 7 ед. ПС/г; II сорт — $16 \pm 1,6$ ед. ПС/г; III сорт — $7 \pm 0,7$ ед. ПС/г; Протосубтилин Г10х: I сорт — 230 ед. ПС/г; II сорт — 180 ед. ПС/г; III сорт — 90 ед. ПС/г; IV сорт — 70 ед. ПС/г; АП субтилин (Амилопротосубтилин) — 600 ед. АС/г, 50 ед. ПС/г, β -глюканазная 300–400 ед./г.

Характеристика ферментных препаратов. При использовании ферментных препаратов учитывают все активности ферментов, входящих в препарат. Как правило, отдельные ферменты имеют свои оптимальные условия. Поэтому в зависимости от качества сырья и целей получения сула определенного состава в заторе следует создавать оптимальные условия для действия того или иного фермента.

Амилоризин Пх и Амилоризин П10х — препараты грибного происхождения, в своем составе содержат амилолитические, протеолитические ферменты, а также ферменты, гидролизующие некрахмальные полисахариды (α -амилазу, глюкоамилазу, эндо- и экзопептидазы, ксиналазы). По активности α -амилазы, пептидазы и гемицеллюлазы Амилоризин Пх превосходит сухой солод. Оптимальная температура для разжижения крахмала Амилоризином Пх 65°C (солодом 70°C) при рН 6. В целом для действия α -амилазы Амилоризина Пх в растворе крахмала, как и для α -амилазы солода, оптимальными являются

температура 50°C и рН 4,4–5,6. Основным продуктом гидролиза крахмала Амилоризином Пх является мальтоза. Для сравнения более высокая в начале процесса скорость реакции, протекающей под влиянием бактериальной амилазы Амилосубтилина, резко замедляется по достижении 30–32%-ного гидролиза, в то время как при введении Амилоризина Пх грибного происхождения мальтоза еще продолжает накапливаться. Этими различиями объясняется то, что для повышения степени сбраживания сусле применяют именно грибную амилазу (Амилоризин П10Х), а не бактериальную.

Пептидазы Амилоризина Пх и Амилоризина П10х проявляют каталитическое действие на белки ячменя при рН 4,5–4,6 и температуре 45–55°C. Но при рН 5,5–5,7, характерном для пивоваренного затора, в раствор переходит всего лишь на 13% меньше азотистых соединений, чем при рН 4,5–4,6. Амилоризин Пх не только значительно превышает солод по пептидазной активности, но и обладает повышенным экзопептидазным действием, что приводит к более глубокому по сравнению с пептидазами солода (а также и бактериальными) расщеплению белков ячменя.

Пептидазы Амилоризина Пх не одинаково гидролизуют белковые вещества разных видов несоложенного сырья. За 1 ч при 50°C переводится в раствор 57% азотистых веществ пшеницы, 32% – ячменя, 13% – кукурузы и менее 10% – риса.

После кипячения несоложенного сырья атакуемость белков ячменя, пшеницы и кукурузы уменьшается соответственно в 1,5; 1,8 и 1,2 раза. Амилоризин переводит в раствор на 4–8% больше экстрактивных веществ ячменя, чем солод.

Проторизин П25х и Амилоризин П25х получены при фракционном осаждении этанолом пептидазы и амилазы из экстракта культуры *Asp. oryzae*. Препарат Проторизин П25Х содержит в основном пептидазу и следы амилазы, а препарат Амилоризин П25Х – амилазу и пептидазу, обладающую низкой активностью.

Эндопептидаза Проторизина П25Х имеет оптимум рН 5, а разжижающая способность амилазы проявляется при рН 7,4. При оптимальных условиях (рН 4,94, температура 40°C) эндопептидаза гидролизует белок на 75%.

Цитороземин Пх и Цитороземин П10х имеют такой же набор ферментов, гидролизующих некрахмальные полисахариды, как проросший солод и препарат Амилоризин Пх. Активность ферментов в препарате Цитороземин П10х в 10–20 раз выше, чем в препарате Цитороземин Пх.

В то время как оптимальное действие отдельных ферментов цитолитического комплекса ячменного солода лежит в области рН 3,2–4,8, оптимум общей цитолитической активности Цитороземин Пх и П10х находится при рН 5,6, а гемицеллюлазы – при рН 4,6.

При подкислении или подщелачивании среды общая цитолитическая активность быстро падает, так что оптимальная зона действия

ферментов, в которой падение активности не превышает 10%, небольшая и находится в пределах рН 4,9—6,3. Активность гемицеллюлазы резко падает при увеличении кислотности среды.

Наибольшая стабильность ферментов зафиксирована при рН 5—6. Оптимум общей цитолитической активности совпадает с оптимумом стабильности ферментов, близким к значениям рН пивного затора, и лежит в зоне, близкой к нейтральной. Цитолитические ферменты Цитороземинов Пх и П10х термолабильны, оптимум их действия находится при температуре 40°С.

Действие эндо-β-глюканазы и β-глюканазы Цитороземинов Пх и П10х оптимально при 50°С. Превышение температуры над оптимальной приводит к быстрой потере активности. Оптимальная температура действия ксиланазы несколько ниже и равна 40°С, но при 50°С еще сохраняется значительная часть фермента. Оптимум активности целлобиазы находится при 70°С. Оптимальные температуры действия ферментов Цитороземина Пх и Цитороземина П10х одинаковы.

Оптимальными условиями для суммарного действия ферментов Цитороземина Пх и П10х являются рН среды 5,6 и температура 40°С. Такая температура позволяет проявлять в заторе достаточно высокую активность β-глюканазы и максимальную активность пентозаназ.

Водорастворимые некрахмальные полисахариды ячменя (гумми-вещества) представляют собой полиглюкозид, состоящий в основном из β-глюкана с примесью пентозанов. Под действием Цитороземинов Пх и П10х в количестве 1,2 и 0,05% к массе сырья затора на 0,5%-ный раствор гумми-веществ (соответствует примерному содержанию их в первой части затора с 50% несоложенного ячменя) при 40°С происходит резкое снижение относительной вязкости гидролизата. В гидролизатах накапливается небольшое количество редуцирующих веществ и продуктов с низкой молекулярной массой.

Ферментативные гидролизаты гемицеллюлоз из ячменей и ячменной шелухи содержат примерно одинаковое количество ксилозы и арабинозы. При действии Цитороземинов Пх и П10х на нерастворимые в воде β-глюкан и арабиноксилан, входящие в состав гемицеллюлозы ячменя, в затор переходят глюкоза, ксилоза, арабиноза и олигосахара ксилозного ряда. β-Глюкан гидролизуеться относительно быстрее пентозанов. В ферментативном гидролизате гемицеллюлозы из шелухи содержатся в основном пентозы.

Препараты Цитороземин Пх и П10х специфичны по своему действию на некрахмальные полисахариды ячменя и почти не действуют на некрахмальные полисахариды риса и кукурузы, что, очевидно, обусловливается другим строением этих полисахаридов, так как гемицеллюлоза ячменя является арабиноксиланом, а гемицеллюлоза риса состоит из ксилана с уроновыми кислотами.

Целлоконингин П10х содержит в своем составе цитолитические, амилолитические и протеолитические ферменты. Оптимум действия цитолитических ферментов лежит в довольно широком интервале рН.

Для общей цитолитической и гемицеллюлазной активности оптимальный интервал рН 5,2–6,2. Эндо-β-глюканазная активность Целлоконингина максимальна в более кислой среде при рН 4,2–5,2.

Температурные оптимумы общей цитолитической и гемицеллюлазной активности практически совпадают и наблюдаются в интервале температур 45–55°C. Максимальное проявление эндо-β-глюканазной активности — при 58–62°C. Оптимум проявления пептидазной активности препарата наблюдается в интервале температур 63–68°C. Оптимальное значение рН 4,0–4,8. Оптимум действия амилолитических ферментов находится в интервале рН 3,6–4,2 при 60–66°C.

Целлолигнорин П10х является комплексным и содержит как целлюлозолитические ферменты, так и ксиланазу, незначительные количества кислотоустойчивой пептидазы, пектиназы, глюкоамилазы, следы мальтазы и α-амилазы. Максимальная активность целлобиогидролазы проявляется при рН 4,6–4,7 и при 50°C. Гидролиз целлобиозы целлобиазой наиболее полно проходит при температуре 45°C и температуре 60°C. Целлюлозолитические ферменты препарата наиболее стабильны при рН 4,5–5,5 и температуре 40°C.

Пектаваморин П10х и *Пектофоетидин П10х* являются комплексными препаратами и содержат ряд гидролитических ферментов, в том числе пектолитические ферменты, высокоактивную кислотоустойчивую пептидазу, гемицеллюлазу и др., принимающих участие в гидролизе растительных субстратов, плодов и ягод. Препараты применяются при переработке как плодово-ягодного сырья при производстве соков и настоев, так и несоложеного сырья при приготовлении пивного сусла. Максимальная активность пектолитических ферментов проявляется при рН 3,5–4,5 и температуре 35–45°C, кислотоустойчивой пептидазы — при 50°C, гемицеллюлазы — при 60°C.

Пектаваморин Г10х содержит комплекс пектолитических ферментов, а также кислотоустойчивую пептидазу, гемицеллюлазу, эндо-β-1,4-глюканазу и целлобиазу. Препарат включает богатый комплекс гидролитических ферментов, но каталитическая активность их гораздо ниже, чем в препарате *Пектофоетидин Г10х*.

Пектофоетидин Г3х и *Пектофоетидин Г10х* из культуры гриба *Aspergillus foetidus* М-45. В данных препаратах наряду с пектолитическим комплексом содержатся кислотоустойчивая пептидаза, гемицеллюлаза, эндо-β-1,4-глюканаза и целлобиаза.

Оптимальные условия действия пектолитических ферментов находятся в пределах 55–60°C и рН 3,5–4,5. Пектолитические ферменты препаратов *Пектофоетидин Г3х* и *Пектофоетидин Г10х* стабильны при рН 4,5–6,0 и температуре 30°C. Наибольшую стабильность пектолитические ферменты данных препаратов проявляют в присутствии субстрата.

Протофоетидин П10х и *Целлофоетидин П10х* являются комплексными и содержат в своем составе пектолитические, протеолитичес-

кие и целлюлозолитические ферменты. Ферментативная активность препаратов практически не снижается в широком диапазоне рН (2,5–5,0), что, безусловно, имеет большое значение при гидролизе полимеров разного растительного сырья, и в частности зернового. Оптимальная температура действия препаратов 50–55°C, однако они могут работать и при более низкой температуре (35–40°C).

Ксилоглюконофоеитидин (Ксилаком) П10х. Гемипеллюлозы, содержащиеся в клеточных стенках эндосперма ячменя, в основном состоят из β -глюкана и арабиноксилана. Ксилоглюконофоеитидин П10х, содержащий в своем составе β -глюканазы, ксиланазу (гемипеллюлазу и целлобиазу), переводит нерастворимые клеточные стенки эндосперма ячменя в растворимое состояние, обеспечивая гидролиз β -глюкана, арабиноксилана, гумми-веществ, высвобождение крахмальных зерен и белка, обуславливая таким образом действие амилолитических, протеолитических и других ферментов. Поэтому данный препарат рекомендуется применять в пивоварении для эффективного гидролиза некрахмальных полисахаридов в целях интенсификации технологии пивного сусла, особенно для фильтрации и увеличения выхода пивного сусла.

Температурный оптимум действия гемипеллюлазы этого препарата лежит в пределах 44–46°C. Оптимум действия эндо- β -глюканазы лежит в более широком интервале температур (48–56°C). Максимум активности пептидазы наблюдается при температурах 64–65°C. Эндо- β -глюканазная активность — наибольшая в области рН 4,8–5,3, а гемипеллюлаза проявляет максимальную активность при рН 5,5–6,0.

Кроме того, Ксилаком содержит полигалактуроназу, пектинэстеразу, кислую протеазу, β -глюкозидазу, что позволяет использовать этот препарат для осветления соков в производстве напитков.

Амилосубтилин Г10х и Г20х наряду с амилолитическими ферментами и пептидазами содержит ряд ферментов, гидролизующих некрахмальные полисахариды (α -амилазу, β -глюканазу, гемипеллюлазу, эндопептидазу). Температурные оптимумы действия амилолитических, осаживающего и пептидазного ферментов Амилосубтилина Г20х почти совпадают и находятся в интервале температур 57–65°C.

При повышении температуры с 70 до 80°C ферменты теряют почти половину своей активности. Температурные оптимумы действия гемипеллюлазы и эндо- β -глюканазы лежат в интервале более низких температур. Максимум гемипеллюлазной активности наблюдается при 40–45°C, а эндо- β -глюканазной — при 40–52°C. Оптимальное действие амилазы наблюдается в интервале рН 5,4–6,0, а осаживающего фермента — в интервале 6,3–6,6.

Амилосубтилин дает наибольший выход экстракта из ячменя по сравнению с грибными препаратами, что объясняется его более высокой протеолитической активностью. Препарат переводит в сусло почти 83% азотистых соединений ячменя — в 2–2,5 раза больше, чем из солода.

Протосубтилин Г10Х является комплексным препаратом и наряду с основным ферментом эндопептидазой содержит α -амилазу, эндо- β -глюканазу, ксиланазу и гемицеллюлазу. Эндопептидаза сохраняет каталитическую активность в пределах рН 6,0–9,5.

Протосубтилин Г10х дает больший выход экстракта из ячменя по сравнению с Амилосубтилином Г10х, что объясняется его более высокой протеолической активностью.

АП субтилин (Амилонпротосубтилин) — это композиция ферментных препаратов Амилосубтилина Г3х и Протосубтилина Г3х, содержит α -амилазу, эндо- и экзопептидазы, гемицеллюлозу и эндо- β -глюканазу. Оптимальные условия действия рН 5,5–6,5, температура 50–70°С.

Очищенный препарат β -глюкозидазы из Целлокандина ГХ10 получен при культивировании микроскопического гриба *Geotrichum candidum* глубинным способом. Содержит β -глюкозидазу и целлюбиазу.

Эффективно действие *мультиэнзимных композиций (МЭКов)*. Например, препарата МЭК ПП-1, состоящего из смеси Амилосубтилина Г10х и Амилоризина Г10х, взятых в соотношении 2:1, или препарата МЭК ПП-2, состоящего из равных количеств Амилосубтилина Г10х, Амилоризина П10х и Протосубтилина Г10х. Эти препараты обладают протеолитической, амилолитической и эндо- β -глюканазной активностью. Их использование при переработке несоложенных материалов позволяет повысить выход экстракта и степень его сбраживания.

МЭК ПП-3 содержит грибную α -амилазу и целлюлолитические ферменты, поэтому его применение способствует увеличению фильтруемости затора и выхода экстракта.

Добавление к затору Целловиридина Г20х, содержащего целлюлазу, снижает вязкость суслу, что позволяет сократить продолжительность фильтрования затора.

В последнее время в отечественном пивоварении получают распространение следующие ферментные препараты: Фунгамил 800 Л, содержащий α -амилазу, имеющую оптимальные условия действия 55°С и рН 5; препараты, содержащие термостабильную α -амилазу: Зимаджунт НТ-340 (90°С, рН 5,5–7) и Термамил 120 Л (90°С, рН 6), а также Гитемпазу (90–100°С). Протеазу (температура 45–55°С, рН 6) содержит Нейтраза 0,5 Л.

Для ускорения фильтрования применяют препараты, содержащие β -глюканазу: Зимафилт Л-300 (50°С, рН 6–7), Биоглюканазу, Церефло 200 Л, (60°С, рН 6), Финизим 200 Л (60°С, рН 4–5,5).

Применяют и комплексные ферментные препараты, имеющие несколько активностей, например, содержащие целлюлазу, ксиланазу, эндо- β -глюканазу — Биоцеллюлазу; β -глюканазу, пентозаназу, целлюлазу — Ультрафло Л; целлюлазу, β -глюканазу — Целлюк-ласт (65°С, рН 4–6); протеазу, амилазу, глюканазу — БНЗ-720 и Церемикс 2ХЛ (70°С и 45–50°С, рН 5,7–6,0); α -амилазу, β -глюканазу, протеазу — Промолт (70–75°С).

Особенности применения несоложенных материалов. При переработке несоложенных материалов учитывают разницу в структуре и состоянии крахмала и белков в солоде и несоложенном зерне. Несоложенные материалы необходимо размалывать мельче. В процессе солодоращения крахмальные зерна освобождаются от связывающих их веществ, поэтому при затирании солода клейстеризация и разжижение крахмала ферментами протекают быстро. Отварки нужны лишь для клейстеризации крахмала в нерастворенных (твердых) кончиках зерна. Амилазы солода облегчают этот процесс.

Крахмал несоложеного зерна клейстеризуется при более высокой температуре (в основном при кипячении), при которой амилазы зерна частично или полностью инактивированы.

Клейстеризованный крахмал несоложеного зерна обладает высокой вязкостью, поэтому при подогревании он часто пригорает на стенках заторных аппаратов. Для снижения вязкости в заторы из несоложеного сырья добавляют часть солода, предназначенного для затирания. При этом во время нагревания заторов до температуры инактивации α -амилазы часть крахмала клейстеризуется. Клейстеризованный крахмал быстро разжижается. При дальнейшем повышении температуры до кипения и при кипячении клейстеризация крахмала продолжается. После смешивания солодовой и несоложенной частей затора происходит дальнейшее превращение разжиженного клейстеризованного крахмала.

При кипячении заторов проводимом с целью клейстеризации крахмала происходит денатурация белка, который при дальнейшем затирании труднее гидролизуетея протеолитическими ферментами. Для увеличения количества растворенного белка в сусле несоложеную часть затора нагревают до кипения с белковой выдержкой.

При переработке несоложенных материалов начало затирания и выдержку лучше проводить при 35–45°C, так как в этот момент в результате действия цитолитических ферментов протекают процессы, характерные для солодоращения.

Подкисление затора до pH 5,5–5,7 молочной кислотой улучшает условия действия ферментов, что, в свою очередь позволяет сократить расход применяемых микробных ферментных препаратов. В таком случае рекомендуется совместное затирание всего перерабатываемого сырья, когда разваривание и клейстеризацию несоложеного сырья проводят после воздействия на него ферментов препарата и солода в пределах температур 40–70°C. После этого на разваренную массу вновь действуют ферментами, которые сохранили свою активность в жидкой части затора, снимаемой с помощью декантатора. При этом целью расслоения после 10-минутной выдержки затора при температурах 65 или 70°C, перед декантацией на 20–30 мин прекращают перемешивание. При отсутствии декантатора затирание проводят по режиму с предварительной подготовкой несоложеного сырья.

При использовании 40–50% ячменя вместо солода вводят Амилолизин Пх в дозе 0,6–1% от всей массы затираемого сырья, что позволяет повысить выход экстракта.

В отечественной пивоваренной промышленности используются также Цитороземин Пх (0,5–1% массы сырья), Амилосубтилин Г10х (0,03% к массе сырья) и мультиэнзимная композиция МЭК-1 (0,025% к массе сырья). Применение Цитороземина Пх приводит к увеличению выхода экстракта в среднем на 1,5% по сравнению с его выходом при использовании 10–15% несоложенного ячменя без ферментного препарата. Полученное сусло хорошо осветляется при кипячении.

Количество добавляемых микробных ферментных препаратов должно обеспечивать гидролиз биополимеров ячменя за время, установленное для затираания. Зависимость количества вносимых ферментных препаратов от количества несоложенного ячменя в заторе устанавливается экспериментальным путем. Несмотря на то, что ферментные препараты обладают одинаковой ферментативной активностью на стандартных субстратах, действие их на заторную массу может быть разным. Количество вносимых в затор ферментных препаратов должно учитывать влияние их на разжижение и осахаривание затора, продолжительность фильтрования, вязкость сусла, степень использования экстракта сырья, химический состав сусла и пива и органолептические показатели готового продукта.

Например, при замене солода 40, 50 и 60% ячменя для достижения в сусле такого же содержания редуцирующих сахаров, как и в сусле из 15% ячменя и 85% солода, необходимо вносить в затор с 40% несоложенного ячменя 0,005–0,007%, с 50% ячменя – 0,013–0,015%, а с 60% ячменя – 0,03–0,035% Амилосубтилина Г20х. Для достижения конечной степени сбраживания сусла, соответствующей контрольному, необходимо несколько повысить дозы Амилосубтилина Г20х и ограничить их нижними пределами для 40% ячменя 0,01%; для 50% – 0,02; для 60% – 0,055%.

При замене солода ячменем содержание свободных аминокислот в сусле значительно понижается, так как гидролиз белков ячменя до низкомолекулярных пептидов и аминокислот осуществляется в основном при солодоращении. Сушка солода приводит к частичной тепловой инактивации ферментов. Эти потери восполняются добавлением микробных ферментных препаратов, содержащих пептидазы.

При затираании 50 и 60% несоложенного ячменя достичь в сусле количества свободных аминокислот, соответствующего уровню их в контрольном сусле, не удастся даже при введении в затор 0,05% Амилосубтилина Г20х, но при использовании 40% ячменя вместо солода и введении в затор указанного количества Амилосубтилина Г10х концентрация свободных аминокислот в сусле достигает уровня их в контрольном сусле (143–146 мг/100 г экстракта).

Для получения удовлетворительного азотистого состава в сусло вносят Амилосубтилин Г20х: с 40% несоложенного ячменя — 0,005—0,008%; с 50% — 0,01—0,013; с 60% — 0,035—0,043%.

Затирание солода и несоложенных материалов без ферментных препаратов. Приготовление затора с заменой 20% солода несоложенными материалами. Количество добавляемого несоложенного зерна определяют с учетом различия влажности и экстрактивности солода и несоложенных материалов.

В заторный аппарат набирают воду, засыпают все размолотые несоложенные зерноприпасы и 1/3 солода, при необходимости подкисляют затор молочной кислотой, устанавливают начальную температуру затирания 52°C и выдерживают 20 мин (белковая пауза), затем затор подогревают до 63°C и выдерживают еще 20—30 мин (мальтозная пауза). Далее температуру повышают до 70—72°C, выдерживают затор 20 мин, быстро нагревают до кипения и кипятят 30—40 мин. Этот затор называют первой отваркой или несоложенным затором.

К началу кипячения первой отварки во втором заторном аппарате начинают затирать оставшиеся 2/3 части солода при 52°C, выдерживая при этой температуре около 10 мин. Таким образом получают солодовый затор, к которому медленно перекачивают первую отварку, после чего температура всего затора становится 63—65°C. После выдержки при этой температуре в течение 20—30 мин, 1/3 общего затора перекачивают в отварочный аппарат (вторая отварка). Отварку медленно (1°C в мин) нагревают до 70—72°C, осаживают при этой температуре 10—15 мин, быстро доводят до кипения и кипятят 5—15 мин.

После возврата второй отварки в общий затор температура его будет равна 75°C. При этой температуре затор выдерживают до полного осаживания и перекачивают на фильтрование.

Приготовление затора для пива с применением повышенного количества несоложенных материалов. При переработке повышенного количества несоложенных материалов (более 20%) необходимо использовать солод с высокой ферментативной активностью, либо применять специальные технологические приемы.

Например, затирание по интенсивному способу с кипячением 50% зернового сырья проводят в одном заторном аппарате в две стадии. На первой стадии затирают все несоложенные материалы и часть солода (например, 10%) в четырехкратном количестве воды к массе зернового сырья. Начало затирания проводят при 40°C. После выдержки при этой температуре в течение 20 мин затор нагревают до кипения с паузами при 63 и 70—72°C по 20—30 мин каждая. Кипятят затор 30 мин.

На второй стадии в горячий затор добавляют холодную воду в четырехкратном количестве к массе оставшегося солода, добавляемого на этой стадии, снижая температуру до 54—55°C, и засыпают солод. При этом температура устанавливается 52°C. После выдержки в течение 20 мин массу нагревают до 70—72°C, оставляют в

покое до полного осахаривания, нагревают до 75–77°C и перекачивают на фильтрование.

Затирание солода и несоложенных материалов с применением ферментных препаратов. При использовании ферментных препаратов рекомендуются способы затирания: настойный, одноотварочный раздельный, одноотварочный совместный.

Ферментные препараты со стандартной активностью дозируют в зависимости от количества несоложенного ячменя с учетом ферментативной активности солода (табл. 20), а ферментные препараты зарубежного производства — в соответствии с инструкциями по их применению.

Таблица 20

Масса несоложенного ячменя, % к массе всего сырья (солод + ячмень)	Рекомендуемый расход ферментного препарата, % к массе всего затираемого зернового сырья			
	Цитороземина П10х	Амилосубтилина Г10х	МЭК ПП-1	МЭК ПП-2
20	0,0106	0,005	0,002	0,0015
25	0,0181	0,008	0,004	0,0035
30	0,0250	0,010	0,005	0,005
35	0,0406	0,016	0,010	0,009
40	0,0531	0,020	0,015	0,013
45	0,0625	0,025	0,020	0,019
50	0,075	0,030	0,025	0,025

Настойный способ. В аппарате одновременно затирают солод и несоложенные материалы, вносят ферментный препарат, предварительно растворенный в небольшом количестве воды и, при необходимости, подкисляют. Температурный режим предусматривает постепенное нагревание с паузами: при 45°C в течение 30 мин, при 50°C — 45 мин; при 63°C — 60 мин; при 70°C — 30 мин; при 72°C — до полного осахаривания. Затем после подогревания до 76°C затор передают на фильтрование.

Одноотварочный раздельный способ. В один аппарат набирают воду температурой 45°C, вводят 3/4 количества ферментного препарата, 10% солода от общей массы зернового сырья и все количество несоложенных материалов и нагревают для клейстеризации и осахаривания крахмала несоложенного зерна до кипения с паузами: при 40°C — 30 мин; при 52°C — 20 мин; при 63°C — 15 мин. Затем затор быстро нагревают до кипения и кипятят 30 мин.

За 1–1,5 ч до окончания первой стадии в другом аппарате при 40°C начинают затирание оставшихся солода и ферментного препарата. Затем в солодовый затор медленно перекачивают несоложенный затор, поднимая температуру общего затора до 63°C на 30 мин. После этого затор нагревают до 70°C, выдерживают около 30 мин и при 72°C завершают затирание до полного осахаривания. После нагревания до 76–77°C затор фильтруют.

Одноотварочный совместный способ. При данном способе одновременно затирают все количество зернового сырья и ферментного препарата при 40°C и выдерживают при этой температуре 20 мин. После чего затор подогревают и выдерживают: при 52°C – 20 мин; при 63°C – 30–40 мин. Для предотвращения инактивации ферментов при дальнейшем кипячении затора за 10–20 мин до окончания выдержки при 63°C выключают мешалку, а после седиментации твердых частиц жидкую часть отбирают с помощью декантатора в другой заторный аппарат. Оставшуюся густую часть затора нагревают до 70°C, выдерживают 15–20 мин, нагревают до кипения и кипятят 30 мин. После объединения жидкой и густой частей затора температура затора будет 70°C. Дальнейшее затирание проводят по аналогии с другими способами.

При использовании обрушенного несоложенного ячменя оболочку, удаленную с ячменя, вносят в затор после его осахаривания при 72°C, перемешивают и выдерживают для осахаривания частиц эндосперма, внесенных с оболочкой.

Затирание с применением Цитороземина Пх проводят двухотварочному способу. Для первой отварки используют всю ячменную муку, 10% солода от всего сырья и 3/4 части Цитороземина Пх, расходуемого на затор. Для действия цитолитических ферментов этот затор выдерживают 1 ч при 40°C. Последующий режим затирания проводят также, как и по двухотварочному способу.

Затирание с применением Амилосубтилина Г10х. Процесс можно проводить по одноотварочному и по двухотварочному способу. При работе по одноотварочному способу вначале готовят первую отварку. Для этого в заторный аппарат набирают четырехкратное к массе затираемых зерноприпасов количество воды температурой 47°C, добавляют 10–20% солода и всю ячменную муку. Температура смеси понижается до 45°C. Ферментный препарат размешивают в воде в каком-либо небольшом сосуде и вносят в аппарат. Паузы выдерживают по 30 мин при 45, 63 и 70°C. Паузу при 45°C считают с момента добавления ферментного препарата, затем затор нагревают до кипения и кипятят не более 15 мин. Во время нагревания и пауз затор непрерывно перемешивают.

Перед нагреванием первой отварки до кипения во второй заторный аппарат набирают воду температурой 47–53°C, засыпают туда солод и смесь выдерживают до окончания кипячения первой отварки. Затем первую отварку медленно перекачивают в солодовый затор, в результате чего температура повышается до 63°C, выдерживают 30–40 мин при 63°C, нагревают до 70–72°C, выдерживают до полного осахаривания, нагревают до 75–76°C и перекачивают на фильтрование.

Затирание с применением комплексного ферментного препарата (МЭК). Для затирания используют один из комплексных ферментных препаратов: МЭК I, состоящий из Амилосубтилина Г10х и Амилоризина П10х, взятых в соотношении 2:1, или МЭК II, ком-

поненты которого — Амилосубтилин П10х, Амилоризин П10х и Протосубтилин П10х — относятся как 1:1:1.

Процесс затирания с применением МЭК проводят по одному из двух способов: при совместном затирании или с отдельной подготовкой несоложенного сырья.

По первому способу затирание всего перерабатываемого сырья проводят совместно. Для этого в заторном аппарате при 45°C одновременно затирают все количество солода, несоложенного зерна и 5/6 части МЭК. При необходимости затор подкисляют молочной кислотой или гипсом до pH 5,5–5,7. Затор выдерживают при 45°C 15–20 мин, затем подогревают до 52°C и выдерживают еще 30 мин, после чего затор нагревается до 65°C. Через 10 мин выключают мешалку, дают затору отстояться при этой температуре 30 мин и с помощью декантатора отбирают жидкую часть затора в другой заторный аппарат (для того, чтобы предотвратить инактивацию ферментов при дальнейшем кипячении затора), а густую часть затора нагревают до 70°C, выдерживают 30 мин для осахаривания, нагревают до кипения и кипятят 30 мин.

Жидкую и густую часть соединяют в одном заторном аппарате, получая температуру общего затора 73°C, добавляют последнюю 1/6 часть МЭК и выдерживают затор для полного осахаривания под влиянием ферментов, сохранившихся в жидкой части затора и имеющихся в последней добавке МЭК. Затем затор нагревают до 76–78°C и перекачивают на фильтрование.

По второму способу затирание проводят с отдельной подготовкой несоложенного сырья в две стадии: на первой — подготовка несоложенного сырья, на второй — собственно затирание.

Сначала в заторном аппарате при 45°C затирают все несоложеное сырье, 10% солода и 5/6 части МЭК. При необходимости затор подкисляют. Через 15–20 мин его нагревают до кипения с выдержками: при 52 и 63°C — по 20–30 мин и при 70°C — 15–20 мин. Кипячение затора длится 30 мин.

За 1–2 ч до окончания затирания несоложенного сырья в другом заторном аппарате при 30–40°C затирают оставшуюся часть солода и МЭК. По окончании кипячения затор из несоложенного зерна медленно перекачивают в солодовый затор, температура всего затора устанавливается 63°C. При этой температуре общий затор находится 30 мин, затем его подогревают до 70°C и выдерживают до полного осахаривания. Затем нагревают до 76–78°C и через 5–8 мин перекачивают на фильтрование.

Получение сусла с применением иммобилизованных ферментов. Растворимые ферментные препараты к концу затирания инактивируются. Но если их закрепить на каком-либо инертном носителе, т.е. перевести в нерастворимое состояние, то их можно использовать многократно. Применение иммобилизованных ферментных препаратов на стадии затирания перспективно, но в настоящее время данная технология находится в стадии разработки.

Получение сусла, предназначенного для сбраживания в цилиндро-конических бродильных аппаратах (ЦКБА). При получении сусла, предназначенного для сбраживания в цилиндро-конических бродильных аппаратах, необходимо учитывать некоторые его показатели. Например для 11%-ного сусла оптимальное значение вязкости должно быть 1,6 мПа·с и не более 1,7 мПа·с; α -аминного азота — 180–190 мг в 100 г экстракта. При повышенном расходе несоложеного зерна используют различные комплексные ферментные препараты. Однако содержание α -аминного азота в сусле может быть недостаточным, тогда в затор добавляют гидролизат остаточных пивных дрожжей.

Фильтрация затора

§ 1. Цель фильтрации

Осахаренный затор, представляющий собой суспензию, можно разделить на две фазы: жидкую (пивное сусло) и твердую (пивная дробина). Пивное сусло — это водный раствор экстрактивных веществ, получаемых при затирании. Пивная дробина — нерастворенная при затирании часть зернопродуктов, которая остается после фильтрации сусла и промывания горячей водой.

Фильтрация — процесс разделения неоднородных систем с помощью пористой перегородки, задерживающей твердые частицы и пропускающей жидкость.

Фильтрацию проводят для возможно полного и быстрого отделения сусла от нерастворенных частиц затора.

Для отделения сусла от дробины применяют фильтрационные аппараты или фильтр-прессы. Ситчатая перегородка фильтрационного аппарата (чана) служит опорой для дробины, которая является фильтрующим слоем. Фильтрующей основой в фильтр-прессе служат мембраны.

Наиболее распространен способ фильтрации затора в фильтрационном аппарате (рис. 45), который представляет собой сталь-

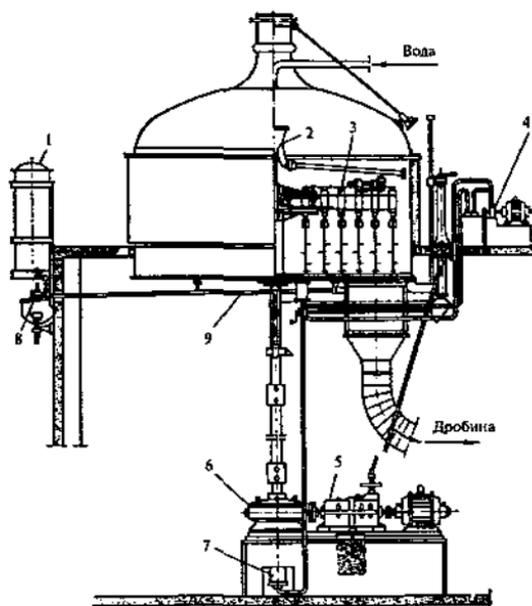


Рис. 45. Фильтрационный аппарат

ной цилиндрической сосуд с плоским дном и сферической крышкой, снабженной вытяжной трубой для удаления пара в атмосферу. Основанием для фильтрующего слоя дробины служит второе разборное ситчатое дно из листовой бронзы, расположенное на 10–12 мм выше основного дна. Отверстия в ситах выполнены в виде щелей длиной 20–30 мм, шириной сверху 0,4–0,7 мм и расширением к нижней стороне сита до 3–4 мм. Повышение площади сечения щелей в нижней части уменьшает сопротивление движению жидкости и облегчает очистку сит. Живое сечение сита (общая площадь отверстий) составляет 4–8% от его общей площади.

В фильтрационном аппарате имеется разрыхлитель 3, предназначенный для рыхления дробины при ее промывании водой, а также для выгрузки. Разрыхлитель представляет собой мешалку с вертикальными поворотными ножами, снабженными пропалниками, или с ножами сложной конфигурации с приводом от электродвигателя через редуктор 6 и коробку скоростей 5. Рыхлитель имеет две скорости вращения: $1/3$ – $1/2$ мин⁻¹ для рыхления и 10–15 мин⁻¹ для выгрузки дробины; может опускаться и подниматься с помощью насоса 4 и гидравлического подъемника 7. Для равномерного орошения дробины горячей водой над разрыхлителем установлено сегнерово колесо 2. Во избежание разбрызгивания оно вращается с частотой 5 мин⁻¹.

Для отвода из аппарата фильтрованного суслу от основного дна аппарата имеются трубки 9, причем каждая снабжена фильтрационным краном 8. Фильтрационные краны расположены над лотком для приема суслу и предназначены для регулирования скорости фильтрования и предупреждения попадания воздуха через трубки в подситовое пространство.

Фильтрационный аппарат снабжен регулятором давления 1, предназначенным для определения в каждый момент фильтрационного давления и изменения скорости фильтрования одним общим краном.

Объем фильтрационного аппарата на каждые 100 кг затираемого солода принимают равным 0,6–0,7 м³, а диаметр аппарата определяют в зависимости от необходимой поверхности фильтрационных сит. При высоте слоя дробины 35 см, считая, что каждые 100 кг сухого солода дают 180 дм³ сырой дробины, необходимая площадь сит на каждые 100 кг сухого солода равна 0,5 м². Число фильтрационных кранов рассчитывают, исходя из условия, что на каждый кран должна приходиться площадь сит 1,25–1,5 м².

§ 2. Фильтрование затора в фильтрационном аппарате

Процессы при фильтровании. Перед фильтрованием в заторе, имеющем температуру 76–77°C, все ферменты практически инактивированы, кроме α -амилазы, которая действует в процессе фильтрования затора в фильтрационном аппарате и доосахаривает остатки крахмала. При фильтровании и промывании дробины температуру

фильтрующего слоя сохраняют не более 78°C. Повышение температуры приведет к потере активности α -амилазы, в результате чего крахмал труднорастворимых кончиков зерна останется негидролизованым, что снизит выход экстракта и затруднит фильтрование. Возможно также появление клейстерной мути в сусле.

Кроме того, повышенная температура в фильтрующем слое будет способствовать увеличению растворимости некоторых продуктов расщепления белков и снижению белковой стойкости пива, а также переходу в раствор полифенольных веществ, кремниевой и фосфорной кислот, оксида калия.

Так как нерастворенные частицы затора, в том числе и шелуха, имеют большую плотность, чем сусло, то они осаждаются на фильтрационном сите, формируя фильтрующий слой. Вначале довольно быстро оседают крупные частицы, включающие оболочку зерна с остатками эндосперма, крупку и плотные частицы коагулята. Затем на слое тяжелых крупных частиц накапливается слой более мелких частиц. Сверху осаждается тонкая суспензия, состоящая из скоагулировавших белков, и др.

На осаждение частиц затора влияют состав дробины, температура и плотность затора. Формирование фильтрующего слоя происходит быстрее при повышенных температурах и в менее концентрированных заторах.

После отстаивания затора высота слоя дробины равна 30–40 см, а при дроблении увлажненного солода, которое ускоряет фильтрование, но может привести к ухудшению качества осветления, слой дробины увеличивают до 50–60 см.

В фильтрующем слое 1 дробины образуются извилистые капиллярные каналы 2 с различной площадью сечения (рис. 46). Крупные частицы 3 затора диаметром более 100 мкм не проникают внутрь этих капилляров и оседают на поверхности в виде теста. Частицы 4 диаметром до 30 мкм задерживаются в углах и перегородках капилляров. При малых скоростях движения сусла через фильтрующий слой на стенках капилляров удерживается и более мелкая взвесь.

Скорость фильтрования — это количество фильтрата, проходящего через 1 м² фильтрующей перегородки в единицу времени. Зависит она от высоты столба жидкой фазы, качества солода и его помола, температуры заторной массы и состава сусла.

Разделение твердой и жидкой фаз затора состоит из двух стадий: получение первого сусла процеживанием его через слой дробины (первая стадия) и промывание дробины горячей водой для извлечения из нее остатков сусла (вторая стадия).

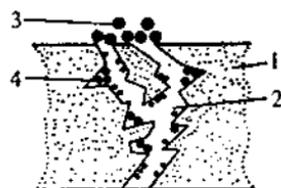


Рис. 46. Схема капиллярного канала в фильтрующем слое дробины

В начале фильтрования давление столба жидкости равно примерно 1 м вод. ст., затем оно понижается до 0,3—0,4 м вод. ст. и остается на этом уровне при промывании дробины.

Качество солода влияет на формирование фильтрующего слоя. Помол солода хорошего растворения дает рыхлый, легко проницаемый фильтрующий слой, состоящий из больших частиц шелухи и размолотого эндосперма с частицами невысокой плотности. Оболочка плохо растворенного солода при дроблении измельчается на мелкие частицы с остатками эндосперма. Такой солод дает повышенную долю крупки и тяжелых частиц в помоле и образует более компактный и менее проницаемый фильтрующий слой дробины.

При дроблении свежесушенного солода, а также солода с низкой влажностью образуется помол с повышенным содержанием муки, которая закупоривает каналы в фильтрующем слое и затрудняет фильтрование сусла.

Скорость фильтрования можно повысить увеличением размера частиц дробленого зернового сырья, числа капиллярных каналов и уменьшением их длины, повышением температуры. Однако при использовании солода крупного дробления, хотя и увеличивается площадь сечения капилляров фильтрующего слоя, но возрастает продолжительность осахаривания затора и снижается выход экстрактивных веществ. При грубом дроблении солода ускоряется стекание первого сусла и промывной воды с поверхности частичек дробины, но процесс извлечения сусла из внутренних слоев дробины замедляется.

При фильтровании затора большое значение имеет рН среды, так как набухаемость веществ коллоидной дисперсности зависит от рН. Наибольшая скорость фильтрования наблюдается при рН 5,5. На первой стадии фильтрования затора отделяют 65—70% всего сусла (первое сусло), остальное сусло отделяется при промывании дробины горячей водой.

При промывании дробины помимо разделения жидкой и твердой фаз, протекают и химические процессы: коагуляция белков, извлечение полифенольных веществ. На характер и глубину химических превращений влияют состав и рН воды, используемой для промывания дробины, другие факторы. Например, в процессе промывания дробины доля сусла в промывной воде постепенно уменьшается, а значение рН повышается, в результате чего увеличивается растворение из оболочки солода и несоложенного зерна полифенольных и горьких веществ, кремниевой кислоты и др., которые ухудшают вкус пива и повышают его цветность. Если в промывной воде много карбоната натрия, то шелуха становится рыхлой, и выщелачиваются вещества, придающие суслу красный и коричневый оттенок. Нейтральной и кислой водой извлекается меньше белковых веществ и кремневой кислоты и сусло имеет нормальный цвет. Поэтому подкисление промывных вод способствует улучшению вкуса пива.

Состав экстракта первого сусла и промывных вод различен, особенно эта разница становится значительной, когда концентрация экстракта в промывной воде уменьшается до 4%.

В табл. 21 приведен примерный состав экстракта первого сусла (концентрация сусла 14,7%) и промывной воды (2,1%).

Таблица 21

Состав экстракта	Содержание компонентов в экстракте, в % к массе экстракта	
	в первом сусле	в промывной воде
Мальтоза	58,95	53,07
Белковые вещества	4,34	5,58
Зола	1,54	2,52

Проведение фильтрования. Фильтрование затора в фильтрационном аппарате включает: подготовку фильтрационного аппарата, заливку сит водой, перекачивание затора из заторного аппарата в фильтрационный, отстаивание затора для формирования фильтрующего слоя, фильтрование первого сусла, промывание дробины горячей водой, выгрузку дробины из фильтрационного аппарата.

При подготовке фильтрационного аппарата к работе промывают разрыхлитель, сита, дно и стенки аппарата. Очищенные сита укладывают на место плотно друг к другу, чтобы не образовывалось щелей. Если сита уложены неаккуратно, они могут быть сдвинуты с места разрыхлителем, что приведет к ухудшению фильтрования. Затем закрывают люк для выгрузки дробины и фильтрационные краны, ополаскивают аппарат горячей водой, проверяют плотность закрытия люка для дробины.

Наличие воздуха в трубах, отводящих сусло, или в подситовом пространстве может нарушить движение сусла при фильтровании, разорвать поток, поэтому проводят операцию, называемую «заливкой сит». Для этого фильтрационные краны, отводящие трубки, подситовое пространство заполняют горячей водой снизу так, чтобы вода покрывала сита на 1–1,5 см. Дверцы крышки фильтрационного аппарата и шибер вытяжной трубы должны быть закрыты. Далее в подготовленный аппарат перекачивают затор со скоростью потока 2–4 м/с. Чтобы ослабить удар на сито и достичь более равномерного расслаивания частиц разного размера и плотности в фильтрующем слое, поток затора при перекачке направляют на сито через распределитель при включенном разрыхлителе для более равномерного распределения массы в аппарате. Разрыхлитель делает 2–3 оборота и останавливается, затор оставляют в покое на 25–30 мин для формирования фильтрующего слоя. При этом происходит доосаживание крахмала, клейстеризованного в последней отварке. Поверхность правильно отстоявшегося затора должна казаться темной с мраморным разводом сероватых полос от нижележащего теста.

Когда дробина хорошо осядет, она образует слой высотой 30–40 см. Для освобождения подситового пространства и трубок от частичек дробины фильтрационные краны поочередно (по одному или по два) быстро открывают и закрывают, чтобы вызвать вихревое движение жидкости под ситами. Воду и мутное сусло перекачивают обратно в фильтрационный аппарат. Когда из кранов начнет вытекать прозрачное сусло, его направляют в сусловарочный аппарат. Скорость и равномерность фильтрования регулируют фильтрационными кранами. Хорошего качества фильтрования достигают при малых скоростях движения сусла через дробину (4,5–6 дм³/мин на 1 м² площади сита). Такую скорость получают при постепенном открывании кранов на 1/4 или 1/5 их поперечного сечения. При больших скоростях может создаться разрежение под ситами и в результате – проникновение в дробину теста из верхнего слоя или воздуха в подситовое пространство через краны. Это может привести к замедлению фильтрования или даже его прекращению.

При работе фильтрационного аппарата с регулятором давления (рис. 47) после спуска мутного сусла через фильтрационные краны 6 и возвращения его в фильтрационный аппарат прозрачное сусло через кран 7 и сборную трубу 5 направляют в резервуар регулятора давления 3. Из резервуара сусло через общий фильтрационный кран 4 стекает в сусловарочный аппарат. Изменением проходного сечения общего фильтрационного крана можно регулировать количество вытекающего сусла, т. е. изменять скорость фильтрования. Изменение фильтрационного давления можно наблюдать по разности уровней жидкости в стеклянных манометрических трубках 1 и 2.

В начале фильтрования при нормальных условиях следует поддерживать давление 1 кПа. В дальнейшем давление повышается и когда достигает примерно 2,5 кПа, слой дробины необходимо разрыхлить и снизить давление до первоначального.

Стекание первого сусла концентрацией сухих веществ 14–20% продолжается 90–120 мин. Процесс можно ускорить декантацией из фильтрационного аппарата надосадочной осветлившейся части затора.

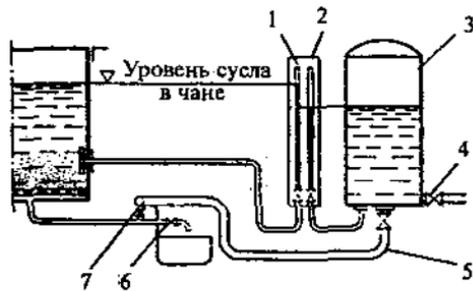


Рис. 47. Регулятор давления

После фильтрования в дробине остается 30–35% сусла, которое извлекается промыванием водой.

При появлении освобожденного от стекающего сусла верхнего слоя дробины начинают промывание ее водой температурой 78–80°С. Промывную воду подают в аппарат через сегнерово ко-

лесо в таком количестве, чтобы уровень ее был несколько выше уровня дробины. Промывание проводят при постоянном медленном вращении разрыхлителя, ножи которого с помощью гидравлического подъемника постепенно опускаются вниз и останавливаются, не доходя 10 см до сита и не нарушая нижнего фильтрующего слоя. Разрыхлитель делает 1 оборот за 4–5 мин.

При неравномерной толщине фильтрующего слоя и неравномерном распределении в нем дробины из разных фильтрационных крапов будет вытекать промывная вода с разной концентрацией экстракта. В этом случае краны, из которых вытекает менее экстрактивное сусло, закрывают полностью.

Количество промывной воды зависит от массовой доли сухих веществ сусла и от содержания экстракта, остающегося в промывной воде. Обычно промывание дробины заканчивают, когда содержание экстрактивных веществ в промывной воде снижается до 0,5–1%. Дальнейшее промывание приведет к выщелачиванию веществ, ухудшающих вкус пива, перерасходу топлива на выпаривание из сусла избытка воды, что экономически нецелесообразно.

При промывании дробины декантировать надсадочную жидкость нельзя. Промывание дробины продолжается 1,5–2,5 ч, а общий процесс получения сусла – 3,5–4 ч.

Для получения некоторых сортов пива используют начальное сусло с повышенной концентрацией экстрактивных веществ, поэтому отбор промывных вод в суслотарный аппарат прекращают при более высокой их концентрации. Например, для пива Ленинградского оригинального – 4–5%, Двойного золотого – 3–3,5%. Но затем промывание дробины продолжают, направляя последние промывные воды в сборник, где хранят их при температуре не ниже 70°C во избежание закисания и используют для приготовления следующего затора.

Если сусло плохо фильтруется, то проводят подъем дробины. Для чего включают разрыхлитель и подают горячую воду под сита, а при недостаточном количестве сусла наливают в аппарат через сегнерово колесо еще и горячую воду.

Промывание дробины можно проводить также тремя наливками дробины с периодическим включением рыхлителя на разной высоте слоя дробины.

После промывания в дробине остается 0,5–0,7% растворимого экстракта и около 1,5% невымываемого к массе солода.

Выход сырой дробины зависит от ее влажности и экстрактивности солода. Например, при влажности дробины 88% выход ее составляет 200 кг на 100 кг переработанного зернового сырья.

После спуска последней промывной воды дробину выгружают из фильтрационного аппарата с помощью разрыхлителя, у которого ножи повернуты плоской стороной по направлению их движения. Затем моют аппарат, сита, фильтрационные краны и закрывают люк для дробины. Сита, стояки, стенки и днище аппарата промывают

щетками, а трубы и краны фильтрационной батареи сильным напором воды. Не реже одного раза в месяц фильтрационные сита обрабатывают 10%-ным раствором каустической соды (NaOH) и подвергают механической очистке.

§ 3. Фильтрация затора на заторном фильтр-прессе

На некоторых предприятиях вместо фильтрационного аппарата используют заторные фильтр-прессы (см. рис. 48 и 49). Фильтрующей перегородкой на них служит фильтровальная хлопчатобумажная или синтетическая ткань.

Фильтр-пресс состоит из станины, прямоугольных рам и плит, устанавливаемых на балки станины вертикально. На каждую плиту надевают салфетку V из фильтровальной ткани. Плиты и рамы сжимают гидравлическим зажимом.

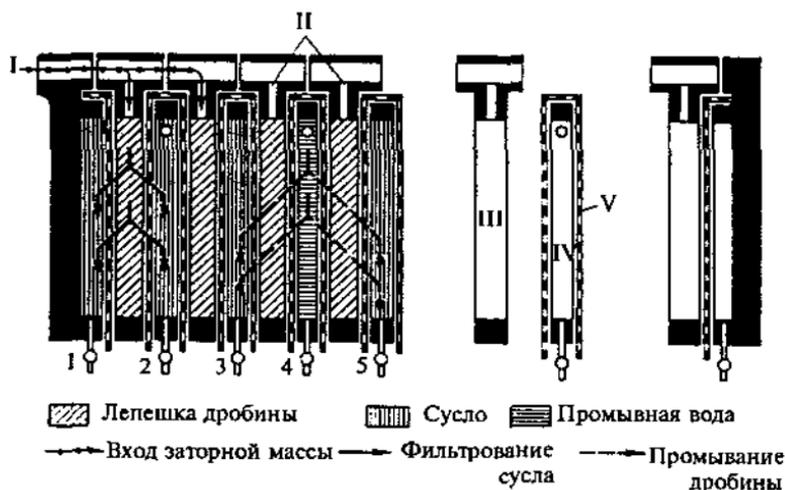


Рис. 48. Принцип действия заторного фильтр-пресса

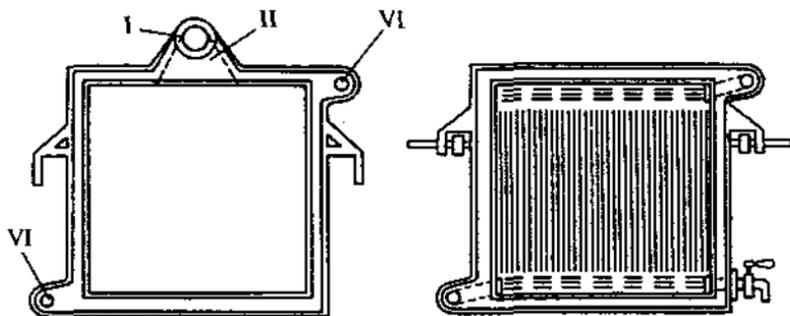


Рис. 49. Рама и плита заторного фильтр-пресса

При фильтровании суслу осахаренную заторную массу подают по каналу I. Отсюда через прорези II она поступает во внутренние полости рам III. Сусло проходит сквозь полотняные салфетки и по рифленой поверхности плит IV стекает к кранам 1, 2, 3 и т. д. Дробина остается в полости рамы между салфетками двух соседних плит. Толщина слоя дробины 6–7 см. Остатки суслу из дробины сначала вытесняются сжатым воздухом или паром, а затем вымываются горячей водой.

При продувании и промывании дробины сжатый воздух (пар) и промывная вода нагнетается в фильтр-пресс по боковым каналам VI (см. рис. 49) в плиты 2, 4 и т. д. Краны в плитах при продувании и промывании закрывают. Сжатый воздух (пар) и промывная вода, не имея иного выхода, распределяется по рифленой поверхности четных плит, проходит сквозь полотно внутрь полости и вытесняет сусло из дробины через ткань на соседних нечетных плитах в открытые краны 1, 3, 5 и т. д. (см. рис. 48).

Избыточное давление при фильтровании суслу не должно превышать 0,06 МПа, при продувании дробины сжатым воздухом (паром) – 0,05 МПа, при промывании дробины горячей водой температурой 75–80°С – 0,05–0,15 МПа.

Рама на верхней стороне имеет прилив с каналом I, которой узкой прорезью II сообщается с внутренней полостью III. Боковые каналы VI не имеют сообщения с внутренней полостью рамы.

Плиты фильтр-пресса имеют такие же очертания, как и рамы, у них только нет канала I. Поверхность плит имеет желобки для стока суслу и промывной воды. Каждая плита снабжена краном для вывода суслу и промывной воды. Четные плиты имеют соединительные прорези в боковых каналах VI, а нечетные их не имеют. Цикл работы фильтр-пресса равен примерно 240 мин.

Фильтр-прессы имеют преимущества перед фильтрационным аппаратом: в сочетании с хорошей дробилкой получают более высокий выход экстракта (до 1%); основное сусло фильтруется примерно на 1 ч; меньше расходуется воды на промывание дробины.

В последнее время появились заторные фильтры нового поколения (майшфильтры).

Устройство фильтра 2001. Такой фильтр (рис. 50) состоит из мембранно-камерных модулей 5 и решетчатых фильтрующих плит 6, изготовленных из пропилена и расположенных поочередно друг за другом.

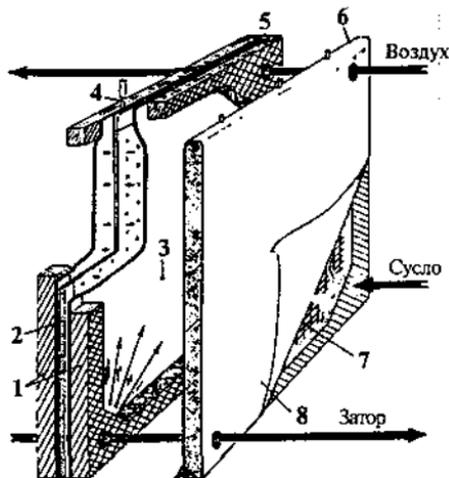


Рис. 50. Схема заторного фильтра 2001 (мембранно-камерный модуль и решетчатая плита)

Мембраннокамерные модули 5 состоят из одной рифленой плиты 2 толщиной 10 мм, покрытой с обеих сторон эластичной пластмассовой мембраной 3, которая зажата в рамках 1 толщиной по 40 мм. Плита 2 через штуцер 4 соединяется гибким шлангом с трубопроводом сжатого воздуха. В заданное время через него в пространство между плитой 2 и пластмассовыми мембранами 3 поступает сжатый воздух. Поскольку мембраны эластичные, то они растягиваются и сжимают слой дробины, находящийся по обе стороны мембраны. По другую сторону слой дробины ограничен фильтрующей плитой 6, состоящей из решетчатой пропиленовой основы 7 (толщина 40 мм), покрытой с обеих сторон фильтровальной салфеткой 8, через которую фильтруются первое сусло и промывная вода.

После закрытия фильтра (модули и плиты фильтра сжимаются от механического привода, и фильтр приводится в рабочее состояние) между мембранно-камерным модулем 5 и фильтрующей плитой 6 образуется герметическая камера шириной 40 мм, куда поступает затор. В нижней части фильтра через все модули и плиты проходят два канала: для подачи затора (промывающей воды) и отвода сусла (промывной воды), при заполнении камер фильтра затором через верхний канал вытесняется воздух.

В собранном виде (рис. 51) фильтр состоит из неподвижной 1 и подвижной 5 торцовых плит, между которыми на балках 6 расположено в подвижном состоянии до 60 фильтровальных плит 4 и мембранно-камерные модули 3. В неподвижной торцевой плите имеются каналы для подвода затора и отвода сусла (промывные воды). Сжатый воздух поступает в модули 3 по гибким шлангам 2, благодаря которым обеспечивается их подвижность при выгрузке дробины в бункер 7.

Фильтрация. Затор подают в камеры (рис. 52) под избыточным давлением 0,015–0,02 МПа. Первое сусло проходит через фильтрующие салфетки из пропиленовой ткани внутрь решетчатых плит и выво-

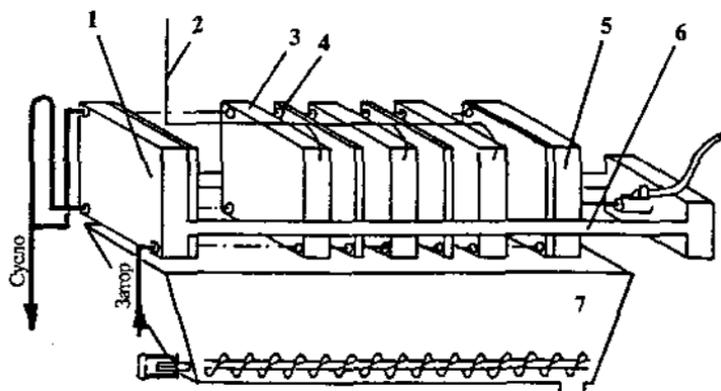


Рис. 51. Заторный фильтр в собранном виде

дится в сборник. В течение первых 10 мин давление несколько повышается, а затем стабилизируется. После пропускания через фильтр всего затора камеры заполняются дробиной. Отделение первого сусла продолжается около 20 мин.

После отделения первого сусла дробину отжимают эластичными мембранами мембранно-камерных плит (рис. 53). Для этого внутрь модулей под давлением 0,05–0,6 МПа подается сжатый воздух, мембраны растягиваются, сжимают слой дробины и таким образом выдавливают остатки первого сусла. Процесс длится около 5 мин.

Промывание дробины. После отжатия первого сусла подачу сжатого воздуха отключают и мембраны возвращаются в исходное положение. По тем же каналам, что и затор, в каналы снизу подают промывную воду температурой 78°C (см. рис. 52). Для удаления кислорода воздуха ее предварительно деаэрируют.

Вода экстрагирует из дробины остатки первого сусла, и промой выводится через фильтрующие салфетки и решетчатые плиты.

Дробину отжимают еще раз при избыточном давлении примерно 0,07 МПа до влажности 32%. При такой влажности дробину удобно транспортировать. Влажность можно снижать и дальше, повышая давление на мембраны до 0,12 МПа, но тогда дробина становится слишком сухой, и возникают затруднения при ее транспортировании по трубопроводам и при выгрузке из бункера. Процесс отжатия дробины длится около 10 мин.

Выгрузка дробины. Для выгрузки дробины открывают фильтр (отключают механизм сжатия и раздвигают модули и плиты) и выгружают дробину в бункер 7 (см. рис. 51), из которого ее пневматичес-

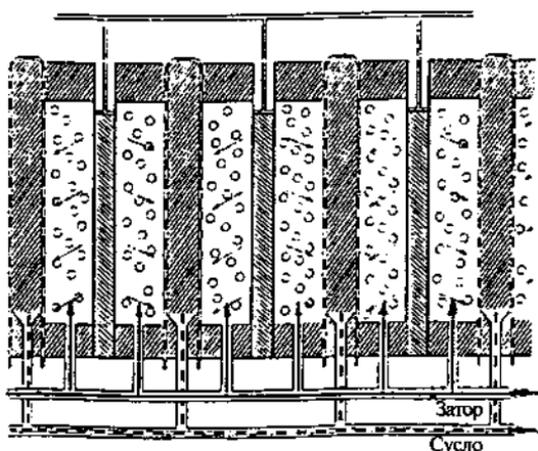


Рис. 52. Схема фильтрации затора и промывания дробины

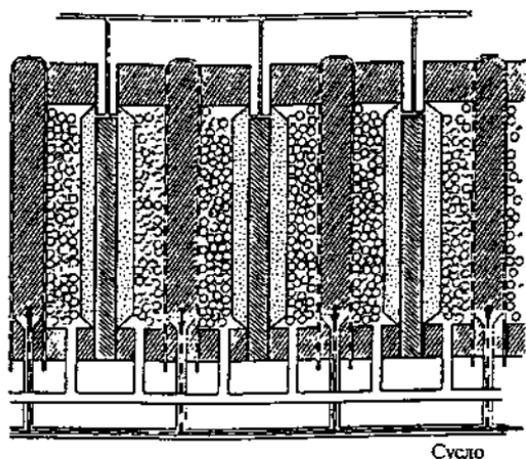


Рис. 53. Схема отжатия дробины

ким транспортом выводят в силос для хранения. Процесс выгрузки длится около 10 мин. Открывание и закрывание фильтра осуществляется автоматически.

Весь цикл фильтрования и промывания дробины продолжается 100–110 мин, что дает возможность фильтровать примерно 12 заторов.

В конце недели, когда заканчиваются варки, фильтровальные салфетки промывают водой, не вынимая их из фильтра. Для растворения оставшихся частичек дробины в течение нескольких часов через фильтр прокачивают слабощелочной раствор.

При эксплуатации фильтра 2001 от оболочек зерна в заторе, используемых в качестве фильтрующего материала, можно отказаться. Солод размалывают в обычной валковой дробилке для сухого грубого помола так, чтобы доля муки составляла примерно 50%. Затем оболочки отделяют от муки и измельчают их на молотковой дробилке. При этом получают сусло с повышенным выходом экстракта, что обусловлено переработкой тонкого помола и глубоким отжатием дробины.

Кипячение сусла с хмелем

Цель кипячения сусла с хмелем. Отфильтрованное пивное сусло и промывную воду из фильтрационного аппарата направляют в сушеварочный аппарат для кипячения с хмелем. При этом происходит экстрагирование и превращение горьких и ароматических веществ из хмеля (охмеление сусла), осаждение (коагуляция) высокомолекулярных белков, инактивация ферментов, стерилизация сусла, образование редуцирующих веществ, испарение части воды.

Сушеварочный аппарат конструктивно мало отличается от заторного. Но в нем приходится выпаривать 8–12% воды (от общего объема сусла, находящегося в аппарате), поэтому поверхность теплопередачи в нем более развита. Конструкция сушеварочного аппарата обеспечивает интенсивную циркуляцию кипящего сусла и малые тепловые потери.

Сушеварочный аппарат (рис. 54) представляет собой стальной цилиндрический сосуд с паровой рубашкой, крышкой и вытяжной трубой.

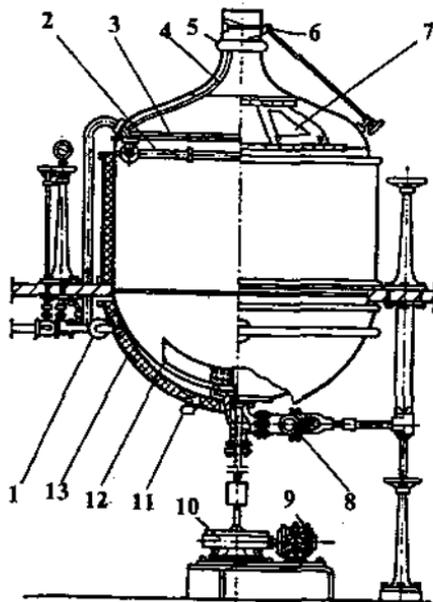


Рис. 54. Сушеварочный аппарат

трубе имеются раздвижные дверцы 7, кольцевая труба 2 для ополаскивания водой, кольцевые желоба 5, 3 и труба 4 для сбора и отвода конденсата, стекающего по вытяжной трубе и крышке аппарата, а также дроссельный клапан 6. В нижней части аппарата установлена лопастная мешалка 12, приводимая в движение от электродвигателя 9 через червячный редуктор 10, а также вентиль 8 для спуска сула из аппарата и кольцевая труба 11 для отвода конденсата из паровой рубашки. Пар в паровую рубашку подводится через кольцевой паропровод 1 с четырьмя вводами. Снаружи аппарат закрыт теплоизоляционным слоем 13. Интенсивная циркуляция сула обеспечивается работой лопастной мешалки и неравномерным нагреванием его у стенок и в середине аппарата.

В аппаратах, имеющих паровую рубашку большой кривизны, столб жидкости около стенки имеет небольшую высоту и большую площадь поверхности нагревания по сравнению со столбом жидкости, находящимся в середине аппарата. Благодаря этому парообразование у стенок котла происходит значительно интенсивнее, жидкость содержит больше пузырьков пара и, как более легкая, вытесняется вверх более тяжелой жидкостью, находящейся в центре аппарата, обеспечивая циркуляцию сула.

В суловарочном аппарате вторичный пар обычно не используется и удаляется через вытяжную трубу в атмосферу. Для утилизации теплоты вторичного пара на некоторых пивоваренных заводах в вытяжной трубе аппарата устанавливают конденсатор смешения (рис. 55), который работает следующим образом. В расширенной части вытяжной трубы суловарочного аппарата через форсунку распыляют холодную воду, вода смешивается с удаляемым вторичным паром, нагревается и стекает в нижний кольцевой сборник. Горячую воду используют для технологических нужд.

Процессы, происходящие при кипячении сула с хмелем. *Экстрагирование и превращение горьких веществ хмеля.* В создании горького вкуса пива участвуют горькие и ароматические вещества хмеля, полифенольные вещества солода, несоложенных материалов и хмеля, некоторые аминокислоты, пептиды, экстрагируемые при затирании и кипячении сула с хмелем. До 95%

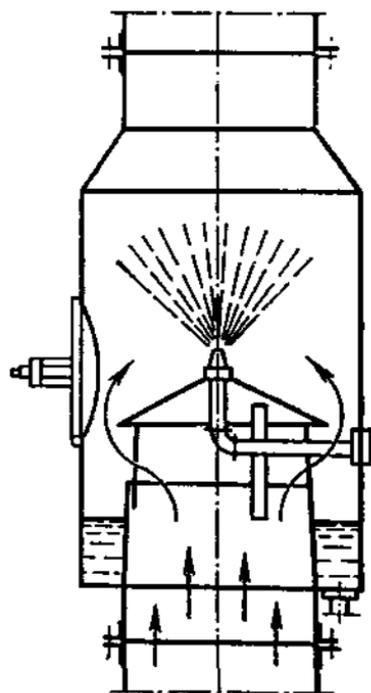


Рис. 55. Конденсатор смешения на вытяжной трубе суловарочного аппарата

общей горечи сусла образуется α -кислотами хмеля, которые при кипячении превращаются в изо- α -кислоты (изомеризуются, т. е. превращаются в изомеры α -кислот), обладающие большей растворимостью, чем α -кислоты. Наряду с этим часть α -кислот окисляется. Слишком длительное кипячение сусла с хмелем приводит к разложению α -кислот и появлению веществ, портящих вкус пива.

На степень экстрагирования и изомеризации α -кислот хмеля влияют различные факторы: рН, продолжительность кипячения, состав α -кислот, количество вносимого в сусло хмеля, плотность сусла. Например, растворимость и изомеризация α -кислот увеличиваются при повышении рН сусла, достигая максимума при рН 8. Максимальное количество изо- α -кислот в сусле образуется через 90 мин кипячения, поэтому при двухчасовом режиме кипячения хмель в сусло вносят через 30 мин от начала кипячения. Изомеризация гумуллона хмеля и его гомологов протекает с различным выходом изосоединений, который зависит от состава α -кислот.

β -Кислоты хмеля имеют меньшую растворимость в воде по сравнению с α -кислотами. В процессе кипячения сусла они не изомеризуются, а лишь частично окисляются, образуя продукты окисления, обладающие значительной растворимостью и резкой, но приятной горечью.

Экстрагируемые полифенольные вещества хмеля влияют на вкус и качество пива не самостоятельно, а в комплексе с горькими веществами хмеля, белками и аминокислотами.

Поскольку растворимость горьких веществ ограничена, то их содержание в сусле и пиве непропорционально массе добавляемого хмеля. Значительная часть горьких веществ хмеля не попадает в пиво, а теряется с отходами производства. Только 20—25% горьких веществ хмеля переходит в пиво и влияет на его вкус и аромат. При кипячении сусла с хмелем происходит частичное превращение мягких смол в малоценные твердые смолы.

Эфирные хмелевые масла хмеля, в значительной мере обуславливающие вкус и аромат пива, представляют собой смесь из более чем 300 компонентов с разной температурой кипения. При кипячении сусла с хмелем значительная часть их испаряется, при этом в большей степени удаляются низкокипящие соединения, которые ухудшают аромат пива.

В вытяжной трубе суслотварочного аппарата часть испаряющихся вместе с водой хмелевых эфирных масел конденсируется и окисляется. Если они вместе с конденсатом стекают в сусло, то вкус пива ухудшается, поэтому улавливаемый в вытяжной трубе конденсат выводят из суслотварочного аппарата.

Старый или плохо хранившийся хмель содержит продукты окисления эфирных масел, поэтому его дольше кипятят с суслотом для более полного удаления легкокипящих фракций.

Коагуляция белков. При кипячении сусла происходит тепловая коагуляция белков, которая протекает в две стадии. В первой стадии

происходит частичная дегидратация (потеря связанной воды) молекул белка, называемая денатурацией. Затем наступает вторая стадия процесса — собственно коагуляция, когда дегидратированные молекулы соединяются между собой и образуют хлопья.

На коагуляцию белков влияют рН и концентрация сусла, интенсивность и продолжительность кипячения, присутствие полифенольных веществ и электролитов. Денатурация белков протекает при любом значении рН, а коагуляция более полно — в изоэлектрическом состоянии (когда заряд молекул белка нейтральный). Разные фракции белков сусла имеют свою изоэлектрическую точку в широком интервале рН. В практике пивоварения максимальная коагуляция белков наблюдается при рН 5,2.

В присутствии полифенольных веществ, некоторых электролитов и при интенсивном кипячении, а также при снижении концентрации экстракта в сусле скорость коагуляции белков увеличивается.

Недостаточная коагуляция белков часто приводит к образованию в сусле холодной мути, которая замедляет процесс брожения из-за адсорбции взвешенных частиц на дрожжах. Присутствие частиц холодной мути приводит к плохому осветлению пива при дображивании, затрудняет фильтрование готового пива, а при хранении в пиве образуется коллоидное помутнение.

Стерилизация сусла и другие процессы. При кипячении сусла все его ферменты инактивируются, а микроорганизмы погибают, т. е. происходит стерилизация сусла. Кроме того, увеличивается восстановительная способность сусла за счет образования редуцирующих веществ и внесения их с хмелем. Снижается вязкость сусла и, вследствие реакций меланоидинообразования, карамелизации сахаров, окисления полифенольных веществ и растворения красящих веществ хмеля, повышается его цветность.

Кипячение и охмеление сусла. *Количество и способы внесения хмеля в сусло.* Дозировку шишкового хмеля в сусле определяют по нормам, приведенным в табл. 22. В зимний период норма расхода хмеля может быть уменьшена на 10%, а в летний — увеличена на 10% для получения более стойкого пива.

При приготовлении сусла на воде с высоким содержанием карбонатов горечь пива будет выше. В этом случае, чтобы не получить пиво с резкой горечью, снижают количество вносимого хмеля и сокращают продолжительность кипячения сусла.

Для приготовления пива стабильного качества разработаны нормы расхода хмеля с учетом содержания в нем горечи, характеризующейся наличием α -кислот и β -фракций и выражаемой в граммах на 1 г сухих веществ хмеля. Содержание горечи в хмеле (Γ_x) определяют по формуле

$$\Gamma_x = (\alpha + 1) / 100,$$

где $(\alpha + 1)$ — содержание горечи в хмеле, % к массе сухих веществ (α — содержание α -кислот, 1 — содержание горечи β -фракции).

Нормы величины горечи (α -кислоты и β -фракция) хмеля, вводимого в сусло для получения необходимого охмеления, для каждого сорта индивидуальны, так как охмеление является одной из характеристик сорта (на примере некоторых сортов пива):

Таблица 22

Пиво	Норма величины горечи хмеля (Г _c сухих веществ на 1 дал сусла)
Жигулевское	0,68–0,85
Рижское	0,99–1,24
Московское	1,20–1,50
Мартовское	0,73–0,91
Портер	1,49–1,86
Бархатное	0,50–0,62
Российское	0,56–0,70
Юбилейное	1,59–1,99

Нормы внесения воздушно-сухого прессованного хмеля на 1 дал горячего сусла (Н₁, г/дал) вычисляют по уравнению

$$H_1 = G_c \cdot 10^4 / [(\alpha + 1)(100 - W)],$$

где α — массовая доля α -кислот в сухом веществе хмеля, %; W — массовая доля влаги в хмеле, %.

Количество воздушно-сухого прессованного хмеля на 1 дал готового пива (г/дал), с учетом предельно-допустимых потерь по жидкой фазе (П_ж, %), будет

$$H_2 = H_1 \cdot 100 / (100 - П_{ж}).$$

В зависимости от сорта пива, качества хмеля и перерабатываемого солода хмель вносят в сусло в два или три приема.

Если для пива определенного сорта количество хмеля не указано специально, то хмель в сусло вносят порциями. Для сортов с массовой долей сухих веществ (СВ) в начальном сусле до 11% включительно — 90% через 10–15 мин после начала кипячения и 10% за 30 мин до окончания кипения сусла. Для сортов с массовой долей сухих веществ 12% и выше — 80% через 10–15 мин после начала кипячения сусла, 15% за 30 мин и 5% за 5–10 мин до окончания кипячения сусла.

Для пива с массовой долей СВ до 11% используют хмель с базисными и ограничительными нормами качества по цвету, содержанию α -кислот и влаги, а для пива с массовой долей СВ в сусле 12% и выше применяют хмель с базисной нормой по цвету при базовой или ограничительной норме по содержанию α -кислот и влаги.

Для повышения эффективности использования горьких веществ и экономии хмеля, кроме сухого шишкового хмеля применяют шишковый хмель мокрого помола, молотый брикетированный хмель, водно-изомеризованный экстракт из молотого хмеля и хмелевые экстракты.

Кипячение сусла с шишковым хмелем. От начала поступления первого сусла и почти до окончания подачи промывной воды (второе сусло) температуру общего сусла в сусловарочном аппарате поддерживают не ниже 63°C (во избежание развития инфекции) и не выше 75°C (для сохранения части α -амилазы в активном состоянии, необходимой здесь для осахаривания остатков крахмала дробины). Затем проверяют полноту осахаривания сусла по иодной пробе. При неполном осахаривании добавляют вытяжку от следующего затора или ферментный препарат амилаолитического действия, сусло выдерживают некоторое время и еще раз проверяют полноту осахаривания.

Сусло начинают кипятить, как только закончится поступление промывной воды из фильтрационного аппарата. Продолжительность кипячения составляет 1,5–2,5 ч (в среднем 2 ч). Хмель с ограниченными показателями по качеству и долго хранившийся вносят в сусло одной порцией и кипятят не более 1 ч. При кратковременном кипячении сусла происходит снижение полноты использования хмеля и уменьшение стойкости пива к холодному помутнению, а при более длительном кипячении коагулированные белки могут частично разрушаться и переходить в раствор (пептизация белков).

Интенсивность кипячения сусла определяют по количеству испарившейся воды в течение 1 ч, которое должно соответствовать 5–6% в час к массе сусла. Сусло кипятят менее интенсивно в начале варки, чтобы не вызвать сильного вспенивания, и в конце варки — для хорошего хлопьеобразования. При наличии герметически закрытых сусловарочных аппаратов кипячение сусла можно проводить при повышенном давлении и температуре 105°C , что способствует улучшению коагуляции белков, повышению экстракции горьких веществ из хмеля и дает возможность использовать вторичный пар для других технологических нужд.

Конец кипячения сусла определяют по содержанию сухих веществ в нем, наличию крупных хлопьев с коагулировавших белков и по прозрачности сусла. При определении конечного содержания сухих веществ учитывают последующее повышение их концентрации при охлаждении сусла.

Когда сусло готово, прекращают подачу пара в паровую рубашку, дают успокоиться поверхности кипящего сусла, замеряют объем сусла в аппарате, отбирают пробу сусла в цилиндр, быстро охлаждают и определяют в нем концентрацию сухих веществ. Если не достигнута требуемая для данного сорта величина, продолжают кипячение. Сусло с требуемой концентрацией сухих веществ пропускают через хмелеотборный аппарат.

Охмеление сусла предварительно увлажненным и измельченным шишковым хмелем. Шишковый хмель измельчают в специальной дробилке непосредственно перед его использованием. Для этого в приемный бункер дробилки загружают хмель, добавляют водопроводную или

промывную воду и замачивают 5 мин при температуре 50–60°C. Затем хмель размалывают и подают одним приемом в сушеварочный аппарат за 1 ч до конца кипячения. При этом рН сусла должен быть не ниже 5,3. За счет лучшего экстрагирования горьких веществ экономия хмеля при таком способе использования составляет 10%.

Охмеление сусла молотым брикетированным или гранулированным хмелем. При наличии гидроциклонных аппаратов для отделения хмелевой дробины шишковый хмель можно полностью заменить молотым хмелем, в других случаях — до 30%. Молотый хмель вносят в сусло с рН не менее 5,2 в три приема. При таком способе норму расхода хмеля умножают на 0,9.

Гранулированным или брикетированным хмелем шишковый хмель может быть заменен полностью или частично. Примерный режим внесения: 25% через 10–15 мин, 50% через 35–40 мин после начала кипения сусла. Оставшиеся 25% для сусла концентрацией до 11% вносят за 30 мин, а для сусла с массовой долей СВ 12% и выше — 15% за 30 мин и 10% за 5–10 мин до окончания кипячения сусла.

Количество внесенного гранулированного хмеля (N_{gr}) рассчитывают по формуле

$$N_{gr} = G_c \cdot 100 \cdot n_2 \cdot 0,9 / (\alpha + 1) (100 - W),$$

где α — массовая доля α -кислот в гранулированном хмеле, %; n — массовая доля гранулированного хмеля в общем количестве хмелепродуктов, %; 0,9 — коэффициент снижения расчетной нормы расхода гранулированного хмеля за счет более полного использования горьких веществ.

Охмеление сусла водноизомеризованными экстрактами из молотого хмеля. Водноизомеризованные экстракты готовят непосредственно перед использованием. Для их получения в сосуд с паровой рубашкой и мешалкой из фильтрационного аппарата набирают промывную воду, содержащую 3–6% сухих веществ (из расчета 100 дм³ на 2,5 кг хмеля), нагревают ее до кипения, добавляют на каждые 100 дм³ по 60–80 г Na₂CO₃ до рН 6,9–7,3 и кипятят 10 мин. В кипящую воду при перемешивании вносят хмелевые брикеты или предварительно увлажненный и измельченный хмель, смесь кипятят еще 30 мин. Повышение щелочности среды способствует растворению и изомеризации горьких веществ хмеля.

Отстоявшийся экстракт хмеля подают в сушеварочный аппарат за 30 мин до конца кипячения сусла. Оставшуюся в экстракторе хмелевую дробину промывают кипящей водой и используют ее в фильтрационном аппарате для промывания пивной дробины.

В результате более полного экстрагирования и изомеризации горьких кислот расход хмеля при таком способе снижается на 25–30%.

Охмеление сусла хмелевым экстрактом. На отечественных пивоваренных заводах хмелевым экстрактом заменяют до 50% шишкового хмеля. Экстракт хмеля медленно вводят в кипящее сусло, при работающей мешалке с первой порцией шишкового хмеля.

Экстрактом хмеля заменяют до 50% хмеля, причем весь экстракт вносят с первой порцией. Количество экстракта рассчитывают по формуле:

$$H_{13} = G_c \cdot p_3 \cdot 0,8 / \alpha_3,$$

где α_3 — массовая доля α -кислот («кондуктометрический» показатель горечи), % (для импортных экстрактов используют показатель α -кислот, указанный в качественном удостоверении); 0,8 — коэффициент снижения расчетной нормы расхода экстракта хмеля за счет более полного использования горьких веществ; p_3 — массовая доля экстракта хмеля в общем количестве хмелепродуктов, %.

Отделение пивного сусла от хмелевой дробины. Сразу после кипячения сусло освобождают от хмеля в хмелеотборном аппарате, который устанавливают под сусловарочным аппаратом.

Хмелеотборный аппарат (рис. 56) представляет собой цилиндрический сосуд 5 с коническим дном и крышкой с люком 8, установленный на стойках 13. Мешалка 2 приводится в движение от привода 14 через муфту 12. Герметичность корпуса при вращении вала мешалки обеспечивается сальником 11. Кран 1 предназначен для поочередного спуска из хмелеотборного аппарата профильтрованного сусла и хмелевой дробины. Хмелеотборный аппарат снабжен также смесителем 6, оросителем для воды 7, указателем уровня 9, краном 10 для отбора проб.

Разделение смеси происходит следующим образом. Сусло с хмелевой дробиной стекает из сусловарочного аппарата в хмелеотборный аппарат через штуцер 4 при работающей мешалке. Хмелевая дробина остается на сите 3, а сусло проходит сквозь сито и насосом 15 через разгрузочный кран 1 и распределительный кран 16 перекачивается на охлаждение.

В хмелевой дробине остается 6–7 дм³ сусла на 1 кг хмеля, поэтому ее промывают горячей водой и промывную воду присоединяют к суслу. Затем аппарат заполняют водой, смешивают с хмелевой дробинкой и смесь удаляют насосом 15 в отходы. Вместе с хмелевой дробинкой удаляется значительная часть скоагулировавших белков.

Хмелевую дробину промывают горячей водой, которую присоединяют к суслу. Воды следует использовать столько, на сколько объем сусла уменьшился за счет испарения во время перекачивания и охлаждения. Последнюю промывную воду можно использовать на затирание.

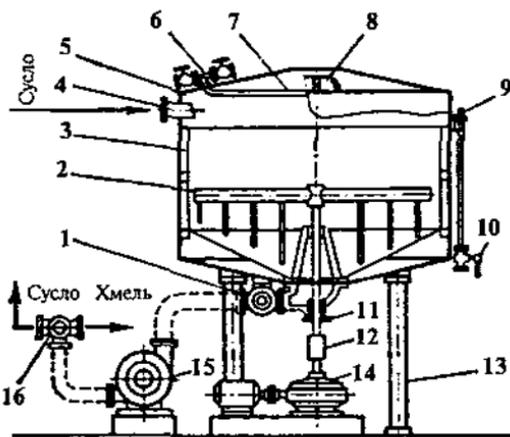


Рис. 56. Хмелеотборный аппарат

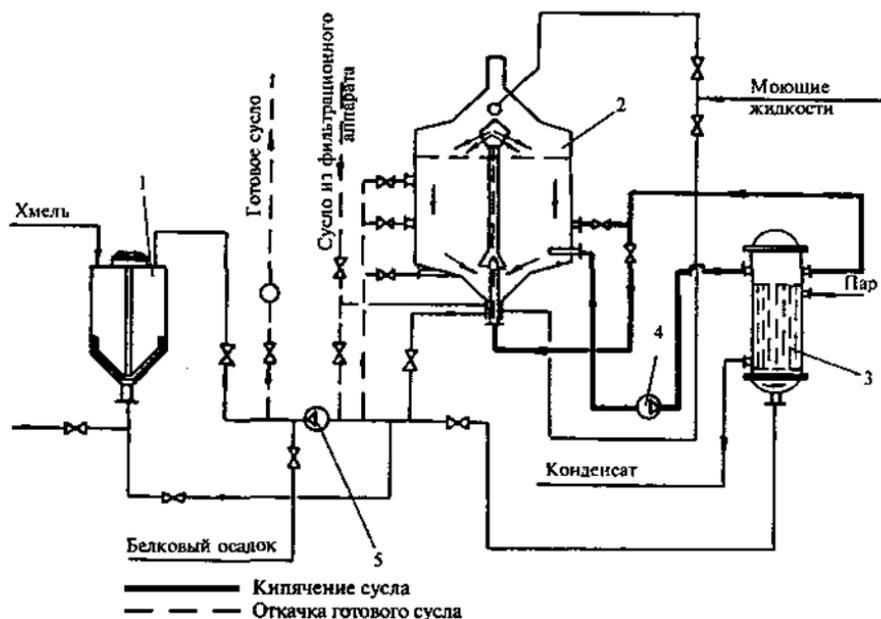


Рис. 57. Схема сушеварочного аппарата с выносным нагревательным контуром

Кипячение сусла с использованием аппарата с выносным нагревательным контуром. Один из путей реализации экономии хмеля и пара при охмелении пивного сусла предложен МКБ ВНИИПБиВП. На рис. 57 изображена схема установки, включающей смеситель 1, сушеварочный аппарат гидроциклонного типа 2, теплообменник 3 и насосы 4, 5.

Смеситель предназначен для приготовления хмелевой суспензии, выполнен он в виде сосуда с цилиндрическим корпусом, коническим днищем и плоской крышкой, на которой установлен привод.

Сушеварочный аппарат представляет собой сосуд с цилиндрическим корпусом, коническим днищем и крышкой. Он снабжен моющими головками, размывателем осадка, центральной трубой с встроенным инжектором и отражателем.

Кипячение сусла в аппарате с выносным теплообменником осуществляется следующим образом. В нижнюю часть аппарата подают сусло, объем которого определяют по указателю уровня. После набора сусло с помощью насоса 4 начинает циркулировать по контуру аппарат — теплообменник — аппарат. Причем в начале цикла оно подается через патрубок для ввода сусла, а после нагревания до температуры кипения через нижний патрубок и центральную трубу с инжектором. В сушеварочном аппарате происходит кипячение, а затем осветление готового сусла путем осаждения скоагулировавшего белка.

Готовую хмелевую суспензию из смесителя направляют в сушеварочный аппарат к началу кипячения.

Особенностью приготовления сусла по этому способу является то, что сусло в аппарате находится под атмосферным давлением, а в теплообменнике создается избыточное давление и температура сусла в нем повышается до 108–110°С. Подача сусла в центральную трубу с встроенным инжектором способствует активной циркуляции сусла в аппарате, что интенсифицирует процесс кипячения. На входе в аппарат происходит эффект снятия давления и активное испарение воды (8,5% вместо 5–6% за 1 час при традиционном способе). Когда массовая доля сухих веществ сусла достигнет требуемой величины, нагревание прекращают. Интенсификация кипячения сусла позволяет сократить ее продолжительность до 60–70 мин.

Аппарат выполняет также роль гидроциклона для отделения взвесей, так как имеет тангенциальный ввод сусла. Готовое сусло перекачивают на охлаждение последовательно с трех уровней аппарата, а затем оставшийся белковый осадок выводят в фильтрационный аппарат.

Преимущества применения данной установки состоят в снижении расхода пара на 20%, хмеля — на 5–6% и сокращении продолжительности кипячения сусла почти в 2 раза.

Расчет выхода экстракта при переработке зернового сырья в варочном цехе. Выход экстракта — это масса экстрактивных веществ, перешедших в горячее сусло из затертых зернопродуктов, выраженная в % масс (т.е. г в 100 г).

Выход экстракта характеризует полноту использования экстрактивных веществ зернопродуктов при приготовлении пивного сусла и зависит от качества этих зернопродуктов и правильного выбора режима их переработки. Выход экстракта (Э, % масс.) вычисляют по формуле

$$\text{Э} = 0,96 V \cdot E(\text{г/Г}),$$

где V — объем горячего сусла в сусловарочном аппарате, дм^3 ; E — массовая доля экстрактивных веществ в сусле, %; г — плотность сусла, кг/дм^3 ; Г — масса зернопродуктов, кг ; 0,96 — поправочный коэффициент, учитывающий уменьшение объема сусла при его охлаждении от 95–100°С до 20°С и изменение объема сусла за счет внесения хмеля и появления скоагулировавших белков.

Способы приготовления сусла для различных сортов пива

Пиво Жигулевское. Сусло готовят из светлого ячменного солода и несоложенного зернового сырья. Хмель вносят из расчета 0,68–0,85 г горьких веществ хмеля на 1 дал.

Расход зернового сырья зависит от его экстрактивности, влажности и технологии приготовления сусла. При замене 15% солода ячменем и экстрактивности солода 76% к массе сухих веществ, влажности солода 5,6% и для ячменя соответственно 75 и 15% расход на 1 дал пива составляет 1,62 кг светлого солода и 0,29 кг ячменя. Массовая доля сухих веществ в начальном сусле 11%.

Пиво Рижское. Сусло готовят из светлого солода по одно- или двухотварочному способу. Хмель вносят из расчета 0,99–1,24 г горьких веществ на 1 дал готового пива. При внесении хмеля в три приема первую порцию (30%) дают во время набора первого сусла, вторую порцию (40%) – в начале кипячения, третью (30%) – за полчаса до конца кипячения сусла. При добавлении хмеля в четыре приема первую порцию (30%) дают во время набора первого сусла, вторую порцию (40%) – в начале кипячения, третью (28%) за полчаса и четвертую (2%) – за пять минут до конца кипячения сусла. Расход солода на 1 дал готового пива составляет 2 кг. Массовая доля сухих веществ в начальном сусле 12%.

Пиво Московское. Сусло, готовят из светлого солода (80%) и рисовой муки или сечки (20%) по двухотварочному режиму затириания. Рисовую муку или сечку добавляют в первую отварку затора в аппарат и кипятят 40 мин. Хмель вносят в сусло, как и для пива Рижского из расчета 1,2–1,5 г горьких веществ на 1 дал. Расход зернопродуктов на 1 дал пива составляет 2,17 кг, из них 1,74 кг солода, 0,43 кг рисовой муки или сечки экстрактивностью 85% и 36 г хмеля. Массовая доля сухих веществ в начальном сусле 13%.

Пиво Мартовское. Сусло готовят по трехотварочному режиму из темного (40%), светлого (50%) и карамельного (10%) солода, затирая их отдельно. Допускается замена темного солода светлым с увеличением доли карамельного солода или добавлением жженого солода для повышения цветности пива. В этом случае затириание ведут с двумя отварками, и сусло кипятят с хмелем 2 ч. Хмель вносят из расчета 0,73–0,91 г горьких веществ на 1 дал пива: 30% – в конце фильтрования первого сусла, 40% – через 40 мин и 30% – через 1,5 ч после начала кипячения сусла. Расход зернопродуктов составляет 2,46 кг на 1 дал пива, в том числе 1,23 кг светлого солода, 0,98 кг темного солода и 0,25 кг карамельного солода. Массовая доля сухих веществ в начальном сусле 14,5%.

Пиво Ячменный колос. Сусло готовят также, как и сусло для пива Жигулевского, из светлого солода (85%) и ячменя (15%). Допускается замена ячменя рисовой или кукурузной крупой и замена 5% солода тростниковым сахаром-сырцом. Качество солода и несоложеного сырья должно обеспечивать получение сусла с высокой степенью сбраживания. Расход хмеля на 1 дал готового пива как на Жигулевское. Расход зернопродуктов на 1 дал готового пива составляет 1,9 кг, в том числе 1,62 кг солода, 0,28 кг ячменя. Массовая доля сухих веществ в начальном сусле 11%.

Пиво Российское. Сусло готовят из светлого солода (85%), рисовой крупы (10%) и сахара (5%). Затириание проводят одноотварочным способом. Расход хмеля – по норме внесения горьких веществ в горячее сусло 0,56–0,7 г/дал. Режим внесения хмеля – в две порции. Первая (70%) через 10–15 мин после начала кипения, вторая пор-

ция (30%) — за 30 мин до окончания кипячения сусла. Массовая доля сухих веществ в начальном сусле 10%.

Пиво Юбилейное. Сусло готовят из светлого солода (79%), рисовой крупы (10%), кукурузной крупы (10%), сахара (1%). Хмель закладывают по норме $\Gamma = 1,59-1,99$ г/дал. Допускается замена кукурузной крупы рисовой. Затираание проводят двухотварочным способом. Режим внесения хмеля: первая порция (40%) — до полного набора сусла, вторая порция (35%) — через 1 ч после начала кипячения сусла, третья порция (20–22%) — за 30 мин до окончания кипячения сусла, четвертая порция (3–5%) — за 5 мин до окончания кипячения сусла. Массовая доля сухих веществ в начальном сусле 17%.

Охлаждение и осветление пивного сусла

§ 1. Процессы, протекающие при осветлении и охлаждении сусла

В горячем охмеленном сусле отсутствует кислород, имеются грубые взвеси, образовавшиеся при кипячении с хмелем. Наличие взвесей отрицательно влияет на процесс брожения сусла и коллоидную стойкость готового пива. При охлаждении сусла грубые взвеси осаждаются и формируются тонкие взвеси, сусло насыщается кислородом воздуха, что затем будет способствовать нормальному размножению дрожжей и более полному выделению белков. Следовательно, целью осветления и охлаждения сусла является понижение его температуры, насыщение кислородом воздуха и осаждение взвешенных частиц.

Понижение температуры сусла. Горячее охмеленное сусло охлаждают до начальной температуры брожения. В зависимости от вида и способа брожения начальная температура этого процесса различна.

Сусло при низкой температуре брожения является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Наибольшая опасность инфицирования сусла появляется при его медленном охлаждении от 40 до 20°C, так как эти температуры наиболее благоприятны для размножения вредных для пива микроорганизмов. Позже, когда в сусло добавляют дрожжи, возможность инфицирования уменьшится.

Обычно сусло охлаждают в две стадии. Первую стадию охлаждения горячего сусла от 95–100 до 60°C проводят в отстойном аппарате или в холодильной тарелке медленно в течение 2–6 ч. На этой стадии продолжительность охлаждения сократить нельзя, так как для осаждения крупных взвесей требуется не менее 2 ч. В последнее время широкое распространение получил способ осветления сусла в гидроциклонном аппарате, где отделение примесей происходит под действием центробежных сил. Продолжительность первой стадии осветления в этом случае сокращается до 20–40 мин, температура сусла на выходе из гидроциклонного аппарата около 90°C.

На второй стадии охлаждения сусла (от 60 до 5–9°C) проводят быстро, с использованием пластинчатых теплообменников.

Растворение кислорода воздуха в сусле. Поглощение кислорода суслиом происходит в ходе всего процесса охлаждения. Но при повышенных температурах (более 40°C) поглощение кислорода незначительно и расходуется он в основном на окисление органических веществ сусла. Вследствие чего суслио темнеет, в нем снижаются хмелевой аромат и хмелевая горечь. Процессы окисления зависят от рН сусла: чем ниже концентрация Н⁺-ионов, тем выше интенсивность окисления.

Непосредственное растворение кислорода в сусле возможно лишь при температурах ниже 40°C. Поглощенный суслиом кислород расходуется в основном на размножение и жизнедеятельность пивных дрожжей. Оптимальное содержание его в сусле в начале брожения составляет 6–7 мг/дм³. Поглощение кислорода ускоряется при перемешивании, увеличении площади поверхности и продолжительности контакта сусла с воздухом, с понижением концентрации сухих веществ в нем.

Выделение взвесей. Важным для технологии пива процессом является выделение взвесей из охлаждаемого сусла. Различают крупные и мелкие взвеси.

Крупные взвеси размером 30–80 мкм образуются при кипячении сусла с хмелем и при охлаждении легко осаждаются, образуя, так называемый, осадок взвесей горячего сусла. Этот осадок легко удаляется, часть его задерживается уже в хмелеотборном аппарате. В состав осадка крупных взвесей входит: 50–60% белковых веществ, 16–20% хмелевых смол, 20–30% других органических веществ, особенно флорафена, 2–3% минеральных веществ. В золе осадка находят ангидриды кремниевой (18–34%) и фосфорной (7–34%) кислот, оксиды меди (13–37%), железа (17–18%), алюминия (1,8–21%) и кальция (3,6–15%).

На грубом осадке взвесей адсорбируются ионы железа, меди, тяжелых металлов, предохраняя дрожжи и пиво от вредного воздействия солей этих металлов при сбраживании сусла. Количество взвесей горячего сусла колеблется от 30 до 60 г на 100 дм³ сусла и зависит от содержания белков в затираемом зерне, способа затираания и осветления, количества экстрактивных веществ в сусле, нормы горечи вносимого хмеля, продолжительности и интенсивности кипячения затора и сусла.

При охлаждении ниже 60°C в прозрачном сусле появляется муть, так как часть растворенных в горячем сусле веществ при охлаждении переходит в нерастворимое состояние и образует тонкую суспензию с размером частиц около 0,5 мкм (мелкие взвеси или тонкий осадок). Они на 1/3 состоят из полифенольных веществ и на 2/3 – из глобулина (белок зерна). При нагревании холодного сусла эти взвеси растворяются вновь.

Образование тонкого осадка в сусле заканчивается в конце охлаждения при температуре 5–7°C. Количество его в сусле невелико, но влияние на технологию ощутимо, так как частицы осадка адсорбируются на поверхности дрожжевых клеток и нарушают проницаемость клеточных стенок.

При охлаждении сусла испаряется некоторое количество воды, вследствие чего уменьшается объем сусла и повышается концентрация сухих веществ.

§ 2. Способы осветления и охлаждения сусла

Осветление и охлаждение сусла в тонком слое. При этом способе используют холодильную тарелку, представляющую собой плоский открытый сосуд прямоугольной формы (высота стенок около 300 мм), изготовленный из листовой стали и установленный с незначительным уклоном к горизонту. Тарелка имеет три отверстия с кранами: для слива сусла, для отвода осадка взвесей горячего сусла и для стока промывных вод. Чтобы осадок не попадал в стекающее осветленное сусло, над вентиляем для слива сусла устанавливают небольшой патрубок с ситом.

Поверхность тарелки покрыта тонким защитным слоем. При эксплуатации на этот слой осаждается пивной камень (соли слабых органических кислот), который также образует защитный слой. Тарелку устанавливают в отдельном, хорошо проветриваемом чистом помещении, куда подается тщательно очищенный наружный воздух.

Горячее сусло наливают в тарелку слоем 150–250 мм, при этом образуется большая поверхность соприкосновения с воздухом (25–40 м² на 1 т затираемого сырья), и сусло хорошо охлаждается. Малая толщина слоя сусла способствует быстрому осаждению осадка, но не исключается и возможность инфицирования сусла.

Продолжительность охлаждения сусла в тарелке – 2–6 ч. Как только температура сусла снизится до 60°C, открывают кран для спуска сусла и направляют его в пластинчатый теплообменник. На тарелке остается тонкий слой осадка, который собирают при помощи резиновых скребков и удаляют. Тарелку моют холодной водой, очищают щетками и снова моют горячей и холодной водой.

Осветление и охлаждение сусла в высоком слое. Процесс проводят в *отстойном аппарате* (рис. 58). Аппарат представляет собой стальную цилиндрическую емкость 3 с рубашкой для охлаждения, со сферической крышкой 5 и плоским наклонным днищем. Для удобства обслуживания и промывания на противоположных сторонах крышки чана имеются два люка с раздвижными дверцами. Вверху крышка окантована пароотводным патрубком с дроссельной заслонкой 8 и трубкой 4 для отвода конденсата.

Горячее сусло поступает в аппарат через патрубок 9. Внутри аппарата установлена плоская охлаждающая секция 7, которая заполняется

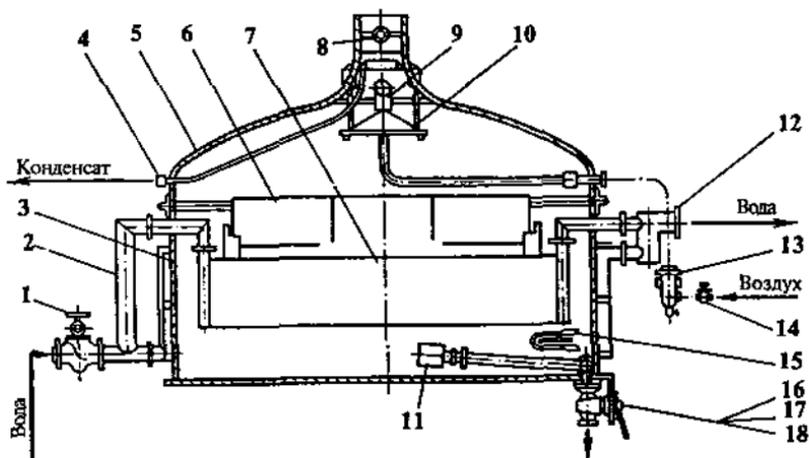


Рис. 58. Отстойный аппарат

ется водой через запорный вентиль 1 и коллектор 2. Вода отводится через коллектор 12. Чтобы сократить время охлаждения суслу, секция 7 используется как оросительный холодильник во время заполнения аппарата. Для получения тонкого слоя суслу, стекающего по стенкам секции, установлен распределительный желоб 6, над которым находится конусный зонт 10 с зубцами по кромке. Одновременно под конус через вентиль 14 и фильтр 13 под давлением подается стерильный воздух для аэрации суслу.

В нижней части аппарата на днище установлены три пробковых фланцевых крана: 16 — для спуска белкового отстоя, 17 — для спуска промывных вод в канализацию и 18 — для регулирования спуска осветленного суслу.

Все рукоятки управления кранами выведены на общий щиток. Высота слоя суслу в аппарате не превышает 900 мм, а процесс охлаждения продолжается не более 2 ч. В течение этого времени температура суслу снижается от 95 до 60°C и происходит осаждение белковых веществ. Режим охлаждения суслу контролируется с помощью термометра 15.

Охлажденное суслу спускают через суслоприемник 11 и кран 18 на вторую ступень охлаждения, а осадок удаляют через кран 16. Аппарат моют, и промывные воды через кран 17 сливают в канализацию.

Белковый отстой с тарелок или отстойных аппаратов содержит значительное количество суслу. Это суслу отделяют от отстоя на фильтр-прессах или в сепараторе, нагревают для стерилизации, охлаждают и добавляют к суслу, поступающему на брожение. Для сокращения потерь белковый отстой можно возвращать в варочный цех.

Отделение суслу в гидроциклонном аппарате. На ряде заводов для отделения грубых взвесей и мелких частиц хмелевой дробины из горячего суслу применяют гидроциклонный аппарат с круговой циркуляцией суслу (рис. 59).

Этот аппарат представляет собой сосуд цилиндрической формы с конической крышкой и плоским днищем. На обечайке корпуса 8 на расстоянии 900 мм от дна приварен входной патрубок 3 для нагнетания суслу. Для увеличения скорости потока патрубков выполнен в виде плавно сужающегося сопла и расположен под углом 30° к касательной обечайки корпуса.

Струя потока направлена тангенциально, поэтому внутри аппарата происходит вращение суслу. Под действием гидродинамических сил взвешенные частицы собираются в центре днища, где образуется осадочный конус. При подаче суслу в аппарат давление перед патрубком 3 должно быть не менее 0,6 МПа. В том случае, если давление недостаточно и не обеспечивается требуемая для осаждения частиц скорость вращения суслу, производится рециркуляция суслу с помощью насоса при открытых кранах патрубков 2 и 3.

Для измерения давления на нагнетательном трубопроводе перед входным патрубком 3 установлен манометр. После осветления суслу (примерно через 20 мин) начинают его откачку насосом, открывая сначала кран патрубка 4, а затем по мере снижения уровня — краны патрубков 2 и 1. Внутри аппарата к днищу на расстоянии 200 мм от обечайки приварена реборда (на рисунке не показана) в виде изогнутой полосы, предотвращающая попадание муты в трубопровод во время слива осветленного суслу. Удаление оставшегося мутного суслу производят насосом при открытом кране патрубка 13.

Размыв осадка производят водой, подаваемой к размывателю 11. На крышке аппарата приварены пароотводящий патрубок 5, патрубок 7 с моющей головкой для смыва осадка и мойки аппарата и осветитель 6 для освещения внутреннего пространства аппарата. Удаление осадка производят через кран патрубка 12. Люк 10 предназначен для технологического обслуживания аппарата. На корпусе расположен указатель уровня суслу 9, состоящий из стеклянной трубки, к которой прикреплена рейка для нанесения делений при тарировке, и трехходового крана.

Достоинством гидроциклонного аппарата является стерильность процесса, так как в него поступает горячее суслу и выходит из него с температурой около 90°C .

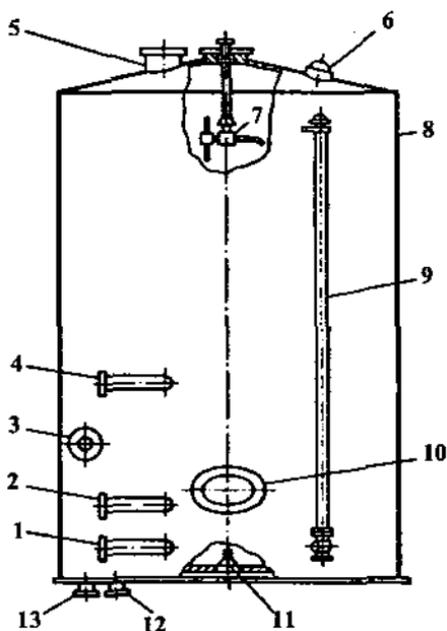


Рис. 59. Гидроциклонный аппарат

Осветление суслу в сепараторе. Пивное сусло хорошо осветляется в центробежном сепараторе. При использовании сепаратора ускоряется процесс осветления суслу, сокращаются потери экстракта с отстоем, исключается использование отстойных аппаратов и пресса для извлечения суслу из отстоя, обеспечивается стерильность процесса и хорошая прозрачность.

Для осветления пивного суслу применяют сепараторы, барабаны которых снабжены коническими тарелками. Эти сепараторы сконструированы саморазгружающимися с автоматической пульсирующей центробежной выгрузкой осадка без остановки барабана.

На рис. 60 показан полузакрытый тарельчатый сепаратор с пульсирующей выгрузкой осадка (а — барабан сепаратора в разрезе, б — общий вид сепаратора).

Суспензия суслу, обрабатываемая в барабане 2, под действием центробежной силы освобождается от взвешенных частиц осадка и выводится из сепаратора по трубе 1. Осадок постепенно накапливается в грязевом пространстве 3 и под действием центробежной силы оказывает давление на крышку барабана и подвижное дно 7, которое плотно поджато к уплотняющему кольцу 4 вспомогательной жидкостью (водой). Вода подается из бачка 11 по трубе 12 в полость 5 и поддерживает подвижное дно 7 в верхнем положении.

Когда грязевое пространство 3 заполняется осадком, приток суспензии в барабан автоматически прекращается. В барабан подается промывная вода, которая вытесняет из него остаток суспензии. Затем

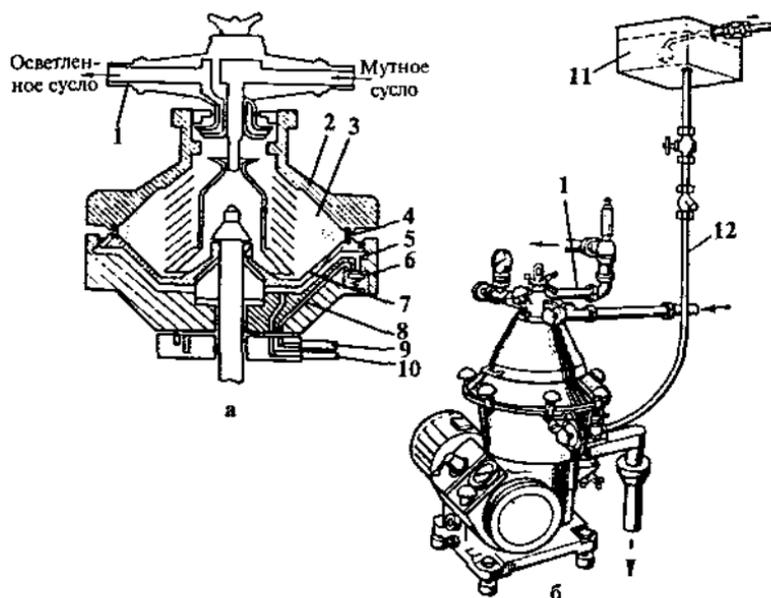


Рис. 60. Сепаратор с автоматической выгрузкой осадка

подача вспомогательной жидкости в полость 5 автоматически прекращается; в то же время эта жидкость по трубке 9 нагнетается в канал 8 и открывает клапан 6. Вспомогательная жидкость из полости 5 центробежной силой выбрасывается через клапан 6 наружу, а подвижное дно 7 опускается вниз. Через образовавшуюся кольцевую щель между прокладкой 4 и подвижным дном 7 осадок из грязевого пространства 3 вместе с промывной водой мгновенно выбрасывается из барабана.

После очистки барабана вспомогательная жидкость снова подается по трубе 10 в полость 5, но не проходит в канал 8, вследствие этого клапан 6 поднимается и перекрывает выход из полости 5. Подвижное дно 7 давлением вспомогательной жидкости поднимается и перекрывает кольцевую щель. Затем открывается доступ осветляемой суспензии в барабан. Все эти операции в строгой последовательности во времени выполняются программным устройством.

Изготавливают такие сепараторы в полузакрытом исполнении. Осветляемая суспензия подается в сепаратор под атмосферным давлением, а осветленная жидкость выводится при избыточном давлении.

Охлаждение сусла в трубчатом теплообменнике. Трубчатый теплообменник (открытый оросительный холодильник или закрытый теплообменник типа «труба в трубе») используют на второй стадии охлаждения сусла, которое поступает из холодильной тарелки или отстойного аппарата. Охлаждение сусла от 60 до 5–7°С проводят быстро во избежание развития посторонних микроорганизмов.

Открытый оросительный холодильник (рис. 61) представляет собой плоский вертикальный змеевик из горизонтальных медных труб, спаянных между собой в местах соприкосновения и образующих сплошную поверхность охлаждения. Холодильник разделен на две секции: верхнюю и нижнюю. В верхней секции по трубам циркулирует водопроводная вода, в нижней — охлажденная вода или рассол. Охлаждающие жидкости подают в секции снизу вверх.

Горячее сусли поступает сверху в распределительный желоб 3 ороси-

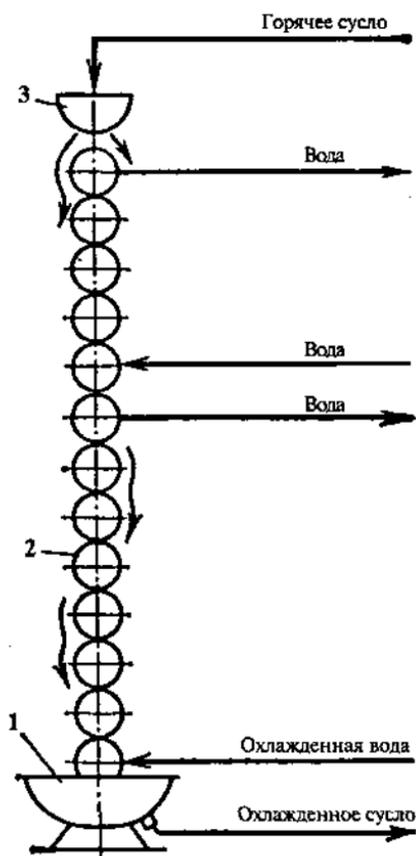


Рис. 61. Схема открытого оросительного холодильника

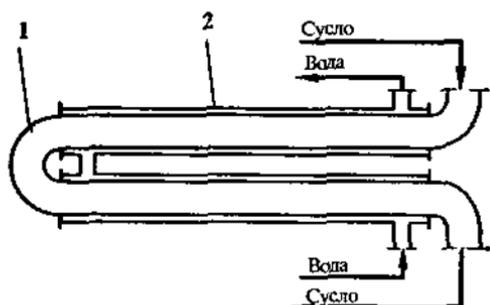


Рис. 62. Схема закрытого теплообменника «труба в трубе»

тельного холодильника, установленный над трубами 2, стекает тонким слоем по поверхности труб с обеих сторон, охлаждается и через нижний сборный желоб 1 направляется в цех брожения. На поверхности верхней секции сусло охлаждается от 60 до 20°С, нижней секции — от 20 до 5–7°С.

Все поверхности, соприкасающиеся с суслон и выпол-

ненные из меди, покрыты полудой из пищевого олова.

Эффект охлаждения суслон в оросительном холодильнике повышается за счет испарения воды при стекании суслон по открытой поверхности оросительного холодильника.

Закрытый теплообменник типа «труба в трубе» (рис. 62) состоит из горизонтальных труб, соединенных между собой последовательно. Внутренние трубы 1 выполнены из меди, наружные 2 стальные. По внутренним трубам течет сусло, а в межтрубном пространстве в противоположном направлении — охлаждающая жидкость. Закрытый холодильник, как и оросительный, имеет две секции: верхняя охлаждается водопроводной водой, нижняя — охлажденной водой или рассолом.

Охлаждение суслон в пластинчатом теплообменнике. Охлаждение суслон до начальной температуры брожения на большинстве заводов проводят в пластинчатых теплообменниках.

Пластинчатый теплообменник (рис. 63) состоит из тонких штампованных стальных пластин 7–11, устанавливаемых параллельно на штангах 3, концы которых закреплены в стойках 1 и 5. Пластины посредством

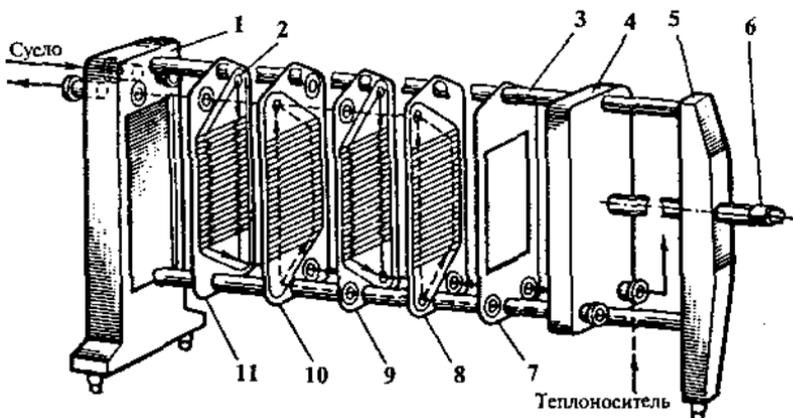


Рис. 63. Пластинчатый теплообменник

плиты 4 и винта 6 сжимаются так, что между каждой парой образуется узкое пространство, по которому протекает жидкость. Уплотнение пластин создается посредством резиновых прокладок, приклеиваемых по периферии пластин, и вокруг отверстий для прохода жидкости (на рис. 63 пластины показаны в разомкнутом состоянии).

Прокладки на пластинах располагают так, чтобы после сборки теплообменника в нем образовались две системы каналов: по одной протекает сусло, по другой — холодный рассол (раствор поваренной соли) или холодная вода, называемые в дальнейшем теплоносителем.

Сусло, поступающее в верхний угловой канал 2, течет по каналам между пластинами 8 и 9, 10 и 11, а теплоноситель движется навстречу по каналам между пластинами 7 и 8, 9 и 10, т. е. потоки сосула и теплоносителя чередуются, и теплообмен у каждого потока происходит через обе ограничивающие поверхности (через обе пластины).

Если за один проход между пластинами сусло не успеет охладиться до нужной температуры, то его пропускают через последующую группу пластин этого же теплообменника. Такая группа пластин, по которой сусло (или теплоноситель) течет параллельными потоками, называется пакетом. Один или несколько пакетов образуют секцию.

На рис. 64 показана упрощенная схема двухсекционного холодильника для пивного сосула.

В водяной секции горячее сусло охлаждается водой. Для этого оно проходит тремя параллельными потоками последовательно через два пакета пластин. Холодная вода в водяной секции движется противоток по отношению к суслу и проходит также последовательно через оба пакета пластин. В рассольной секции схема движения жидкостей несколько иная: сусло двумя параллельными потоками проходит по двум пакетам пластин, а солевой раствор движется через всю секцию четырьмя параллельными потоками.

Следовательно, в рассольной секции для сосула пластины образуют два пакета, а для рассола — только один пакет.

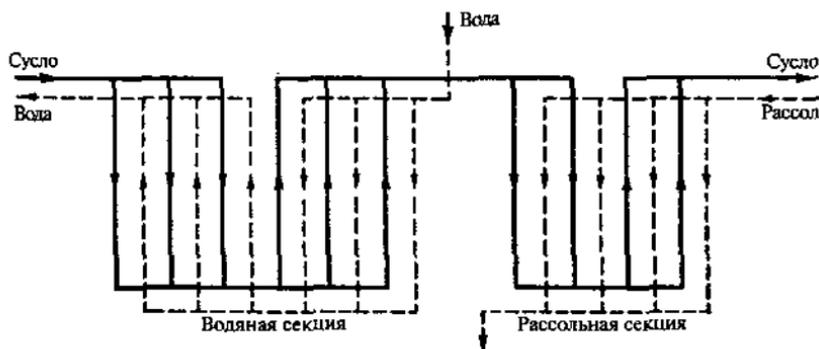


Рис. 64. Схема движения сосула и теплоносителей в двухсекционном теплообменнике

Большая площадь поверхности теплопередачи, рифленая поверхность пластин, способствующая перемешиванию жидкости, повышают эффективность охлаждения сусла.

Пластинчатые теплообменники удобны в обслуживании, их можно быстро разобрать, очистить поверхность всех элементов и также быстро подготовить к работе.

Сравнительная оценка способов осветления и охлаждения сусла. Для охлаждения сусла в холодильной тарелке требуются большие площади, имеется опасность инфекции, однако в ней более полно по сравнению с отстойным аппаратом выделяются высокомолекулярные белки, горькие и полифенольные вещества, что облегчает дальнейший производственный процесс и улучшает вкус пива. Применение отстойного аппарата дает возможность экономить производственные площади, уменьшает опасность инфицирования сусла. Но в нем хуже осаждаются взвеси, чем в холодильной тарелке.

Использование гидроциклонных аппаратов облегчает и ускоряет процесс осветления сусла и дает возможность применять молотый брикетированный хмель.

Противоточные трубчатые теплообменники имеют низкий коэффициент теплопередачи, а при охлаждении на оросительных холодильниках сусло соприкасается с воздухом, и поэтому велика возможность его инфицирования.

Пластинчатые теплообменники являются наиболее совершенным аппаратом для охлаждения пивного сусла, они имеют большую площадь поверхности теплопередачи и малые размеры. Конструкция теплообменника дает возможность изменять схему движения потоков продукта и теплоносителя и в одном теплообменнике иметь секции различного назначения: для нагревания, охлаждения, регенерации теплоты. Пластинчатые теплообменники легко разбираются, что дает возможность проводить тщательную очистку всех элементов. Недостатком является довольно быстрый износ уплотнительных прокладок между пластинами.

Разработан способ осветления холодного пивного сусла флотацией. При флотации более полно удаляются частицы твердой фазы сусла, и одновременно оно насыщается кислородом. Осуществляется флотация следующим образом.

Охлажденное в теплообменнике сусло смешивают в потоке с тонкодиспергированным обеспложенным воздухом в аэрационном устройстве, например, Ш4-ВКП или трубе Вентури. Рабочий элемент Ш4-ВКП — это мелкопористая свеча, куда подается воздух под давлением 0,1–0,25 МПа. Расход воздуха, измеряемый ротаметром составляет 0,35–2,1 м³/м³ сусла в час.

Сразу после смешивания сусла с воздухом (аэрирование) в сулопровод вводят семенные дрожжи. Смесь направляют в емкость для флотации.

В процессе флотации взвеси охлажденного сусла вместе с частью мертвых клеток адсорбируются на поверхности воздушных пузырьков и вместе с ними выносятся на поверхность сусла.

По окончании подачи азрированного сусла во флотационную емкость его выдерживают при температуре 6–9°C в течение 6–10 ч для завершения флотации и проведения одновременного процесса предварительного брожения. Осветленное сусло передают на брожение. Пена, включающая частицы взвесей охлажденного сусла и мертвые дрожжевые клетки, оседает на стенках флотационной емкости. После удаления сусла ее смывают водой.

§ 3. Показатели качества сусла

Для приготовления пива различных наименований качество приготовленного для брожения начального сусла должно отвечать определенным требованиям.

Для светлых сортов пива с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 11–13% кислотность составляет 1,5–2,8 к.ед, цвет 0,8–2 ц.ед. Для темных и высокоплотных сортов кислотность несколько выше – до 4,5 к.ед.

Состав экстракта сусла (в % к массе сухих веществ) следующий: сырая мальтоза 60–70, декстрины 15–26, сахароза 2–8, пентозаны 3–4, азотистые вещества 3–6, минеральные вещества 1,5–2. В состав углеводов сусла входят также гумми-вещества (0,2%), инозит и др.

В сусле находятся также хмелевые горькие кислоты, хмелевые смолы, полифенольные вещества, незначительное количество хмелевого эфирного масла. В 1 дм³ сусла содержится приблизительно 150–200 мг полифенольных и 100–180 мг горьких веществ.

Из азотсодержащих соединений в сусле содержатся альбумозы и пептоны, аминокислоты, амиды, а также аммиачный азот. Значительная часть азота сусла (45–50%) представляет собой усвояемый дрожжами азот. Для качества пива большое значение имеет белковый состав сусла. В экстракте сусла содержится 1,4–1,8% коагулируемого белка и 0,23–0,35% аминного азота.

Для получения стойкого светлого пива сусло концентрацией 11–13% должно в 100 см³ содержать 75–100 мг общего азота с его распределением по Лундину (%): фракции А (высокомолекулярные азотистые вещества) и В (среднемолекулярные азотистые вещества – пептоны и пептиды) – по 12–15; фракция С (аминокислоты и полипептиды) 60–75.

Из органических кислот в сусле имеются: муравьиная, уксусная, пропионовая, янтарная, молочная, щавелевая и другие кислоты.

Для получения пива нормальной кислотности начальное сусло должно иметь титруемую кислотность 2,3–4,6 см³ 1 н раствора NaOH на 100 см³ сусла (к. ед.) и рН 5,4–5,8.

При общем содержании золы в сусле около 1,5% примерный состав ее: SiO_2 — 0,148; CaO — 0,044; MgO — 0,12; P_2O_5 — 0,684.

В сусле в небольших количествах содержатся витамины B_1 (тиамин), B_2 (рибофлавин) и B_6 (пиридоксин).

Относительная вязкость 11%-ного сусла при 20°C: 1,6–1,65; 12%-ного — 1,7–1,75; 13%-ного — 1,8–1,9 мПа·с.

Концентраты пивного сусла

Концентраты пивного сусла представляют собой густые сиропы, содержащие 75–80% сухих веществ. Их готовят сгущением неохмеленного пивного сусла выпариванием под разрежением. Концентраты можно долго хранить и перевозить на дальние расстояния, что удобно для организации производства пива в отдаленных районах страны.

В зависимости от качества исходного сырья и целей использования различают следующие виды концентрата сусла.

Мальц-экстракт — концентрат сусла, полученного из свежепросоженного или сухого солода, обладающий высокой ферментативной активностью, используется как заменитель солода.

Концентрат пивного сусла и ячменный сироп, получаемые с применением значительных количеств несоложенного ячменя и различных ферментных препаратов, используются вместо несоложенного зерна при получении сусла, либо после разведения водой для сбраживания восстановленного сусла.

Концентрат пивного сусла, получаемый из традиционного сырья, после разведения водой и сбраживания полученного сусла используется непосредственно для приготовления пива.

Сухой концентрат охмеленного пивного сусла получают в виде светлого порошка влажностью не более 6%. Для этого охмеленное сусло с содержанием 14–17% сухих веществ распыляют и высушивают в вакуумной пневматической сушилке. Сухой концентрат фасуют в двухслойные пакеты и упаковывают.

Для приготовления пива такой концентрат растворяют в воде и полученное сусло сбраживают дрожжами.

Производственная санитария и безопасные приемы труда

Своевременная и регулярная дезинфекция помещений и оборудования позволяют поддерживать биологическую чистоту в производстве.

Помещения дробильного и варочного отделений должны содержаться в чистоте и иметь вытяжную вентиляцию. Не реже одного раза в неделю потолки и стены дробильного отделения очищают от пыли, белят не реже одного раза в квартал. Оборудование (дробилки, бункеры) очищают от мучной пыли ежедневно. Бункеры для дробленого солода должны быть пыленепроницаемыми.

Периодичность мойки оборудования следующая: варочные агрегаты промывают водой после окончания каждой варки; холодильные тарелки, отстойный и гидроциклонный аппараты моют после освобождения их от отстоя; закрытые холодильные теплообменники (трубчатые и пластинчатые) ежедневно промывают водой; суслопроводы после спуска каждой варки промывают водой, а затем пропаривают их в течение 15–20 мин.

Наружную поверхность варочных аппаратов начищают до блеска при каждой дезинфекции.

Все суслопроводы и шланги раз в сутки промывают холодной и горячей водой температурой 60°C, затем пропаривают 15–20 мин и вновь промывают холодной водой. При интенсивной работе варочного отделения пропаривание проводят в интервале между варками, когда он не менее 6 ч, а дезинфекцию коммуникаций проводят в дни общей дезинфекции.

Сборники промывных вод очищают и ополаскивают водой после освобождения и дезинфицируют во время общей дезинфекции.

В стеклянных трубопроводах не должно быть пропусков пара при их пропаривании.

Солодовую и хмелевую дробину после промывания немедленно удаляют из цеха в специальные сборники. Шнеки и ящики для дробины после их освобождения промывают водой.

Оборудование для приготовления и охлаждения сусла, а также коммуникаций дезинфицируют не реже 2 раз в месяц. Для дезинфекции применяют 2–4%-ный раствор хлорной извести $[\text{Ca}(\text{ClO})_2]$, 0,5–3%-ный раствор каустической соды (NaOH), 1–6%-ный раствор кальцинированной соды (Na_2CO_3), антиформин, катапин и др. Перед дезинфекцией оборудование тщательно очищают от остатков сусла, хмеля, отстоя.

Антиформин готовят двумя способами. По первому способу сначала готовят три отдельных раствора: хлорной извести (5 кг извести растворяют в 150 дм³ воды), кальцинированной соды (10 кг соды растворяют в 20 дм³ горячей воды при 80–90°C), каустической соды (2,5 кг гидроксида натрия растворяют в 12 дм³ горячей воды). Затем при перемешивании первый и второй растворы вливают в раствор каустической соды и смесь оставляют до полного осветления на 7 суток. После этого раствор сливают с осадка и разводят водой в соотношении 1:(15–20), получая рабочий раствор антиформина.

Этим раствором заливают все трубопроводы для сусла и пива, выдерживают не менее 2 ч, промывают холодной водой и пропаривают до тех пор, пока на выходе не появится сильная струя пара. Затем все трубопроводы и шланги снова промывают холодной водой.

Для дезинфекции технологических коммуникаций и оборудования можно применять более простой способ, по которому фильтрационный аппарат заливают горячим крепким раствором каус-

тической соды на 2–4 ч и перекачивают его насосом по всем трубопроводам, а также через краны самого аппарата. Затем этот раствор сливают в суловарочный аппарат, где предварительно растворяют кальцинированную соду, добавляют туда холодную воду до нужного объема и при непрерывном размешивании засыпают хлорную известь. Полученный раствор антиформина сразу используют для дезинфекции.

Закрытые холодильные аппараты обрабатывают один раз в декаду горячим раствором 1%-ной щелочи в течение 15 мин, после чего промывают горячей, а затем холодной водой. Рекомендуется применять безразборную дезинфекцию холодильников.

Оросительные холодильники 1 раз в сутки чистят и на 30 мин покрывают густым раствором известкового молока, очищают щетками и промывают водой. Образующийся пивной камень периодически удаляют концентрированным раствором каустической соды или смесью дрожжей и серной кислоты (100:1). Смесь наносят на поверхность холодильника, выдерживают 1–2 ч, после чего промывают водой, очищают щетками и снова промывают водой.

Дезинфекцию оборудования проводят только в защитных очках, резиновых сапогах, фартуке и перчатках.

При попадании раствора щелочи, кислоты на кожу нужно немедленно смыть их холодной водой.

При дроблении солода образуется много легко воспламеняющейся пыли. Поэтому в дробильном отделении запрещается курить, зажигать спички, эксплуатировать открытое электрооборудование.

Для предохранения дыхательных органов работающих от пыли здесь необходимо пользоваться марлевыми повязками на нос и рот.

Дробильные машины должны работать при включенной вытяжной вентиляции.

Приготовление заторов и кипячение пивного суслу проводят в аппаратах с паровым обогревом, давление греющего пара не должно превышать 0,2 МПа.

Перед включением в работу варочных и фильтрационного аппаратов необходимо проверить, нет ли в них людей, и опробовать все оборудование на холостом ходу.

У пусковых устройств привода мешалок варочных аппаратов и емкостей с мешалками должны быть надписи наименования аппаратов и их порядковые номера.

На паропроводах перед заторными и фильтрационным аппаратами устанавливают автоматическое регулирующее устройство, манометр и предохранительный клапан.

Все аппараты варочного агрегата должны быть оборудованы вытяжными трубами и внутри освещаться стационарными светильниками в закрытом исполнении напряжением не выше 12 В.

Емкости для горячей воды оборудуют теплоизоляцией и блокировкой для перелива воды.

Запрещается перегибаться через край сушеварочного аппарата. При кипячении сусла в случае выплескивания его через край, надо пустить в аппарат холодную воду и включить мешалку.

Центробежные сепараторы для пивного сусла и пива устанавливаются в отдельном помещении на амортизаторах в соответствии с требованиями инструкции по монтажу.

Частота вращения ротора сепаратора должна строго соответствовать паспортной величине и проверяется по тахометру.

Сборку барабана сепаратора осуществляют в строгом соответствии с цифровыми клеймами на деталях.

Сепараторы должны быть снабжены исправными тормозами. При появлении вибрации, стука, резкого изменения частоты вращения ротора сепаратор немедленно останавливают и до устранения неполадок в работу не включают.

Для обслуживания сепараторов допускают рабочих не моложе 18 лет, прошедших специальное обучение и инструктаж.

При разборке сепаратора необходимо отключить его от электросети, пользоваться только исправной лебедкой, не разрешается стоять под нагруженной лебедкой.

Контрольные вопросы

1. С какой целью проводят очистку и полировку солода?
2. Почему солод и несоложеное зерновое сырье измельчают перед затиранием?
3. Какие предъявляются требования к составу помола солода?
4. Каковы отличия в конструкции дробилок для измельчения сухого и увлажненного солода?
5. Как можно проверить правильность работы дробилок?
6. Каков порядок приготовления пивного сусла?
7. Какую роль выполняют ферменты солода при затирании?
8. Перечислите основное оборудование варочного агрегата.
9. Как устроены заторный и сушеварочный аппараты?
10. Как устроен фильтрационный аппарат?
11. Какие применяют способы затирания солода?
12. В чем основное отличие настойного и отварочного способов затирания?
13. С какой целью заменяют часть солода несоложенным зерновым сырьем?
14. Каковы особенности режимов затирания с применением несоложенных материалов?
15. Назовите факторы, влияющие на скорость фильтрования?
16. Какова последовательность операций при фильтровании затора в фильтрационном аппарате?
17. Для чего кипятят сусло с хмелем?
18. Каковы продолжительность и интенсивность кипячения сусла с хмелем?

19. Как определяют конец кипячения сусла?

20. Чем различаются способы приготовления сусла для различных сортов пива?

21. Какие способы охлаждения и осветления сусла вы знаете?

22. Какое оборудование применяется для охлаждения и осветления сусла?

23. Как влияют способ и длительность охлаждения на качество сусла и его биологическую чистоту?

24. Для чего дезинфицируют оборудование и трубопроводы в варочном цехе?

25. Какие дезинфицирующие средства применяют для дезинфекции оборудования?

ГЛАВА 9. БРОЖЕНИЕ ПИВНОГО СУСЛА

Общие понятия о брожении

Спиртовое брожение сахаров сусла под действием ферментов дрожжей — это основной процесс при производстве пива. При брожении происходит изменение химического состава сусла и превращение его в ароматный вкусный напиток — пиво.

В зависимости от вида применяемой чистой культуры дрожжей и температуры в сусле проходит верховое или низовое брожение. Верховое брожение сусла проводят при 12–15°C, низовое при 5–7°C. Наиболее распространено низовое брожение. Различают две стадии брожения: главное брожение и дображивание. При главном брожении, когда сбраживается основная масса сахаров пивного сусла, получают молодое пиво, которое представляет собой мутную жидкость со своеобразным ароматом и вкусом. При дображивании молодого пива с пониженной температурой (0–2°C) происходит медленное сбраживание оставшегося в нем экстракта, осветление, созревание пива и насыщение его диоксидом углерода. Главное брожение проводят при атмосферном давлении в течение 7–10 суток, а дображивание — под избыточным давлением 0,04–0,07 МПа в течение 18–90 суток.

Помещение, где находятся бродильные аппараты, называют цехом брожения, а закрытые аппараты для дображивания располагаются в цехе дображивания.

Разделение процесса брожения пивного сусла на две стадии, характеризующиеся разной температурой, обусловлено, главным образом, низким уровнем развития холодильной техники в этой области и затруднениями поддержания указанных температур.

В настоящее время применяется технология брожения и дображивания сусла в одном аппарате цилиндрикоконической формы. Совершенная система охлаждения и хорошая тепловая изоляция аппаратов дают возможность легко поддерживать заданную температуру во время всего процесса.

При брожении большое значение имеют первоначальный состав сусла (содержание в нем сбраживаемых сахаров, несбраживаемых углеводов, азотистых веществ, фосфатов, неорганических солей и др.) и дрожжи.

Для брожения применяют специальные расы чистых культур пивных дрожжей, которые должны обладать высокой бродильной активностью (бродильная активность — способность дрожжей возбуждать спиртовое брожение), способностью к оседанию (при этом происходит осветление пива, вызываемое оседанием дрожжей на дно бродильного аппарата), приданию пиву характерного аромата и мягкого вкуса.

Пивные дрожжи

Строение дрожжевой клетки. Дрожжи — одноклеточные организмы, относящиеся к классу сумчатых грибов. Форма дрожжевых клеток бывает овальной, эллиптической, округлой.

Дрожжевая клетка (рис. 65) имеет клеточную стенку 1, под которой располагается цитоплазматическая мембрана. Цитоплазматическая мембрана обладает избирательной проницаемостью, оказывая влияние на обмен веществ между клеткой и окружающей средой. Например, молекулы аминокислот и глюкозы проникают через мембрану быстрее, чем ионы металлов, которые меньше по размеру. Внутри дрожжевой клетки содержится круглое или овальное ядро 2, окруженное двойной мембраной. Ядро необходимо для реализации процессов обмена веществ, обеспечивающих рост и размножение дрожжей.

Основой клетки является цитоплазма 3, представляющая собой вязкую жидкость, где осуществляется спиртовое брожение. Здесь же находятся структурные элементы клетки: вакуоль 4, митохондрии 5, рибосомы 6. Митохондрии — это очень мелкие частицы каплеобразной формы, в которых происходят процессы, связанные с окислительным обменом веществ. Рибосома представляет собой мембранную структуру, где происходит синтез белка. Вакуоли — полости, наполненные клеточным соком и отделенные от цитоплазмы мембраной. В них находится метакроматин — запасное питательное вещество.

Величина дрожжевых клеток зависит от их физиологического состояния, возраста, а также состава суслу. Большинство клеток пивоваренных дрожжей имеют длину 9—11 и ширину 5—7 мкм.

Химический состав дрожжей зависит от расы, физиологического состояния дрожжей и состава питательной среды. Прессованные дрожжи содержат около 30% сухих веществ и 70% воды. В сухих веществах дрожжей содержится 90—95% органических веществ и 5—10% неорганических веществ. Среди органических веществ имеются белки и азотсодержащие вещества — 54—56%, углеводы (24—40%), жиры (2—3% к массе сухих веществ). Основная часть углеводов дрожжей представлена гликогеном (запасное вещество), сходным по химическому строению с амилопектином крахмала. Среди неорганических веществ примерно половина солей фосфорной кислоты и 1/3 калия.

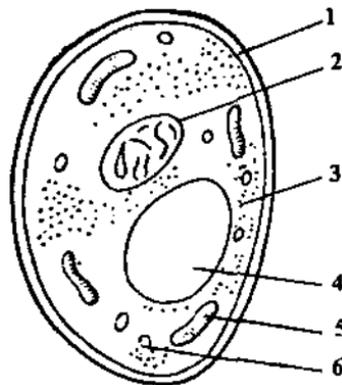


Рис. 65. Строение дрожжевой клетки

В золе дрожжей содержится (%): P_2O_5 — 47—53; K_2O — 28—40; CaO — 0,4—11,3;

MgO — 3,0–7,4; SiO₂ — 0,28–0,73; SO₃ — 0,09–0,74; C1 — 0,10–0,65. Кроме того, в небольшом количестве имеются соединения S, Zn, Mn, Cu, Fe.

Фосфорные соединения имеют большое значение в обмене веществ дрожжевых клеток, так как входят в состав промежуточных продуктов спиртового брожения, а калий активно участвует в построении молекул белков и углеводов. Дрожжи богаты витаминами группы B, содержат эргостерин (провитамин D) и др. В дрожжах содержатся различные ферментные системы, участвующие в процессах гидролиза и синтеза, а также в процессах брожения и дыхания.

Стадии роста дрожжей. Ростом дрожжей называют увеличение числа их клеток, т. е. размножение. Дрожжевые клетки при нормальных условиях размножаются почкованием. Материнская клетка образует почку, которая вырастает в дочернюю клетку. При недостатке питательных веществ или при других неблагоприятных условиях внутри клетки появляются перегородки, и клетка распадается по этим перегородкам, образуя споры. В среде с хорошими условиями питания споры прорастают и образуют новые дрожжевые клетки. Пивное сусло содержит все необходимые вещества для размножения клеток, поэтому при сбраживании сула дрожжи размножаются только почкованием, не образуя спор.

После введения дрожжей в сусло наблюдаются их количественные и качественные изменения. Количество дрожжей увеличивается в несколько раз, однако, их концентрация в диспергированном состоянии вначале увеличивается, достигая максимальной величины, а затем снижается.

Размножение дрожжей при сбраживании пивного сула проходит в несколько этапов. На кривой роста (рис. 66) можно выделить 4 фазы.

В начальной фазе, называемой *латентной* или *лаг-фазой* (задержка роста), дрожжи приспосабливаются к новой среде и подготавливаются к размножению. Эту фазу условно можно разделить на две части: фазу действительного покоя, когда клетки приспосабливаются к среде, и фазу постепенного начала размножения. Продолжительность латентной фазы для пивных дрожжей 1–1,5 суток. В ней клетки увеличиваются в объеме и удлиняются, растет доля почкующихся клеток.

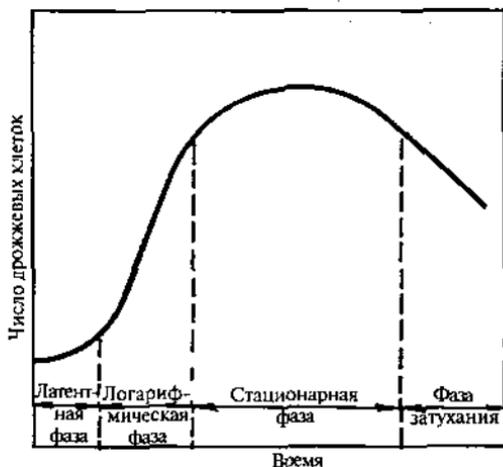


Рис. 66. Стадии развития дрожжей

При следующей фазе, называемой *логарифмической*, скорость размножения дрожжей максимальная, все клетки активны и находятся в бродящей среде во взвешенном состоянии.

После логарифмической фазы наступает *стационарная* фаза, когда размножение дрожжей замедляется, при этом скорость размножения и скорость отмирания уравниваются, в результате чего число клеток остается без изменения.

Последняя фаза, называемая фазой *затухания*, характеризуется снижением активности клеток, что обусловлено уменьшением массы питательных веществ и увеличением количества продуктов обмена. Размножение прекращается, клетки отмирают и оседают на дно бродильного аппарата.

В живой дрожжевой клетке жизнедеятельность поддерживается различными биохимическими процессами, а при ее отмирании согласованность этих процессов нарушается и начинается автолиз, т. е. распад составных частей клетки под действием собственных ферментов. При этом структура клеток нарушается, активность одних ферментов повышается, других ослабевает. Например, гидролитические ферменты активизируются, а действие ферментов дыхания и брожения прекращается. При автолизе дрожжей происходит распад белковых веществ, углеводов, жиров, органических фосфорных соединений; образуются низкомолекулярные продукты распада, которые диффундируют через стенки клеток в пиво и изменяют его вкус. При незначительном автолизе появляется слабый дрожжевой привкус, а при сильном автолизе — горький посторонний вкус. Выделяемые при автолизе азотистые вещества могут быть причиной коллоидного помутнения пива.

Расы пивных дрожжей. В пивоваренном производстве используют только культурные дрожжи, которые относятся к семейству *Saccharomycetaceae* и роду *Saccharomyces*. Различают дрожжи низового брожения и дрожжи верхового брожения. Дрожжи верхового брожения относят к виду *Saccharomyces cerevisiae*, дрожжи низового брожения первоначально были отнесены к виду *Sacch. carlsbergensis*, затем *Sacch. uvarum* или к *Sacch. cerevisiae*. Но в настоящее время пивовары-практики продолжают считать низовые дрожжи относящимися к виду *Sacch. carlsbergensis*.

Первоначально были известны дрожжи верхового брожения, так как брожение проходило только при обычной температуре (в виноделии, хлебопечении). Желая получить напитки, насыщенные диоксидом углерода, стали проводить брожение при низких температурах. Под влиянием изменившихся внешних условий и были получены дрожжи низового брожения с определенными свойствами.

В пивоваренном производстве применяют разновидности дрожжей, отличающихся друг от друга одной или несколькими особенностями. Их получают из одной клетки. Такие культуры называют *расами (штаммами)*.

Дрожжи верхового брожения в процессе интенсивного брожения всплывают на поверхность сбраживаемой жидкости, накапливаются в виде слоя пены и остаются в таком виде до конца брожения. Затем они оседают, образуя весьма рыхлый слой на дне бродительного аппарата. По своей структуре эти дрожжи относятся к пылевидным дрожжам, не слипающимся между собой, в отличие от хлопьевидных низовых дрожжей, оболочки которых клейкие, что приводит к слипанию (агломинации) и быстрому осаждению клеток.

Дрожжи низового брожения не переходят в поверхностный слой пива — пену, а по окончании брожения быстро оседают и образуют плотный слой на дне бродительного аппарата.

Флокуляция — это объединение дрожжей в рыхлые хлопьевидные агрегаты. В пивоварении под флокуляцией понимают обратимую агрегацию дрожжевых клеток, которая зависит как от свойств расы дрожжей, так и от состава, концентрации, температуры сусла.

После образования дрожжами хлопьев начинается физический процесс седиментации — оседание под действием сил тяжести.

Способность дрожжей к хлопьеобразованию (флокуляции) имеет большое значение для технологии сбраживания пивного сусла, так как способствует ускорению осветления пива и облегчает сьем дрожжей из бродительного аппарата после брожения с последующим повторным использованием их в качестве семенных дрожжей. Низкая температура при брожении, кислотность среды (рН 4–4,4) содействуют хлопьеобразованию.

Реакция среды сильно влияет на свойства дрожжей. Например, в кислой среде при рН менее 3 и в щелочной среде при рН более 8 хлопьевидные дрожжи становятся пылевидными. Хлопьевидные дрожжи по сравнению с пылевидными имеют более крупные клетки, меньше подвержены автолизу, дают больший прирост биомассы, обладают меньшей бродительной активностью, образуют меньше диацетила и высших спиртов в пиве, что положительно сказывается на его качестве.

Дрожжи низового брожения отличаются от дрожжей верхового брожения тем, что они полностью сбраживают рафинозу, имеют оптимальную температуру для роста 25–27°C и минимальную 2–3°C, а при 60–65°C — отмирают. Максимальное размножение низовых дрожжей происходит при рН 4,8–5,3. Кислород, растворенный в сусле, способствует размножению дрожжей, в то время как продукты брожения (этиловый спирт, диоксид углерода, высшие спирты, ацетальдегид, кислоты), а также повышенная концентрация сахара угнетают развитие дрожжей.

Пивные дрожжи должны отвечать следующим требованиям: быстро сбраживать сусло, придавать пиву чистый вкус и приятный аромат, активно образовывать хлопья, осветляя таким образом пиво в ходе брожения.

Бродильную активность дрожжей определяют по степени сбраживания сусле. *Степень сбраживания* (V) — это показатель, выраженный в процентах, характеризующий отношение массы сброженного экстракта ($E-e$) к массе сухих веществ в начальном сусле (E):

$$V = [100 (E-e)] / E,$$

где e — содержание экстрактивных веществ в пиве, % к массе пива.

По степени сбраживания дрожжи делятся на сильно- или высокосбраживающие (степень сбраживания 90–100%), среднесбраживающие (80–90%), слабо- или низкосбраживающие (менее 80%).

К сильносбраживающим относятся дрожжи рас: 11, f-чешская, 34, 308, 129, Ф-2, 8aM, 70. Дрожжи расы 11 сразу начинают сбраживать мальтозу (в отличие от других дрожжей, которые сначала сбраживают глюкозу), не требовательны к качеству сырья, хорошо оседают, пиво характеризуется полным вкусом. Дрожжи расы f-чешская хорошо осветляют пиво, придают ему приятный аромат, устойчивы к инфекции и автолизу. Дрожжи штамма 8aM имеют высокую бродильную активность, повышенный коэффициент размножения, хорошо оседают, а дрожжи штамма Ф-2 способны сбраживать мальтотетрозу и низкомолекулярные декстрины, поэтому глубоко выбраживают сусло. Использование дрожжей этих двух рас дает возможность сократить длительность главного брожения с 7 до 5 сут и получить пиво с хорошим вкусом. Дрожжи расы 34 быстросбраживающие, но прихотливы к качеству сырья. Также повышенные требования к сырью у дрожжей расы 308. Пиво, сброженное дрожжами рас 8aM, 11, f-чешская, более устойчиво к холодному помутнению.

К среднесбраживающим относятся дрожжи рас 776, 41, 44, S-львовская, P (получена из Чехии), A (выделена на рижском пивоваренном заводе «Алдарис»), гибрид 131-K. Дрожжи расы 776 неприхотливы к сырью, их можно использовать для приготовления пива с применением несоложенных материалов. Готовое пиво имеет удовлетворительный вкус, резкую хмелевую горечь. Дрожжи рас 41, 44, S и P обладают хорошей способностью оседания, вкус пива получается чистым, мягким. Дрожжи расы 44 дают возможность получать хорошее пиво при применении воды повышенной жесткости. Дрожжи расы A хорошо осветляют пиво, устойчивы к инфекции.

Дрожжи расы 131-K не сбраживают сахарозу, лактозу и рафинозу и используются только для приготовления темных сортов пива со сладким вкусом.

Для темных и специальных сортов, вырабатываемых на некоторых минипивоваренных заводах, и для домашнего приготовления рекомендуется применять дрожжи верхового брожения.

Для сортов пива с повышенной массовой долей сухих веществ в начальном сусле следует использовать расы 8aM, 11, 41 и S-львовская для сортов с концентрацией СВ в сусле 18% и дрожжи расы 11 для 22%-ного.

Хранят дрожжи чистой культуры в стерильных пробирках на скошенном охмеленном сусле-агаре при температуре 4°C и пересевают раз в полгода.

Следует учитывать, что дрожжи могут быть кислородзависимыми и кислороднезависимыми, то есть их жизнедеятельность зависит или не зависит от количества растворенного в сусле кислорода. Например, дрожжи 11-й расы кислороднезависимые, 776-й — среднекислородзависимые, а для дрожжей штамма 8aM требуется дополнительная аэрация суслу.

Активность дрожжей зависит от состава суслу, содержания солей в воде, поэтому на разных заводах пиво, полученное с применением одних и тех же дрожжей, имеет разный вкус.

Требования, предъявляемые к качеству дрожжей, не всегда удовлетворяются одной расой, поэтому иногда в производстве применяют смесь рас или ведут брожение суслу отдельно на разных расах, а затем смешивают молодое пиво.

Разведение дрожжей чистой культуры. Под разведением понимают увеличение массы дрожжей в количестве от массы в одной пробирке до массы маточных дрожжей, необходимой для внесения в бродильный аппарат.

Весь процесс разведения состоит из двух стадий: лабораторной (разведение дрожжей в микробиологической лаборатории) и цеховой (разведение в отделении чистой культуры).

Лабораторная стадия состоит из нескольких последовательных пересевов. Вначале чистую культуру из пробирки пересевают на стерильное охмеленное сусле с массовой долей СВ 11—13% через каждые 34—36 ч, затем проводят пересев дрожжей со стерильным сброженным суслу на новое стерильное сусле, объем которого от посева к посеву увеличивается в несколько раз: 20 см³→100 см³→500 см³→2,5 дм³. На первой стадии температура 20—23°C, затем 8—10°C. Лабораторная стадия заканчивается сбраживанием 6—10 дм³ суслу в медной колбе Карлсберга в течение 5—6 суток при 7—8°C.

Цеховая стадия — это разведение дрожжей на стерильном охмеленном пивном сусле в специальных аппаратах.

На рис. 67 приведена установка для разведения чистой культуры дрожжей в цехе.

Установка состоит из стерилизатора 4, двух бродильных цилиндров 3, число которых изменяется в зависимости от количества используемых дрожжей, резервуара для предварительного брожения 1 и сосуда 2 для посевных дрожжей.

Стерилизатор и резервуар предварительного брожения оборудованы змеевиками для нагревания и охлаждения суслу, воздушными фильтрами и контрольно-измерительными приборами.

Бродильные цилиндры имеют сосуды для посевных дрожжей вместимостью 10 дм³.

Стерилизатор 4 предназначен для кипячения суслу (стерилизации) и последующего его охлаждения, бродильный цилиндр 3 — для

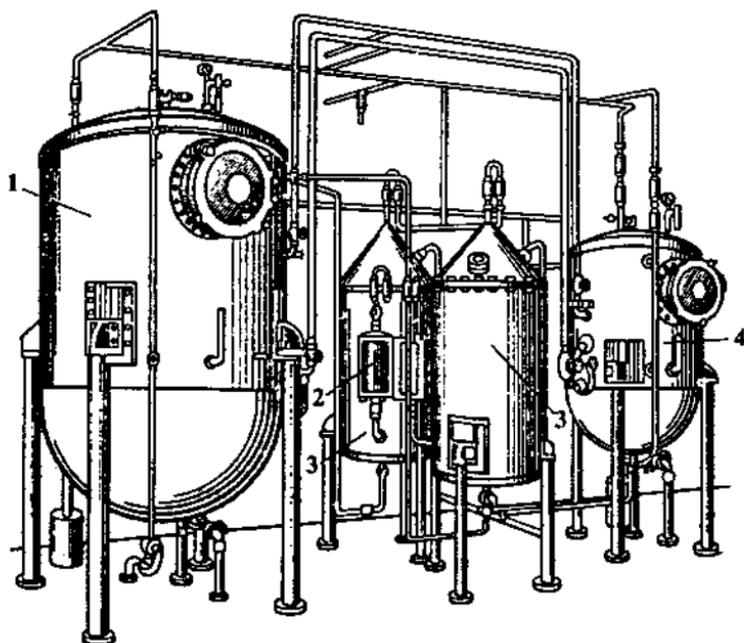


Рис. 67. Установка для разведения чистой культуры дрожжей

первой стадии размножения дрожжей, резервуар предварительного брожения 1 — для стерилизации и охлаждения сусла, а также проведения второй стадии размножения чистой культуры. Температура воздуха в отделении чистой культуры поддерживается $8-9^{\circ}\text{C}$.

Разведение чистой культуры происходит следующим образом. В стерилизатор 4 из сусловарочного аппарата набирают горячее охмеленное сусло, кипятят его в течение 1 ч и охлаждают до 8°C . Затем с помощью сжатого стерильного воздуха охлажденное сусло подают в бродильный цилиндр 3, куда через специальный кран из медной колбы Карлсберга вводят чистую культуру и сбродивают сусло в течение 3 сут. При этом дрожжи размножаются, масса их увеличивается. К концу третьих суток резервуар предварительного брожения 1 заполняют суслом, которое тоже нагревают до кипения, а затем охлаждают. Часть чистой культуры из бродильного цилиндра 3 отбирают на хранение в сосуд 2 для посевных дрожжей, где оно хранится до следующей разводки, а основную часть перекачивают в резервуар 1, где осуществляют предварительное брожение при 8°C в течение 3 суток.

В следующих циклах разведения дрожжи для посева в стерильное сусло, находящееся в бродильном цилиндре 3, берут из сосуда 2. Процесс разведения чистой культуры в установке повторяют многократно до обнаружения в дрожжах посторонней микрофлоры.

Сбраживаемую массу из резервуара 1 перекачивают в специальный аппарат для предварительного брожения, в котором процесс накопления биомассы дрожжей осуществляют с доливом. Для этого после активного разбраживания, когда дрожжи находятся во взвешенном состоянии, к бропящему суслу добавляют свежее сусло, увеличивая общий объем вдвое.

При отсутствии на предприятии аппарата для разведения чистой культуры используют оборудование бродильного цеха.

Дрожжерастильные аппараты перед началом работы стерилизуют паром в течение 30 мин под давлением 0,15–0,17 МПа. Воздух, поступающий в стерилизатор и цилиндры для брожения, должен проходить через воздушные стерильные фильтры.

Главное брожение

Условия главного брожения. В бродильном цехе высота потолков 4,8 или 6 м; полы, потолок, стены для снижения потерь холода покрыты теплоизоляционным материалом. Если бродильные аппараты устанавливают в несколько ярусов, то высота помещения увеличивается. Температура воздуха в цехе должна быть около 6°С, влажность — не более 75%, количество диоксида углерода — не более 0,1 %.

Охлаждение воздуха в бродильном цехе осуществляют с помощью воздухоохладителей, установленных в цехе или в отдельном помещении. Воздухоохладитель представляет собой батарею, в которой циркулирует холодный рассол. Воздух из цеха брожения отбирается вентилятором, подается на воздухоохладители и охлажденным снова возвращается в цех. Этот способ обеспечивает постоянную температуру в цехе и хорошую вентиляцию.

По другому способу воздух охлаждают посредством ребристых или гладкотрубных холодильников, подвешенных в цехе к потолку. В этом случае в помещении устраивается приточно-вытяжная вентиляция, необходимая для удаления влаги и выделяемого при брожении диоксида углерода.

Главное брожение проводят в открытых и закрытых бродильных аппаратах. Бродильные аппараты изготовляют прямоугольной или цилиндрической формы.

При применении прямоугольных аппаратов площадь цеха используется наиболее полно. В боковой стенке прямоугольного аппарата на высоте 10–15 см от дна имеется патрубок для слива молодого пива, а в днище — патрубок для удаления осевших дрожжей, внутри установлен охлаждающий змеевик для отвода теплоты, выделяющейся при брожении.

В производстве наиболее широко распространены горизонтальные цилиндрические аппараты главного брожения (танки) (рис. 68).

Такой аппарат представляет собой герметичный цилиндрический резервуар вместимостью до 50 м³, снабженный охлаждающим

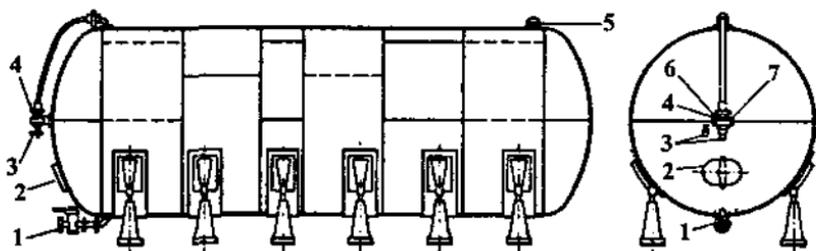


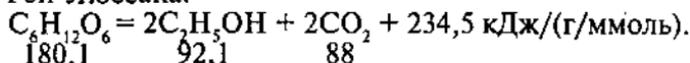
Рис. 68. Горизонтальный броидильный аппарат

змеевиком. На нем имеется штуцер для присоединения пивных шлангов, кран 1 для наполнения и спуска пива, люк 2 для осмотра и мойки внутренней поверхности, кран 3 для отбора проб, штуцеры 4 и 6 для установки шпунт-аппарата и штуцер 7 для установки манометра, а также предохранительный клапан 5. Для обеспечения достаточного освещения молодого и готового пива аппараты для главного брожения изготовляют диаметром не более 2,4 м, а для дображивания — 3,6 м.

Вместимость одного аппарата подбирают с учетом объема суслу, получаемого от одного, двух и более заторов. Число аппаратов в цехе определяют в зависимости от числа варок затора в сутки и продолжительности процессов главного брожения.

Процессы, протекающие при главном брожении. Большая часть экстракта суслу состоит из углеводов, из них около 75% сбраживается (сбраживаемые сахара). Часть экстракта — несбраживаемые вещества, к ним относятся декстрины, белки, минеральные вещества и др. При спиртовом брожении в сусле протекают биологические, биохимические и физико-химические процессы. Питательные вещества, поступающие в дрожжевые клетки из суслу, под действием ферментов превращаются в различные промежуточные продукты, расходующиеся на спиртовое брожение и рост дрожжей. Наиболее интенсивное размножение дрожжей (биологический процесс) происходит в начальной стадии сбраживания пивного суслу и заканчивается задолго до конца брожения.

Основным биохимическим процессом брожения является превращение сбраживаемых сахаров в результате культивирования дрожжей в этиловый спирт и диоксид углерода, описываемое уравнением Гей-Люссака:



Из 180,1 г глюкозы можно получить 92,1 г этилового спирта и 88 г диоксида углерода. Но наряду с этими первичными продуктами часть сахара расходуеться на образование побочных вторичных продуктов, в результате из сахара получается не 92,1 г, а примерно 87 г этилового спирта.

Сахара сбраживаются в определенной последовательности, что обусловлено скоростью их проникновения в дрожжевую клетку. В первую очередь сбраживаются свободные фруктоза и глюкоза. Сахароза предварительно гидролизуется ферментом β -фруктофуранозидазой дрожжей до глюкозы и фруктозы. После фруктозы и глюкозы дрожжи расходуют мальтозу, которая также под действием фермента α -глюкозидазы превращается в легкосбраживаемую глюкозу. Мальтотриоза расходуется дрожжами медленно и не полностью. В сусле, богатом мальтозой, мальтотриоза почти не сбраживается. Около 2% сахаров используется на построение дрожжевых клеток.

Этиловый спирт и диоксид углерода являются основными продуктами спиртового брожения. Кроме того, в сусле накапливаются вторичные продукты брожения, образующиеся из сахаров: биомасса дрожжей, глицерин, уксусный альдегид, уксусная, янтарная, лимонная и молочная кислоты, ацетоин; 2,3-бутиленгликоль, диацетил. В качестве побочных продуктов брожения из аминокислот образуются высшие спирты, оказывающие влияние на аромат и вкус пива.

Вредное влияние на качество пива оказывают продукты брожения диацетил и ацетоин, которых много в молодом пиве. Диацетил придает пиву медовые запах и привкус, а ацетоин — затхлый привкус. При дображивании концентрация этих веществ резко снижается их влияние на вкус и запах становится незначительным.

На букет пива влияют диацетил, высшие спирты, сложные эфиры, альдегиды, серосодержащие соединения.

В результате сбраживания сахаров, преимущественно в аэробных условиях, пивное сусло превращается в молодое пиво. Все образовавшиеся в нем продукты спиртового брожения участвуют в формировании специфического вкуса и аромата пива (букет пива). При дображивании, когда температура молодого пива снижается, в бродильном аппарате создается избыточное давление и условия брожения становятся близкими к анаэробным. Размножение дрожжевых клеток в это время резко ограничено и сбраживаемые сахара расходуются преимущественно на образование спирта и диоксида углерода.

Сбраживание сусла сопровождается изменением рН сусла: в молодом пиве рН 4,2–4,6, что обусловлено образованием из сахаров диоксида углерода и органических кислот, преимущественно янтарной и молочной. Наибольшее снижение рН происходит на третий день брожения. Увеличивается титруемая кислотность пива.

Физико-химические процессы характеризуются изменением окислительно-восстановительного потенциала (gH_2) $gH_2 = -\lg[H_2]$, где H_2 — молекула водорода, образовавшегося при диссоциации воды.

Быстрое снижение gH_2 объясняется тем, что при брожении в сусле происходит уменьшение концентрации продуктов окисления и накопление продуктов восстановления. В охлажденном сусле gH_2 больше

20, а в период интенсивного брожения, когда дрожжи потребляют весь растворенный кислород, на обменные процессы внутри клетки, значение pH_2 снижается до минимума, достигая 10. Кроме того, выделяющийся при брожении диоксид углерода вытесняет из суслу кислород, что также снижает интенсивность окисления.

В закрытых бродительных аппаратах pH_2 пива ниже, чем в открытых, где кислород, хотя и слабо, но проникает через тонкий слой пены. Чем ниже величина pH_2 в процессе брожения, тем выше качество получаемого пива. При высоких значениях pH_2 суслу и молодое пиво темнеют, вкус готового пива ухудшается, оно быстро мутнеет.

Для своего развития, роста и размножения дрожжи потребляют азотсодержащие соединения суслу (аммонийные соединения, аминокислоты, несколько хуже дипептиды и в очень незначительном количестве трипептиды). При этом 40–45% азота они поглощают, а 1/3 от потребленного азота выделяют в окружающую среду. В результате меняется состав азотистых веществ сбраживаемого суслу.

При сбраживании суслу растворенные белковые вещества частично денатурируют, а затем флокулируют (слипаются) и осаждаются. Во время главного брожения, в результате осаждения белка и усвоения дрожжами азотистых веществ, содержание их в сбраживаемом сусле уменьшается примерно на 1/3.

При брожении осаждаются также полифенольные вещества. Образование этилового спирта, эфиров, снижение pH способствуют коагуляции высокомолекулярных соединений суслу.

Диоксид углерода, который образуется при брожении, сначала растворяется в сбраживаемом сусле, а потом (после насыщения им суслу) начинает выделяться в виде пузырьков, на поверхности которых адсорбируются поверхностно-активные вещества (белки, пектин, хмелевые смолы). Пузырьки газа, покрытые слоем этих веществ, слипаются и образуют на поверхности суслу слой пены. В определенный период брожения внешний вид пены приобретает форму завитков, которая характеризует определенную стадию брожения.

При брожении цветность суслу для светлых сортов пива заметно уменьшается, а для темных сортов — изменяется меньше. Снижение цветности объясняется тем, что часть красящих веществ выводится с пеной, часть окисленных полифенольных веществ восстанавливается, а уменьшение pH при брожении снижает интенсивность цветности пива (проявляются индикаторные свойства красящих веществ).

В процессе брожения уменьшается содержание изогумулонов из-за их адсорбции дрожжами, а также вследствие того, что они частично выводятся пузырьками диоксида углерода в пену.

При брожении примерно на 1/3 уменьшается содержание полифенольных веществ.

Ведение главного брожения. Это операции, связанные с регулированием условий процесса (температура, продолжительность броже-

ния, степень сбраживания, введение чистой культуры дрожжей). Основное влияние на брожение оказывают применяемые расы дрожжей, температура сбраживаемого сусла и бактериальная чистота.

Для брожения пивного сусла принят метод низового брожения, связанный с применением рас дрожжей низового брожения. Эти дрожжи хорошо сбраживают практически все сахара, кроме лактозы и декстринов и частично мальтотриозы. Температура сусла, при которой вводят семенные дрожжи, называется установочной (начальной) температурой брожения и колеблется от 5 до 7°С.

Ведение главного брожения включает три основные технологические операции: наполнение бродильного аппарата охлажденным суслим, введение в суслим дрожжей и сбраживание его до получения молодого пива. Дополнительными операциями являются снятие деки (тонкий слой опавшей коричневой пены), перекачивание молодого пива на дображивание, отбор и подготовка семенных дрожжей, мойка, дезинфекция и подготовка аппарата для следующего цикла.

Наполнение бродильного аппарата суслим и введение в суслим дрожжей. Перед внесением в бродильный аппарат семенные дрожжи смешивают в отдельном сосуде с холодным пивным суслим из расчета 2–6 дм³ сусла на 1 дм³ дрожжей, перемешивают стерильным сжатым воздухом или мешалкой и оставляют на 1–3 ч для разбраживания при температуре около 6°С.

Перед заполнением аппарата суслим на входной патрубке аппарата надевают полный стакан для предотвращения попадания дрожжей позже в аппараты дображивания. Холодное суслим (температура 5–7°С) принимают в подготовленный бродильный аппарат в таком количестве, чтобы оно покрыло его дно. После этого вводят бродящие дрожжи, перемешивают и заполняют аппарат суслим до полной вместимости.

При наличии в бродильном цехе аппарата для предварительного брожения дрожжи готовят в нем в течение 18–24 ч на всю вместимость бродильного аппарата и вводят их во время спуска сусла первой варки из расчета 0,4–0,5 дм³ (дрожжи расы Ф-2 в количестве 0,8–1 дм³) на 10 дал всего сусла, затем доливают суслим следующих варок. При отсутствии аппарата предварительного брожения количество вносимых дрожжей увеличивают до 0,5–0,6 дм³ на 10 дал сусла. Заполнение бродильного аппарата считают законченным, когда в нем останется незаполненным около 10% его вместимости.

Сбраживание сусла. Главное брожение протекает в несколько стадий, которые различаются по внешнему виду поверхности сбраживаемого сусла, а также по изменению экстрактивности и степени осветления молодого пива.

В первой стадии брожения, называемой забелом, на поверхности бродящего сусла по периферии появляется полоса нежно-белой пены. Эта стадия продолжается 1–1,5 суток и характеризуется интенсив-

ным почкованием и размножением дрожжей. При этом экстрактивность сусла снижается от 0,2 до 0,5% в сутки; рН — на 0,15–0,2, температура поднимается на 0,2–0,3°С в сутки.

Вторая стадия брожения — период низких завитков характеризуется более интенсивным выделением диоксида углерода, образованием густой, компактной, поднимающейся пены, которая по внешнему виду представляет собой завитки красивой формы. Пена, вначале белая, постепенно темнеет из-за окисления хмелевых смол и частичного обезвоживания. Экстрактивность сусла в этой стадии снижается на 0,5–1% в сутки; рН в конце стадии становится 4,9–4,7 (при начальном 5,6); температура растет на 0,5–0,8°С в сутки. Продолжительность стадии 2–3 сут.

Третья стадия брожения — стадия высоких завитков характеризуется наибольшей интенсивностью брожения, максимальной температурой процесса. Убыль экстракта достигает 1–1,5% в сутки. Пена становится рыхлой, объемной, завитки достигают наибольшей величины, верхние участки завитков имеют коричневый цвет, нижние — белый, рН снижается до 4,6–4,4. Размножение дрожжей приостанавливается в связи с недостатком кислорода и уменьшением питательных веществ. Стадия длится 3–4 сут. В начале этой стадии сусло необходимо охлаждать.

В четвертой стадии, называемой стадией опадания завитков или формирования деки, пена опадает, исчезают завитки, в результате чего поверхность сусла покрывается тонким слоем деки. Опадание завитков продолжается 2 суток. Экстрактивность сброживаемого сусла понижается на 0,5–0,2% в сутки. Прекращается размножение дрожжей и брожение.

Каждой стадии брожения соответствуют изменения химического состава сусла и определенная концентрация дрожжевых клеток. Например, при сброживании сусла для пива с концентрацией начального сусла 11% (Жигулевского) содержание дрожжевых клеток во взвешенном состоянии будет следующим

Стадия брожения	Содержание дрожжевых клеток, млн/см ³
Исходное сусло	20–25
Забел	60–50
Низкие завитки	60–50
Высокие завитки	30–25
Формирование деки	16–5
Осветление	3,5–1,5

Для сусла с более высокой массовой долей сухих веществ число дрожжевых клеток в исходном сусле увеличивают до 30–40 млн./см³.

По мере сброживания и снижения рН сусла дрожжевые клетки покрываются слизистой пленкой из веществ, обладающих клеящими свойствами. Слипаясь между собой, они оседают на дно аппарата.

В хлопьеобразовании и оседании дрожжевых клеток важную роль играет их электрический потенциал. Во время размножения дрожжевые

клетки заряжены отрицательно, а к концу брожения, когда рН сусле снижается до 4,4–4,2, клетки приобретают положительный заряд. Белковые частицы в сусле заряжены отрицательно, поэтому в конце главного брожения они соединяются с дрожжевыми клетками, образуя агрегаты (крупные хлопья), что влечет за собой интенсивное выпадение осадка. После оседания дрожжей брожение прекращается, и пиво становится более прозрачным. На этом процесс главного брожения считают законченным. Полученный продукт называют молодым пивом.

При спиртовом брожении 1 кг сброженного сахара выделяет 560,8 кДж теплоты, что приводит к повышению температуры сусле. Для поддержания в сусле определенного температурного режима через змеевики, установленные внутри бродильных аппаратов, пропускают охлажденную воду температурой 0,5–1°C. Вместо змеевиков иногда используют также холодильные пояса, приваренные снаружи к боковым стенкам бродильного аппарата. Такая система охлаждения более удобна и экономична.

Наибольшая температура сусле достигается примерно на 3-й день брожения, и ее поддерживают на этом уровне 1–2 дня по возможности без колебаний. Затем молодое пиво постепенно охлаждают со скоростью 1°C в сут, так как дрожжи весьма чувствительны к резкому понижению температуры.

Известно, что растворимость CO_2 увеличивается с понижением температуры, поэтому, чтобы сохранить в молодом пиве максимально возможную концентрацию растворенного газа, температуру перед передачей пива на дображивание снижают до 5–4°C. Содержание диоксида углерода в молодом пиве обычно составляет около 0,2%.

При главном брожении большая часть экстрактивных веществ превращается в продукты брожения. Ход этого процесса контролируют по степени сбраживания. Различают видимую и действительную степени сбраживания. Если содержание экстракта определяют в пиве в присутствии спирта и CO_2 , то это видимый экстракт. Используя его значение, вычисляют видимую степень сбраживания. Действительную степень сбраживания находят по величине истинного содержания экстракта, которое определяют после удаления спирта и диоксида углерода пикнометрическим методом (по относительной плотности сусле или пива). Значение действительной степени сбраживания ниже, чем видимой и примерно равно $V_d = 0,81 V_{\text{вид}}$.

В целях регулирования процесса брожения по стадиям введено понятие «конечная степень сбраживания» (КСС), т.е. максимально возможная степень сбраживания. В процессе брожения конечная степень сбраживания не достигается, ее определяют в лаборатории завода. У светлых сортов пива видимая конечная степень сбраживания составляет 77–82%.

Молодое пиво, перекачиваемое в цех дображивания, должно содержать около 1% сбраживаемого экстракта, чтобы при дображивании получить необходимое насыщение пива диоксидом углерода.

В готовом пиве нельзя оставлять много сбраживаемого экстракта. Чем меньше разница между степенью сбраживания готового пива и конечной степенью сбраживания, тем больше его биологическая стойкость. Если между этими величинами имеется значительная разница, то микроорганизмы готового пива будут размножаться на сбраживаемых веществах готового пива и образовывать муть, снижая его биологическую стойкость и вкусовые качества.

Процесс главного брожения длится около 7 суток с момента введения дрожжей для сортов пива с начальным содержанием экстракта в сусле 11–13% и 8–10 сут для сортов с большим содержанием экстракта. При сбраживании сусле с высоким содержанием экстракта повышается начальная и максимальная температура брожения, тогда увеличивают количество семенных дрожжей до 1 дм³ на 10 дал сусле, используя дрожжи, начиная с третьей генерации. Например, сусле для пива концентрацией начального сусле 11% (Жигулевское) сбраживают 7 суток, а для пива плотностью 20% (Ленинградское) – 11 суток.

Примерный температурный режим по суткам брожения следующий: для пива концентрацией начального сусле 11%: первые сут 5°C; вторые 5,5; третьи 6,3; четвертые–пятые 7,5; шестые 6,5; седьмые сутки 4,5°C; для пива концентрацией 20%: первые сутки 7°C; вторые 8,5; третьи–восьмые 9; девятые 8,5; десятые 7; одиннадцатые сутки 5,5°C.

О ходе главного брожения в производстве судят по изменению (убыли) содержания экстрактивных веществ в сбраживаемом сусле. Количество их определяют один раз в сутки сахаромером.

На рис. 69 показано изменение видимого экстракта и приведены примерные температурные режимы главного брожения сусле: 11%-ного для Жигулевского, 13%-ного для Московского и 20%-ного для Ленинградского пива. Если начальная температура для Жигулевского

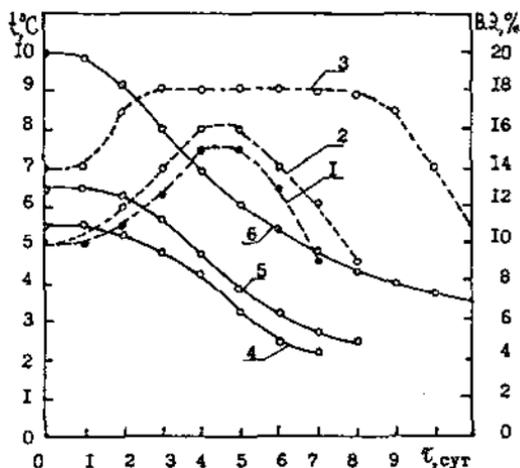


Рис. 69. Изменение показателей в процессе главного брожения – температуры (кривые 1, 2, 3) и видимого экстракта (кривые 4, 5, 6) пива: 1, 4 – 11%-ного (Жигулевского); 2, 5 – 13%-ного (Московского); 3, 6 – 20%-ного (Ленинградского)

и Московского одинаковая (5°C), то в период интенсивного брожения температура сусла для Московского пива (кривая 2) выше и длительность процесса на 1 сут больше, чем для Жигулевского пива.

В высококонцентрированном сусле для Ленинградского пива главное брожение начинается при температуре 7°C, достигает максимума при 9°C, бродящее сусло выдерживают при этой температуре 6 сут, затем температуру снижают до 5,5°C. Продолжительность главного брожения этого пива 11 сутки (кривая 3).

В табл. 23 приведено содержание экстракта и спирта по суткам брожения в сусле для пива с концентрацией сусла 11% (Жигулевского).

Таблица 23

Время брожения, сут	Видимый экстракт по сахаромеру, %	Действительный экстракт, %	Спирт, %	Степень сбраживания, %		рН
				видимая	действительная	
До брожения	11,2	—	—	—	—	5,4
Первые	11	11,07	0,11	2,2	0,7	5,2
Вторые	10,1	10,45	0,47	10,2	7,1	5
Третьи	8,8	9,41	0,99	21,8	16,4	4,75
Четвертые	7,1	7,85	1,67	34,9	30,2	4,62
Пятые	5,6	6,65	2,27	50,2	40,9	4,63
Шестые	4,9	6,08	2,56	58,4	45,9	4,48
Седьмые	4,6	5,83	2,68	59,1	48,2	4,45
Восьмые	4,5	5,75	2,72	60	48,9	4,45

При производстве различных сортов пива главное брожение заканчивают при определенном для каждого наименования видимом содержании экстракта в сбраживаемом сусле (по сахаромеру). Например, для Жигулевского пива 4,5—4, что соответствует видимой степени сбраживания 59,1—63,6%; для Рижского пива соответственно 4,2—3,9 и 65—67,5%; для Московского пива 4,9—4,7 и 63,8—66,9%; для Российского пива 3,3—3,7 и 63—67%, для Юбилейного пива 5,5 и 67,6%. Видимая степень сбраживания для светлых сортов пива 59—68%, для темных сортов — не выше 60%.

Перед передачей молодого пива на дображивание с поверхности пива, бродившего в открытых аппаратах, снимают деку, а в закрытых аппаратах деку не снимают, так как из-за почти полного отсутствия процессов окисления пены образуется значительно меньше, чем в открытых аппаратах, и она не темнеет.

По окончании главного брожения молодое пиво температурой не более 5°C перекачивают в закрытые бродильные аппараты на дображивание и созревание, а осевшие дрожжи отбирают в приемный сборник для промывания и подготовки к использованию в следующем цикле главного брожения.

Отбор и подготовка семенных дрожжей. Прирост массы дрожжей при брожении зависит от их количества, внесенного в сусло в начале брожения, от концентрации экстракта, температуры сбраживания, содержания растворенного кислорода. С увеличением количества вносимых дрожжей повышается скорость брожения, но снижается рост накопления их биомассы, которая в процессе брожения возрастает в 3–4 раза.

После перекачивания молодого пива на дображивание на дне аппарата остается плотный осадок (осадочные дрожжи), который можно разделить на три слоя. Верхний слой коричневого цвета, состоит из легких дрожжевых клеток, осевших в конце брожения. Он содержит много мертвых клеток, посторонних микроорганизмов, а также осадок белковых веществ, хмелевых смол и др. Средний, более светлый слой, состоит из дрожжей, обладающих высокой бродительной активностью. Нижний слой темного цвета, в нем содержатся отмершие дрожжевые клетки и отстой.

Примерно половина осадочных дрожжей используется в последующих циклах брожения в качестве семенных, а остальные дрожжи являются избыточными (товарными). В семенных дрожжах должно быть не более 5% мертвых клеток.

Дрожжи чистой культуры, осевшие на дно бродительного аппарата после первого цикла главного брожения, называют семенными дрожжами первой генерации. Дрожжи, полученные после второго цикла главного брожения, — семенными дрожжами второй генерации и т. д.

Семенные дрожжи собирают в приемный сборник, затем пропускают через вибрационное сито для механического процеживания и отделения крупных хлопьев белковых веществ и хмелевых смол. Очищенные дрожжи направляют в сборник — монжю, для отстаивания в течение 4–5 ч, затем их непрерывно промывают водой температурой 1–2°C, перемешивая диоксидом углерода. После этого семенные дрожжи готовы к повторному использованию. Монжю представляет собой горизонтальную или вертикальную емкость, снабженную охлаждающей рубашкой и устройствами для подвода воды и CO₂.

Если семенные дрожжи хранят в дрожжевых ванночках, то после процеживания через вибрационное сито их заливают двух- или трехкратным количеством охлажденной до 1–2°C воды и оставляют для отстаивания. Отстоявшуюся промывную воду, содержащую взвесь белков и хмелевых смол, сливают. Осадок дрожжей вновь заливают водой, размешивают и отстаивают. Эту операцию повторяют 2–3 раза в сутки. Жидкие семенные дрожжи хранят не более 2 сут под слоем воды или пива, охлажденных до 1–2°C. Более длительное хранение приводит к снижению бродительной активности дрожжей.

Существует технология, по которой введение семенных дрожжей осуществляют (после проверки их микробиологической чистоты) в сусло без промывания водой.

Семенные дрожжи после отделения примесей, промывания водой и отстаивания представляют собой густую тестообразную массу, содержащую до 12,5% сухих веществ. В 1 см³ семенных дрожжей содержится около 400 млн дрожжевых клеток.

Годными для производства пива считают те дрожжи, в массе которых под микроскопом в 50 полях зрения имеется не более двух посторонних микроорганизмов, а число клеток, окрашивающихся метиленовой синью (мертвые клетки), не превышает 10%.

При наличии большего количества посторонних микроорганизмов семенные дрожжи обрабатывают серной, фосфорной кислотой или персульфатом аммония. При обработке серной кислотой дрожжи разводят в три раза водой и добавляют 10%-ную серную кислоту до концентрации 0,2%. При этом хлопьевидные низовые дрожжи переходят в пылевидное состояние. Для отделения примесей дрожжи пропускают через мелкое сито. Подкисленные и процеженные дрожжи оставляют в покое на 30–60 мин. При этом в верхний слой мутной жидкости переходят нежизнеспособные клетки дрожжей, их удаляют декантацией, а осадок заливают водой 2–3 раза. Каждый раз после перемешивания и отстаивания, надсадочную жидкость сливают. При введении этих дрожжей в сусло норму задачи увеличивают до 0,7–1 дм³ на 10 дал.

Температура воздуха в дрожжевом отделении должна быть 2–4°C. Стены отделения облицовывают плиткой, а потолок покрывают водостойкой краской.

При соблюдении микробиологической чистоты и применении хорошо сброживаемого сусла одни и те же семенные дрожжи можно использовать в производстве 10–12 раз, надо только увеличить их дозу в сусло до 0,7–1 дм³ на 10 дал.

Приемный сборник и дрожжевые ванночки перед наполнением моют и дезинфицируют 0,2%-ным раствором хлорной извести или другими дезинфицирующими средствами, после чего тщательно ополаскивают чистой водой.

Возможные нарушения процесса главного брожения. Иногда в ходе главного брожения наблюдаются такие явления, как пузырчатое брожение, кипящее брожение и затухание брожения.

Пузырчатое брожение возникает в основном в конце главного брожения и обусловлено бурным выделением диоксида углерода и наличием в деке слизистых веществ. Происходит оно вследствие введения большой концентрации дрожжей, повышенной температуры брожения или повышенного содержания белково-дубильных соединений в сусле.

Кипящее брожение проявляется в интенсивном «кипении» броющего сусла, которое наблюдается в стадии высоких завитков, последние при этом исчезают. Обусловлено оно наличием большого количества белкового отстоя в броющем сусле или использованием солода короткого ращения. На качество пива кипящее брожение не влияет.

Больше других на качество пива влияет затухание брожения, которое характеризуется слабыми завитками и недостаточным сбраживанием экстракта. Причинами замедленного брожения являются резкое охлаждение сусла в стадии высоких завитков, преждевременное хлопьеобразование, слабая бродильная активность семенных дрожжей или развитие в них посторонних микроорганизмов. В этом случае для повышения интенсивности брожения сусло перекачивают из одного бродильного аппарата в другой, продувают через него воздух и повышают температуру брожения на 1–2°С.

При слабой бродильной активности семенных дрожжей увеличивают длительность стадий забела и низких завитков. При сильной бактериальной инфекции заменяют семенные дрожжи и тщательно дезинфицируют помещение бродильного цеха и продуктовые коммуникации.

Дображивание и созревание пива

Цель процесса и организация работы в цехе. Основной целью этой стадии производства является получение напитка с приятным вкусом, характерным специфическим ароматом и достаточным насыщением диоксидом углерода. Это достигается в результате протекания сложных физико-химических и биохимических процессов в молодом пиве при низкой температуре и избыточном давлении.

Молодое пиво содержит примерно 1,5–3,5 млн дрожжевых клеток в 1 см³. Такого количества дрожжей достаточно для накопления необходимой концентрации спирта в готовом пиве и для нормального насыщения его диоксидом углерода. Избыток дрожжей в молодом пиве вызывает неприятный дрожжевой привкус.

В цехе дображивания пиво находится несколько недель. Здесь оно приобретает свои товарные свойства. Полнота вкуса, пенообразование и стойкость его во многом зависят от условий, в которых оно дображивает и созревает. Нарушение нормальных условий, в основном температуры и бактериальной чистоты, приводит к порче пива. Поэтому помещение цеха должно быть чистым, сухим, с хорошей приточно-вытяжной вентиляцией. Стены, пол, потолок должны быть теплоизолированы, температура воздуха 0–2°С.

Дображивание и созревание проводят в герметически закрытых металлических аппаратах. Горизонтальные аппараты для брожения (см. рис. 68) широко применяются и для дображивания, в них отсутствуют змеевики для охлаждения. Кроме горизонтальных для дображивания используют и вертикальные аппараты (танки) (рис. 70).

Аппараты для дображивания снабжены штуцерами 3 и 5 для шпунт-аппарата (шпунт-аппарат — прибор, поддерживающий заданное давление в аппарате и удаляющий из него избыток CO₂) и манометра, кранами 2 для отбора проб, штуцерами для присоединения шлангов, люком 1 для осмотра и мойки внутренней поверхности, предохранительным клапаном 4.

Аппараты для дображивания изготавливают из алюминия, коррозионностойкой стали, титана, углеродистой стали. Внутреннюю поверхность из углеродистой стали покрывают защитной пленкой. Коррозионностойкая сталь, алюминий (с содержанием примесей не более 0,5%), титан не активны по отношению к пиву и не нуждаются в защитных покрытиях. Алюминий тщательно изолируют от стальных и чугунных опор, бронзовой арматуры, медных змеевиков.

Процессы, протекающие при дображивании и созревании. При дображивании протекают те же процессы, что и при главном брожении, но более медленно, так как температура значительно ниже ($0-2^{\circ}\text{C}$), чем при главном брожении, и концентрация дрожжевых клеток, которые оседают в конце главного брожения, меньше.

Сбраживание сахаров и созревание пива заканчиваются не одновременно. Сахара могут быть сброжены, а созревание часто еще продолжается. Поэтому период дображивания называют еще и периодом созревания пива.

При дображивании и созревании пива происходят следующие основные процессы: насыщение диоксидом углерода, осветление, созревание (окислительно-восстановительные превращения).

Насыщение диоксидом углерода. Молодое пиво содержит около 0,2% CO_2 . В ходе дображивания это количество необходимо увеличить до такого уровня, чтобы после фильтрования в готовом пиве осталось его не менее 0,3%. Сбраживание оставшегося в молодом пиве экстракта и является источником дополнительного образования диоксида углерода.

Растворимость CO_2 в пиве прямо пропорциональна давлению. С понижением температуры растворимость CO_2 повышается. Растворение диоксида углерода протекает медленно, часть его не успевает раствориться и накапливается над поверхностью пива, создавая в бройдильном аппарате избыточное давление от 0,03 до 0,07 МПа, называемое шпунтовым.

Диоксид углерода находится в пиве как в растворенном состоянии, так и в связанном (с компонентами экстракта). Кроме того,

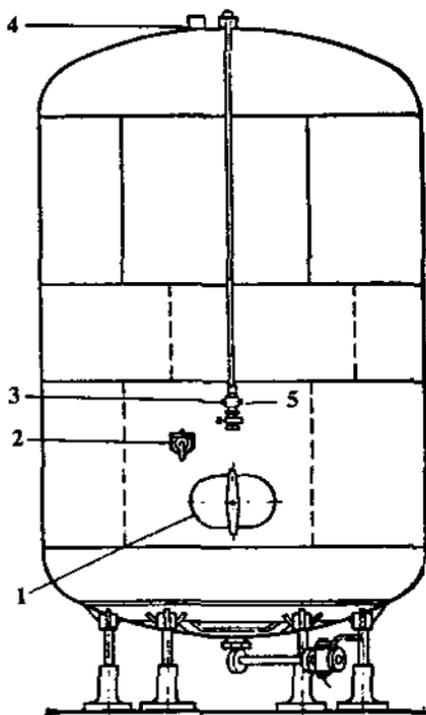


Рис. 70. Вертикальный аппарат для дображивания

часть диоксида углерода находится в виде эфиров угольной кислоты и других соединений. Между отдельными формами диоксида углерода существует следующее подвижное равновесие:

Связанный $\text{CO}_2 \rightleftharpoons$ Растворенный $\text{CO}_2 \rightleftharpoons$ Газообразный CO_2 .

Избыток CO_2 по сравнению с расчетным количеством составляет 30–40%.

Осветление. На дображивание поступает молодое пиво, которое содержит некоторое количество дрожжевых клеток и другие взвеси. При охлаждении до 0–2°C в аппарате для дображивания происходит выделение тех веществ, которые в ходе главного брожения (при температуре 5–8°C) были прочно связаны с раствором. В конце дображивания отработавшие дрожжи под влиянием избыточного давления и накопившегося CO_2 оседают, увлекая за собой на дно аппарата различные взвеси. Пиво постепенно осветляется. Лучшее всего осветляется пиво, когда температура всей его массы выравнивается. В стадии дображивания полного осветления не происходит, но оставшаяся муть легко удаляется при последующем фильтровании или сепарировании.

При низких температурах осветление протекает медленно, но при этом получают более стойкое пиво с мягким вкусом (стойкость пива – срок сохранения пивом прозрачности и вкуса, выраженный в сутках, считая с момента розлива).

Созревание. При созревании в результате окислительно-восстановительных реакций, протекающих под действием кислорода, исчезают показатели, которые обуславливают специфический букет молодого пива (привкус дрожжей, хмелевая горечь). Содержание диацетила для светлых сортов пива снижается на 40–50%, окислительно-восстановительный потенциал уменьшается до 10.

На вкус и аромат пива в значительной мере влияют диацетил, высшие спирты, сложные эфиры, альдегиды, сернистые соединения. На их образование и расщепление следует обращать внимание, так как в последние годы получают широкое распространение методы ускоренного сбраживания пива.

Диацетил, также как и пентадион, относятся к вицинальным дикетонам. Они образуются при главном брожении, но далее в присутствии дрожжей концентрация их уменьшается. Диацетил превращается в ацетон, а затем в бутандиол. У диацетила низкий вкусовой порог, а у бутандиола – высокий, поэтому присутствие последнего в пиве не ощущается. Различные штаммы дрожжей с разной интенсивностью приводят к редукации (уменьшению содержания) диацетила, а поглощение кислорода пивом – к увеличению его содержания. Диацетил служит критерием определения зрелости пива. В готовом пиве содержание диацетила не должно превышать 0,1 мг/дм³.

Научно обоснованных критериев, характеризующих созревание пива, пока нет. В основном при оценке его готовности учитывают органолептические показатели. Практикой установлено, что как

мало выдержанное молодое пиво, так и перезрелое имеют плохой вкус и низкую стойкость.

Пиво различных наименований, по истечении определенного времени (обычно за 15—90 сут), достигает наилучшего качества при достаточном насыщении его связанным диоксидом углерода, хорошем осветлении, необходимой степени сбраживания, мягком и приятном вкусе.

О ходе процессов дображивания и созревания пива судят по уменьшению количества экстракта, увеличению содержания диоксида углерода и спирта, степени осветления, а также по аромату, вкусу и пенистости проб, отобранных из аппарата для дображивания. Учитывают и степень сбраживания экстракта. При достижении почти конечной степени сбраживания получают более стойкое пиво. Если экстрактивные вещества сбродят полностью, то пиво получается стойким, но по вкусовым качествам оно хуже, чем пиво с меньшей степенью их сбраживания.

Дображивание и созревание пива периодическим способом. При периодическом способе аппараты для дображивания перед заполнением молодым пивом тщательно чистят, моют и дезинфицируют, затем с внутренней стороны его на крановой втулке устанавливают предохранительный стакан в виде полого цилиндра высотой около 10 см с внутренним диаметром, соответствующим диаметру крановой втулки. Высота цилиндра примерно равна высоте слоя дрожжевого осадка, образующегося при дображивании. Цилиндр предотвращает попадание дрожжевого осадка из аппарата в фильтры при перекачивании пива. После установки цилиндра люк герметично закрывают, оставляя открытым только кран для выхода воздуха. Молодое пиво подают в аппарат снизу, заполняя его до половины, а затем из-за образующейся пены наполнение проводят с перерывами.

Аппараты заполняют в несколько приемов. При этом молодое пиво из одного бродильного аппарата распределяют равномерно сразу в несколько аппаратов для дображивания. Молодое пиво следующих очередных варок подают в те же аппараты. Такое заполнение дает возможность выравнивать качество пива, получать его однородным по вкусу, цвету и химическому составу. В течение двух суток аппарат должен быть заполнен. Аппараты заполняют пивом примерно на 98% их вместимости, закрывают кран для выхода воздуха, а шпунтовое отверстие прикрывают неплотно, так, чтобы из танка мог выходить воздух. Спустя несколько дней, когда весь воздух будет вытеснен диоксидом углерода, аппарат шпунтуют, т. е. подключают к нему шпунт-аппарат, регулирующий давление, и герметизируют. Таким способом внутри аппарата создаются анаэробные условия.

В зависимости от температуры дображивания и конструкции бродильного аппарата шпунт-аппарат регулируют так, чтобы создать определенное избыточное давление. При низкой температуре дображивания шпунт-аппарат устанавливают на пониженное дав-

ление (0,03–0,05 МПа), а при повышенной температуре и сокращенном сроке дображивания — на повышенное (до 0,07 МПа). При превышении заданного избыточного давления срабатывает предохранительный клапан шпунт-аппарата, и избыток диоксида углерода удаляется из аппарата.

В ходе дображивания регулярно контролируют давление, степень осветления пива, температуру в помещении. При нормальных условиях оптимальное давление достигается на 6–10-е сутки. Если дображивание протекает вяло, то в танк вводят до 10% молодого пива, взятого на начальной стадии высоких завитков, содержащего значительное количество сахаров и энергично броющих дрожжей.

Температура воздуха в цехе дображивания должна быть не выше 2°С, так как при 4–6°С уже начинается развитие уксуснокислых бактерий, а при 8–10°С быстро нарастает кислотность, что грозит порчей продукции.

При быстром нарастании кислотности пиво направляют в пластинчатый теплообменник на пастеризацию, затем охлаждают, фильтруют и возвращают в чистые, стерильные танки, куда добавляют молодое пиво в стадии высоких завитков.

За 1–2 сутки до окончания срока созревания из аппаратов отбирают пробы и определяют в пиве содержание алкоголя, CO_2 , диацитила, кислотность, цветность и другие показатели, а также видимую и действительную степень сбраживания. Если пиво удовлетворяет требованиям стандарта, то дается разрешение на его розлив. При отклонении качества от нормы пиво оставляют в цехе дображивания для доработки.

Во избежание взмучивания осадка и потери CO_2 пиво на фильтрование и розлив подают под избыточным давлением, превышающим шпунтовое. Это избыточное давление создается сжатым диоксидом углерода, а если его нет, то сжатым воздухом. Для этого танк с пивом подключают к линии сжатого диоксида углерода, открывают спускной кран, соединяющий танк с пивопроводом, и включают насос для перекачки. После прекращения подачи пива насос останавливают, закрывают спускной кран, выпускают избыток диоксида углерода и открывают люк. Затем снимают предохранительный цилиндрический стакан с крановой втулки и сливают из аппарата в сборник дрожжевой осадок (отстой). Далее проверяют наличие CO_2 в аппарате и, убедившись в его отсутствии, аппарат моют, дезинфицируют и готовят для приема новой порции молодого пива.

Дрожжевой осадок выдерживают в сборнике для отстаивания. Отстоявшееся пиво, называемое исправимым браком, собирают в отдельном танке, добавляют в него 10–12% молодого пива в стадии высоких завитков и танк шпунтуют. После 5–6 суток дображивания это пиво подают на фильтрование и розлив вместе с другим пивом. Оставшиеся в сборнике дрожжи присоединяют к товарным дрожжам, получаемым в цехе брожения.

Совмещенное брожение сусла и дображивание молодого пива в цилиндроконическом аппарате

С внедрением в производство искусственного холода на пивоваренных предприятиях появилась возможность регулировать заданный температурный режим в отдельных бродильных аппаратах, охлаждая при этом непосредственно пиво, а не помещения.

Это позволило разработать способ ведения брожения и дображивания в одном вертикальном аппарате цилиндроконической формы. Вместимость аппаратов колеблется от 50 (высота 8 м) до 700 м³ (высота 26 м).

При такой большой высоте столба сбраживаемого суслу в цилиндроконических бродильных аппаратах наблюдается сильная конвекция суслу (перемещение снизу вверх и наоборот), вызываемая выделением и перемещением вверх пузырьков диоксида углерода и тепловых потоков жидкости, величина которых зависит от интенсивности брожения, регулируемой поддержанием определенной температуры.

Компактное осаждение дрожжей достигается охлаждением конусной части аппарата. При интенсивной аэрации суслу главное брожение при температуре 13–14°C заканчивается за 7 суток, а дображивание за 5–7 суток, т. е. весь цикл брожения и дображивания, например, 11%-ного светлого пива, составляет 13–14 суток, а для 12–13%-ного светлого – 18–22 суток.

Цилиндроконический бродильный аппарат (ЦКБА; рис. 71) изготавливают из коррозиестойкой стали с полированной внутренней поверхностью.

Аппарат имеет четыре охлаждающие рубашки 3 на цилиндрической части и одну рубашку 4 на конической. Нижняя часть конусного дна съемная (для очистки и мойки, а также для визуального осмотра после дезинфекции). Через люк на верхней крышке аппарата проходит труба с установленной на ней моещей головкой, соединенной системой трубопроводов с насосами и емкостями для дезинфицирующих растворов. Нижняя часть цилиндрической обечайки корпуса заканчивается опорным

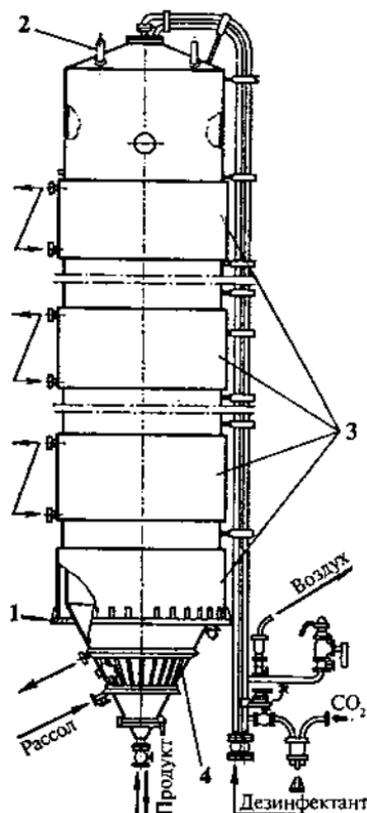


Рис. 71. Цилиндроконический бродильный аппарат

кольцом 1, с помощью которого аппарат размещается на перекрытиях здания или на других конструкциях при установке на открытом воздухе. Аппарат снабжен шпунт-аппаратом, рассчитанным на избыточное давление 0,07 МПа и вакуум-прерывателем с гидравлическим затвором присоединенным к патрубку 2.

Аппарат имеет штуцеры с арматурой для подвода суслу, дрожжей, диоксида углерода, моющих жидкостей, хладоносителя, а также на нем установлены датчики контроля и регулирования температуры, датчик предельного верхнего уровня, предохранительный клапан и воздушник, снабженный вакуум-клапаном. Для контроля за съемом дрожжей на выходе из конической части аппарата установлено смотровое стекло. Уровень пива в аппарате, давление и температура регулируются автоматически.

В ЦКБА возможны также другие системы охлаждения аппарата: сегментные трубки с горизонтальной и вертикальной подводкой хладоносителя, которые формуются методом взрывной формовки; и охлаждающие камеры, поверхностные листы которых в некоторых местах соединены методом точечной сварки.

Отечественные вертикальные цилиндроконические бродильные аппараты изготавливают с полной вместимостью 95 м³ и рабочей вместимостью 80 м³. Площадь поверхности охлаждения 44,3 м²; максимальное избыточное давление в аппарате 0,07 МПа, в охлаждающих рубашках 0,4 МПа; габаритные размеры (в мм): 4300×3200×16500; масса незаполненного аппарата без тепловой изоляции — около 12 т. Цилиндроконические бродильные аппараты имеют теплоизоляционное покрытие, что дает возможность устанавливать их на открытом воздухе.

Технология приготовления пива с массовой долей СВ в сусле 11%-ного светлого (Жигулевское) в цилиндроконических бродильных аппаратах состоит в следующем.

Осветленное сусло, охлажденное в пластинчатом теплообменнике до 7–9°С, подают в коническую часть аппарата при открытом вентиле, соединяющем аппарат с атмосферой через гидрозатвор. Аппарат заполняют в течение суток в два или три приема по мере поступления суслу из варочного цеха. Первые 50% суслу аэрируют стерильным воздухом (из расчета 0,5–0,7 м³ на 1 м³ суслу в час). Такая интенсивность аэрирования дает возможность иметь в сусле перед брожением 4–6 мг/см³ растворенного кислорода.

Вначале, когда сусликом заполнено только 2–3% рабочей вместимости, в аппарат насосом подают разводку семенных сильноосбраживающих хорошо агглютинирующих дрожжей низового брожения из расчета 0,04 дм³ на 1 дал суслу. Затем аппарат заполняют сусликом на 0,85% его вместимости. Отсчет продолжительности процесса брожения начинают с момента поступления суслу в аппарат.

В первые двое суток температура суслу за счет выделяющейся теплоты спиртового брожения самопроизвольно повышается от 9–10 до 13–14°С и поддерживается в этих пределах (путем подачи хладоагента в верхнюю охлаждающую рубашку) до достижения видимой конеч-

ной степени сбраживания. Интенсивно протекающий процесс брожения обеспечивает снижение концентрации диацетила, что способствует более быстрому созреванию пива.

Охлажденное через верхнюю рубашку бродящее сусло опускается вниз, а более теплое поднимается вверх, чем обеспечивается хорошее естественное перемешивание бродящего сусла.

Когда содержание экстрактивных веществ в пиве снизится до 3,5–3,2%, аппарат шпунтуют, и в дальнейшем проводят процесс при избыточном давлении 0,05–0,06 МПа, что способствует лучшему насыщению пива диоксидом углерода и ускорению оседания дрожжей. Чтобы сбраживаемое сусло не примерзало к стенкам аппарата, температура хладагента, подаваемого в охлаждающие рубашки, должна быть не ниже минус 6°С. В качестве хладагента используют рассол (раствор поваренной соли).

По окончании интенсивного брожения, которое определяется прекращением снижения концентрации экстрактивных веществ в пиве в течение 24 ч, пиво охлаждают в конической части аппарата до 1–2°С для образования более плотного осадка дрожжей и предотвращения автолиза. После достижения этой температуры подачу хладагента в рубашку прекращают. В цилиндрической части аппарата температуру пива 12–14°С поддерживают еще 1,5–2 суток для ускорения процесса созревания.

В конической части аппарата при низкой температуре происходит оседание дрожжей и образование плотного осадка. На этом заканчивается главное брожение, которое длится около 7 сут. На восьмой день брожения включают подачу хладагента во все охлаждающие рубашки, кроме рубашки в конической части, и температуру пива в аппарате доводят до 1–2°С. Наступает стадия дображивания, которая длится 6–7 сут. Затем из конической части аппарата медленно спускают дрожжи.

При брожении и дображивании пива с массовой долей сухих веществ 11% (Жигулевское) в ЦКБА поддерживают режим, приведенный в таблице 24.

Таблица 24

Продолжительность процесса, сут	Температура брожения сусла, °С		Массовая доля экстракта в бродящем сусле, %
	в цилиндрической части	в конической части	
Первые	9–10	9–10	10–10,2
Вторые	11–12	11–12	8–8,5
Третьи	13–14	13–14	6,5–6,8
Четвертые	13–14	13–14	4–4,5
Пятые	13–14	13–14	Конечная степень сбраживания
Шестые	12–14	6	–
Седьмые	12–14	2	–
Восьмые	3–4,5	1–2	–
9–13	1–2	1–2	–

Таблица 25

Продолжительность процесса, сут	Температура брожения (°С) сусле с исходной концентрацией сухих веществ, %				Содержание видимых экстрактивных веществ в бропящем сусле (%) при концентрации их в исходном сусле, %	
	в цилиндрической части		в конической части		12	13
	12	13	12	13		
Первые	11-12	11-12	11-12	11-12	10,5-9,5	12,0-10,5
Вторые	12-14	12-14	12-14	12-14	9-8	9,5-8,5
Третьи	12-14	12-14	12-14	12-14	6,5-5,5	7,5-6
Четвертые	12-14	12-14	12-14	12-14	4,5-3,5	5,5-4
Пятые	12-14	12-14	12-14	12-14	3,5-2,5	4,5-3,5
Шестые	12-14	12-14	12-14	12-14	КСС	3,5-2,5
Седьмые	12-14	12-14	7-8	12-14	Конечная степень сбраживания	
Восьмые	8-10	12-14	5-6	7-8	-	
Девятые	4-6	8-10	2-3	5-6	-	
Десятые	1-3	4-5	1-2	2-3	-	
11	1-2	1-2	1-2	1-2	-	
12-18	1-2	1-2	1-2		-	
12-22		1-2		1-2	-	

Режим брожения сортового пива концентрацией сухих веществ в начальном сусле 12 и 13% в цилиндрикоконических бродительных аппаратах отличается от вышеприведенного режима брожения в основном длительностью процесса (табл. 25). Рекомендуемая норма введения дрожжей 0,05-0,07 дм³ на 1 дал сусле.

Через 10-11 сут от начала брожения всех видов пива проводят первый сьем дрожжей путем медленного спуска их из конической части аппарата. Перед подачей пива на осветление проводят второй сьем дрожжей в специальный сборник с противодавлением в нем около 0,2 МПа. Из сборника отстоявшееся пиво возвращают в производство, а дрожжи промывают и хранят при температуре 0-1°С. Конец съема дрожжей определяют визуально через смотровое стекло, следя за появлением свободного от дрожжей пива. После повторного съема дрожжей пиво из аппарата под давлением диоксида углерода (воздуха) не более 0,06 МПа, подаваемого в пространство над жидкостью, направляют на осветление сепарированием или фильтрованием.

Освободившийся от пива аппарат моют водопроводной водой, дезинфицируют и снова моют водой для удаления дезинфицирующих средств. При мойке кран выпуска продукта из конической части аппарата должен быть открыт.

Существует технология, по которой главное брожение пива проводят в одном ЦКБА, а на дображивание его передают в другой.

ЦКБА размещают как вне помещения, так и внутри. Чаще используется вариант размещения вне помещения, но зона обслуживания аппарата, расположенная на конической части, размещается в одноэтажном помещении, высота которого равна высоте установки опорного кольца. Над аппаратами находятся мостики для обслуживания верхней части аппарата.

По сравнению с классическим способом брожения способ совмещения брожения и дображивания в одном цилиндроконическом бродильном аппарате имеет ряд преимуществ: продолжительность цикла брожения и дображивания сокращается в 2 раза, улучшаются условия труда и обслуживания аппаратов, устраняются неизбежные потери при перекачивании молодого пива из цеха брожения в цех дображивания пива.

Производственная санитария и безопасные приемы труда

Сразу после освобождения бродильных аппаратов их внутренние поверхности подвергают механизированной мойке и дезинфекции. Для этого применяют специальную установку, включающую два насоса (центробежный напорный для подачи моющего раствора и поршневой, которым откачивают смывные воды) и три емкости (для чистой воды, циркулирующей моющей жидкости и дезинфицирующего раствора).

Мойку и дезинфекцию проводят при помощи устанавливаемых в бродильных аппаратах стационарных или переносных моющих головок, в которые моющую жидкость подают под давлением 0,6–0,8 МПа.

Механизированную мойку бродильных аппаратов проводят в следующем порядке. После спуска пива и отбора дрожжей в моющую головку подают напорным насосом воду из емкости для чистой воды и смывают с внутренней поверхности осадки. Смывные воды поршневым насосом удаляют в канализацию. Затем напорным насосом подают в систему циркуляционную воду, а поршневым насосом ее возвращают в емкость. После 10–20-минутной циркуляционной мойки внутреннюю поверхность аппарата обрабатывают в течение 10–15 мин дезинфицирующим раствором, а потом ополаскивают чистой водой. Смывные воды удаляют в канализацию.

Температура моющих растворов и воды не должна быть выше 20°С.

При отсутствии установок механизированной мойки и моющих головок моющие препараты наносят на поверхность щетками, оставляют на 20–30 мин и смывают.

К чистоте цилиндроконических бродильных аппаратов предъявляют высокие требования. Сначала их в течение 2 ч моют водой для полного удаления с внутренних стенок дрожжей, засохшей пены, хмелевых смол. Затем в коническую часть аппарата подают заранее приготовленный дезинфицирующий раствор, нижний штуцер подключают к отсасывающему насосу и подают раствор в верхнюю часть

аппарата через моющую головку, ополаскивая внутреннюю поверхность в течение 30–40 мин. После дезинфекции аппарат в течение 2 ч промывают кипяченой охлажденной водой.

В качестве дезинфицирующих средств для алюминиевых аппаратов применяют 2%-ный раствор формалина или кислый эльмуцид (смесь растворов азотной кислоты и нитрата калия) и катапин. Для аппаратов из другого металла используют 2%-ный раствор хлорной извести и катапин. Катапин применяют в виде 1%-ного раствора, а из него готовят рабочий раствор путем разведения его водой в соотношении 1:50 (200 см³ 1%-ного катапина на 10 дм³ воды).

Для дезинфекции алюминиевых емкостей щелочные дезинфицирующие вещества — хлорную известь, антиформин, каустическую и кальцинированную соду не применяют. Пивной камень с поверхности алюминиевых аппаратов удаляют 17–19%-ным раствором азотной кислоты или 5–15%-ным раствором сульфаниловой кислоты

С поверхности емкостей из черного металла, имеющего антикоррозионное покрытие, пивной камень удаляют нанесением смеси остаточных дрожжей с 15–20% серной кислоты после выдержки смеси не менее трех часов.

Пивопроводы между цехом главного брожения и дображивания могут холодной водой после каждого спуска молодого пива, а раз в неделю дезинфицируют. Другие пивопроводы и резиновые шланги до начала и после окончания работ промывают водой и два раза в неделю проводят их дезинфекцию антиформинном, каустической содой, катамином-АБ, заполняя их на 24 ч, затем тщательно промывают. Шланги после окончания работ хранят на специальных стойках. При этом концы шлангов не должны находиться на полу.

Мойку и дезинфекцию бродительных аппаратов проводят в резиновых сапогах, фартуке, перчатках и защитных очках. При осмотре внутренней поверхности применяют специальные светильники напряжением не более 12 В.

Вход работающих внутрь бродительной емкости разрешается только после освобождения ее от диоксида углерода, в присутствии другого работающего, стоящего снаружи.

Диоксид углерода из технологических емкостей удаляют отсасыванием вакуум-насосом, интенсивным вентилированием, разбрызгиванием воды моющими головками. Отсутствие диоксида углерода в емкости проверяют, опуская в нее горящую свечку на специальном держателе или используя прибор для определения концентрации диоксида углерода.

Все сусло- и пивопроводы, резиновые шланги тщательно промывают и один раз в сутки дезинфицируют антиформинном или 0,5%-ным раствором формалина, заполняя их на 2 ч.

Помещения цехов брожения и дображивания должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Воздух из них отсасывают у пола. В бродительном отделении обязательно должен быть прибор для

определения концентрации диоксида углерода, а также два шланговых противогаза и два спасательных пояса. Содержание диоксида углерода в цехе брожения допускается не более 0,1%.

Применение термометров и других приборов с ртутным наполнением не допускается.

На бродильных аппаратах должна быть надпись: «Осторожно! Диоксид углерода» и знак опасности.

Для рабочих в цехах брожения и дображивания должны быть комнаты обогрева, оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией и аптечкой.

Цехи варочный, брожения, розлива должны иметь световую или звуковую сигнализацию и телефонную связь между собой и администрацией завода.

Контрольные вопросы

1. Какими параметрами характеризуются главное брожение и дображивание пива?
2. Какое строение имеет клетка пивных дрожжей?
3. Каков химический состав дрожжей?
4. Охарактеризуйте фазы развития пивных дрожжей.
5. Что такое автолиз дрожжей?
6. Какие дрожжи применяют в пивоварении?
7. Какие расы дрожжей применяют в пивоварении?
8. Что такое степень сбраживания?
9. Каков порядок разведения чистой культуры дрожжей?
10. Как устроен бродильный аппарат?
11. Перечислите основные процессы, протекающие при главном брожении, и охарактеризуйте их.
12. На какие стадии делят процесс главного брожения, и какими внешними признаками они характеризуются?
13. Какие факторы влияют на оседание дрожжей в конце брожения?
14. Сколько суток длится главное брожение, и при какой температуре?
15. Как готовят семенные дрожжи для повторного использования?
16. Каковы причины затухания главного брожения?
17. Какие меры нужно принять, чтобы ликвидировать затухание брожения?
18. Какие процессы протекают при дображивании?
19. Как происходит созревание пива?
20. Как проводят дображивание и созревание пива периодическим способом?
21. Как устроен и как работает цилиндрикоконический бродильный аппарат?
22. Каков порядок мойки и дезинфекции бродильных аппаратов?

ГЛАВА 10. ОСВЕТЛЕНИЕ И РОЗЛИВ ПИВА. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПИВА

Основные понятия о подготовке пива к розливу и его розлив

При дображивании и созревании в цехе дображивания пиво осветляется недостаточно. В нем во взвешенном состоянии остаются дрожжевые клетки, белковые и полифенольные вещества, хмелевые смолы, соли тяжелых металлов, различные микроорганизмы, образующие муть. Поэтому после дображивания пиво подвергается осветлению сепарированием или фильтрованием, или тем и другим вместе.

Пиво — это полидисперсная система с содержанием твердой фазы 0,15–0,01% (по массе сухих веществ), причем около 90% массы твердой фазы составляют дрожжи. (Понятие «степень дисперсности» ввел Освальд и определил ее как обратную величину характерного линейного размера частиц.) Размер дрожжей и микроорганизмов находится в диапазоне 1–12 мкм; частиц белка, полифенолов и углеводов 0,1–10 мкм; различные размеры имеют нерастворимые соли металлов, посторонние частицы (адсорбенты, частицы покрытия аппаратов для дображивания). Часть частиц имеют размеры, соответствующие коллоидным системам (10^{-9} – 10^{-6} м или 0,001–1 мкм).

Вещества, образующие твердую фазу, могут быть аморфными, хлопьевидными (белки), желеобразными (декстрины, гуммиобразные вещества) и кристаллическими (нерастворимые соли металлов). На фильтрование пива оказывает влияние не только содержание отдельных веществ, размер частиц, а также способность некоторых веществ образовывать комплексы. Полифенолы с белками образуют хлопьеобразные комплексы, а полифенолы с белками и с α -глюканами или β -глюканами — желеобразные комплексы.

Основными методами осветления пива являются сепарирование и фильтрование. Сущность процесса фильтрования заключается в механическом (отсеивающем) и адсорбционном действии. Часто используют рамные фильтры со слоем диатомита, намываемым на пластины.

Опорные пластины не обладают фильтрующей способностью и служат только как основа для фильтрующего слоя диатомита в намывных пластинчатых фильтрах.

Вначале на пластины наносят первый слой из крупнодисперсного диатомита, который на рамных фильтрах защищает поры картона от закупоривания частицами тонкодисперсного диатомита и твердой фазы пива.

Частицы мути из пива, такие как микроорганизмы и нерастворимые белки, в слой диатомита не проникают, а задерживаются на его поверхности и образуют сильно сжимаемый непроницаемый осадок. В

результате быстро растет фильтрационное сопротивление. Однако, если в поток пива вводить дополнительно диатомит, то образуется хорошо проницаемый слой из частиц диатомита и мути.

Стенки капилляров фильтрующего слоя при движении жидкости под влиянием давления имеют электрический заряд, характеризующийся электрокинетическим потенциалом, или дзета-потенциалом. Диатомитовый фильтр оказывает адсорбционное действие. Отрицательно заряженные частицы диатомита адсорбируют положительно заряженные мицеллы.

Химический состав пива после осветления изменяется незначительно: несколько снижается цветность, потому что некоторые красящие вещества адсорбируются на фильтрующих материалах, теряется часть диоксида углерода, в результате удаления некоторых веществ коллоидной дисперсности снижается вязкость.

Осветленное пиво охлаждают, дополнительно насыщают диоксидом углерода и разливают в тару.

Принципиальная схема фильтровально-разливочной установки изображена на рис. 72.

Пиво из аппарата для дображивания 1 через смеситель 2 нагнетательным насосом 3 подается в противоточный теплообменник-охладитель 4 (для охлаждения до $0,5-1^{\circ}\text{C}$), откуда поступает в фильтр 5 (или сепаратор) на осветление и далее в сборник осветленного пива 6.

Во время осветления в аппарате дображивания 1 и в сборнике осветленного пива 6 с помощью нагнетаемого сжатого диоксида углерода создается одинаковое избыточное давление $0,05-0,06$ МПа, чем обеспечивается сохранение в пиве растворенного диоксида углерода. С помощью теплообменника-охладителя обеспечивается неизменность температуры пива, что также предотвращает потери CO_2 и способствует выпадению в осадок мути.

Из сборника 6 осветленное пиво под давлением сжатого CO_2 передается в резервуар 7 разливочного аппарата, а затем в бочку 8. В резервуаре 7 поддерживается давление, равное первоначальному давлению в сборнике 6. Следовательно, во время освобождения сборника 6 давление в нем должно быть достаточным для преодоления

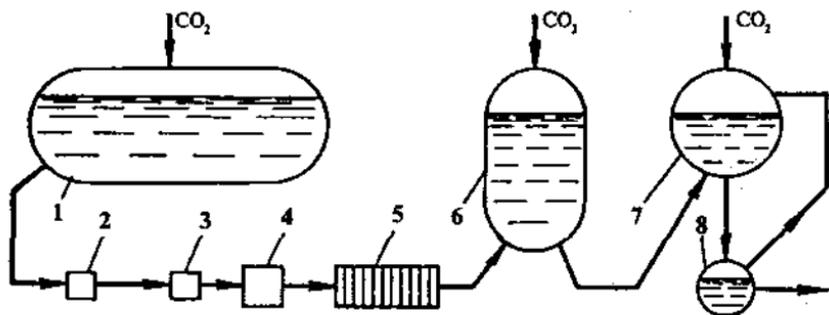


Рис. 72. Принципиальная схема фильтровально-разливочной установки

сопротивления в трубопроводах и поддержания постоянного давления в резервуаре разливочного аппарата.

Чтобы получить однородное по составу и вкусовым качествам пиво, его забирают на осветление сразу из нескольких танков и смешивают в смесителе 2, представляющем собой отрезок трубы с несколькими патрубками для подвода пива (от нескольких танков) и одним выходным патрубком. На входных патрубках имеются смотровые фонари с краниками для отбора проб. Смеситель устанавливают между аппаратами для дображивания и нагнетательным насосом.

Осветление пива в поле центробежных сил и фильтрование

Осветление пива. Процесс осветления пива перед розливом является одним из важнейших. Для осветления пива используют как герметические центробежные тарельчатые сепараторы — осветлители, так и различные фильтры. Осветление на сепараторах эффективнее, чем на фильтрах, так как оно не связано с трудоемкими вспомогательными операциями. На жидкостных сепараторах получают пиво с несколько меньшей степенью осветления, но биологически более стойкое, чем при фильтровании.

Для осветления пива в поле центробежных сил отечественная промышленность выпускает сепараторы ВСП и ВПО, аналогичные по конструкции, но имеющие разную производительность: ВСП — 3000, а ВПО — 4500 дм³/ч. Сепаратор-осветлитель представляет собой аппарат тарелочного типа с ручной периодической выгрузкой осадка (рис. 73). Его основные узлы — станина, приводной механизм, барабан и приемно-отводящее устройство. Чугунная станина состоит из корпуса 2, чаши 8 и плиты 1.

Внутренняя часть станины является масляной ванной с отверстием 7 для заливки масла, указателем уровня 4, та-

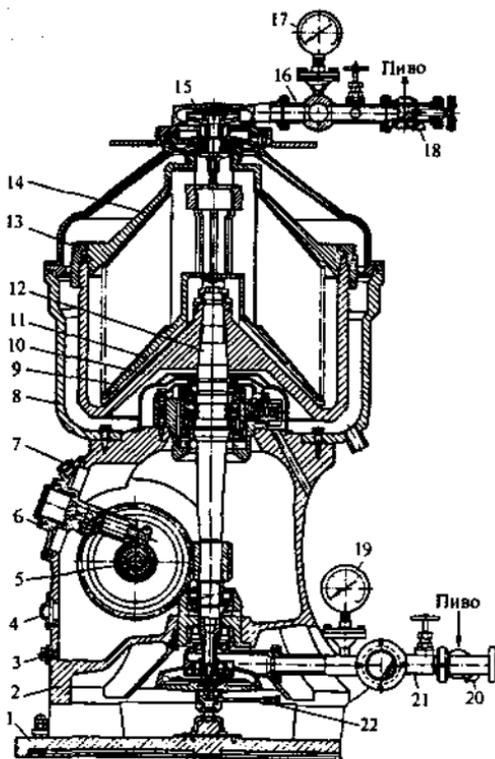


Рис. 73. Сепаратор-осветлитель ВСП

хометром 6 и отверстием 3 для слива отработанного масла. Привод аппарата состоит из электродвигателя, упругой и фрикционной центробежной муфты, горизонтального 5 и вертикального 12 валов.

Верхняя опора вертикального вала 12 выполнена упругой, для чего стакан с подшипниками зажат шестью расположенными по радиусам цилиндрическими пружинами. Нижняя опора вала опирается на радиально-сферический подшипник, расположенный в стакане.

Основные детали барабана — основание 10, тарелкодержатель 11 с пакетом конических тарелок 9 и крышка 14. Основание и крышка соединены между собой затяжным кольцом 13 с левой резьбой, благодаря чему при вращении барабана исключается самоотвинчивание.

На подводящем устройстве 21 установлены манометр 19 для контроля давления пива на входе, краник 20 для отбора проб и трехходовой кран для переключения подачи воды и пива.

По отводящему устройству 16, прикрепленному к крышке 14, осветленное пиво выводится из сепаратора. Это устройство включает крыльчатку 15, насоса, отсасывающего пиво, манометр 17 для контроля давления на выходе и кран 18 для отбора проб осветленного пива. Перед пуском сепаратор осматривают и проверяют правильность сборки, наличие масла в масляной ванне станины, выключение тормоза. Затем через подводящее устройство 21 в нагнетательный насос под давлением 0,1–0,15 МПа подают воду. По полному валу вода поступает в барабан и через полость под тарелкодержателем 11 заполняет его в течение не более 1 мин, одновременно включается электродвигатель сепаратора. Когда будет достигнута рабочая частота вращения барабана (в ВСП 4440 и в ВПО 5000 мин⁻¹) и вода начнет выходить из отводящего устройства, трехходовой кран на подводящем устройстве переключают на подачу пива в сепаратор. Для полного заполнения барабана жидкостью через пробку 22 выпускают воздух, оттесненный к оси вращения. Когда из отверстия появится струя пива, пробку заворачивают до отказа.

Сепарируемое пиво поступает в пакет тарелок с периферии барабана. В тонких межтарелочных пространствах пакета под воздействием центробежной силы мельчайшие частицы отделяются от дисперсной среды так же, как и в других аппаратах-осветлителях. А осветленное пиво, содержащее диоксид углерода, оттесняется к оси барабана и через отводящий патрубок насосом под давлением подается на розлив в бочки или бутылки.

Взвешенные частицы осадка, отделяемые непрерывным потоком на внутренней поверхности конических тарелок, сползают в шламовую полость.

Число комплексных тарелок в барабане ВСП 193, а в ВПО — 200, диаметр образующей тарелки: максимальный 478, минимальный 202 мм. Зазор между тарелками 0,4 мм.

Во время работы в сепараторе поддерживают давление на входе 0,07 МПа, а на выходе 0,5 МПа. Частоту вращения ротора проверяют

по тахометру (прибор для определения частоты вращения ротора). При появлении в сепараторе стука, вибрации, резкого колебания частоты вращения его немедленно останавливают и до устранения неполадок в работу не включают.

В начале работы рекомендуется производительность сепаратора устанавливать около 2000 дм³/ч. Если пиво выходит хорошо осветленным, производительность сепаратора повышают до максимальной и поддерживают ее постоянной. Переводить сепаратор с большей производительности на меньшую не рекомендуется, так как после снижения производительности сепаратор длительное время не даст улучшения осветления пива.

При непрерывной работе нельзя прерывать поток пива, например при переходе от одного аппарата к другому. Перед сепаратором должен стоять смеситель, и новый аппарат подключают только тогда, когда пиво еще есть в предыдущем аппарате.

Перед остановкой в сепаратор вместо пива подают воду, которую отводят в канализацию, а затем его выключают, не прекращая подачи воды.

Когда шламовая полость сепаратора будет заполнена осадком, его останавливают, и барабан промывают горячей водой (не выше 70°C) и дезинфицирующим раствором.

Во время циркуляции воды сепаратор на короткое время включают. В конце мойки его промывают холодной водой до полной прозрачности воды.

Для очистки барабана запрещается применять щелочной раствор.

Один раз в неделю сепаратор разбирают для очистки и мойки с применением дезинфицирующих веществ. Все тарелки обрабатывают моющим раствором в ванне в течение 10–15 мин, а затем чистят щетками и ополаскивают водой.

К обслуживанию центробежных сепараторов допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие специальное обучение и аттестацию.

Фильтры для пива. Для повышения прозрачности пива и снижения затрат на его производство вместо сепараторов многие заводы применяют высокопроизводительные рамные фильтры Ш4–ВФД с намывным слоем фильтровального порошка (диатомита, фильтроперлита и др.)

Диатомит, который называют также кизельгуром, представляет собой пористую горную породу светло-серого, желтоватого или белого цвета. Состоит он преимущественно из кремниевых панцирей микроскопических одноклеточных водорослей (диатомей). Фильтровальные порошки из сырого диатомита получают следующим образом: грубо раздробленный диатомит обжигают при 800–1100°C, затем размалывают и сортируют на фракции по величине частиц. Плотность порошка составляет 0,45–0,37 кг/дм³. Порошок имеет большую пористость, благодаря чему площадь поверхности частиц достигает огромной величины (10–20 м² на 1 г массы порошка).

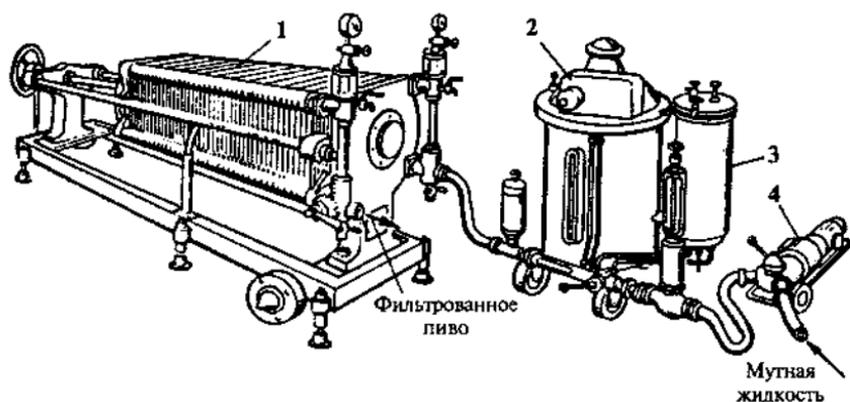


Рис. 74. Диатомитовый намывной фильтр Ш4-ВФД (общий вид)

Размер частиц колеблется от 2 до 100 мкм. Диатомитовый порошок химически устойчив вследствие высокого содержания в нем кремнезема SiO_2 (не менее 80%).

Фильтрующий порошок, получают при размалывании термически обработанной стекловидной горной породы вулканического происхождения, называемой перлитом. При нагревании перлита до $960-1100^\circ\text{C}$ в результате выделения водяных паров и газов он вспучивается, и первоначальный объем увеличивается примерно в 20 раз. Полученную массу измельчают, отсеивают по фракциям и упаковывают в мешки. Фильтроперлит имеет почти белый цвет, пористость его 80–85%, плотность $150-300 \text{ кг/м}^3$.

Рамный фильтр Ш4-ВФД — аппарат периодического действия (рис. 74). Он включает в себя собственно фильтр 1, дозатор фильтровального порошка 2, расходомер 3 и насос 4 с приводом. Сам фильтр смонтирован на передвижной тележке, состоит из упорной плиты, опорных балок, на которых подвешены прямоугольные плиты с рифленой поверхностью, рамы и нажимная плита. При сборке между пластиной и рамой прокладывают листы целлюлозного картона, предварительно замоченные в течение 20–30 мин в горячей воде. Листы картона служат опорной поверхностью для намывания слоя фильтровального порошка. Комплект плит и рам сжимают с помощью нажимной плиты и устройства, включающего червячный редуктор с электродвигателем.

По конструкции фильтр Ш4-ВФД аналогичен заторному фильтр-прессу (см. рис. 48).

Дозатор фильтровального порошка представляет собой цилиндрический сосуд, снабженный мешалкой, загрузочным бункером для фильтровального порошка, мембранным насосом с электродвигателем и мерной линейкой. Количество дозируемого фильтровального порошка регулируют поворотом ручки, расположенной на приводе дозатора.

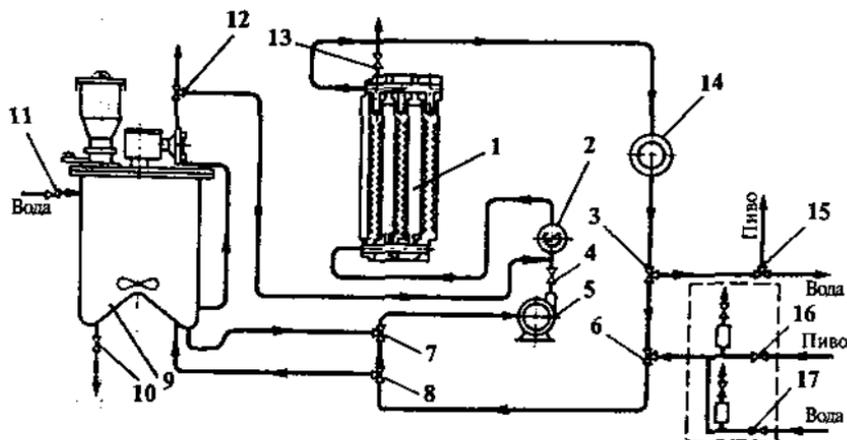


Рис. 75. Схема работы диатомитового фильтра Ш4-ВФД

На рис. 75 представлена схема работы фильтра. Подготовленный к работе Ш4-ВФД заполняют водой через краны 6, 7, 8, 17 при открытом воздушном кране 13 и кране 4. Одновременно включают подачу воды через кран 11 в дозатор 9 и приступают к нанесению на листы опорного картона первого слоя фильтровального порошка путем прокачивания суспензии из дозатора.

Для приготовления суспензии в бункер дозатора засыпают фильтровальный порошок (диатомит сорта А), из расчета 0,6 кг на 1 м² фильтрующей поверхности. Затем дозирующий механизм на дозаторе и трехходовые краны 3, 6, 7 и 8 устанавливают в положение, обеспечивающее циркуляцию жидкости насосом 5 по замкнутому контуру через дозатор 9. Краны 13 и 17 в это время закрыты. Суспензию фильтровального порошка прокачивают до тех пор, пока вода в смотровом стекле 14 станет прозрачной. После чего наносят второй фильтрующий слой порошка (диатомит сорта Б) из расчета 0,7 кг на 1 м² фильтрующей поверхности.

После нанесения фильтрующего слоя приступают к фильтрованию пива. Для этого трехходовые краны 7 и 8 устанавливают в положение, обеспечивающее проход пива через них, минуя дозатор 9, открывают кран 16, вытесняют воду из фильтра 1 через кран 15 и переводят его в положение «Пиво». Кран 12 открывают для подачи суспензии фильтровального порошка в поток пива. Расход порошка 1,5–2 кг на 1000 дм³ пива. При нормальной работе дозатора в окне расходомера 2 видно поступление фильтровального порошка в пиво. В зависимости от степени осветления дозу порошка можно регулировать.

Пиво фильтруют до момента, когда давление в фильтре повысится до 0,5 МПа или резко упадет скорость фильтрования. Тогда подачу пива прекращают и вытесняют его из фильтра водой, закрывая кран 16 и открывая кран 17. Насос останавливают и фильтр раскрывают,

включая привод зажимного механизма, отводящий нажимную плиту. Рамы и плиты фильтра промывают холодной водой, удаляя слой диатомита с отфильтрованным осадком в канализацию.

При необходимости суспензию и промывные воды спускают из резервуара дозатора через кран 10.

Затем фильтр, дозатор и трубопроводы (шланги) промывают холодной, а затем горячей водой (85–90°C) в течение 15–20 мин. Горячую воду вытесняют холодной и фильтр оставляют заполненным водой до следующего цикла фильтрования.

Если опорный картон будет использоваться в следующем цикле, то его промывают водой в направлении, обратном потоку пива, пропуская за 1 ч до 100 дал воды.

Периодически вся фильтрационная установка дезинфицируется и затем промывается водой. Опорный картон не дезинфицируют, так как после этого для дальнейшего использования он не пригоден.

Фильтры Ш4-ВФД выпускают производительностью: 5000, 6000, 8000, 12000, 15000, $\text{дм}^3/\text{ч}$ и площадью поверхности фильтрования соответственно: 22, 25, 33, 50, 60 м^2 .

Для повышения степени осветления пива в последнее время используют фильтры с малым размером фильтровальных пор. Для этого применяют патронные диатомитовые фильтры или пластинчатые фильтры. Патронные диатомитовые фильтры – это цилиндрический аппарат с коническим днищем. На закрепленные внутри перфорированные патроны намывают слой фильтровального порошка и пропускают через него под давлением пиво. По мере накопления осадка производительность фильтра снижается, тогда фильтр останавливают и обратным потоком воды промывают его, смывая слой осадка с поверхности фильтрующих элементов в канализацию.

Для подачи пива из цеха дображивания на сепарирование и фильтрование, а также осветленного пива в сборники перед розливом и на розлив используют специальные насосы с регулятором давления. Из танка пиво поступает в насос под избыточным давлением 0,04–0,05 МПа, насос подает его на осветление под большим давлением, но не превышающим 0,2 МПа. Регулятор давления насоса устанавливают на определенное давление, которое он и поддерживает в системе постоянным, независимо от количества перекачиваемого пива и даже при прекращении его подачи.

На эффективность, скорость фильтрования и периодичность регенерации фильтрующих элементов влияют содержание в пиве дрожжей и белково-полифенольных комплексов, β -глюкана, коагулируемого азота, правильный выбор фильтровального порошка. Перед фильтрованием целесообразно осветлять пиво сепарированием или удалять взвешенные частицы адсорбентами, содержащими коллаген, а также технологическими приемами, например обработкой сушла ферментными препаратами с глюконазой активностью. Первый намываемый слой фильтровального порошка должен иметь крупные

частицы, последний слой — тонкодисперсный. Чем мельче частицы последнего намываемого слоя, тем выше эффективность осветления и меньше производительность фильтра из-за забивания пор фильтра. Выбор правильного соотношения фракций фильтровального порошка позволит получить наибольшую эффективность осветления при оптимальной производительности.

Подготовка пива к розливу

Карбонизация пива. Если пиво насыщается CO_2 в процессе брожения и дображивания, то это естественная карбонизация, зависящая от температуры среды и избыточного давления. Искусственную карбонизацию, когда диоксид углерода подают в пиво извне, проводят в том случае, если в нем после дображивания содержится мало CO_2 или если потери газа при подготовке пива к розливу были значительными.

Перед карбонизацией пиво охлаждают до температуры, близкой к нулю в противоточном теплообменнике, установленном после фильтра или сепаратора, а затем направляют в карбонизатор, предназначенный для насыщения пива диоксидом углерода в непрерывном потоке.

Карбонизатор (рис. 76) состоит из корпуса 3, шнека 4 и пористой металлокерамической трубки 2, служащей для диспергирования пузырьков CO_2 , и трубопроводов. Охлажденное пиво поступает в корпус 3 под давлением 0,05–0,07 МПа. Направляемое шнеком оно омывает металлокерамическую трубку 2, через которую от трубопровода 1 под давлением 0,1–0,3 МПа подается диоксид углерода. Пиво смешивается с тонкодиспергированным газом, часть которого растворяется в нем. Поступление CO_2 в виде мельчайших пузырьков создает большую площадь соприкосновения жидкости и газа и способствует карбонизации пива (насыщению диоксидом углерода).

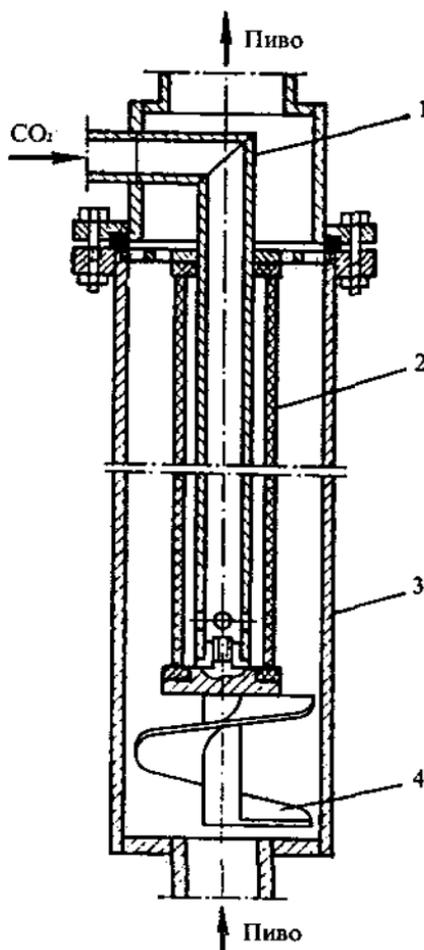


Рис. 76. Карбонизатор пива

При выходе из карбонизатора содержание CO_2 в пиве составляет 0,35–0,40% масс.

На карбонизацию 1 дал пива расходуется до 15 г CO_2 , который доставляют на завод в баллонах.

Выдержка осветленного пива. Осветленное пиво представляет собой жидкость, пересыщенную диоксидом углерода. При переходе пива из спокойного состояния в аппаратах для дображивания к турбулентному перемешиванию в пивопроводах, насосе, сепараторе, фильтре неустойчивое равновесие жидкость – газ нарушается, и часть растворенного диоксида углерода выделяется в виде газа. Чтобы восстановить имевшийся уровень пересыщения CO_2 осветленное пиво (после сепаратора и фильтра) направляют в приемные сборники, где выдерживают в течение 4–12 ч при избыточном давлении CO_2 не ниже 0,1 МПа и температуре 0–2°C. В этих условиях происходит дополнительное растворение CO_2 и восстанавливается прежнее качество пива.

При наполнении и освобождении сборников осветленного пива во избежание окисления применяют только диоксид углерода. Использование сжатого воздуха вместо диоксида углерода приводит не только к потере пивом CO_2 , но и к насыщению воздухом, что снижает стойкость и качество пива.

Приемные сборники осветленного пива должны иметь манометры, предохранительные клапаны (шпунт-аппараты), вакуум-прерыватели и нижние люки. Они выполняют также роль мерников, поэтому должны быть градуированы, и иметь специальные прикрепленные мерные рейки и стекла, в которых виден уровень пива.

Сборники размещают в изолированном от других цехов охлаждаемом помещении, в котором поддерживается температура около 1°C, или сборники снабжают поверхностью охлаждения.

Наличие на заводе приемных сборников для осветленного пива создает определенные удобства в работе. При достаточном числе таких сборников осветление пива проходит независимо от возможностей розлива. Создаются благоприятные условия при работе разливочных линий в две смены. Одновременно можно разливать несколько сортов пива и быстро переключать розлив с одного сорта пива на другой.

Каждый сборник, заполненный готовым пивом, количественно сдается цехом дображивания и принимается цехом розлива.

Мойка тары и розлив пива

Мойка тары перед розливом. Осветленное и хорошо насыщенное диоксидом углерода пиво разливают в деревянные и алюминиевые бочки, кеги, автотермоцистерны и бутылки, которые перед наполнением тщательно осматривают и моют.

Мойка бочек. Поступающие на завод бочки перед мойкой тщательно осматривают снаружи и внутри. Для осмотра внутри в бочку через донное отверстие вводят светильник. При наличии пробок и

других посторонних предметов их вынимают стальным стержнем с заостренным концом через наливное отверстие. Если нарушен защитный покров смолки, бочку направляют на его восстановление.

Внутреннюю поверхность деревянных бочек, изготовленных из дубовой или буковой клепки, покрывают пивной смолкой, изготовленной из канифоли, парафина и растительного масла. Благодаря этому вкусовые свойства и стойкость пива при нахождении в бочках не изменяются.

Моют бочки на механизированной установке или автомате. При мойке на автомате бочка проходит несколько операций, передвигаясь с одной на другую с помощью двух параллельных планок и кривошипного механизма. Последовательность операций на автомате следующая: бочка на 1/4 наполняется горячей водой, вращаясь на роликах вокруг своей оси, моется внутри, чистится снаружи щетками при одновременном ополаскивании водой, освобождается от грязной воды, промывается шприцами два раза горячей водой (45–55°C) и один раз холодной под давлением 0,15–0,2 МПа.

Вымытую бочку тщательно осматривают, наглухо закрывают донное отверстие, а наливное (боковое) слегка прикрывают деревянной пробкой, после чего подают на розлив.

При мойке деревянных бочек температура горячей воды не должна превышать 55°C во избежание порчи внутреннего покрытия. Алюминиевые бочки моют водой температурой 65–70°C. Расход воды на мойку 100 бочек составляет 2–3 м³.

Мойка автотермоцистерн. Поступающие под налив автотермоцистерны, называемые пивовозами, моют на специальных площадках, где их сначала освобождают от остатков продукта и дрожжевого осадка, для чего открывают спускной кран, затем промывают водопроводной водой, подаваемой под избыточным давлением (не менее 0,2 МПа), и механическими щетками. Вымытые цистерны пропаривают 5–6 мин при закрытом люке и затем снова ополаскивают водой.

Новые автотермоцистерны перед эксплуатацией сначала моют холодной водой, ополаскивают 5–6%-ным раствором азотной кислоты и затем промывают горячей и холодной водой.

Чистоту цистерны определяют по отсутствию пены в вытекающей промывной воде и по прозрачности остаточной воды при налив в стакан.

Мойка бутылок. Пивные бутылки изготавливают из прочного прозрачного стекла коричневого, темно-зеленого или оранжевого цвета, не пропускающего вредных для пива некоторых цветов спектра солнечного света. Солнечный свет интенсифицирует в пиве некоторые химические реакции, в результате которых образуются вещества с неприятным запахом.

Новые и поступающие от потребителей бутылки проверяют перед световым экраном, отбирают дефектные, нестандартные и сильно загрязненные. Бутылки, прошедшие контроль, направляют на мойку

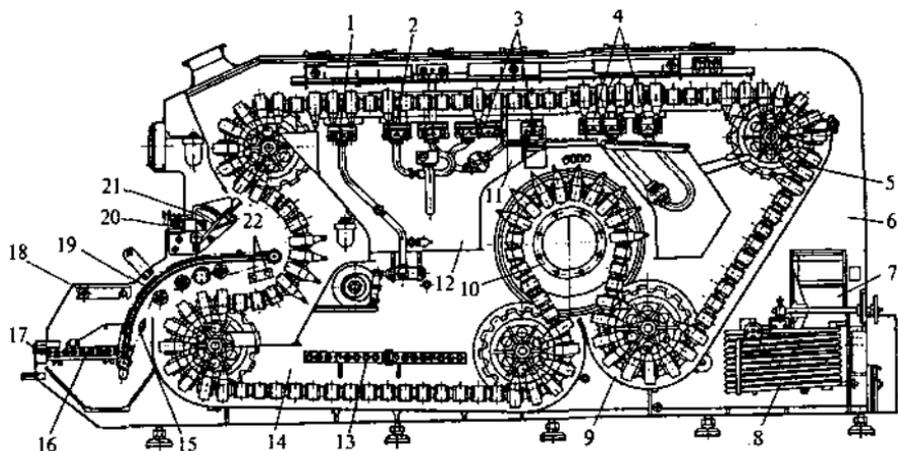


Рис. 77. Бутылкомоечный автомат АММ-6 (продольный разрез)

в бутылкомоечный автомат. В зимнее время бутылки перед подачей на мойку предварительно выдерживают в теплом помещении для обогрева. Это способствует снижению боя.

На рис. 77 представлена схема бутылкомоечного автомата АММ-6. Кассеты для бутылок закреплены на двух втулочно-роликовых цепях 5, образующих бесконечный конвейер. Цепи конвейера обкатываются по пяти парам звездочек, из которых одна пара является ведущей. После схода со звездочек цепи перекаатываются на роликах по направляющим, приваренным к стенкам корпуса автомата.

В нижней части корпуса 6 автомата, выполненного из листовой стали, имеются две ванны 9 и 14 для отмачивания бутылок. В верхней части корпуса расположены шприцевальные устройства 1, 2, 3 и 4 для обработки бутылок щелочными растворами, теплой и холодной водой, а также ванны 11 и 12 для приема моющих жидкостей после шприцевания.

В нижних щелочных ваннах установлены теплообменники 8 и 13 для нагревания щелочных растворов и сетчатый барабан 7 для улавливания из раствора смытых этикеток. Воду в верхней водяной ванне нагревают паром через барботер. Механизм загрузки выполнен в виде ряда валиков 16, вращающихся в одном направлении. Вращаясь, валики стола загрузки переносят грязные бутылки с пластинчатого транспортера 17 к криволинейным направляющим 19, по которым поперечные планки 15 задвигают их в очередную кассету. В кассете помещается 16 бутылок.

Чистые бутылки из кассеты выгружаются на наклонные желоба механизма разгрузки 21, устанавливаются им в вертикальное положение и сталкиваются на пластинчатый транспортер 20.

Для мойки бутылок в автомате установлен ступенчатый температурный режим с постепенным повышением и последующим пони-

жением температуры моющих жидкостей. При резком перепаде температур увеличивается бой бутылок. Жесткость воды, предназначенной для мытья бутылок, предпочтительна до 1,8 ммоль/дм³.

В бутылкомоечном автомате установлен следующий порядок мойки бутылок.

На столе загрузки бутылки орошаются теплой водой (температура 25–30°С), стекающей из ванны 12 в оросительную трубу 18. При этом бутылки подогреваются, и часть загрязнений смывается.

Перед первой отмывочной ванной бутылки обливают из труб 22 слабощелочной водой, стекающей из ванны 11, температурой 40–45°С. Вода, используемая на столе загрузки и перед первой отмочной ванной, сильно загрязнена и поэтому ее спускают в канализацию.

В первой щелочной ванне 14 происходит отмачивание загрязнений в 1,8–2%-ном щелочном растворе (раствор NaOH с добавлением Na₂CO₃) при температуре 60–65°С.

После выхода из ванны 14 кассеты обкатываются по барабану 10, и в это время бутылки шприцуются из форсунок щелочным раствором температурой 60–65°С для удаления этикеток.

Во второй щелочной ванне 9 загрязнения на бутылках отмачиваются в 1,8–2%-ном щелочном растворе при температуре не ниже 80°С. В качестве моющего раствора могут использоваться также кальцинированная сода Na₂CO₃, тринатрийфосфат Na₃PO₄, жидкое стекло Na₂O·nSiO₂.

На верхнем горизонтальном участке трассы бутылки подвергаются многократному шприцеванию изнутри под избыточным давлением 0,3 МПа и обливанию снаружи горячим щелочным раствором температурой 60–65°С, теплой и холодной водой температурой соответственно 40–45, 25–30 и 15–18°С.

Вымытые и охлажденные бутылки проходят несколько позиций для стока воды, а затем выпадают из кассеты на стол разгрузки.

Бутылкомоечные автоматы АММ-6, АММ-12 и Б6-ВМГ-24 выпускаются производительностью 6, 12, 24 тыс. бутылок в час и предназначены для мойки бутылок вместимостью 0,5 и 0,33 л.

Расход воды на мойку бутылок в этих автоматах составляет соответственно: 6, 14 и 16 м³/ч; пара: 270, 460, 700 кг/ч. Масса автоматов: 12,7; 18,5 и 37 т.

Розлив пива. Пиво разливают в тару в изобарических условиях, т. е. когда оно находится при избыточном постоянном давлении. При розливе без давления пиво будет пениться, что приведет к потере CO₂ и неполному наливу в емкости.

Для розлива под давлением применяют изобарические разливные машины. Перед наполнением бочку или бутылку герметически закрывают. При этом емкости сообщаются только с газовым пространством пивного резервуара разливного аппарата. В результате в ней устанавливается давление, равное давлению в пивном резервуаре, и только после этого в емкость начинает поступать

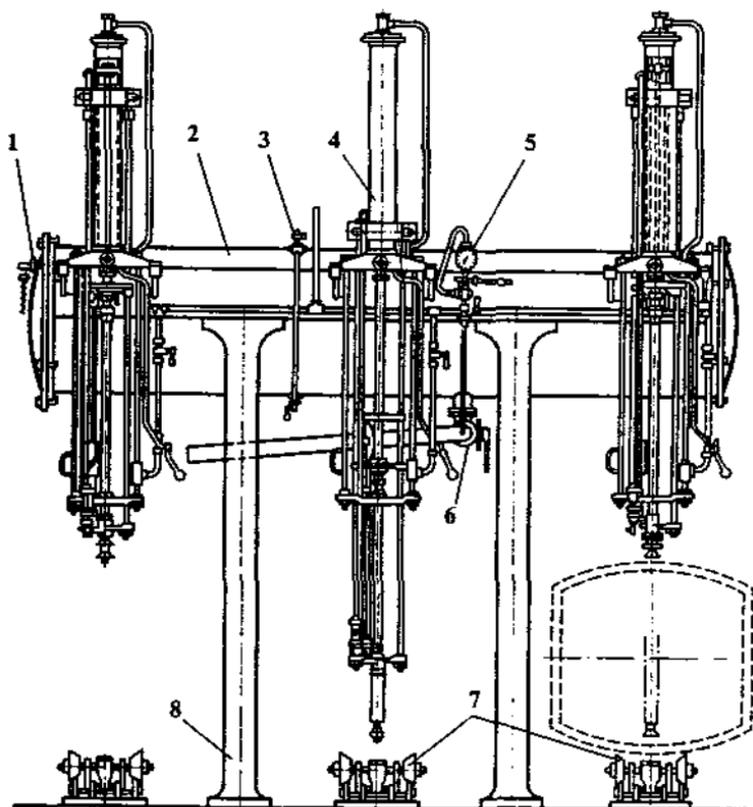


Рис. 78. Изобарическая машина для фасования пива в бочки

пиво. При этом вытесняемый пивом диоксид углерода (или воздух) вновь направляется в газовое пространство резервуара. При изобарическом розливе пиво почти не пенится и потери диоксида углерода минимальны.

Розлив пива в бочки и автотермоцистерны. Пиво разливают в деревянные бочки вместимостью 50 и 100 дм³ и в алюминиевые бочки вместимостью 100 дм³. Температуру пива при розливе поддерживают не выше 3°С.

На рис. 78 показана изобарическая машина с автоматическим выравниванием давления для фасования пива в бочки.

Машина состоит из двух, трех или четырех разливочных изобарических кранов 4, напорного резервуара 2 и станины 8. Напорный резервуар 2 оснащен полавковым регулятором уровня 1, указателем уровня 3, предохранительным клапаном 5 с манометром и кранами питающим 6 и газовым. Каждый разливочный кран оснащен приспособлением 7 для установки порожних и снятия наполненных бочек.

Производительность одного разливочного крана 160 дал/ч.

После заполнения деревянной бочки наливное отверстие плотно забивают деревянной пробкой. Пробки предварительно пропаривают, обрабатывают раствором хлорной извести и промывают водой. Алюминиевые бочки завинчивают металлическими пробками, обработанными 3%-ным раствором формалина.

На бочку наклеивают этикетку с указанием сорта пива и даты выпуска. На каждой бочке должно быть клеймо с обозначением ее полезной вместимости.

Широкое распространение получила бестарная перевозка пива в пивовозах. Пивовоз представляет собой цистерну эллиптической формы, изолированную снаружи пенопластом и смонтированную на шасси автомобиля с небольшим наклоном для удобства слива. Баллоны для сжатого диоксида углерода установлены в специальном ящике между кабиной автомобиля и цистерной. Заполнение цистерны на пивоваренном заводе и слив пива в торговых точках производят при давлении диоксида углерода до 0,05 МПа. Пиво, наливаемое в цистерну, должно иметь температуру 3–5°С.

Перед заполнением цистерны пивом (рис. 79) ее продувают CO_2 , для чего рукав 8 присоединяют к заводской магистрали диоксида углерода, открывают краны 9, 10 и один из кранов 6 или 7 в зависимости от того, какой из мерников (А или Б) заполнен пивом. Предположим, что пивом заполнен мерник Б. Тогда CO_2 из заводской магистрали по рукаву 8 через кран 9 по трубопроводу 3 будет поступать в цистерну, а воздух через кран 10, рукав 5 и кран 6 будет вытесняться в мерник А.

После окончания продувки цистерны кран 6 закрывают, а кран 7 открывают. Пиво из мерника Б по рукаву 5 и трубопроводу 4 начнет поступать в цистерну, а газ и пена через кран 9 по рукаву 8 будут вытесняться в мерник А. Цистерна заполняется пивом до тех

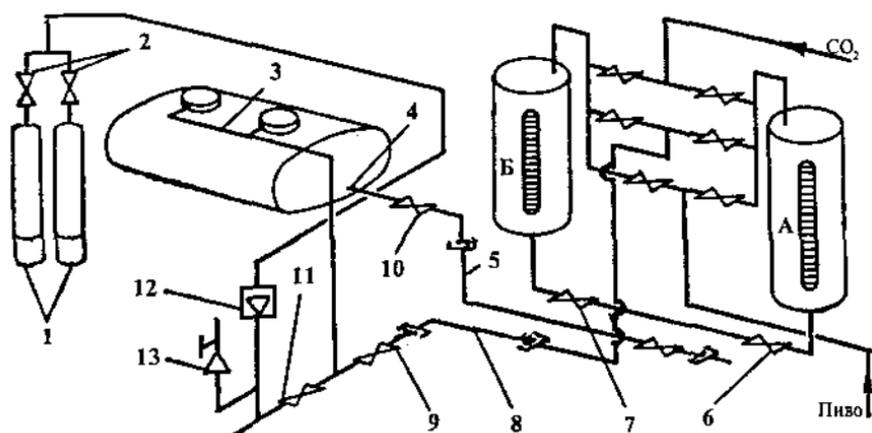


Рис. 79. Схема заполнения пивовоза на заводской станции налива

пор, пока из трубопровода 3 не появится чистая, без пены струя пива. После заполнения цистерны пивом краны 7, 9 и 10 перекрывают, рукава закрывают заглушками и укладывают в специальную камеру у цистерны.

Слив пива из цистерны в емкости торговой точки производится под давлением диоксида углерода, поступающего из баллонов 1 при открытых вентилях 2 и открытых кранах 10 и 11. Для предохранения цистерны от повреждения при повышении давления она оборудована шпунт-аппаратом 12 и редуктором 13 для CO_2 , отрегулированными на давление до 0,065 МПа.

Пивовозы выпускают вместимостью: 3300, 6000 и 12000 дм³.

Розлив пива в бутылки. Розлив пива в бутылки на автоматических линиях проводят на автоматах, связанных между собой пластинчатым транспортером. На линии последовательно осуществляются процессы мойки бутылок, розлива пива, укупорки, бракеража и этикетировки, укладки в ящики.

На заводах эксплуатируются линии розлива производительностью 6, 12 и 24 тыс. бутылок в час. Автоматическая линия розлива пива включает автомат для выемки пустых бутылок из ящиков, бутылкомоечную машину, разливочный автомат, укупорочный автомат, бракеражный полуавтомат, этикетировочный автомат и автомат для укладки наполненных пивом бутылок в ящики или контейнеры. При работе на таких моечно-разливочных линиях исключается ручной труд.

Температуру пива при розливе поддерживают не выше 3°C. Пивопроводы до разливных машин должны быть теплоизолированы.

Бутылки наполняют пивом при противодавлении, создаваемом диоксидом углерода, укупоривают их кронен-пробкой, в которой имеется прокладка из натуральной или прессованной пробки, а также из специальной полимерной пасты. Пробковая прокладка должна быть чистой, не плесневелой, а лаковое покрытие на колпачке без повреждений. Перед укупоркой кронен-пробки пропаривают или дезинфицируют в 2%-ном растворе формалина, а затем тщательно промывают водой.

При бракераже полуавтомат переворачивает бутылки с пивом горлом вниз перед световым экраном для просмотра их бракером. Бутылки неполного налива, плохо укупоренные или с механическими включениями, отбирают, раскупоривают, и пиво возвращают в производство.

После бракеража следующий автомат наклеивает на коническую или цилиндрическую части бутылки этикетку, на которой указаны название пива, наименование и местонахождение изготовителя, товарный знак (при его наличии), экстрактивность начального сусла, минимальная величина объемной доли этилового спирта, состав пива, срок годности, условия хранения, объем (в л), пищевая ценность, обозначение ГОСТа или ТУ, в соответствии с которым выпущен продукт. Дополнительно можно наносить надписи информационного

и рекламного характера. Для наклейки этикеток используют декстриновый клей, обладающий хорошей клеящей способностью и быстрой отмываемостью в теплой воде.

После наклеивания этикеток бутылки укладывают в чистые ящики или контейнеры.

Способы повышения стойкости пива

Понятие о стойкости пива. О качестве пива судят по его прозрачности и блеску. При хранении пиво начинает мутнеть, что обусловлено как физико-химическими превращениями, так и развитием микроорганизмов. Поэтому различают коллоидную (физико-химическую) и биологическую стойкость пива.

Стойкость пива — это способность его противостоять помутнению. Под стойкостью понимают время в сутках, в течение которого пиво остается прозрачным при 20°C.

В готовом пиве нельзя оставлять много сбраживаемого экстракта. Чем меньше разница между степенью сбраживания готового пива и конечной степенью сбраживания, тем выше его биологическая стойкость. Если между этими величинами имеется большая разница, то микроорганизмы готового пива будут размножаться на сбраживаемых веществах готового пива и образовывать муť, снижая тем самым его биологическую стойкость.

В разлитом непастеризованном пиве остается некоторое количество бактерий, диких и культурных дрожжей, которые в дальнейшем начинают размножаться, что снижает его биологическую стойкость и вызывает помутнение. Примерный состав муťи пива: белковые вещества 14–77%, полифенольные вещества 1–55%, углеводы 2–80%, минеральные вещества 1–14%.

К *коллоидным помутнениям* относятся белковые, клейстерные и оксалатные. Причиной белковых помутнений являются высокомолекулярные денатурированные белковые вещества, которые остались в осветленном пиве. Они не обладают стойкостью и при изменении температуры или кислотности среды легко выпадают (коагулируют) в осадок. Возможно также металлобелковое помутнение, когда растворяющийся в пиве металл образует с белками нерастворимые комплексы, выпадающие в осадок.

Причиной клейстерных помутнений является неполный гидролиз крахмала при затирании солода и несоложенных материалов или промывание дробины в фильтрационном аппарате водой температурой выше 80°C, когда негидролизированный крахмал дробины растворяется и поступает в суловарочный аппарат. В ходе брожения, когда в пиве повышается концентрация спирта, промежуточные продукты гидролиза крахмала образуют осадок. Если клейстерная муť обнаружена во время дображивания, то для ее устранения в аппарат дображивания добавляют солодовую вытяжку или амилазу (фермент).

Оксалатное помутнение связано с образованием нерастворимого оксалата кальция (кальциевая соль шавелевой кислоты). При осветлении пива оксалат кальция легко удаляется.

По ГОСТу стойкость для непастеризованного пива должна быть не менее 8 сут, непастеризованного обеспложивленного и пастеризованного — не менее 30 сут. Стойкость пива с экстрактивностью начального сусла 23% должна быть не менее 30 сут для непастеризованного и не менее 60 сут для обеспложивленного и пастеризованного.

Для повышения стойкости пива его обрабатывают стабилизаторами, пастеризуют и подвергают обеспложивляющему фильтрованию.

Повышение биологической стойкости пива. Биологическое помутнение пива обусловлено наличием микроорганизмов. В пиве могут находиться бактерии *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Obesumbacterium*, *Zymomonas anaerobia*, уксуснокислые бактерии *Acetomonas* и *Acetobacter*, бактерии группы кишечной палочки *Klebsiella* и *Escherichia*, дикие дрожжи, а также дрожжи, которыми проводилось сбраживание. Предотвратить биологическое помутнение пива можно обеспложивляющим (стерилизующим) фильтрованием или термообработкой — пастеризацией, а также электрофизической обработкой.

Обеспложивающее фильтрование проводят после предварительного фильтрования на диатомитовом фильтре, используя пластинчатые фильтры, на которых устанавливают пластины из полимерных материалов с размером пор 0,2–1 мкм. Чем меньше диаметр пор фильтрующей мембраны, тем выше стерилизующий эффект и ниже производительность фильтра. Для удаления *Lactobacillus* и *Pediococcus* достаточно мембран с порами 0,45 мкм.

Пастеризация пива — это наиболее распространенный способ увеличения его стойкости. Пиво пастеризуют как в бутылках, так и в непрерывном потоке. Под влиянием высокой температуры большая часть микроорганизмов погибает, а термоустойчивые бактерии настолько ослабевают, что становятся почти неспособными к размножению. Эффект уничтожения микроорганизмов при пастеризации оценивают в пастеризационных единицах (ПЕ).

За одну пастеризационную единицу принята скорость уничтожения микроорганизмов при выдержке пива в течение 1 мин при температуре 60°C.

Вычисляют ПЕ по формуле

$$ПЕ = \tau \cdot 1,393^{t-60},$$

где τ — продолжительность пастеризации, мин; t — температура пастеризации, °C.

Для достижения стерильности пива с концентрацией начального сусла 12–13% достаточно 12–25 ПЕ, но в производственных условиях тепловая обработка часто достигает 30 ПЕ и более, т.е. пиво обрабатывается избыточно.

При нагревании повышается скорость многих химических превращений, в результате изменяются вкус, аромат и цвет пива. Из-

за превращения полипептидов и полифенолов возникает опасность коллоидного помутнения пастеризованного пива. Поэтому на пастеризацию направляют только специально приготовленное для этих целей пиво.

В пастеризованном пиве возможно появление хлебного привкуса, что обусловлено повышенным содержанием несброженных углеводов. Этому способствует растворенный в пиве кислород. Если термообработка кратковременная, то хлебный привкус не появляется.

Пиво в бутылках пастеризуют в погружных или душевых (оросительных) пастеризаторах, главным образом, туннельного типа, где температуру пива доводят до 63°C. По температурному режиму пастеризатор разделен на зоны. Для пастеризатора с семью зонами общая продолжительность цикла составляет 60 мин. В таблице 26 приведен режим пастеризации пива в бутылках.

Таблица 26

Зона пастеризации	Температура воды в пастеризаторе, °С	Продолжительность выдержки пива, мин
1	46...48	8
2	67...68	12
3	65	20
4	48...46	6
5	33...24	6
6	24...16	6
7	16...12	2

Для устранения отрицательного влияния тепловой обработки на вкус применяют пастеризацию в непрерывном потоке при температуре 68–74°C. Для этого используют двухсекционные пластинчатые пастеризаторы, в одной секции которых пиво обрабатывают нагреванием (толщина слоя 3 мм) в течение 30–40 с, в другой — охлаждают до 0°C. При пастеризации в непрерывном потоке вкус и запах пива практически не изменяются.

После пастеризации и охлаждения пиво подают на розлив в бутылки. При этом важно соблюдать полную стерильность процесса, оборудования, бутылок, укупорочных материалов, пивопроводов.

Розлив, при котором принимаются все меры по предотвращению попадания в пастеризованное пиво микроорганизмов, называют асептическим (свободный от микроорганизмов). При пастеризации пива в пластинчатом пастеризаторе и асептическом розливе достигается биологическая стойкость пива в течение 6–12 мес.

Предложены, но не получили широкого распространения электрофизические способы обработки пива: воздействием электромагнитных полей высоких (ВЧ) и сверхвысоких (СВЧ) частот, инфракрасным, ультрафиолетовым излучением, ультразвуком.

Повышение коллоидной стойкости пива. Коллоидное помутнение бывает двух видов: помутнение, появляющееся при охлаждении пива до 0°С и исчезающее при нагревании до 20°С (холодная муть), и постоянное помутнение, появляющееся при хранении в условиях комнатной температуры. Фильтрованием эти виды помутнения не удаляются. Основной частью муты являются полипептиды и полифенольные вещества. Поэтому достичь повышения коллоидной стойкости пива можно снижением концентрации этих веществ. Однако полное удаление их нежелательно, так как может привести к ухудшению пеностойкости и вкуса пива. Коллоидную стойкость пива увеличивают адсорбционными, химическими способами, а также обработкой ферментными препаратами.

Химические способы применяют редко. Среди них известно добавление к суслу перед кипячением или в молодое пиво при перекачивании на дображивание танина (галлотаниновой кислоты), который образует с полипептидами легко отфильтровываемые комплексы. Также возможно применение перекиси водорода, под влиянием которой полимеризуются полифенолы, которые после соединения с белками образуют нерастворимые соединения, удаляемые фильтрованием. Перекись водорода добавляют в воду для затирания или в сусло. Формальдегид, добавляемый в процессе затирания или солодоращения, снижает количество антоцианогенов — наиболее мутеобразующей части полифенолов.

Для приготовления пива длительного хранения применяют антиоксиданты: аскорбаты, соли сернистой кислоты, устраняющие вредное влияние кислорода. Аскорбиновую кислоту вносят в готовое пиво в количестве 0,1–0,5 г/дал.

Ферментные препараты применяют для повышения коллоидной стойкости пива. Наиболее простым способом повышения коллоидной стойкости пива является расщепление белков протеолитическими ферментами, которые добавляют в пиво во время дображивания или во время осветления в сборнике перед розливом, что снижает возможность белково-полифенольного (холодного) помутнения.

Известны различные ферментные стабилизаторы Амилоризин, Амилосубтилин, Проторизин, Протосубтилин, Чилко (папаин), Профикс и др. для обработки пива. Все они содержат активные протеиназы, действующие в слабокислой среде. Добавляют их после главного брожения в молодое пиво или после дображивания перед фильтрованием.

Для удаления кислорода, содержащегося в пиве, используют ферментную систему глюкозооксидаза — каталаза; действие которой заключается в следующем. Первый фермент — глюкозооксидаза способствует окислению содержащейся в пиве глюкозы до глюконовой кислоты. Второй фермент (каталаза) расщепляет до воды и кислорода перекись водорода, образовавшуюся в ходе реакции. Освободившийся во второй реакции кислород вовлекается в первую реакцию. Таким образом, обе реакции протекают до полного расходования кислорода или глюкозы.

Ферментная система глюкозооксидаза — каталаза повышает биологическую стойкость непастеризованного пива до 2 мес, так как при недостатке в пиве кислорода размножение дрожжей и других микроорганизмов приостанавливается. Добавлять эти ферменты в пиво следует перед пастеризацией, так как под действием ферментов теряется кислород, что препятствует протеканию реакций окисления при пастеризации, которые также являются причиной помутнения пива.

Стабилизаторы применяют отдельно или вместе с антиоксидантом — аскорбиновой кислотой.

В последнее время широкое распространение получают *адсорбционные способы* стабилизации пива. В качестве адсорбентов используют вещества, удаляющие полипептиды или полифенолы.

Например, препараты на основе силикагеля, содержащего SiO_2 , связывают полипептиды и осаждают их, не влияя на пеностойкость пива. Обычно их добавляют в дозатор перед фильтрованием в количестве 5—15 г/дал. Различают гидрогели — водорастворимые силикагели, влажность которых более 50%, и ксерогели — сухие гели с влажностью ниже 50%. Силикагели получают обработкой серной кислотой силиката натрия, в результате чего образуются высокопористые препараты кремниевой кислоты с большой площадью поверхности 300—1000 м²/г размером пор 3—3,5 мкм. Продолжительность осветления пива силикагелем несколько секунд, но для повышения эффективности действия их можно вносить в сборник с готовым пивом и выдерживать в течение суток, а затем фильтровать.

Среди силикагелей синтетического происхождения известны стабификс, стабиквик, луцилит, интергарант, косуби. Известен также природный алюмосиликат — бентонит, но при его применении в пивоварении увеличиваются потери пива. В последнее время стали применять осветлители пива, полученные из высушенных плавающих пузырей некоторых рыб, содержащих коллаген, который с дрожжевыми клетками образует осадок в пиве. Препараты вносят в пиво за 1—2 дня до окончания выдержки.

Полифенолы в пиве можно адсорбировать органическими веществами: нейлоновым порошком, поливинилпирролидоном (ПВП), поливинилполипирролидоном (ПВПП). Полимер ПВПП — порошок белого цвета, состоит из тех же мономеров, что и ПВП, но имеет более разветвленную структуру. В щелочной среде вещества, адсорбированные на ПВПП, могут переходить в раствор, и это свойство используют для его регенерации. ПВПП можно использовать, добавляя к кизельгuru после нанесения последнего на поверхность в качестве фильтрующего слоя. Дозировка ПВПП составляет 1,5—2 г/дал при однократном его применении или 3,5—4 г/дал после его регенерации. Наряду с полифенолами ПВПП адсорбирует азотистые вещества в составе полипептидно-полифенольных комплексов. Время контакта его с пивом должно быть не менее 5 мин.

Для более эффективной стабилизации пива применяют комбинированную обработку пива на разных стадиях, например, вносят ферментный препарат протеолитического действия в начале брожения, затем обрабатывают ПВПП и силикагелем.

Оценка качества пива

§ 1. Основные показатели качества пива

Пиво производят трех типов: светлое, полутемное, темное. По способу обработки его подразделяют на непастеризованное и пастеризованное.

Качество пива характеризуется прозрачностью, цветом, ароматом, вкусом и пенообразованием.

Прозрачность. Пиво, налитое в бокал, должно быть прозрачным, производить приятное впечатление и удовлетворять эстетическим требованиям. При просматривании на свет через стекло светлое пиво должно искриться и давать блеск.

В пиве допускается легкая опалесценция (еле заметная муть). Различают кристаллическую, белковую, клейстерную и бактериально-дрожжевую опалесценцию. Кристаллическая опалесценция обусловлена наличием оксалата кальция и полностью устраняется фильтрованием.

Белковая опалесценция появляется при переработке солода пониженного качества, а также при нарушении режима затирания и кипячения суслу. При подщелачивании она исчезает.

Клейстерная опалесценция зависит от неполноты осахаривания затора и обнаруживается в пробе с иодом.

Дрожжевую и бактериальную опалесценцию обнаруживают при рассматривании пробы пива под микроскопом.

Цвет. По цветности пиво разделяют на светлое, полутемное и темное с характерным для каждого сорта оттенком. Светлое пиво должно иметь светло-золотисто-желтый цвет. Считают, что светлый цвет является показателем тонкого нежного вкуса. К темным сортам пива предъявляют менее жесткие требования, однако, в них должна быть определенная взаимозависимость цвета с вкусовыми свойствами.

Цвет каждого сорта пива должен быть постоянным. Зависит он от химического состава солода, хмеля и воды, а также от режима приготовления суслу и пива.

Аромат. Типичные сорта пива различаются между собой ароматом. Для светлых сортов пива характерен хмелевой, а для темных — солодовый аромат. Микроорганизмы в пиве могут вызвать появление постороннего запаха.

Пиво, приготовленное из солода с низким содержанием ароматических веществ, обладает неполноценным ароматом и цветом. Если аромат фруктовый, банановый, парфюмерный, то в таком пиве избыточное содержание эфиров, что происходит из-за слишком низ-

кого или высокого содержания аминного азота в сусле. Причиной этого может быть также высокая концентрация начального сусла, низкая интенсивность аэрации при брожении, слабое размножение дрожжей, высокая температура брожения.

Для гармоничного аромата должно быть определенное соотношение высших спиртов и эфиров: для пива, приготовленного классическим способом, оно составляет (2,5–3):1, а для пива, сброженного в ЦКБА – (4–5):1. Поэтому для получения в ЦКБА оптимального соотношения в готовом пиве высших спиртов и эфиров необходимо соотношение высоты к диаметру выдерживать 2:1, а не 3:1 и более, как это часто встречается на заводах.

Избыток ацетальдегида (уксусный альдегид) сообщает пиву аромат зеленых яблок. Он является промежуточным продуктом брожения, его пороговая концентрация 10 мг/дм³. При продолжительном дображивании содержание ацетальдегида в готовом пиве снижается до 2, а при коротком остается около 20 мг/дм³. Бактериальная инфекция *Zymomonas* и дикими дрожжами, а также автолиз дрожжей приводят к повышению содержания ацетальдегида. Иногда наблюдается синергический эффект с эфирами, и хотя его содержание ниже порогового, но аромат зеленых яблок в пиве ощущается.

Аромат травы и сена наблюдается в пиве, приготовленном из солода, хранившегося в неблагоприятных условиях.

В пиве, приготовленном на воде с высоким рН, или при избыточном растворении белка в солоде (число Кольбаха более 45%), появляется аромат муки. Может наблюдаться также и при переработке озимых ячменей.

Аромат охмеленного сусла в пиве обусловлен недостаточно интенсивным кипячением сусла с хмелем или при получении низкоалкогольного пива с коротким циклом брожения.

Карамельный аромат, запах мелассы и горький привкус появляются при термическом разложении сахаров в процессе кипячения сусла или в результате пригорания заторной массы из-за перегрева поверхности корпуса заторного аппарата.

Дрожжевой аромат обусловлен избыточным количеством дрожжей, поступивших на дображивание, или их ослабленностью из-за большого числа генераций, а также высокой температурой дображивания.

Фенольный, хлорфенольный, лекарственный, карболовый запахи могут появляться из-за избыточного количества дезинфицирующих веществ, содержащих галогены, которые реагируют с фенолами, образуя хлорфенол или иодифенол. Это же происходит при использовании хлорированной воды на затирание или под действием бактериального загрязнения пива *Enterobacter*.

Диацетильный запах творога и сывортки возникает при инфицировании пива лактобациллами или педиококками, а также при недостаточном превращении ацетоина и 2,3-бутандиола. Наиболь-

шее содержание диацетила появляется в пиве, полученном из сусла с недостаточным содержанием аминного азота, особенно при использовании больших количеств несоложенных материалов. Наличие диацетильного запаха способствуют также избыточное поглощение кислорода воздуха при передаче молодого пива на дображивание, большая длительность слива пива из ЦКБА. Низкая начальная температура брожения и использование чистых дрожжей способствуют низкому содержанию диацетила.

Запах мыла, воска, сыра, жира, затхлый и фекальный запахи появляются в пиве при использовании окислившегося белкового отстоя, старого хмеля, в результате бактериальной инфекции *Clostridium*. В баночном пиве этот запах обнаруживают при инфицировании пустых банок перед розливом плесневым грибом *Geotrichum*.

Автолизный запах имеет те же причины, что и дрожжевой, но при автолизе повышается концентрация аминокислот, пептидов, нуклеиновых кислот, витаминов, ферментов, жирных кислот, сернистых соединений. Следует отметить, что дрожжи, обработанные цинком, склонны к автолизу.

Запах вареной капусты, вареных овощей, серы обусловлен повышенной экстракцией диметилсульфида из охмеленного сусла, кипевшего с недостаточной интенсивностью или горячего охмеленного сусла, долго не поступавшего на охлаждение, или из солода, не имевшего достаточной температуры при отсушке, или в результате инфекции, в частности *Obesobacterium proteus*. Источником капустного запаха могут быть пестициды, содержащиеся в хмеле, а также низкая температура брожения — не выше 8°C. Луковый запах может появляться при использовании на затирание воды с содержанием серы 200–250 мг/дм³ или слишком кислого солода.

Запах сероводорода и испорченных яиц возникает при недостаточном отделении осадка взвесей кипячения, из-за недостаточной аэрации сусла перед брожением, или попадания кислорода в пиво при перекачивании. Причиной такого явления может стать инфекция в виде *Pectinatus*, *Zygomonas*, *Megasphaera*.

Солнечный запах возникает под воздействием света. Пиво хорошо защищают от света коричневое стекло бутылок и банки. Зеленое стекло бутылок менее эффективно.

Запах старых вещей, бумаги, картона, кожи, черной смородины, пастеризованный возникают при окислении в бутылке при старении пива, или при излишнем окислении при перекачивании затора, или при передерживании охмеленного сусла в сусловарочном аппарате.

Запах прокисших продуктов обусловлен наличием бактериальной инфекции с образованием в пиве уксусной и молочной кислот, а щелочной запах — моющими веществами, оставшимися на стенках бутылок после мойки.

Запах металла появляется при концентрации ионов двухвалентного железа 0,4–3 мг/дм³ или расщеплении жиров.

Терпкий запах обусловлен большим содержанием полифенолов, перешедших при затирании из оболочки солода, от окисления при затирании или использовании окисленного хмеля.

Запах высших спиртов дает обжигающий эффект из-за большого содержания аминного азота в сусле, высокой концентрации начального сусла, интенсивного размножения дрожжей или высокой температуры брожения.

Вкус. На вкус пива влияют многие факторы: состав воды и солода, качество хмеля, применяемая раса дрожжей, режимы приготовления сусла и брожения и дображивания молодого пива. Вкус, придаваемый пиву качественным хмелем и солодом, называют чистым.

Важным свойством пива является полнота вкуса, обусловливаемая наличием сложного вкусового комплекса (декстрины, меланоидины, азотистые вещества, экстрагируемые вещества хмеля, этанол, высшие спирты и эфиры). Большое значение для вкуса пива имеет хорошее насыщение диоксидом углерода. Это придает ему освежающий вкус. Диоксид углерода в пиве должен быть и химически связан и тонко диспергирован, т. е. находиться в виде мельчайших пузырьков, что обеспечивает его медленное выделение.

В светлом пиве преобладает тонкая хмелевая горечь, сочетаемая с едва уловимым вкусом экстракта солода.

Полутемному пиву присущ солодовый вкус с привкусом карамельного солода, темному — полный солодовый вкус с выраженным привкусом карамельного или жженого солода, соответствующий типу пива. Для темного пива характерны четко, выраженный солодовый вкус и незначительная сладость.

Привкус смолы, металла, древесины, дрожжей нарушает характерный вкус пива, поэтому в пиве их быть не должно. Повышенные кислотность и терпкость также недопустимы.

Вкусовые качества пива зависят от температуры, так как она влияет на коллоидные вещества пива. Поэтому температура потребляемого пива должна быть 8–12°C. При такой температуре вкус проявляется лучше.

Горечь пива. Характерная горечь зависит от качества и свежести хмеля. Хмель с базисными нормами качества придает пиву приятную мягкую горечь, а хмель с ограничительными нормами качества дает более грубую горечь. Хмелевая горечь в пиве хорошего качества должна ярко ощущаться только в момент его употребления, а затем ощущение горечи быстро проходит. Если ощущение горечи остается, то это объясняется низкой степенью дисперсности хмелевых веществ, повышенной концентрацией полифенолов хмеля и высокой карбонатной жесткостью воды. Длительное кипячение сусла с хмелем также способствуют образованию в пиве четко выраженной остающейся горечи.

Мягкую, приятную горечь получают в пиве, приготовленном на умягченной воде или из заторов с добавлением молочной кислоты. Все сорта пива в различной степени горькие, но горечь не должна быть грубой и терпкой. Светлые сорта имеют большую горечь, чем темные.

Горько-жгучий вкус темных сортов появляется от неправильно приготовленного жженого солода или от его введения в затор не в виде вытяжки, а непосредственно.

Дрожжи могут придавать пиву приятный вкус (особенность расы дрожжей) или неприятный, если на дображивание поступило пиво с большим содержанием дрожжей или дображивание велось при высокой температуре.

Горечь, обусловленная полифенолами, происходит из-за длительного осахаривания, во время которого происходит сильное окисление, или при использовании воды с высокой жесткостью.

Пенообразование. Признаком высокого качества пива является густая и стойкая пена. Пиво с такой плотной пеной обладает полнотой вкуса и долго сохраняет свежесть. По внешнему виду пена бывает: компактная, мелкая, плотная, пузырчатая, рыхлая, неустойчивая. Она состоит из пузырьков диоксида углерода, покрытых пленкой поверхностно-активных веществ. К таким веществам относятся пептоны, горькие вещества хмеля, некоторые гуммиобразные и красящие вещества и др.

Хорошее пенообразование наблюдается при достаточном насыщении пива диоксидом углерода и при наличии поверхностно-активных веществ.

Продолжительность существования пены, т. е. ее стойкость, является важной характеристикой. Под пеностойкостью понимают время (в секундах или минутах), прошедшее с момента возникновения пены до ее разрушения.

При наливании пива в бокал должно происходить медленное выделение пузырьков CO_2 с образованием устойчивой компактной пены. В первый момент скорость образования пены значительно превышает скорость ее исчезновения, поэтому образуется шапка пены. Затем выделение CO_2 замедляется, распад начинает преобладать над ее образованием и объем пены уменьшается. Скорость исчезновения пены зависит от ее стойкости.

Существует определенная связь между стойкостью пены, правильным составом пива и насыщенностью его диоксидом углерода: чем больше насыщение пива CO_2 , тем интенсивнее пенообразование и больше стойкость пены.

Нарушение технологии, в частности, переброды, брожение при повышенной температуре, несвоевременное шпунтование танков при дображивании, приготовление заторов из сильно растворенных солодов, отрицательно влияют на пенообразование.

§ 2. Способы оценки качества пива

Органолептическая оценка пива. Оценка пива при помощи органов чувств (зрения, обоняния и вкуса) называется органолептической. Прозрачность, цвет, вкус, хмелевую горечь, аромат и пенооб-

разование определяют дегустацией по двадцатипятибалльной шкале. Дегустации подлежит пиво, отвечающее всем химическим показателям, предусмотренным требованиями действующего ГОСТа. Пиво высшего качества по отдельным показателям оценивается следующими баллами: прозрачность 3, цвет 3, вкус 5, хмелевая горечь 5, аромат 4, пенообразование 5.

Прозрачность пива с блеском оценивают 3 баллами, прозрачность без блеска с мелкими единичными взвесями — 2, пиво, слабо опалесцирующее — 1, а сильно опалесцирующее с дегустации снимается как нестандартное.

Если *цвет* соответствует типу пива и находится на минимально установленном для него уровне, то оценивают 3 баллами; на среднем уровне — 2; на максимально допустимом — 1. А пиво с цветом, не соответствующим данному типу, является неудовлетворительным (0 баллов) и снимается с дегустации.

Отличный *аромат*, соответствующий данному типу пива, чистый, свежий, четко выраженный оценивают 4 баллами; хороший — 3; аромат с посторонними оттенками — 2, с явно выраженными посторонними тонами — 1.

Вкус отличный, полный, чистый, гармоничный, соответствующий данному типу пива, получает 5 баллов; хороший, чистый, но не очень гармоничный — 4; не очень чистый и слабо выраженный — 3; пустой вкус с посторонними привкусами — 2.

Хмелевая горечь мягкая, слаженная, соответствующая типу пива, оценивается 5 баллами; не очень слаженная, грубоватая — 4; грубая, остающаяся или слабая, не соответствующая типу пива — 3; нехмелевая, грубая — 2.

Пена и насыщенность диоксидом углерода. Пенообразование характеризуется высотой слоя пены в мм, образовавшегося при выливании пива в специальный стакан, и стойкостью пены в мин. Бутылочное пиво оценивают 5 баллами с минимальной высотой пены 40 мм и ее стойкостью 4 мин; 4 баллами — соответственно 30 мм и 3 мин; 3 баллами — 20 мм и 2 мин; 2 баллами — 20 мм и 2 мин. Бочковое пиво получает 5 баллов при минимальных высоте пены 35 мм и стойкости 3,5 мин; 4 балла — при 25 мм и 2,5 мин; 3 балла — при 15 мм и 1,5 мин; 2 балла — при 15 мм и 1,5 мин.

Пиво, получающее за пенообразование 2 балла, снимается с дегустации как нестандартное.

Так же оценивают темное пиво по показателям прозрачности, аромата, полноте и чистоте вкуса. Но в отличие от светлого, темное пиво не снимается с дегустации по показателям прозрачности.

Бальная оценка цвета аналогична светлomu. Но «3» ставится пиву с максимально установленным уровнем для данного типа пива.

При оценке вкуса, в отличие от светлого пива, определяется не хмелевая горечь, а солодовый вкус темного солода. Чистый солодовый вкус с легкой горечью оценивается 3 баллами, солодовый вкус

с привкусом слегка жженого — 4, слабый солодовый вкус с грубо-ватым привкусом жженого (подгорелого солода) — 3, очень слабый солодовый вкус, нечистый, подгорелый, кисловатый — 2.

Пиво, получившее сумму баллов по всем показателям 22–25 баллов, оценивают как отличного качества; 19–21 баллов — хорошего качества; 13–18 — удовлетворительного и при 12 баллах и ниже — плохого качества.

Физико-химические показатели пива. Органолептическая оценка отдельных сортов пива сочетается с результатами химического анализа. Пиво по физико-химическим показателям должно соответствовать требованиям действующего ГОСТа (табл. 27).

В таблице 27 кислотность выражается в кислотных единицах (к.ед.). Одна к.ед. равна 1 см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ пива.

Цветность пива выражается в цветовых единицах (ц.ед.). Одна ц.ед. соответствует цвету раствора 1 см³ раствора иода концентрацией 0,1 моль/дм³ в 100 см³ воды.

Таблица 27

Экстрактивность начального сула, %	Объемная доля спирта, %, не менее			Кислотность, к. ед.			Цвет, ц. ед.			
	свет- лое	полу- темное	тем- ное	свет- лое	полу- темное	тем- ное	свет- лое	полу- темное	тем- ное	
8	2,8			1,0–2,5			0,4–1,5	1,6–3,5	3,6 и более	
9	3,2									
10	3,6			1,5–2,6						
11	4,0	3,9	3,9		1,6–2,8	—				1,6–2,5
12	4,5	4,3	4,1	1,9–3,2	1,9–3,2	2,1–3,1				
13	4,7	4,4	4,3							
14	4,8	4,8	4,7	2,4–3,6	2,4–3,5	2,4–3,5				
15	5,4	5,2	4,9							
16	5,8	5,4	5,2	3,0–4,5	2,7–4,3	2,5–4,5				
17	6,2	6,0	5,7							
18	6,6	6,2	5,9							
19	7,1	6,8	6,0							
20	7,9	7,5	6,8	3,0–5,0	3,0–5,0	3,5–5,5				
21	8,2	8,0	7,4							
22	8,6	8,6	8,0							
23	9,4	9,4	9,1							
12 (особое)		—	3,2, не более		—	1,9–3,1				

Массовая доля диоксида углерода в пиве должна быть не менее 0,33%. Пена должна иметь высоту не менее 30 мм, а пеностойкость — не менее 2 мин.

Для непастеризованного пива стойкость должна быть не менее 8 сут; непастеризованного с повышенным сроком хранения не менее 15 сут; непастеризованного обеспложенного и пастеризованного не менее 30 сут. Стойкость пива с экстрактивностью начального сусла 23% должна быть не менее 30 сут для непастеризованного и не менее 60 сут для обеспложенного и пастеризованного.

Химический состав пива. Состав пива зависит от используемого сырья и проведения технологического процесса. Основным продуктом брожения в пиве является спирт. Между содержанием экстракта в начальном сусле и спиртом существует зависимость, выражаемая формулой Баллинга, установленная в 1865 г.

$$P = \frac{100(n + 2,0665 A)}{100 + 1,0665 A},$$

где P — начальное содержание экстрактивных веществ сусла, %; n — действительный экстракт в готовом пиве; A — содержание спирта в пиве, %.

Эта формула справедлива для пива концентрацией начального сусла 13%, а для пива других концентраций коэффициенты несколько отличаются.

Несброженный экстракт пива состоит из углеводов (декстрины, мальтоза, пентозаны, всего около 80%); азотсодержащих соединений, в том числе высокомолекулярных соединений, продуктов промежуточного распада белков — пептонов, азотистых низкомолекулярных веществ — полипептидов, аминокислот и амидов, всего 8–10%; минеральных веществ — 3–4% в зависимости от солевого состава воды. В экстракте также содержатся горькие и полифенольные вещества хмеля, красящие вещества солода и хмеля, органические кислоты (лимонная, молочная, янтарная, яблочная, винная, щавелевая). Букет пива обусловлен рядом летучих и нелетучих продуктов брожения (сернистые соединения, диацетил, эфирные масла хмеля, побочные продукты брожения, глицерин). В 1 дм³ пива имеются также витамины (мкг): тиамин (B_1) 20–60; рибофлавин (B_2) 300–1000; пантотеновая кислота (B_3) 400–800; пиридоксин (B_6) 400–900; ниацин 5–14; биотин (H) 2,5–10; никотинамид 500–10500.

В пиве содержится (мг/дм³): общего азота 700–800, формольного азота 160–210, азота свободных аминокислот 100–120, фенольных соединений 150–200, антоцианогенов 50–70, нитратов 20–30.

Оптимальное значение pH пива должно быть около 4,4–4,6.

Значительное количество сухих веществ пива находится в коллоидном состоянии: белковые вещества, декстрины, хмелевые смолы, красящие вещества. Ионы органических кислот и минеральных веществ адсорбируются на поверхности коллоидных частиц и

образуют агрегаты, которые участвуют в образовании пены, от них зависят аромат, вкус, стойкость пива. Кислород, растворенный в пиве, снижает стойкость пива, окисляя его вещества, что приводит к появлению осадка.

В случае микробиологической обсемененности пива сарцинами в нем будет много диацетила, придающего медовый привкус.

Терпкий вкус может сообщить пиву сусло, отжатое из хмелевой дробины.

«Плотное» пивоварение

«Плотным» пивоварением называют технологию пива с невысокой экстрактивностью начального сусла (10–12%), полученного из пива с экстрактивностью начального сусла 14–18%, путем разведения специально подготовленной водой. Это дает возможность увеличить производительность пивоваренных заводов на 25–40% при незначительных капитальных затратах и экономии топливно-энергетических ресурсов. Этот способ применяют в Великобритании, США, Финляндии, Австрии и др.

Вода, используемая для разведения пива, должна соответствовать определенным требованиям: быть микробиологически чистой, без вкуса, запаха, с минимальным содержанием кислорода и минеральных веществ.

Перед смешиванием с пивом воду насыщают диоксидом углерода (сатурируют). Перед сатурацией воду дехлорируют, умягчают (при необходимости) и подвергают деаэрации. Учитывая, что соли железа, кальция и других металлов, взаимодействуя с фосфатами, оксалатами и белками, могут вызвать помутнение пива, используют воду с невысокой минерализацией.

Воду насыщают диоксидом углерода до 0,33% масс. и более. При этом рН ее снижается до 4,8. У пива же рН 4–4,6. Поэтому воду необязательно подкислять.

Для приготовления сусла с экстрактивностью 14–18% используют более тонкий помол солода и несоложенных материалов. Процесс затирания осуществляют с целью получения глубокого гидролиза крахмала, белка и других высокомолекулярных веществ. Для получения сусла с высокой концентрацией (16–18%) применяют сахар или сахарсодержащие сиропы на стадии кипячения с хмелем. Для снижения вязкости затора и сусла рекомендуется добавление ферментных препаратов.

Так как при приготовлении сусла с высокой концентрацией сухих веществ образуется много промывных вод, которые нельзя присоединить к первому суслу для кипячения с хмелем, то их используют в следующем цикле затирания.

При кипячении сусла вносят примерно в 1,5 раза больше хмеля, чем при обычном способе. При последующем охлаждении сусла следует обеспечить максимально возможное удаление взвесей горячего сусла.

Сбраживают плотное сусло дрожжами рас 776, S-Львовская, 8аМ при увеличенном до 20–25 млн/см³ семеннас дрожжей. Брожение осуществляют до степени сбраживания около 75%. Перед брожением сусло аэрируют до содержания кислорода 8–10 мг/дм³.

При дображивании «плотного» пива в бродильных аппаратах может образовываться слизистый осадок, состоящий из β-глюкана, который затрудняет фильтрование готового пива.

При фильтровании плотного пива увеличивают расход кизельгура.

Фильтрованное пиво смешивают с деаэрированной водой в заданном соотношении.

Слабоалкогольное, диетическое и диабетическое пиво

За рубежом — в США, Германии, Чехии, Словакии, Болгарии и других странах все большее распространение получает пиво, содержащее небольшое количество алкоголя. Такое пиво можно получить различными путями: вести технологический процесс так, чтобы не накапливалось большое количество спирта (искусственная остановка брожения на разных стадиях, использование специальных микроорганизмов для сбраживания сусла, использование сусла с низкой массовой долей сухих веществ); удалять спирт из пива (вакуум-дистилляцией, обратным осмосом, диализом, выпариванием и т.д.); разбавлять готовое пиво сахарным сиропом, суслом или водой; получать пиво разведением в воде специального порошка.

Обычно принято слабоалкогольным пивом называть то, которое содержит до 1,5% спирта (в некоторых странах 1,5–2,5%), а безалкогольным — до 0,05%. В нашей стране выпускается слабоалкогольное пиво, например, Столовое, с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 8%, алкоголя 1,5%.

Выпуск такого пива дал возможность его употребления некоторыми категориями населения, которым противопоказан прием масловых сортов пива.

Технологическими приемами можно приготовить сусло с низким содержанием сбраживаемых углеводов, для чего при затирании часть солода заменяют карамельным солодом, имеющим низкую ферментативную активность. В результате брожения такого сусла накапливается не более 0,5% спирта.

Диетическое и диабетическое пиво близки по технологии к производству безалкогольного и слабоалкогольного. В этих видах пива должно находиться как можно меньше сахаров, декстринов. В основе их технологии лежит получение сусла с высоким содержанием сбраживаемых углеводов, чтобы после брожения их осталось как можно меньше. Для этого необходимо использовать солод с высоким содержанием амилолитических ферментов, низким — белков, или частично заменять солод сахаром, а также применять ферменты при сбраживании сусла; достигать максимально возможную степень сбраживания, при-

менять глубокосбраживающие дрожжи. При производстве диабетического глубоковыброженного пива можно увеличивать расход хмеля для маскировки пустоты вкуса. Глубокое сбраживание приводит к высокому содержанию спирта, которое можно снизить при низкой плотности начального сусла в результате уменьшения засыпи зернопродуктов.

Наоборот, возможно так вести процесс затирания, чтобы не давать амилолитическим ферментам проявлять их максимальную активность во избежание образования сахаров.

Большинство способов получения пива с низким содержанием спирта предусматривает его стабилизацию и пастеризацию, так как низкое содержание спирта снижает его биологическую стойкость. При выпуске такого пива важно, чтобы его вкус не отличался существенно от вкуса обычного пива.

Особенности производства пива на мини-пивоваренных заводах

Мини-пивоваренные заводы получили распространение в последние годы. Их строят стационарно в существующих или вновь строящихся помещениях. Оборудование таких заводов монтируют также на платформах железнодорожных или автомобильных контейнеров, что позволяет доставлять их на большие расстояния, и на месте в течение суток готовить завод к работе. В случае необходимости «завод на платформе» можно перевезти на новое место, где он также через сутки начнет работать. Требуется только подключение завода к источнику воды и электричеству. Пример размещения оборудования контейнерных заводов представлен на рис. 80. Мощность мини-заводов выражается количеством пива, выпускаемого в сутки. Она может быть 1; 2; 3; 4; 6 и 12 т/сут.

Существует два варианта завода. По первому —



Рис. 80. Пример размещения оборудования на мини-пивзаводе контейнерного типа

варочное отделение представлено одним варочным агрегатом, а в отделении брожения и дображивания вместимость аппаратов для сбраживания сусла соответствует производительности варочного отделения. По второму варианту — машиностроительные предприятия выпускают типовой завод производительностью 1 т/сут. В этом случае мини-пивзаводы разной мощности будут представлять собой набор оборудования заданной производительности. Например, предприятие по выпуску 2 т/сут пива komponуется из оборудования двух рядом поставленных минипивзаводов производительностью по 1 т/сут.

В последнее время получают распространение микропивоваренные установки производительностью 50; 150; 300 дм³/сут. Их оборудование устанавливают обычно при предприятиях общественного питания, где и осуществляют сбыт производимого пива. Иногда эти установки малой мощности монтируют рядом с торговым залом за прозрачной перегородкой, что делает их частью интерьера предприятия общественного питания.

Оборудование для таких предприятий, как правило, изготавливают из коррозионностойкой стали. Аппараты варочного агрегата покрывают медью или одним из современных сплавов, внешне похожих на медь, традиционно использовавшуюся в пивоварении. Поэтому выглядят они эстетично, и дополнительно привлекают потребителя.

Технологический процесс на минипивоваренных заводах аналогичен производству пива на пивоваренном заводе, как крупного, так и средней мощности. Но существует и несколько особенностей, обычно связанных с упрощением аппаратурного оформления процесса.

Основной принцип компоновки — это размещение технологического оборудования в одном помещении, чему способствует хорошая тепловая изоляция аппаратов, работающих при разной температуре.

Технологическое оборудование процесса пивоварения начинается с солододробилки (рис.81). Обычно это двухвальцовая дробилка, обслуживание которой проще, чем четырех- и шестивальцовой. Она является простой по конструкции и выход экстракта из солода, ввиду более грубого его помола, будет ниже. Размолотый

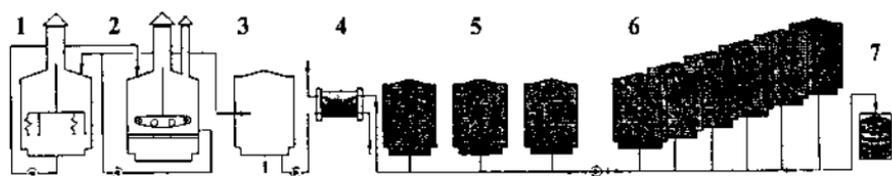


Рис. 81. Технологическая схема производства пива на мини-пивоваренных заводах:

- 1 — фильтрационный аппарат; 2 — заторно-сусловарочный аппарат;
- 3 — гидроциклонный аппарат; 4 — теплообменник для охлаждения сусла;
- 5 — аппараты главного брожения; 6 — аппараты для дображивания;
- 7 — розлив в кеги

тые зернопродукты, как правило, вручную затаривают в мешки и доставляют к варочному агрегату.

Варочный агрегат двухпосудный: один аппарат является заторно-суловарочным, а другой — фильтрационным. Охмеление сусла производят гранулированным хмелем, иногда с добавлением хмелевого экстракта.

Сусло осветляют в гидроциклонных аппаратах, после которых оно поступает в пластинчатый теплообменник, где охлаждается до начальной температуры брожения.

Охлажденное сусло направляют в вертикальные аппараты главного брожения, оборудованные внешними охлаждающими поясами для поддержания требуемой температуры. Главное брожение проводят как при атмосферном, так и при избыточном давлении. В последнем случае аппарат шпунтуют.

На большинстве заводов дображивание молодого пива осуществляют также в вертикальных аппаратах, которые конструктивно аналогичны аппаратам главного брожения.

подавляющее большинство минипивоваренных заводов готовое пиво сразу после дображивания фасует в кеги. Только на некоторых предприятиях есть установки для бутылочного розлива.

Как правило, малые предприятия фасуют нефилтрованное пиво, только некоторые заводы имеют фильтры.

Такие заводы делают 1—2 варки в сутки. Сусло сбраживают чаще всего при повышенной температуре сильно- и быстросбраживающими расами дрожжей, что сокращает длительность процесса. Отделение чистой культуры на таких заводах отсутствует, а для разведения или промывания дрожжей есть одна емкость — дрожжанка.

Пиво, выпущенное мини-пивоваренными заводами, имеет невысокую стойкость — 3—7 сут, но, учитывая отсутствие специальной обработки для повышения стойкости — пастеризацию, обеспложивающее фильтрование, которые могут изменять вкус пива, органолептические показатели пива при правильном соблюдении технологических режимов, хорошем сырье и микробиологической чистоте производства, могут быть более высокими, чем пива, производимого на крупных предприятиях.

Для повышения стойкости пива следует так вести технологический процесс, чтобы достигалось хорошее осветление сусла, молодого и готового нефилтрованного пива, а также глубокое его сбраживание.

Производственная санитария и безопасные приемы труда

В фильтрационном отделении фильтры, другие аппараты, перед каждым пуском моют водой со щетками и раз в неделю дезинфицируют катамином или сульфохлорантинном.

Диатомитовые фильтры ежедневно после окончания фильтрования промывают холодной, затем горячей водой в течение 15—

20 мин. Горячую воду вытесняют холодной и оставляют до следующего рабочего дня. При перерыве в работе более 8 ч его промывают горячей и холодной водой, как описано выше. Один раз в неделю фильтр заполняют дезинфицирующим раствором 0,5%-ным раствором катамина или 0,25%-ным раствором сульфохлорантина, который циркулирует в замкнутом цикле 15 мин. Затем фильтр промывают горячей и холодной водой.

Сепараторы после окончания работы подключают на циркуляционную мойку щелочью и водой и раз в неделю разбирают и чистят с помощью мягких щеток 1–2%-ным раствором каустической соды и промывают горячей и холодной водой.

Коммуникации не реже раза в неделю промывают, обрабатывают антиформинном или 1%-ным раствором каустической соды с последующей дезинфекцией 0,5%-ным раствором катамина, затем промывают водой.

Сборники фильтрованного пива после каждого освобождения ополаскивают холодной водой под давлением, два раза в неделю очищают, моют и дезинфицируют с последующим ополаскиванием.

Емкости для некондиционного пива должны быть снабжены подогревающим устройством для пастеризации. Не реже двух раз в неделю их очищают от осадка и дезинфицируют.

Все помещения цехов розлива в бутылки и бочки, а также помещения для мойки тары подвергают тщательной санитарной обработке. Стены и потолок помещения цеха бутылочного розлива облицовывают звукопоглощающими материалами.

Всю систему линий розлива и приемные сборники пива один раз в неделю подвергают механической очистке, затем дезинфицируют паром или антиформинном с последующим промыванием чистой водой.

Приемные сборники для пива моют ежедневно и один раз в неделю дезинфицируют антиформинном или раствором хлорной извести. Разливочный автомат до и после фасования продукции промывают чистой водой. Пивопровод между фильтрационным отделением и разливочными машинами пропаривают со стороны фильтрационного отделения один раз в неделю в течение 15 мин.

Розлив пива в бутылки, бочки, автотермоцистерны проводят в отдельных помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, а в помещении мойки бочек устанавливают вытяжные зонты.

Всю стеклянную тару, поступающую на завод, проверяют. Поврежденные бутылки, с заусенцами и пузырями в стекле в мойку не допускают. Для мойки бутылок применяют 1,8–2%-ный раствор каустической соды, либо 0,5%-ный раствор каустической соды, в который вносят препарат «Санпор», из расчета 50 г на 10 дм³ раствора с добавлением 0,0008% сульфанола в сочетании с 0,001% антивспенивателя (ацетилированного моноглицерида). Ополаскивают бутылки водой под давлением 0,15 МПа. Чистку моечных машин производят не реже двух раз в неделю. Для этого мою-

ший раствор спускают, моечные ванны очищают, внутреннюю поверхность смазывают 2%-ным раствором хлорной извести, оставляют на 1 ч и смывают водой.

Фасовочно-укупорочный агрегат раз в неделю разбирают, очищают, дезинфицируют паром и антисептиками и ополаскивают, а до и после розлива промывают в течение получаса водой температурой 60°C.

Пивопровод между сборниками фильтрованного пива и фасовочным агрегатами пропаривают и дезинфицируют два раза в неделю.

Разливочный аппарат бочкового розлива после окончания налива пива промывают хлорной водой и ополаскивают. Раз в неделю его разбирают, механически очищают щетками, промывают, дезинфицируют и ополаскивают водой.

Автоцистерны дезинфицируют не реже двух раз в месяц. После каждого заполнения цистерны пивом ее пломбируют. Для обработки и налива цистерн на территории предприятия оборудуют площадку с твердым водонепроницаемым покрытием, с подключением ее к водопроводу, паропроводу, канализации, источнику электроэнергии для переносной электрической лампы. Внутреннюю поверхность цистерн очищают, промывают, пропаривают 5–6 мин при закрытом люке и ополаскивают. Арматуру промывают и пропаривают. В товарно-транспортной накладной делают запись «машина помыта».

Осмолку бочек осуществляют в отдельном помещении, стены и потолки которого сделаны из негорючего материала.

Для внутреннего осмотра бочек и автотермоцистерн применяют светильники напряжением не более 12 В в закрытом исполнении.

Для хранения пустых бочек на заводе выделяют специальную площадку.

Изобарический аппарат для розлива пива в бочки должен быть снабжен манометром и предохранительным клапаном. Избыточное давление в нем поддерживают не выше 0,25 МПа.

К обслуживанию изобарического аппарата допускают рабочих не моложе 18 лет, прошедших специальное обучение и инструктаж.

Погрузку бочек на автомашины производят бочкоподъемником или с площадки, высота которой соответствует высоте кузова автомашины.

Отделение для мойки автотермоцистерн и их заполнения пивом оборудуют площадками для обслуживания цистерн.

Линии для фасования пива в бутылки устанавливают в цехе с расстоянием 2 м между ними. Линия должна быть оснащена предупредительной сигнализацией о пуске в работу, а также иметь блокировку для немедленной остановки в случае заклинивания бутылок на турникетных звездочках и транспортерах.

Бутылкомоечные машины должны быть оснащены отсосом для выделяющихся паров, дистанционными термометрами для контроля температуры моющих растворов в ваннах и приборами для автоматического контроля и регулирования концентрации моющих растворов. Приготов-

ление и подача растворов щелочи и других моющих веществ в бутылкомоечные машины должны быть механизированы. Эти растворы запрещается переносить вручную или подавать сжатым воздухом.

Диоксид углерода из баллонов в карбонизаторы и в фасовочно-укупорочные машины подают через редукционное устройство с манометром и предохранительным клапаном, установленным на штуцере баллона. Баллоны с диоксидом углерода должны быть прикреплены хомутами к стене или к специальной стойке.

При работе рамного фильтра необходимо следить за рабочим давлением, оно не должно превышать 0,6 МПа. При сборке и разборке фильтра, во время перемещения рам необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить пальцы рук.

Для аварийной остановки транспортеров линии розлива на них через каждые 10 м устанавливают кнопки «Стоп».

Контрольные вопросы

1. Как осветляют пиво перед розливом?
2. Для чего и как проводят сепарирование пива?
3. Каков порядок пуска, работы и остановки сепаратора?
4. Как устроен и как работает рамный фильтр для пива?
5. Зачем добавляют фильтровальный порошок в пиво при фильтровании?
6. Зачем выдерживают осветленное пиво перед розливом?
7. Для чего смешивают пиво из нескольких танков перед розливом?
8. Как моют бочки и автотермоцистерны?
9. Как работает бутылкомоечный автомат?
10. Какие операции выполняют при розливе пива в бутылки?
11. Что такое стойкость пива и чем она обуславливается?
12. Что является причиной коллоидных и биологических помутнений пива?
13. Что вызывает клейстерное помутнение пива?
14. Зачем обрабатывают пиво стабилизаторами?
15. Как проводят пастеризацию пива в бутылках?
16. В каких случаях и как проводят карбонизацию пива?
17. Чем характеризуется качество пива?
18. Какие факторы влияют на вкус и аромат пива?
19. Как оценивается пиво по двадцатипятибалльной шкале?
20. По каким физико-химическим показателям определяют качество пива?

Часть IV ПРОИЗВОДСТВО КВАСА, БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ И СЛАБОУАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

ГЛАВА 11. ПРОИЗВОДСТВО КВАСА

Характеристика кваса

Хлебный квас — один из распространенных напитков, обладающий приятным ароматом ржаного свежесыпеченного хлеба и кислото-сладким вкусом. Он содержит разнообразные продукты спиртового и молочнокислого брожения, которые придают ему освежающее действие и специфический кислотавый вкус. Питательная ценность 1 дм³ кваса составляет 1000—1170 кДж (240—280 ккал).

Сырьем для производства хлебного кваса служат ржаной солод, ржаная мука, ячменный солод, сахар и другие продукты. Основные стадии его производства включают: получение ржаного солода, приготовление квасного сусла, сбраживание квасного сусла и купажи-рование кваса.

Раньше квасное сусло готовили настоянным и рациональным способами, которые сейчас применяют редко.

Настойный способ заключался в экстрагировании растворимых веществ из измельченных квасных хлебцев путем двух- или трехкратно настаивания в горячей воде. А по рациональному способу квасное сусло получали путем предварительного запаривания под избыточным давлением в течение 2 ч ржаного дробленого ферментированного солода и ржаной муки. Запаренную массу помещали в заторный чан, добавляли в нее ячменный солод и смесь осахаривали по определенному технологическому режиму. Полученное сусло отделяли от нерастворившейся зерновой массы (гущи) фильтрованием.

В настоящее время квасное сусло готовят в основном из концентрата квасного сусла, концентратов квасов, концентрата обогащенного квасного сусла, экстракта крошечного кваса, которые получают на специализированных заводах из ферментированного и неферментированного ржаного солода, ячменного солода с добавлением ржаной, кукурузной, ячменной муки.

При сбраживании квасного сусла используют комбинированную культуру дрожжей и молочнокислых бактерий. Дрожжи вызывают спиртовое брожение, а бактерии — молочнокислое. Молочнокислые бактерии примерно половину сахара превращают в молочную кислоту, остальной сахар — в диоксид углерода, уксусную кислоту и этиловый спирт. Совместное действие микроорганизмов основано на их различном обмене веществ, и разных требованиях к питательной среде, а также разной скорости размножения. В результате изменения условий среды меняется ход брожения, характерный для этих микроорганизмов при их раздельном развитии. Например, в

первой половине процесса брожения, где используется комбинированная культура, в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий накапливается молочная кислота и повышается кислотность среды, что способствует размножению дрожжей. Во второй половине процесса брожения дальнейший рост кислотности угнетает жизнедеятельность дрожжей, и они начинают погибать. Продукты автолиза этих дрожжей служат питанием для молочнокислых бактерий. В присутствии молочнокислых бактерий квасные дрожжи накапливают в сброживаемой среде до 0,04% уксусноэтилового эфира, что способствует улучшению вкуса и аромата кваса, а также повышению стойкости кваса при хранении.

Сброженный квас купажируют (смешивают в определенных пропорциях) с необходимыми компонентами, в том числе с сахаром, тщательно перемешивают и разливают.

Приготовление квасных хлебцев и сухого кваса

Квасные хлебцы и сухой квас являются полуфабрикатами в производстве хлебного кваса.

Квасные хлебцы выпекают из смеси ржаного и ячменного солода, ржаной муки и воды (без дрожжей или закваски). На 1 т квасных хлебцев расходуют 477 кг ржаного солода, 77 кг ячменного солода и 185 кг ржаной муки. Перед употреблением ржаной и ячменный солод размалывают.

Квасные хлебцы готовят следующим образом. Ржаную муку размешивают в кипящей воде в соотношении 1:1,5 и выдерживают в течение 1 ч для клейстеризации крахмала. За это время температура смеси понижается до 70°C. Одновременно в другой емкости в горячей воде температурой 70°C затирают дробленый ячменный солод в соотношении 1:3 и выдерживают в течение 1 ч. Солодовую суспензию смешивают с заваркой муки и помещают на 2 ч в расстойную камеру, где температура около 65°C. После этого в смесь добавляют ржаной дробленый солод, перемешивают и выдерживают в расстойной камере еще 1 ч для продолжения осахаривания крахмала.

Готовое тесто помещают в формы и выпекают в течение 13 ч: первые 3 ч при температуре выпечки 160–180°C, затем постепенно ее понижают до 140°C, а в конце выпечки — до 90°C. Выгруженные из печи хлебцы массой 2–3,5 кг выбивают из форм, укладывают на вагонетки и направляют в остывочную камеру.

При выпечке хлебцев происходят следующие процессы. При температуре примерно 75°C в хлебах начинают разрушаться ферменты и денатурировать белки, из крахмала образуются декстрины. С увеличением температуры до 100–110°C, интенсивно протекает реакция меланоидинообразования. При температуре, близкой к 150°C и выше, декстрины и сахара карамелизуются. В результате квасные

хлебцы приобретают темно-коричневую корку, кисло-сладкий вкус, солодово-хлебный запах. Влажность их не более 40%. Из свежевыпеченных хлебцев готовят квасное сусло.

Хранить хлебцы можно не более 4–5 сут (начинают плесневеть), поэтому для длительного хранения их разрезают на ломти и сушат 10–12 ч при температуре от 50 до 90°С до влажности 8%. Затем ломти дробят и получают так называемый *сухой квас*. При сушке у него, по сравнению с квасными хлебцами, несколько теряется аромат.

Приготовление концентрата квасного сусла

Концентрат квасного сусла (ККС) — это так называемый хлебный экстракт, полуфабрикат для производства кваса. По внешнему виду ККС вязкая густая жидкость темно-коричневого цвета, кисло-сладкая на вкус, с незначительно выраженной горечью и ароматом, характерным для ржаного хлеба. ККС полностью растворим в воде, допускается опалесценция его раствора. Содержание сухих веществ в концентрате 68–72%, кислотность 16–40 см³ 1 н раствора NaOH на 100 г концентрата. Присутствие консервирующих веществ и механических примесей не допускается.

В настоящее время концентрат квасного сусла готовят двумя способами:

- 1) из свежепроросшего ржаного солода и ржаной муки;
- 2) из сухих солодов (ржаного и ячменного) и несоложенного сырья.

Технология ККС по 1 способу состоит из очистки и сортирования ржи, ее замачивания и проращивания, дробления зернопродуктов, приготовления затора, его разделения, осветления сусла, концентрирование сусла, термообработки концентрата и розлива готового продукта. По 2 способу приготовление ККС начинают с дробления солодов, несоложенного сырья и далее — операции, аналогичные 1 способу.

В производстве ККС из несоложенного сырья используют: рожь, ржаную муку, кукурузу, ячмень, муку и крупу кукурузную. Их хранят отдельно в сухом и чистом складе, не зараженном зерновыми и другими вредителями. Хранение в складе других видов сырья или материалов, имеющих запах, не разрешается.

Мешки с мукой и крупой на хранение укладывают в штабели на деревянных решетках. В складах с сухими деревянными полами допускается укладка мешков на пол: в теплое время года — в штабели по ширине из трех мешков; в холодное время года можно укладывать штабели по ширине из пяти мешков. Ширина проходов между штабелями должна быть не менее 0,5 м.

Высота укладки штабелей зависит от допустимой нагрузки на перекрытия, а также от влажности сырья и температуры воздуха на складе. Рекомендуемое число рядов в штабелях указано в таблице 28.

Температура воздуха на складе, °С	Число рядов мешков по высоте при влажности сырья			
	Ржаной и ячменной муки		Кукурузной муки и крупы	
	до 14% включительно	от 14 до 15% включительно	до 13% включительно	от 13 до 14% включительно
Выше 10	10	8	8	6
От 10 до нуля	12	10		
Ниже нуля	14	14		
Ниже 10			10	8

Штабеля, в которых температура повышена, необходимо разбирать, а сырье передавать в производство.

Сухой ржаной солод хранят, как описано в главе 6.

Ферментные препараты хранят в плотно закрытой таре в сухом помещении при температуре не выше 20°С.

Химические вещества для приготовления дезинфицирующих средств хранят в специальном закрытом помещении.

§ 1. Производство ККС из свежепросоженного ржаного солода и несоложенного сырья

Схема производства ККС из свежепросоженного ржаного солода и несоложенного сырья включает в себя очистку, сортирование и взвешивание ржи, приготовление свежепросоженного ржаного солода, дробление зернового сырья, приготовление затора, фильтрование затора, концентрирование сусла, термообработку концентрата и розлив готового концентрата.

Особенностью производства ККС по данному способу является то, что технологический процесс начинается с приготовления ржаного солода, то есть исходным сырьем служит рожь. Основными преимуществами способа являются исключение стадий ферментации, подсушивания и сушки солода, что позволяет сохранить и эффективно использовать все его ферментные комплексы. Процесс меланоидинообразования, формирующий полноту вкуса, аромат и цвет концентрата квасного сусла, происходит в более короткие сроки на конечной стадии его производства при термообработке и с меньшей потерей сухих веществ.

При выработке 1 т концентрата квасного сусла по данной технологии примерный расход ржи составляет 1340 кг, из которых 670 кг (50%) идет на приготовление солода. Остальная рожь в виде муки используется в качестве несоложенного сырья. Расход ферментного препарата цитолитического и амилитического действия зависит от его активности и равен примерно 0,02–0,2 % к массе зернового сырья в заторе.

Аппаратурно-технологическая схема производства концентрата квасного сусла из свежепросоженного солода с применением ферментного препарата изображена на рис. 82.

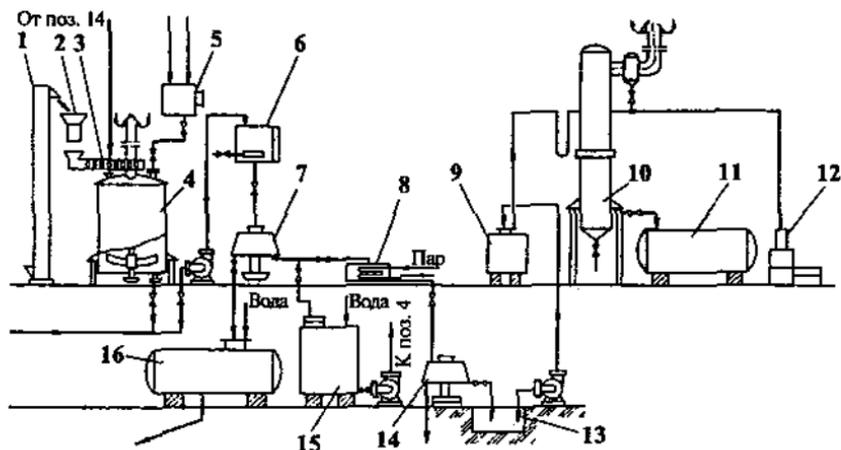


Рис. 82. Технологическая схема приготовления концентрата квасного сусла из свежепросоженного солода с применением ферментных препаратов

По этой схеме свежепросоженный солод норией 1 подают в дробилку 2 и измельчают вместе с водой. Измельченную массу шнековым транспортером 3 загружают в заторный аппарат 4, оснащенный мешалкой и подогревателем. Предварительно в заторный аппарат набирают воду температурой 45°C и при непрерывной работе мешалки сначала из сборника 5 вносят ферментный препарат, затем дробленый ржаной солод в виде солодового молочка и ржаную муку. Общий гидромодуль составляет (1:3,5)–(1:4). При этом сусло имеет 14–16% сухих веществ и рН поддерживается в интервале 5–5,5.

Ржаную муку предварительно разваривают в предзаторном аппарате в течение 30–40 мин. При отсутствии на заводе предзаторного аппарата мука может быть использована без разваривания.

Затиране зернового сырья проводят в заторном аппарате 4 последовательно при следующих параметрах:

Температура, °С	40	52	63	70	72
Продолжительность паузы, мин	60–90	60–90	30–35	30–35	30–35

Подъем температуры затора проводят со скоростью не более 1°C в минуту.

Полноту осахаривания определяют по пробе с иодом. Когда при добавлении раствора иода в затор появляется желтое пятно с коричневым оттенком, осахаривание прекращают.

По окончании осахаривания затор для коагуляции белков кипятят в течение 15–20 мин и передают в сборник 6, куда через барботер подают сжатый воздух для предупреждения оседания твердых частиц зерна. Затем затор поступает на двухстадийное осветление. По одной из схем грубое фильтрование проводят в центрифуге 7, после чего сусло направляют в сборник-коагулятор 8 для 30-минутного

кипячения и осаждения белков. Первое сусло из сборника 8 подают в сепаратор 14 для тонкого осветления и собирают в сборнике 13.

Отделенную при центрифугировании в сепараторе 7 гущу передают в сборник 15, где ее смешивают с водой, затем смесь перекачивают насосом в заторный аппарат 4 для экстрагирования оставшихся экстрактивных веществ и вновь направляют через сборник 6 в центрифугу. Квасную гущу после второй промывки передают в сборник 16, откуда отправляют ее на корм скоту.

Фильтрат, полученный после второго экстрагирования (второе сусло), через сборник-коагулятор 8 и сепаратор 14 направляют в сборник 13, где смешивают его с первым суслом и получают сусло с содержанием 9–12% сухих веществ. Это сусло перекачивают насосом в питающий сборник 9, откуда оно поступает в вакуум-аппарат 10 на сгущение. Сгущение выпариванием проводят под разрежением, создаваемым вакуум-насосом 12, при температуре около 55°C до содержания сухих веществ 68–72%. Полученный горячий концентрат квасного сусла направляют в сборник 11, откуда разливают в банки, фляги, бочки, автомобильные и железнодорожные цистерны.

§ 2. Производство ККС из сухих солодов и несоложенного сырья

Используемое сырье. Концентрат квасного сусла по этому способу готовят из предварительно разваренных ржаной, кукурузной муки и сухих солодов — ржаного ферментированного, ржаного неферментированного или ячменного по схеме.

Закладку сырья производят в следующем процентном соотношении по экстрактивным веществам: солод ржаной ферментированный — 32–42%; солод пивоваренный ячменный или солод ржаной неферментированный — 12–15%; мука кукурузная (кукуруза дробленая) или мука ржаная (рожь дробленая) 43–56%, ячмень дробленый — 20–25%.

Ржаная и кукурузная мука могут применяться как отдельно, так и в смеси. Допускается применение ячменной муки или ячменя дробленого до 25 % к массе сырья.

Соотношение между солодом пивоваренным ячменным и солодом ржаным неферментированным, а также между приведенными видами несоложенного сырья может изменяться. В случае использования солода ржаного неферментированного допускается частичная замена солода ржаного ферментированного на несоложенные зернопродукты. При этом общее количество ржаного солода должно составлять не менее 32 % от экстрактивных веществ всего сырья.

При выработке концентрата квасного сусла по данной технологии расход зернопродуктов на 1 т ККС составляет примерно 1240–1280 кг.

Дробление зернопродуктов. Перед дроблением все сырье пропускают через магнитный сепаратор, взвешивают и размалывают. Состав помола (в%) должен быть следующим (табл. 29).

Состав помола	Солод ржаной		Несоложеное сырье (рожь, кукуруза, ячмень)
	ферменти- рованный	неферментирован- ный или ячменный	
Крупная крупка (сход с сита 2,2)	3-7	2-7	40-50
Средняя крупка (сход с сита 1,0)	25-30	25-30	10-20
Мелкая крупка (сход с сита 0,56)	30-35	20-26	25-30
Мука (проход через сито 0,56)	30-40	40-50	10-15

Допускается изменение степени измельчения зернопродуктов в зависимости от качества используемого сырья и оборудования на конкретном предприятии.

Затирание. Несоложеное сырье не подготовлено к воздействию ферментов солода и ферментных препаратов, поэтому его подвергают тепловой обработке. Для этого разводную емкость заполняют водой температурой 15-25°C и при непрерывном перемешивании вносят в нее все расчетное количество несоложеного сырья (гидромодуль 1 : 4) и для разжижения — диастатический солод (ячменный или ржаной неферментированный) в количестве 10% от его закладки. Допускается полная или частичная замена солода ферментными препаратами.

Полученную суспензию несоложеного сырья перекачивают в предзаторный аппарат, при перемешивании нагревают со скоростью 1°C в мин до температуры 70°C и выдерживают при этой температуре 20-30 мин. Затем разжиженную массу для клейстеризации крахмала кипятят в течение 30 мин или прокачивают через аппарат непрерывного разваривания («Лагер») при давлении в нем пара 0,3-0,4 МПа. Разваренную массу направляют в заторный аппарат, куда предварительно подают разводку ржаного ферментированного солода и оставшейся части ячменного или ржаного неферментированного солода температурой 45-47°C и добавляют ферментные препараты в виде водных растворов.

Смывные воды из предзаторного аппарата и аппарата «Лагер» тоже направляют в заторный аппарат. Массу тщательно перемешивают, получая окончательное соотношение зернопродуктов и воды в заторном аппарате примерно 1:4.

Ниже приведен рекомендуемый режим затирания сырья с использованием в качестве несоложеного сырья ржаной обойной муки

Температура, °C	43	52	62	70	72	77 или до ки- пения
Продолжитель- ность паузы, мин	60-70	30-60	60-90	30-40	30-40	До осаха- ривания

Разделение затора. Разделение и осветление затора проводят в одну стадию — при использовании фильтрационных аппаратов или фильтр-прессов, либо в две стадии — при использовании центрифуги и фильтр-пресса, или центрифуги и сепаратора, или фильтрационного аппарата и сепаратора.

Дробину промывают до массовой доли сухих веществ в промывных водах 0,9%. Последние промывные воды следует использовать для приготовления следующего затора.

При разделении затора на фильтрационных аппаратах и фильтр-прессах для сокращения времени фильтрования и повышения степени использования экстрактивных веществ его рекомендуются доводить до кипения. При этом, в результате дополнительной экстракции крахмала и клейстеризации затор вновь приобретает синее окрашивание с иодом. Поэтому квасное сусло, после фильтрования, необходимо подвергать доосахариванию ферментным препаратом при оптимальной для его действия температуре в отдельном сборнике или непосредственно в вакуум-выпарном аппарате.

Параметры режима разделения затора корректируют в зависимости от используемого оборудования, вида используемого сырья и его качественных показателей. Ниже приводим возможные варианты проведения процесса разделения и осветления затора.

Разделение затора в одну стадию в фильтрационном аппарате проводят следующим образом. Фильтрационный аппарат заполняют водой температурой 80–82°C до уровня выше сит на 2–3 см, после чего при непрерывном перемешивании в него перекачивают осахаренный затор, выдерживают в покое 30–60 мин и начинают его фильтрование.

Первую порцию мутного сусла возвращают в фильтрационный аппарат, а прозрачное сусло направляют в сборник осветленного сусла. Одновременно декантатором снимают верхний слой прозрачного сусла и также перекачивают в сборник осветленного сусла. Квасную дробину промывают водой температурой 75–80°C. Для этого после слива первого прозрачного сусла в фильтрационный аппарат набирают воду, включают рыхлитель и тщательно разрыхляют верхний слой осевшей дробины. Рыхлитель выключают, затор оставляют в покое на 30–60 мин и продолжают фильтрование с декантацией жидкости после отстоя дробины. Для более полного извлечения экстрактивных веществ процесс промывки квасной дробины повторяют 2 или 3 раза.

При фильтровании на фильтр-прессе в качестве основы фильтровальной перегородки используют ткани бельтинг, фильтр-диагональ или другой материал.

Осветление затора на фильтр-прессе проводят в соответствии с инструкцией по его эксплуатации. После отделения первого сусла на фильтр-прессе квасную дробину рекомендуются промывать горя-

чей водой температурой 70–100°C. Остатки сусла и промывных вод выдавливают сжатым воздухом или водой и выгружают квасную дробину в сборник.

При разделении затора в две стадии возможны следующие варианты работы: разделение в центрифуге, затем в рамном фильтр-прессе; в центрифуге → сепараторе; фильтрационном аппарате → сепараторе.

По варианту центрифуга → рамный фильтр-пресс затор предварительно осветляют на центрифуге, что обеспечивает отделение крупных частиц квасной дробины. Не полностью осветленное сусло из центрифуги направляют в фильтр-пресс, а квасную дробину из центрифуги собирают в сборник, промывают горячей водой температурой 70–90°C и центрифугируют повторно. Число промываний квасной дробины горячей водой определяют по выходу экстрактивных веществ.

При разделении затора на центрифуге и сепараторе центрифугу используют для отделения крупной фракции квасной дробины, а на сепараторе производят окончательное осветление квасного сусла.

В схеме фильтрационный аппарат → сепаратор для разделения основной массы квасной дробины используют фильтрационный аппарат, а окончательное осветление сусла производят на сепараторе.

Кипячение сусла. При использовании сухих солодов с целью коагуляции белковых веществ, стабилизации химического состава и стерилизации сусла его рекомендуется кипятить в суловарочном аппарате в течение 1–1,5 ч, после чего массовая доля сухих веществ в готовом сусле должна составлять не менее 10–14%.

Затем сусло подают в сепараторы или гидроциклонные аппараты, где отделяют белковые вещества, скоагулировавшиеся при кипячении. Белковый отстой, содержащий 80–85 % полноценного сусла, целесообразно добавлять в затор при кипячении несоложенной части, чтобы снизить потери экстракта.

Осветленное сусло поступает в сборник, из которого его направляют на сгущение выпариванием.

Концентрирование квасного сусла. Осветленное сусло с массовой долей сухих веществ 10–14 % сгущают в пленочных трубчатых и пленочных роторных вакуум-аппаратах в две стадии. На первой стадии сусло выпаривают до массовой доли сухих веществ 43–47 % в двух трубчатых пленочных аппаратах последовательно: в первом аппарате – до 22–26 %, во втором – до 43–47 %. Квасное сусло подают центробежным насосом в распределительное устройство пленочного трубчатого аппарата, расположенное в верхней части греющей камеры, и оно тонкой пленкой стекает вниз по поверхности труб, стущаясь до заданной концентрации.

На второй стадии концентрирования квасное сусло сгущают в роторном пленочном аппарате с шарнирными лопатками. В этом аппарате сусло через патрубки питания поступает на лопасти ротора, где под действием центробежной силы сусло прижимается к внут-

ренной поверхности корпуса, распределяясь по ней в виде тонкой пленки. По мере стекания раствора от одного ряда лопастей к другому сусло нагревается и влага испаряется.

На второй стадии для предотвращения подгорания температура сгущения сусла должна быть 50–60°C. Процесс прекращают после достижения массовой доли сухих веществ 68–76 % и проводят термообработку полученного концентрата квасного сусла. Готовое квасное сусло передается на термообработку.

Для концентрирования квасного сусла используют также выпарные аппараты различного типа (ВВ-25, ВВ-50, ВНИИ КП-2 и др.), руководствуясь рекомендациями по их эксплуатации.

Термообработка концентрата квасного сусла. Термообработку полученного концентрированного квасного сусла, содержащего 68–76% сухих веществ проводят с целью накопления продуктов меланоидиновой реакции, придающих ему аромат, свойственный ржаному хлебу, и необходимую цветность. Одновременно при термообработке происходит стерилизация готового продукта и снижение его вязкости.

Термообработку концентрата квасного сусла проводят либо непосредственно в выпарных аппаратах (если это допускает их конструкция), либо в специальных аппаратах с мешалкой, рассчитанных на повышенное давление.

Для проведения термообработки ККС выдерживают при температуре 110–112°C при давлении 0,14–0,16 МПа (но не выше допустимого для данного типа аппарата) и постоянном перемешивании не более 30 мин.

В конкретных условиях завода, в зависимости от типа используемых для термообработки аппаратов, давление, температура и продолжительность процесса могут уточняться. В этом случае требуемую продолжительность термообработки устанавливают в зависимости от достигнутой в реакторе температуры или давления и определяют по качественным показателям готового охлажденного ККС. Нагревание ККС до необходимой температуры производят паром, поступающим в паровую рубашку. Допускается нагревание ККС паром через барботер, при этом термообработку можно проводить без дополнительного перемешивания.

После окончания термообработки пар отключают, полученный ККС охлаждают в теплообменнике до температуры не более 50°C, взвешивают, и направляют в емкости для хранения или непосредственно на розлив.

Розлив, хранение и транспортирование ККС. Большие партии концентрата квасного сусла разливают в автомобильные и железнодорожные цистерны, которые перед заполнением моют, дезинфицируют, и отправляют потребителю.

В стеклянные и металлические банки ККС разливают при температуре не ниже 50°C и укупоривают на автоматической машине. Уку-

Таблица 30

Тара	Давление в автоклаве, МПа	Продолжительность, мин		
		нагреваия	выдержки	охлаждения
Стекланная банка: СКО 83-1. 1-82-500	0,15	15	10	15
СКО 83-11. 1-82-1000	0,15	10	25	20
Жестяная банка № 9	0,10	5	10	10

поренные банки подают в автоклав, где при температуре 100°C проводят стерилизацию продукта в режиме, указанном в таблице 30.

Гарантийный срок хранения концентрата квасного сула после стерилизации при температуре 2-12°C 8 мес.

Приготовление концентрата кваса

Способы приготовления концентрата. Из концентрата квасного сула готовят концентраты кваса, для чего его купажируют (смешивают) с сахарным сиропом, пищевыми кислотами, другими ингредиентами. Наибольшее распространение получили концентраты: кваса, Русского и Московского кваса.

Концентраты квасов готовят купажированием концентрата квасного сула с необходимыми ингредиентами в закрытых эмалированных или из коррозиестойкой стали купажерах, снабженных мешалкой, паровой рубашкой или барботером для подогревания и перемешивания продукта.

В купажер при работающей мешалке вносят концентрат квасного сула и воду до расчетного объема конечного продукта за вычетом объема сахарного сиропа, нагревают до 77-83°C и выдерживают 25-35 мин для пастеризации. Затем добавляют сахарный сироп, молочную или лимонную кислоту, перемешивают 20-30 мин и в горячем виде передают на розлив.

Расход сырья для их приготовления указан в таблице 31.

Концентрация сухих веществ в концентратах квасов, приведенных в таблице, 70%.

Экстракт кваса для Русской окрошки готовят аналогично. При его приготовлении ККС купажируют с хреном, солью, петрушкой, ду-

Таблица 31

Сырье, кг	Содержание компонентов в 1 т готового концентрата		
	кваса	Русского кваса	Московского кваса
Сахар-песок	490,62	408,5	481,07
ККС	290,46	395,9	281,0
Молочная кислота	91,55-а		72-а
Лимонная кислота		21,22-а	

Примечание: а — количество кислоты, вносимой с ККС.

шицей, лимонной кислотой и укропным маслом. Содержание сухих веществ в готовом экстракте 65,5%.

Концентрат кваса можно готовить и другим способом. Сухой солод ржаной ферментированный и неферментированный измельчают, подают в заторный аппарат с половиной расчетного количества горячей воды температурой 54–56°C в соотношении 1:5, перемешивают в течение 10–15 мин, добавляя размолотый ячменный солод, настаивают 1 ч. Вносят оставшуюся воду температурой 75–80°C, перемешивают 10–15 мин, настаивают 1 ч, затем охлаждают до 10–15°C и оставляют на 10–12 ч для отстаивания. После чего сусло декантируют в варочный аппарат с концентрацией сухих веществ 11%. В варочном аппарате сусло нагревают до 50–60°C, задают в него сахар, нагревают до кипения и кипятят 30 мин. К концу кипячения вносят колер и молочную кислоту. Уваривание концентрата кваса заканчивают при достижении массовой доли сухих веществ 57% и перекачивают его через ситчатый фильтр в сборник-мерник для хранения в течение не более 24 ч.

После декантации первого сусла квасную гущу заливают водой температурой 60–80°C, смесь перемешивают и оставляют в покое на 1 ч для настаивания и осветления. Полученное таким образом сусло второго съема концентрацией сухих веществ 8% декантируют и передают в варочный аппарат, где сгущают также до 57%.

Затем концентраты кваса, полученные из сусла первого и второго съемов, смешивают и передают на розлив с массовой долей сухих веществ 57% масс.

Технологическая схема приготовления кваса. На рис. 83 представлена технологическая схема кваса, приготавливаемого из концентрата квасного сусла (ККС) методом брожения. По этой схеме концентрат квасного сусла, доставляемый на завод в автоцистернах 1, перекачивают насосом 2 через мерник 4 в сборник 3. При поступлении ККС в бочках 5 их устанавливают на поддон 6, ополаскивают горячей водой, и насосом 7 перекачивают концентрат через мерник 4 в сборник 3 для хранения.

Сахар жидкий, доставляемый в автоцистернах 11, насосом 2 через теплообменник 12 и мерник 14 подают в сборники 13, оснащенный бактерицидными лампами 15.

При поступлении на завод сахара-песка, затаренного в мешки 16, их снимают с автомашины на поддоны 18 и автопогрузчиком 19 перевозят на склад. По мере надобности сахар взвешивают на весах 19, загружают норией 20 в бункер 21 и подают в сироповарочный аппарат 22, куда предварительно налита вода. Готовый сахарный сироп насосом 24 перекачивают через фильтр-ловушку 23 и теплообменник 25 в сборник 17 для хранения.

Для приготовления квасного сусла насосом 2 ККС перекачивают через мерник 4 в сборник 8, где его разбавляют горячей водой до определенной концентрации и насосом 9 через теплообменник 10

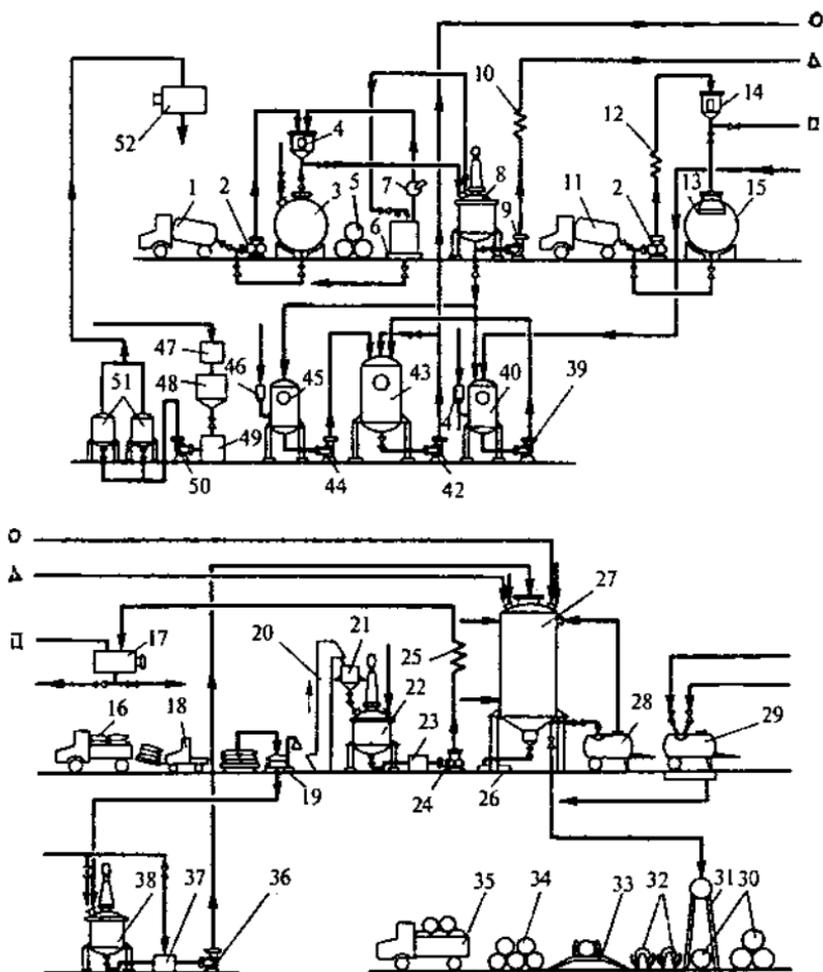


Рис. 83. Аппаратно-технологическая схема производства хлебного кваса направляют в броидильно-купажный аппарат 27. Сюда же из сборника 17 подают расчетное количество сахарного сиропа, из сборника 52—воду, а из аппарата 43—комбинированную дрожжевую и молочнокислую закваску.

Чистую культуру дрожжей готовят в аппаратах 41 и 40, а чистую культуру молочнокислых бактерий — в аппаратах 46 и 45. Из этих аппаратов чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий перекачивают насосами 39 и 44 в аппарат 43 и далее — насосом 42 в купажно-броидильный аппарат 27 на сбраживание.

Сброженное квасное сусло расхоложивают, выводят осевшие дрожжи в сборник 26, а в броидильно-купажный аппарат 27 вводят еще раз расчетное количество сахарного сиропа и колера. Колер готовят в

аппарате 38 и выгружают в сборник 37, где смешивают с расчетным количеством воды и насосом 36 подают в аппарат 27.

Купаж кваса тщательно перемешивают и направляют на розлив в предварительно вымытые на моечной установке 29 автоцистерны 28 или в изобарические фасовочные машины 31, на которых квас разливают в бочки. Порожние бочки доставляют на предприятие автомобилями 35, снимают с них и укладывают в штабели 34, а затем направляют на осмотр и мойку на машинах 33. Чистые бочки ополаскивают на шприцах 32 и падают на розлив.

Воду, используемую для технологических нужд, из промежуточного сборника 47 направляют в песочный фильтр 48, где она осветляется, и через сборник 49 насосом подается на керамические свечные фильтры 51 для тонкого фильтрования. Отфильтрованная вода поступает в сборник 52.

Данная схема предназначена для приготовления кваса из концентрата квасного сусла. При использовании квасных ржаных хлебцев или сухого кваса в схему дополнительно включают настойный аппарат с декантатором для снятия квасного сусла с осадка квасной гущи и сборник квасной гущи. Квасная гуща затем реализуется на корм скоту.

Приготовление сахарного сиропа

При получении хлебного кваса используют сахарный сироп — концентрированный водный раствор сахара-песка, содержащий 60–65% сухих веществ. Готовят его в сироповарочных аппаратах.

Такой аппарат (рис. 84) представляет собой закрытый сосуд 4 цилиндрической формы со сферическим днищем 13 и плоской крышкой. Он изготовлен из листовой стали или меди, внутри покрыт полудой из пищевого олова. Второе сферическое днище 12 образует паровую рубашку, оборудованную штуцером 15 для отвода газов, манометром и предохранительным клапаном. Пар под давлением 0,3 МПа поступает в рубашку через штуцер 5, конденсат выводится через штуцер 11. Аппарат оснащен якорной мешалкой 7 с приводом 2. Вода подается в аппарат через штуцер 1, вторичный пар отводится через трубу 3. Готовый сироп спускают через штуцер 9, связанный с выпускным клапаном 8, штурвалом 14 и винтовым устройством 10 для управления клапаном 8. Аппарат установлен на трех опорах 6. Частота вращения мешалки 47 мин⁻¹.

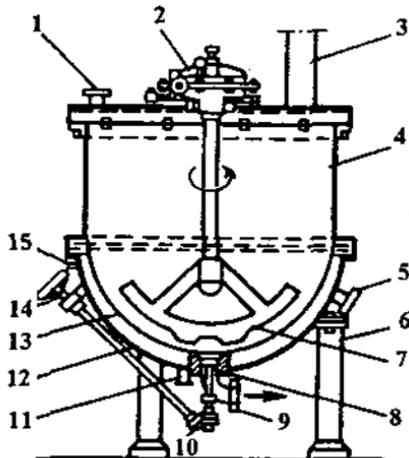


Рис. 84. Сироповарочный аппарат

Сахарный сироп готовят горячим и холодным способами. При приготовлении сиропа *горячим способом* в сироповарочный аппарат наливают воду и нагревают ее до кипения. Затем постепенно при непрерывном нагревании и размешивании вводят сахар. После его растворения сироп доводят до кипения, снимают образующуюся на поверхности пену (при уваривании сиропа в открытых аппаратах). Удаление пены обязательно, так как при розливе напитков в бутылки пена ухудшает их вкус и вызывает опалесценцию. Вместе с пеной удаляются и содержащиеся в сахаре загрязнения. Сироп кипятят при перемешивании в течение 30 мин для уничтожения слизиобразующих бактерий, более длительное кипячение может привести к ухудшению качества. Кипячение прекращают по достижении массовой доли сухих веществ в сиропе 60–65%. Горячий сироп фильтруют в патронных или других фильтрах. В качестве фильтрующих материалов используют белую фланель, шинельное сукно, бельтинг, шелковое и капроновое полотно. Допускается использование мешочных фильтров. Часто используют сетчатые фильтры-ловушки. Затем сахарный сироп охлаждают до 10–20°С в пластинчатых или противоточных трубчатых теплообменниках. В сиропе определяют содержание сухих веществ и направляют на хранение в эмалированные или алюминиевые сборники, оборудованные измерительными приборами. Далее сироп используют для приготовления купажных сиропов.

Сахарный сироп можно готовить и холодным способом. Для этого сахар растворяют в воде при температуре 60–70°С, фильтруют и охлаждают.

Расход сахара-песка на приготовление 100 дм³ 65%-ного сиропа следующий.

Масса 100 дм³ 65%-ного сиропа при плотности 1,319 кг/дм³ равна 131,9 кг. В нем содержится $(131,9 \cdot 65) \div 100 = 85,73$ кг сахара и $(131,9 \cdot 35) \div 100 = 46,17$ кг воды.

При влажности стандартного сахара-песка 0,14% расход его на 100 дм³ сиропа составит $85,73 + (85,73 \cdot 0,14) \div 100 = 85,85$ кг и расход воды (с учетом 10% испарения при кипячении сиропа) $46,17 + (46,17 \cdot 10) \div 100 = 50,8$ кг.

Приготовление колера

Колер — это кристаллический сахар, карамелизованный при высокой температуре. Для приготовления колера используют колероварочный аппарат (рис. 85), который состоит из двух цилиндров 3 и 4, внутри корпуса расположен тигель 2. Обогревается аппарат электрическим нагревателем 1. Двумя полуосями 8 аппарат опирается на стойки каркаса. С помощью шестерней 6 и 7, рукоятки 5 его можно поворачивать. Массу в аппарате перемешивают переносной мешалкой. Над аппаратом установлен вытяжной зонтик. Аппараты, снабжен-

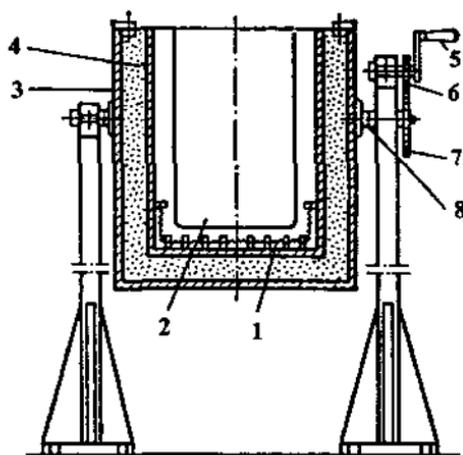


Рис. 85. Колероварочный аппарат

ные крышками, оснащают вытяжной трубой. Вместимость аппарата должна быть в 4 раза больше объема расплавляемого в нем сахара.

Для приготовления колера в предварительно нагретый аппарат заливают 1–2% воды от массы загружаемого сахара и при работающей мешалке равномерно подают сахар. Смесь при перемешивании постепенно нагревают до 160–165°C, сахар начинает плавиться и приобретает темно-коричневый цвет. Затем нагревание прекращают и при перемешивании

осторожно добавляют горячую воду температурой 75–90°C (около 8% к массе сахара), включают обогрев и при температуре 180–200°C выдерживают смесь до состояния, когда капля полученной массы, нанесенная на стекло, не будет растекаться. Готовый колер разбавляют водой и перегружают в сборник, где при работающей мешалке добавляют воду температурой 60–65°C для получения концентрации сухих веществ в колере 68–72%.

При уваривании колера нельзя допускать его обугливания, он должен полностью раствориться в воде. Выход колера составляет 105% к массе сахара. Потери сахара при приготовлении колера составляют 28–30%.

Колероварочные аппараты устанавливают в отдельном помещении или в изолированном месте сироповарочного отделения. При приготовлении колера обслуживающий персонал должен работать в фартуках, рукавицах и очках. Продолжительность одного цикла приготовления колера 3–4 ч.

Приготовление смешанной закваски дрожжей и молочнокислых бактерий

Для приготовления заквасок используют дрожжи рас М, 131-К, С-2, хлебопекарные и винные дрожжи, молочнокислые бактерии рас 11 и 13. Закваску готовят непосредственно на заводе по схеме, приведенной на рис. 86.

В разводке дрожжей чистой культуры для закваски должно содержаться дрожжей не менее 40 млн клеток в 1 см³, кислотность разводки молочнокислых бактерий 6,8–7 см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ среды.

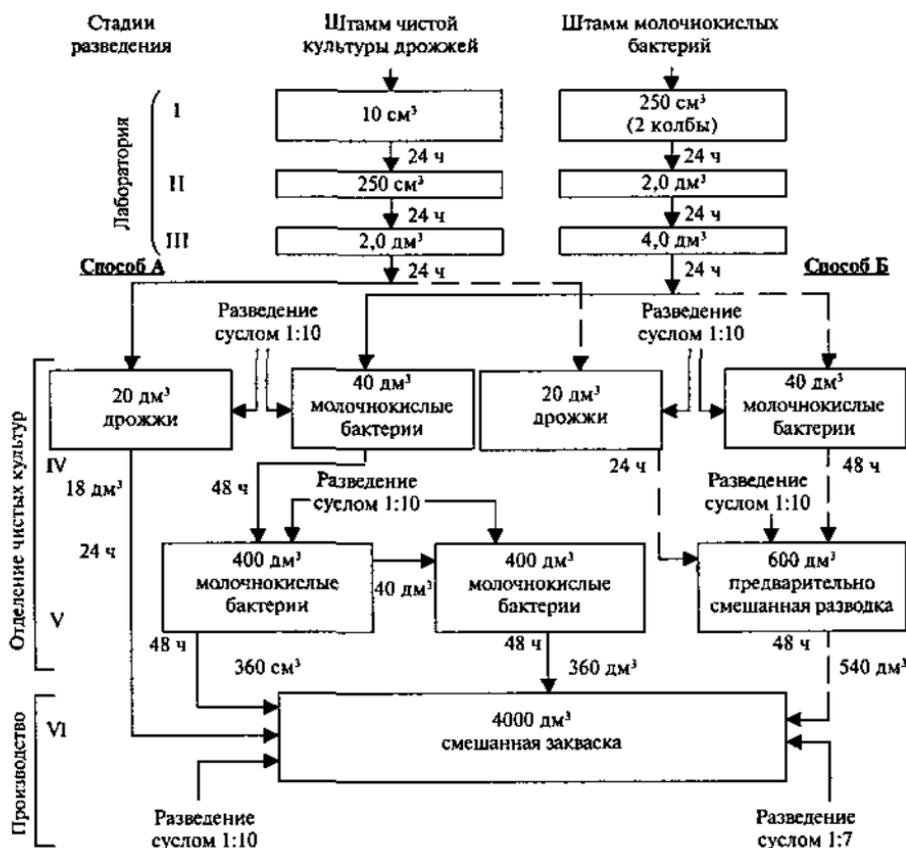


Рис. 86. Схема разведения чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий

Поддержание чистых культур, их разведение и приготовление комбинированной закваски осуществляет микробиолог лаборатории предприятия.

Сохраняют чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий в лаборатории. Дрожжи хранят в виде колоний на скошенном сусле-агаре при температуре 6–7°C и пересевают 1–2 раза в месяц. Чистую культуру бактерий поддерживают на сусле с добавлением в него до 10 г сахара на 100 см³ сусли. После выдерживания культуры в термостате в течение 2 сут при 20°C в нее добавляют немного стерильного мела и ежедневно встряхивают для лучшей нейтрализации. Через каждые 10 дней культуру пересевают.

Приготовление разводки дрожжей и молочнокислых бактерий представляет собой несколько пересевов с увеличением квасного сусли и числа микроорганизмов в лаборатории, затем в отделении чистых культур и в производстве (см. рис. 86).

Разводку готовят двумя способами: раздельным выращиванием чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий (способ А — наиболее предпочтительный) и смешанное выращивание культур микроорганизмов (способ Б). На схеме даны объемы пересевов для завода производительностью 10 тыс. дал кваса в сутки. При большей производительности заводов надо увеличивать или уменьшать объемы разводки, начиная со II лабораторной стадии. Лабораторные стадии I—III — общие для обоих способов. Их осуществляет микробиолог в лаборатории. Последующие стадии выполняет уже аппаратчик бродильного отделения в аппаратах отделения чистых культур.

В лаборатории работают на стерильном сусле с массовой долей сухих веществ 8%. Для этого стерилизацию сусла проводят в автоклаве при 0,5 МПа в течение 15—20 мин. В отделении чистой культуры применяют кипяченое в течение 10—15 мин сусло, температура которого не выше 30°C. Для получения смешанной закваски используют производственное сусло.

Разведение чистой культуры дрожжей в лаборатории. Для проведения работы в лаборатории, в расчете на производительность 10 тыс. дал кваса в сутки, необходимо иметь: пробирки с 10 см³ стерильного сусла; колбу вместимостью 0,5 дм³ с 250 см³ стерильного сусла; колбу вместимостью 3 дм³ с 1,75 дм³ стерильного сусла. При большей производительности завода объемы разводки дрожжей и молочнокислых бактерий в лаборатории (на стадии III) могут достигать 10 или 20 дм³. В этом случае необходимо для стерилизации сусла и приготовления разводки использовать несколько стеклянных колб из термостойкого стекла, их число должно обеспечить суммарную вместимость (10 или 20 дм³).

Оптимальная температура выращивания дрожжей на всех стадиях 25—30°C, а продолжительность выращивания на каждой лабораторной стадии 24 ч.

Из пробирки с исходной культурой дрожжей на косом агаре берут полную петлю посевного материала, засевают в пробирку с 10 см³ сусла (стадия I) и 24 ч выращивают в термостате.

Дрожжевую разводку из пробирки полностью переносят в колбу с 250 см³ сусла (стадия II), перемешивают легкими вращательными движениями, не допуская смачивания пробки, выдерживают при оптимальной температуре в течение 24 ч.

Затем содержание колбы полностью переносят в колбу вместимостью 3 дм³ с 1,75 дм³ сусла (стадия III), перемешивают и также выращивают в течение 24 ч.

Разводку чистой культуры дрожжей, выращенной в колбе (на стадии III), переносят в отделение чистых культур. При этом колба должна быть покрыта стерильным бумажным колпачком и плотно завязана шпагатом. Во избежание механических повреждений колбу ставят в деревянный ящик с двумя ручками и покрывают полиэтиленовой пленкой.

Разведение чистой культуры молочнокислых бактерий в лаборатории. Для проведения работы в лаборатории необходимо иметь: две колбы вместимостью по 0,5 дм³ с 250 см³ стерильного сусла в каждой; колбу вместимостью 3 дм³ с 1,5 дм³ стерильного сусла и колбу на 5 дм³ с 2 дм³ стерильного сусла. Оптимальная температура выращивания молочнокислых бактерий 28–30°С.

Содержимое трех ампул молочнокислых бактерий расы 11 переносят в одну из колб с 250 см³ сусла, а содержимое трех ампул бактерий расы 13 – в другую колбу с 250 см³ сусла (стадия I). Культуру выращивают в течение 24 ч.

Содержимое двух колб (стадия I) полностью переносят в колбу с 1,5 дм³ сусла (стадия II), перемешивают и выращивают в течение 24 ч.

Затем выросшую в колбе разводку бактерий в колбе (стадия II) полностью переносят в колбу с 2 дм³ сусла (стадия III), перемешивают и выращивают 24 ч и выросшую разводку переносят с соблюдением правил стерильности в отделение чистых культур.

Разведение чистых культур микроорганизмов в отделении чистых культур по способу А. Особенностью способа А является раздельное выращивание бактерий и дрожжей до стадии смешанной закваски (стадия VI) Продолжительность выращивания дрожжей (на стадиях IV и V) различна, а именно 24 ч и 48 ч, соответственно. Поэтому для ежедневной передачи культур дрожжей и бактерий в производство необходимо выращивание бактерий (стадия V) вести в двух равных по объему емкостях, в которых процесс выращивания сдвинут по фазе на 24 ч.

Разведение чистых культур дрожжей. Выросшую в лаборатории разводку дрожжей (2 дм³) при соблюдении правил стерильности разводят в 10 раз (до 20 дм³). Дрожжи выращивают течение 24 ч до концентрации 40 млн. клеток в 1 см³. Затем 18 дм³ передают в емкость для приготовления закваски. В последующих циклах приготовления дрожжевой разводки в этой емкости используют отъемно-доливной способ: к оставшимся 2 дм³ добавляют 18 дм³ сусла и проводят выращивание в течение 24 ч. Отбор дрожжей, долив сусла и выращивание можно повторять не более 15 раз, после чего необходимо начинать разводку из новой пробирки.

Разведение чистой культуры молочнокислых бактерий. К 4 дм³ выросшей в лаборатории разводке молочнокислых бактерий доливают 36 дм³ сусла (разведение в 10 раз) и выращивают бактерии 48 ч до накопления кислотности 6,8–7 см³ 1 н раствора гидроксида натрия на 100 см³ среды.

На стадии V по способу А используют две емкости для разводки молочнокислых бактерий, цикл в которых сдвинут на 24 ч. Вначале в одну из емкостей передают 40 дм³ разводки (стадия IV), разбавляют суслom в 10 раз (объем 400 дм³). Через 24 ч выращивания отнимают 40 дм³ и передают в качестве посевного материала во вторую емкость, доливают сусло в обе емкости до объема 400 дм³ и содержимое

первой емкости передают через 24 ч, а второй через 48 ч. Далее оставляют 40 дм³ готовой разводки, доливают суслом до 400 дм³ и выращивают культуру 48 ч, чередуя, таким образом, до 7 циклов.

По способу Б на стадии V получают предварительно смешанную разводку.

Приготовление предварительно смешанной разводки. В емкость для предварительно смешанной разводки передают 40 дм³ разводки чистой культуры бактерий, доливают суслом до 580 дм³ и выращивают в течение 24 ч. Затем сюда же вносят 20 дм³ разводки чистой культуры дрожжей и продолжают совместное выращивание еще 24 ч до накопления кислотности 6,8–7 см³. Общая продолжительность выращивания культуры 48 ч.

Примерно 90% разводки направляют в цех в аппарат для приготовления смешанной закваски, а оставшиеся 10% (60 дм³) вновь заливают суслом до 600 дм³. Через 48 ч свежую разводку используют в производстве. Такой отъемно-доливной процесс можно вести не более 7 циклов (по 48 ч каждый), после чего разводку заменяют свежими культурами дрожжей и молочнокислых бактерий (стадии I–III).

При совместном культивировании дрожжей и молочнокислых бактерий следят, чтобы кислотность не превышала 6,8–7 см³. Все операции проводят при 25–30°C. Если потребность в разводке снижается, то емкость, в которой проводится отъемно-доливной процесс, охлаждают до 6°C.

Приготовление смешанной закваски. В емкость для смешанной закваски передают: по способу А разводку молочнокислых бактерий 360 дм³ и дрожжей 18 дм³, а по способу Б 540 дм³ предварительно смешанной разводки. Разбавляют в 10 раз по способу А и в 7 раз по способу Б производственным суслом с добавлением сахарного сиропа (25% от нормы на квас). Общий объем будет равен 4000 дм³.

Через 6 ч закваску направляют в аппарат для брожения, где ее объем составляет 4% от общего объема сбраживаемого сула.

Так как длительность получения смешанной закваски (6 ч) и цикла брожения в аппаратах (12–18 ч) меньше времени приготовления предварительно смешанной закваски (48 ч), то до окончания ее приготовления целесообразно проводить отъемно-доливной процесс непосредственно в аппарате для смешанной закваски. Для этого в нем оставляют половину разводки и доливают ее до полного объема суслом с сахарным сиропом. Половину смешанной закваски передают в бродильные аппараты, где она составляет 2% их объема. Через 8–10 ч бродильный аппарат доливают до полной вместимости и ведут брожение до накопления необходимой кислотности.

Через каждые 2 цикла содержимое аппарата смешанной закваски переводят в бродильные аппараты, где ее количество составляет 4% объема.

В аппарат для смешанной закваски после его освобождения передают готовую предварительно смешанную разводку из отделения чистых культур, и цикл приготовления закваски повторяют вновь.

На небольших предприятиях, где нет аппаратов для разведения чистых культур, можно использовать стеклянные бутылки вместимостью по 20 дм³. Для разведения дрожжей и молочнокислых бактерий необходимо иметь два небольших сосуда, причем вместимость сосуда для дрожжей должна быть меньше, чем для бактерий, в 2 раза.

На высокопроизводительном предприятии необходимо иметь два аппарата для разведения чистых культур: один — для разведения дрожжей, другой — для молочнокислых бактерий. Перед началом работы все емкости аппаратов моют горячей водой со щетками, и стерилизуют потоком пара по 1 ч в сут в течение трех дней. По окончании стерилизации в стерилизаторе и аппарате брожения держат открытыми вентили с подводом стерильного воздуха.

После охлаждения стерилизатор наполняют горячим суслим и стерилизуют его в течение 1 ч, периодически перемешивая стерильным сжатым воздухом. Затем суслим охлаждают до 25–30°С и передают в один из цилиндров брожения, туда же из колбы Карлсберга вводят 8–12 дм³ чистой культуры микроорганизмов.

Если у аппарата два цилиндра брожения, то в одном размножают смесь бактерий рас 11 и 13, а в другом — квасные дрожжи. Если три цилиндра, то каждый из них засевают одной культурой.

Разведение сухих квасных дрожжей. Для производства 1000 дал кваса готовят суслим с массовой долей сухих веществ 8%, кипятят 10 мин и охлаждают в закрытом сосуде до 26–30°С.

В бутылку вместимостью 20 дм³, тщательно вымытую 2–3%-ным раствором карбоната натрия, вносят 100 г сухих дрожжей и 5 дм³ подготовленного суслима. Бутылку закрывают ватной пробкой, содержимое перемешивают 10–20 мин и оставляют на 18 ч для забраживания, затем заливают еще 15 дм³ суслима, выдерживают 8–12 ч, отбирают 15 дм³ забродившего суслима и передают его в чанок с крышкой вместимостью 100 дм³. В бутылку снова доливают 15 дм³ суслима и оставляют на 12–16 ч до начала интенсивного забраживания. Процесс повторяют 5–6 раз. На всех стадиях долив осуществляют только в стадии активного брожения.

Закваску в чанок доливают 85 дм³ квасного суслима, доведенного сахарным сиропом до концентрации 6%, и оставляют на 18–20 ч до интенсивного брожения, после чего передают в производственный аппарат вместимостью 1000 дал и сбродивают в течение 12 ч. После освобождения чанок моют, дезинфицируют и используют для следующей разводки дрожжей.

Разведение молочнокислых бактерий из высушенных культур проводят в бутылки вместимостью 20 дм³, куда вносят 100 г бактерий, 5 дм³ прокипяченного и охлажденного суслима, закрывают стерильной ватной

пробкой и оставляют на 24 ч. После забраживания доливают 15 дм³ сусла (прокипяченного и охлажденного) и оставляют на 24 ч.

Затем разводку бактерий передают в производственный аппарат, заполненный суслом из расчета 5–6 дм³ на 1000 дал. Одновременно туда подают культуру дрожжей, приготовленную, как описано выше.

Бутылку на 20 дм³ после каждого отъема закваски доливают прокипяченным 8%-ным суслом до первоначального объема. Через 6–7 сут разводку обновляют.

Разведение прессованных хлебопекарных дрожжей. Дрожжи из расчета 15 г на 10 дал сусла помещают в емкость, смешивая с водой в соотношении 2:1, добавляют 40%-ную молочную кислоту из расчета 40 см³ на 1 кг прессованных дрожжей и устанавливают рН дрожжевой разводки 2,7–2,9. Суспензию выдерживают 3 ч, добавляют пятикратный объем сусла, пастеризованного или прокипяченного и охлажденного до 20–30°C концентрацией 8% СВ. После этого дрожжевую суспензию перемешивают с суслом, выдерживают для забраживания 2–3 ч при температуре 20–30°C и задают в бродильные емкости.

Для приготовления сусла ККС разводят в воде до концентрации СВ 3–3,2% или используют неупаренное квасное сусло такой же концентрации, добавляют сахарный сироп до 8 % СВ.

Способы приготовления кваса

§ 1. Приготовление квасного сусла

На заводах безалкогольных напитков квасное сусло получают разбавлением концентрата квасного сусла в воде или настойным способом из квасных ржаных хлебцев или из сухого кваса.

Приготовление сусла настойным способом состоит в экстрагировании горячей водой растворимых веществ из квасных хлебцев или сухого кваса и отделении нерастворившейся массы (квасной гущи). Квасные хлебцы измельчают на дробилках и настаивают в аппаратах.

Настойный аппарат (рис. 87) представляет собой цилиндрический сосуд 1 с крышкой 2. Внутри аппарат оборудован змеевиком 5, лопастной мешалкой 4 и декантатором 6 для съема сусла с квасной гущи. Вместо змеевика или барботера предпочтительнее использовать паровую рубашку.

Настойный аппарат заполняют горячей водой (80–90°C) в таком объеме, чтобы получить первое сусло в количестве 1/3 от заданного объема изготавливаемого кваса, и при перемешивании подают всю массу измельченных квасных

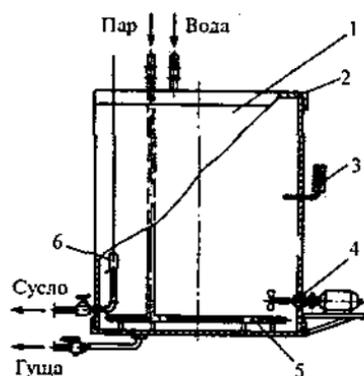


Рис. 87. Настойный аппарат

хлебцев или сухого кваса, которая должна расходоваться по рецептуре на объем готового кваса. Смесь перемешивают около 30 мин и затем настаивают 1,5–2 ч. Отстоявшееся первое квасное сусло через декантатор перекачивают в бродильно-купажный аппарат, охлаждая его перед этим в теплообменнике до 25–30° С.

Оставшуюся в аппарате гущу заливают горячей водой (60–70° С) в количестве, равном объему первого сусла, 20 мин перемешивают, 1,5 ч настаивают и декантат пропускают через теплообменник, охлаждая полученное второе сусло до 25–30° С. Второе сусло соединяют с первым суслом.

Для третьего залива воды берут столько, чтобы было достаточно для доведения общего объема квасного сусла до заданного. Смесь воды и гущи перемешивают 20 мин и настаивают 1 ч. Охлажденное до 25–30° С третье сусло присоединяют к первым двум.

Содержание сухих веществ в первом сусле 1,8–2%, во втором сусле 1,2–1,3, в третьем сусле 0,5–0,7%. Температура поступающего на брожение квасного сусла 23–27° С, содержание сухих веществ — не менее 1,5% масс.

Для получения сусла для окрошечного кваса ржаную муку запаривают кипящей водой в соотношении 1:10, перемешивают, охлаждают до 55° С, добавляют измельченные ячменный и ржаной солода в нагретую до 70–73° С воду. Далее настаивают как описано выше. Массовая доля сухих веществ в сусле, поступающем на брожение, 1,3%. Выход общего сусла должен быть равен объему приготавливаемого кваса.

При приготовлении сусла из концентрата квасного сусла сначала в бродильно-купажный аппарат наливают воду температурой 30–35° С и в ней растворяют концентрат квасного сусла до массовой доли сухих веществ 1,4% (для хлебного кваса) и до 1% для окрошечного кваса. ККС подают в бродильно-купажный аппарат по частям: 2/3 расходуют на получение квасного сусла, а 1/3 вносят при купажировании, что улучшает аромат.

Для приготовления сусла, предназначенного для сбраживания в ЦКБА, используют разведенный пастеризованный концентрат квасного сусла (ККС) или обогащенный концентрат квасного сусла (КОКС), а затем сахарный сироп, комбинированную дрожжевую и молочнокислую закваску или подмоложенные дрожжи.

Перед разведением ККС или КОКС пастеризуют, подвергая тепловой обработке при 75–80° С в течение 30–35 мин. Можно пастеризовать в указанном режиме и разведенный концентрат квасного сусла. После пастеризации его охлаждают до 26–30° С и перекачивают в ЦКБА.

На брожение рекомендуется задавать 70% от общего количества ККС или КОКС. Оставшиеся 30% используют при купажировании кваса.

Допускается подавать на брожение полностью все расчетное количество ККС или КОКС без последующего купажирования кваса с концентратом.

Разведенный концентрат квасного сусла с содержанием сухих веществ 1,4% (при закладке 70% от расчетного количества концентрата), либо 2,2% (при использовании полностью всего количества концентрата) перекачивают в ЦКБА.

Приготовление кваса с использованием ячменного солода возможно как на предприятиях, производящих квас, так и на пивоваренных заводах, с заменой половины ККС неохмеленным пивным суслом. В случае недостаточной цветности кваса часть сахара заменяют колером.

§ 2. Сбраживание квасного сусла

Брожение квасного сусла проводят в броидильно-купажных или броидильных аппаратах.

Броидильно-купажный аппарат (рис. 88) представляет собой цилиндрический сосуд 7 с коническим днищем, сферической крышкой, закрытой герметично люком 12, и опорами 2. Для регулирования температуры сусла аппарат снабжен рубашкой 6. В нижней конической части установлен дрожжеотделитель 3 с задвижкой 1. Для перемешивания сусла при брожении и купажировании имеется пропеллерная мешалка 4.

Аппарат снабжен также штуцерами 8 и 13 для отвода воздуха из аппарата и рубашки, штуцерами 16 и 5 для ввода и отвода охлаждающего рассола, штуцером 9 для подачи сусла и штуцером 14 для ввода сиропа, термометром 10, манометром 15, компенсатором 17, пробным краном 18, сливным штуцером 19 и штуцером 11 для ввода датчика автоматического определения уровня жидкости. Корпус аппарата покрыт слоем теплоизоляционного материала.

Аппарат выпускают вместимостью 100 и 500 дал и производительностью соответственно 150 и 700 дал/сут.

Броидильный аппарат (рис. 89) представляет собой цилиндрический резервуар 1 с герметически закрывающейся крышкой.

Он оборудован охлаждающим змеевиком 2, декантатором 3 для съема сброженного сусла с дрожжевого осадка и штуцером 4 для слива промывной воды и с трубой для отвода CO_2 .

Вначале в *броидильно-купажный* или *броидильный аппарат* подают квасное сусло и 1/4 сахара (в виде сахарного сиропа)

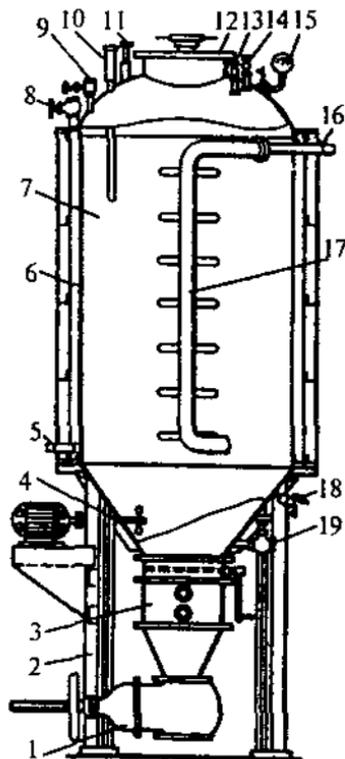


Рис. 88. Броидильно-купажный аппарат

от его общего количества, предусмотренного рецептурой. Содержание сухих веществ в сусле для хлебного кваса должно быть не менее 2,5%, а для окрошечного кваса — 1,6%. После этого в сусло вносят комбинированную закваску из чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий (2–4% к объему сусла) или разводку, полученную из высушенных, технически чистых культур (0,8% дрожжи и 0,06% молочнокислые бактерии к объему сусла). Брожение проводят при температуре 25–28° С до понижения содержания сухих веществ в сусле на 1% масс. и достижения кислотности не ниже 2 см³ раствора щелочи концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ кваса. В процессе брожения регулируют температуру, не допуская ее повышения.

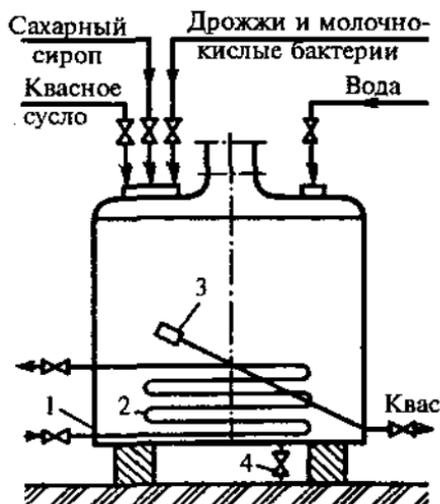


Рис. 89. Броидильный аппарат

Для более полного осахаривания углеводов и, вследствие этого, для ускорения брожения, после ввода сахарного сиропа, добавляют еще молотый ячменный солод (5 г на 1 дм³ сусла). Солод должен иметь низкую продолжительность осахаривания — не более 10 мин.

Для повышения стойкости сброженное сусло (квас) по окончании брожения тщательно отделяют от дрожжей, для чего его охлаждают в броидильно-купажном аппарате до 5–7°С. При этом дрожжи плотным слоем осаждаются в дрожжеотделитель, а квас осторожно, не затрагивая дрожжевого осадка, перекачивают в купажный аппарат или купажируют непосредственно в броидильно-купажном аппарате.

В броидильном аппарате купаживать квас не разрешается.

При брожении квасного сусла часть питательных веществ расходуется на рост дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий, а основная масса под действием ферментов преобразуется в новые продукты: сахара, этиловый спирт, органические кислоты, в том числе молочную кислоту, диоксид углерода и др. Пониженная температура сусла способствует растворению СО₂ и насыщению им кваса.

При работе с недостаточным накоплением в квасе молочной кислоты в готовое сусло, еще до внесения в него сахара, допускается вводить 4% (по объему) комбинированной закваски или разводки высушенных культур (0,5% дрожжей и 1,5% молочнокислых бактерий) и оставлять продукт на 6 ч для накопления молочной кислоты при 30–32°С. Затем вносят 1/4 сахара от рецептуры (в виде сахарного сиропа) и проводят брожение при 30–32°С до снижения содержания СВ на 1% масс. При недостаточном накоплении алкоголя в предыдущих циклах

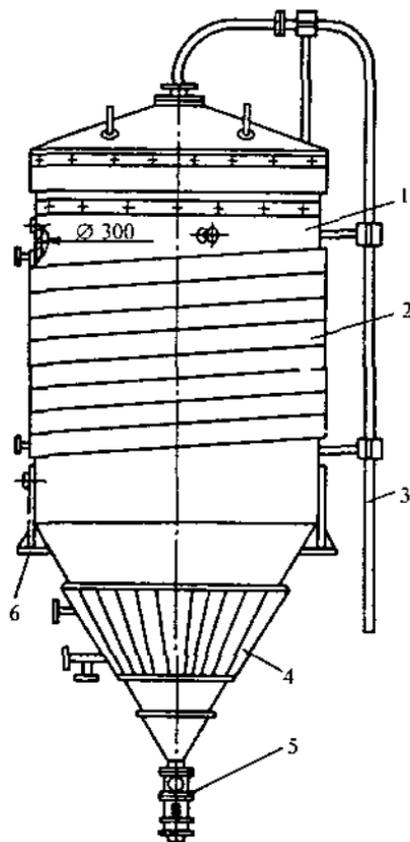


Рис. 90. Цилиндрикоконический бродильный аппарат

брожения с использованием этого же сырья дрожжи в сусло вносят на несколько часов раньше, чем молочнокислые бактерии. Брожение проводят при 28–30°C до понижения содержания СВ на 1% масс.

При производстве хлебного кваса, кроме бродильно-купажных и бродильных аппаратов, используют *цилиндро-конические бродильные аппараты ЦКБА* (рис. 90). ЦКБА – это более совершенный аппарат, представляющий собой цилиндрический сосуд 1 со сферической крышкой, снабженный рубашками: 2 на цилиндрической и 4 на конической частях корпуса для охлаждения бродящего сусла и кваса. В нижней части аппарата смонтированы дрожжеотделитель и горизонтально расположенная мешалка. Аппарат имеет трубопровод 3 для удаления диоксида углерода и подачи моющего раствора и камеру 5 для ввода комбинированной закваски и вывода готового кваса. Аппарат устанавливается на кольцевых опорах 6.

Аппараты выпускаются с рабочей вместимостью 9,4 и 25 м³.

Готовый разведенный концентрат квасного сусла, имеющий температуру 26–30°C, перекачивают в

подготовленный ЦКБА при открытом газовом вентиле 3. С целью ускорения брожения, подмоложенные хлебопекарные дрожжи или комбинированную дрожжевую и молочнокислую закваску задают во вторую порцию разведенного концентрата квасного сусла также при температуре 26–30°C. Для предотвращения пенообразования и упрощения эксплуатации заполнение ЦКБА квасным сусликом производят снизу. Затем при перемешивании центробежным насосом «на себя» в ЦКБА вносят 25% предусмотренного рецептурой сахара в виде отфильтрованного сиропа концентрацией сухих веществ 60–65%.

После тщательного перемешивания отбирают пробу для определения перед началом брожения физико-химических показателей сусла – массовой доли сухих веществ, температуры – и закрывают воздушный вентиль. Давление в ЦКБА при брожении регулируют шпунтаппаратом, оно не должно превышать 0,065 МПа.

С целью сокращения сроков занятости и увеличения оборачиваемости ЦКБА рекомендуется сусло готовить в отдельно стоящих сборниках, где его тщательно перемешивают и доводят до требуемой плотности.

Брожение проводят при температуре 26–30°C до снижения массовой доли сухих веществ в сусле на 1 г в 100 г сброженного сусла и достижения кислотности не ниже 2 см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³, расходуемого на титрование 100 см³ сусла. В процессе брожения необходимо контролировать температуру квасного сусла, не допуская ее повышения.

Брожение ведут при периодическом перемешивании центробежным насосом (через каждые 2 ч) в течение 30 мин.

§ 3. Купажирование и розлив кваса

Купажирование сброженного квасного сусла. В сброженное квасное сусло, находящееся в бродильно-купажном или купажном аппарате, добавляют оставшиеся 3/4 части сахара и колер. Если сусло было приготовлено с использованием 70% ККС от рецептуры, то добавляют оставшиеся 30%. Полученную смесь, называемую купажем, тщательно перемешивают, продувая через нее диоксид углерода, проверяют соответствие качества кваса требованиям стандарта и направляют его на розлив.

Если квасное сусло сбраживают в бродильных аппаратах, то квас купажируют в купажном аппарате, представляющем собой емкость, покрытую эмалью, или выполненную из коррозионностойкой стали, имеющую теплоизоляцию и снабженную мешалкой, барботером для перемешивания купажа диоксидом углерода.

При купажировании кваса в ЦКБА после окончания брожения, которое определяют по снижению содержания сухих веществ и нарастанию кислотности в квасе, к охлаждению подключают обе рубашки ЦКБА и пластинчатый холодильник (если им доукомплектована установка), через который насосом перекачивают сброженный квас. При этом в нижней конической части ЦКБА осаждаются дрожжи. Дрожжевой осадок выпускают снизу, открывая при этом воздушный вентиль. Окончание слива дрожжей определяют визуально через смотровое стекло или сливную воронку. Квас охлаждают до температуры 5–7°C.

После слива дрожжей квас купажируют, добавляя оставшиеся 75% расчетного количества сахара в виде сиропа и 30 % ККС или КОКС. После этого содержимое ЦКБА тщательно перемешивают насосом.

При снижении потребительского спроса, чтобы предотвратить возможность переброда кваса и, как вследствие этого, снижения содержания сухих веществ в нем, рекомендуется квас охлаждать до 4–6°C.

Количество сахарного сиропа (в дм^3), добавляемого в квас, вычисляют по формуле

$$X = [K(a - a_1)] / a_2,$$

где K — объем купажируемого кваса, дм^3 ; a , a_1 , a_2 — содержание сухих веществ в 1 дм^3 соответственно готового кваса, исходного квасного сусла, сахарного сиропа, г.

Пример. Необходимо вычислить, сколько следует подать в бродильно-купажный аппарат 65%-ного сахарного сиропа (a_2) на 2000 дм^3 хлебного кваса, если в сброженном квасном сусле содержание сухих веществ составляет 1,4% (a_1), а после купаживания в готовом квасе их должно быть не менее 5,8% (a).

По показаниям сахаромера находим содержание сухих веществ в 1 дм^3 кваса, г: $a=59,22$; $a_1=14,05$; $a_2=855,61$. Подставляя эти данные в уравнение, получим

$$x = [2000 \cdot (59,22 - 14,05)] / 855,61 = 105,6.$$

Следовательно, в сусло следует внести 105,6 дм^3 сахарного сиропа.

В хлебный квас, приготовляемый для рабочих горячих цехов, при купаживании вносят в виде водных растворов в соответствии с рецептурой аскорбиновую кислоту, хлорид кальция, фосфат калия, поваренную соль (хлорид натрия) и др.

Розлив кваса в бочки и автотермоцистерны. Готовый квас охлаждают до 12°C и разливают на специальной станции с несколькими штуцерами. Емкости обычно наполняют открытым способом через резиновые шланги, что приводит к потере диоксида углерода из кваса. Поэтому квас следует разливать в изобарических условиях (под давлением) по схеме, изображенной на рис. 91.

Для этого автотермоцистерну 2 герметизируют и при розливе соединяют с верхней частью бродильно-купажного аппарата 1. Через штуцер 3 выравнивают давление и разливают квас под избыточным давлением. Автотермоцистерна 2 снабжена предохранительным клапаном 4, смотровым стаканом 5 для определения полноты налива цистерны и манометром 6.

Квас, сброженный в ЦКБА, разливают после проверки лабораторией соответствия качественных показателей установленным требованиям. При розливе открывают воздушный вентиль, клапан и вентили на разливочной коммуникации и перекачивают квас в сборники-мерники, установленные на разливочной стан-

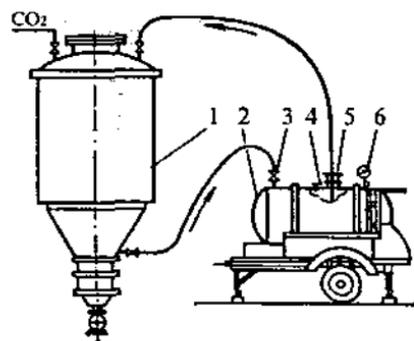


Рис. 91. Схема розлива хлебного кваса в автотермоцистерны

ции или непосредственно в подготовленные автотермоцистерны. Температура кваса при розливе не должна превышать 12°C.

В торговую сеть автотермоцистерны отпускают герметично укупленными с опломбированными торговой сетью люками.

Потери экстрактивных веществ. При приготовлении квасного сусла и сахарного сиропа, сбраживании сусла, купажировании и розливе кваса, при перекачивании продуктов часть экстрактивных веществ теряются.

Например, когда квасное сусло готовят настойным способом, то с квасной гущей уходит 20–24% экстрактивных веществ, поэтому более экономично готовить его из концентрата. При уваривании сахарного сиропа до 1% сахара теряется (со снимаемой пеной или при перекачивании в емкости). В бродильно-купажном аппарате потери сусла с дрожжами значительно меньше, чем в бродильном аппарате. Около 0,3% сусла теряется на смачивание стенок емкостей и трубопроводов. При розливе открытым способом теряют до 2%, а изобарическим способом – около 0,8% кваса.

В готовом квасе молочнокислое и спиртовое брожение не приостанавливаются, так как в нем содержатся небольшие количества дрожжей, молочнокислых бактерий и углеводы. Поэтому при хранении в нем происходит снижение содержания СВ. В 100 см³ готового продукта содержание сухих веществ составляет 5,7 г, что по показаниям сахаромера соответствует 5,6% (с учетом искажения результатов из-за содержания спирта).

Ниже представлено содержание алкоголя и сухих веществ в готовом квасе (хлебном и для окрошки), выпускаемом с предприятия (табл. 32) и находящемся в торговой сети (табл. 33).

Таблица 32

Содержание спирта, % масс.	Содержание сухих веществ в квасе, % масс.	
	хлебном	для окрошки
0,4	5,8	3,2
0,5	5,6	3,0
0,6	5,4	—

Таблица 33

Содержание спирта, % масс.	Содержание сухих веществ в квасе, % масс.	
	хлебном	для окрошки
0,4	5,8	3,2
0,5	5,6	3,0
0,6	5,4	2,8
0,7	5,2	2,6
0,8	5,0	2,4
0,9	4,8	2,2
1,0	4,6	2,0
1,1	4,4	1,8
1,2	4,2	1,6

§ 4. Производство кваса бутылочного розлива и напитков из хлебного сырья

В бутылки разливают как квас, полученный без проведения брожения, так и квасы брожения после предварительной обработки.

Без проведения брожения изготавливают квасы Московский, Русский, Ароматный, Мятный, Медовый и квас с хреном. Наибольшее распространение получили Русский и Московский квасы, которые отличаются только рецептурным соотношением компонентов и содержанием сухих веществ. Эти квасы получают как из концентрата квасного сусла, так и из концентратов Русского и Московского квасов. Второй способ предпочтительней, так как он проще, а продукция разных партий однороднее по качеству.

Приготовление купажного сиропа, например, для Русского кваса из ККС, состоит из разведения последнего холодной водой в соотношении 1:2 (квасное сусло), отстаивания в течение 10–12 ч, декантации и фильтрования, приготовления 50%-ного раствора лимонной кислоты (молочной кислоты для Московского кваса). Затем осветленное квасное сусло смешивают последовательно с сахарным сиропом и раствором кислоты, фильтруют и охлаждают купажный сироп до 10°C.

Для приготовления кваса Медового купаж готовят как холодным, так и горячим способами. При холодном купажируют сахарный сироп, концентрат квасного сусла, мед, раствор лимонной кислоты. При горячем в сироповарочный аппарат добавляют воду, сахар, кипятят сироп 30 мин, вносят концентрат квасного сусла и мед, передают и охлаждают в сборнике до 10°C. Купаж фильтруют и подают на розлив.

Для приготовления кваса Мятного и кваса с хреном ККС разбавляют с водой в соотношении соответственно 1:0,9 и 1:0,7. Для Мятного кваса разбавленный ККС купажируют с сахарным сиропом, лимонной кислотой, разведенным медом и настоем мяты перечной. А для кваса с хреном его купажируют с сахарным сиропом, лимонной кислотой и тертым хреном. Купажам дают отстояться 2–3 ч для удаления пузырьков воздуха.

В купажном сиропе определяют содержание сухих веществ и вычисляют его дозу на бутылку (D , см³) по формуле

$$D = V \cdot B \cdot D_1 / B_2 \cdot D_2,$$

где V — полезная вместимость бутылки, см³; B_1 , B_2 — содержание сухих веществ соответственно в готовом квасе и купажном сиропе, %; D_1 , D_2 — плотность соответственно готового кваса и купажного сиропа, г/см³.

Готовый купаж температурой 8–10°C подают в дозировочный аппарат, откуда его в определенном количестве заливают в бутылки и наполняют их газированной водой на разливочном автомате, укупоривают, перемешивают содержимое смесителем, проверяют качество напитка на освещенном экране, наклеивают этикетку и автоматически укладывают бутылки в ящики.

§ 5. Качество кваса

Повышение стойкости кваса. Для повышения биологической стойкости квас, налитый в бутылки, пастеризуют в туннельных, погружных пастеризаторах или, предварительно, в потоке. Стойкость пастеризованного кваса составляет 3 мес для Московского и Русского и 1 мес для Мятного и кваса с хреном.

Для пастеризации рекомендуются следующие режимы:

Для туннельного пастеризатора

	I вариант												
Температура, °С	40	→	60	→	65-70	→	60	→	40	→	30	→	12
Время выдержки, мин	7	→	7	→	44	→	7	→	7	→	7	→	6
	II вариант												
Температура, °С	40	→	60	→	70	→	60	→	40	→	30	→	15
Время выдержки, мин	6	→	6	→	24	→	6	→	6	→	6	→	6

Для погружного пастеризатора

Температура, °С	45	→	65	→	45	→	35	→	25	→	10
Время выдержки, мин	15	→	35	→	10	→	10	→	10	→	10

Объем газового пространства в бутылках, предназначенных для пастеризации, должен быть не менее 20 см³ для бутылок вместимостью 0,5 дм³ и 14 см³ для бутылок вместимостью 0,33 дм³.

В последнее время предложена технология стойкого хлебного кваса, полученного сбраживанием и последующим купажированием не с сахаром, а с сахарозаменителем. После этого квас обрабатывают осветлителями пива, получившими в последнее время распространение, что приводит к резкому снижению в нем дрожжевых клеток, фильтруют на кизельгуровом или обеспложивающем фильтре и пастеризуют.

Пороки хлебного кваса. По своему составу хлебный квас является благоприятной средой для развития микроорганизмов, вызывающих его порчу. Поэтому строгий санитарный режим в производстве, соблюдение правил личной гигиены рабочими, бактериальная чистота сырья, оборудования, воздуха в помещениях необходимы для обеспечения бактериальной чистоты кваса.

Для хлебного кваса характерны следующие пороки: уксуснокислое скисание, поражение плесенью, микодермой (дикие дрожжи), загрязнение кишечной палочкой, ослизнение.

При уксуснокислом скисании резко увеличивается кислотность кваса и снижается содержание сухих веществ в процессе брожения, ухудшается вкус. Возбудителем этого брожения являются уксуснокислые бактерии, окисляющие этиловый спирт до уксусной кислоты. При их развитии на поверхности кваса образуется тонкая видимая пленка. Размножению бактерий способствует плохая мойка обо-

рудования, большой объем газового пространства в бутылке и негерметичная укупорка. Характерным признаком развития уксуснокислых бактерий служит появление в производственных помещениях плодовой мушки, которая переносит бактерии в открытые емкости с квасом и суслим. Оптимальная температура их роста 30–34° С.

Плесени – это мицелиальные микроскопические грибы. Плесени развиваются на стенках помещений, на поверхности бочек, шлангов, аппаратов, где есть остатки сусли, на зерне, солоде, квасных хлебцах. Для предупреждения их появления в производственных помещениях поддерживают постоянную чистоту, а поверхности оборудования обрабатывают хлорными растворами. Бескислородные условия и термическая обработка губительны для микроскопических грибов.

Дикие дрожжи широко распространены в воздухе, на поверхности зерна, плодов, ягод. При своем развитии они на поверхности образуют белую складчатую пленку, ухудшают вкус кваса. В условиях закрытого брожения дикие дрожжи гибнут. Дикие дрожжи разлагают этиловый спирт и органические кислоты до диоксида углерода и воды; спиртового брожения они не вызывают. Чистые культуры производственных дрожжей не должны содержать более 0,5% диких дрожжей.

Кишечная палочка может попасть в квас с водой, а также от обслуживающего персонала, не соблюдающего личной гигиены. Для хлебного кваса, приготовленного на чистых культурах, в 1 см³, а в сброженном хлебопекарными дрожжами, в 0,1 см³ наличие бактерий группы кишечной палочки БГКП (колиформы) не допускается. Патогенных микроорганизмов не должно быть в объеме 25 см³.

Ослизнение кваса происходит в результате развития слизиобразующих бактерий (лейконосток и картофельная палочка). Лейконосток относится к группе кокков, попадает в квас с сахарным сиропом. В благоприятных условиях этот микроорганизм развивается в сахарепеске. Потребляя сахар, он вырабатывает слизистое вещество – декстран, который делает квас вязким, тянущимся. При этом резко снижается сладость. К употреблению такой квас не пригоден. При наличии в среде 0,7–1% кислоты или при кипячении не менее 30 мин лейконосток погибает.

Картофельная палочка, также как и лейконосток, является спорообразующим микроорганизмом, ослизняющим квас. Для предупреждения заражения хлебного кваса слизиобразующими микроорганизмами сахарный сироп необходимо кипятить не менее 30 мин и строго соблюдать санитарный режим производства. При появлении признаков ослизнения кваса все емкости и оборудование, где находился такой квас, дезинфицируют раствором хлорной извести или антиформина, пропаривают острым паром.

Ассортимент квасов. Безалкогольная промышленность выпускает напитки, приготовляемые методом брожения (хлебный квас, квас для окрошки, Днепровский квас, квас хлебный для горячих цехов, Русь, Квас настоящий, Квас Победитель, Окрошечный, Очаковский с хреном, Моя семья, Былинный с медом, Хуторской) и на-

питки газированные бутылочного розлива (квас Русский, Московский, Литовский, ароматный с хреном, мятный; напитки на хлебном сырье Здоровье, Осень, Останкинский и др.).

Из многочисленных видов кваса, получаемых методом брожения, заводы выпускают хлебный квас и Московский, имеющие следующие показатели качества:

	Хлебный	Московский
Содержание сухих веществ в 100 г кваса при выпуске с завода, г, не ниже	5,4–5,8	7,3
Содержание спирта, % масс.	0,4–0,6	–
Кислотность 100 см ³ кваса, см ³ 1 н раствора NaOH	2–4	3
Содержание диоксида углерода, % масс.	0,3–0,4	Не менее 0,3

С использованием ККС и экстракта солодового выпускают напитки на зерновом сырье. Например, напиток Здоровье содержит сахар, солодовый экстракт, лимонную и аскорбиновую кислоты, колер. Напиток Осень содержит кукурузную патоку, ККС, колер, настой чая, апельсинов, лимонов, а также лимонную кислоту и ванилин. Напитки приготавливают купажированием компонентов.

Квас хлебный, крошечный, Днепровский и квас хлебный для горячих цехов являются непрозрачными напитками, при отстаивании образуется осадок из дрожжей и частиц хлебного сырья.

Квасы бутылочного розлива также непрозрачные, коричневого цвета, кисло-сладкие на вкус. Аромат их зависит от использованного сырья и добавок.

Все виды кваса кисло-сладкие на вкус, коричневого цвета, обладают ярко выраженным ароматом ржаного хлеба, насыщены диоксидом углерода.

Содержание сухих веществ и спирта в квасах, приготовленных методом брожения, не постоянно. При дображивании в торговой сети содержание сухих веществ уменьшается, а спирта увеличивается.

Органолептические и физико-химические показатели кваса и напитков из хлебного сырья должны соответствовать требованиям действующих Государственных отраслевых стандартов (ГОСТ), отраслевых стандартов (ОСТ) или технических условий (ТУ).

Производственная санитария и безопасные приемы труда

§ 1. Приготовление дезинфицирующих растворов

Приготовление раствора каустической соды. Для мойки чаще всего используют 2%-ный раствор каустической соды, для чего в 1000 дм³ воды температурой 70–80°C растворяют 20 кг кристалли-

ческой каустической соды. При наличии исходного раствора каустической соды определенной концентрации его разводят для получения 2%-ного раствора.

Приготовление раствора антиформина. Для приготовления антиформина в одной емкости в 200 дм³ воды растворяют 16 кг хлорной извести, содержащей 28–35% активного хлора, а в другой емкости в 50–60 дм³ воды — 20 кг кальцинированной соды (Na₂CO₃) при температуре 60–65°С. После охлаждения растворы кальцинированной соды с раствором хлорной извести объединяют. Полученную смесь хорошо размешивают, закрывают крышкой и оставляют в покое на 2–5 сут. Затем отстой декантируют с осадка, получая прозрачную зеленоватую жидкость. В нее вносят каустическую соду из расчета 8 кг на 100 дм³ раствора и хранят полученный исходный раствор антиформина в стеклянных плотно закрытых баллонах.

Рабочий раствор антиформина готовят непосредственно перед употреблением, десятикратно разбавляя водой полученный, как указано выше, исходный раствор. Содержание активного хлора в рабочем растворе должно быть 1,2–1,5%.

Приготовление раствора препарата катамин-АБ. Для дезинфекции применяют 0,5%-ный раствор катамина-АБ, поставляемого в виде жидкости. Для приготовления рабочего раствора в емкости из любого материала на каждые 10 дм³ холодной воды добавляют 50 г товарного катамина-АБ.

Приготовление раствора препарата сульфохлорантина. Для дезинфекции применяют 0,25%-ный раствор препарата. Рабочие растворы сульфохлорантина готовят в любой чистой посуде, размешивая препарат в воде до полного растворения. Теплая вода (40–50°С) увеличивает растворимость препарата. Для приготовления 10 дм³ раствора расходуют 25 г препарата.

Приготовление раствора препарата санпор. Для приготовления дезинфицирующих растворов используют также препарат санпор. Рабочий раствор санпора готовят в сосуде из любого материала, за исключением алюминия. Для дезинфекции применяют 0,5%-ный раствор санпора в 0,5%-ном растворе каустической соды. Для этого на каждые 10 дм³ 0,5%-ного раствора каустической соды вносят 50 г препарата санпор.

Приготовление рабочего раствора формалина. Для приготовления 2%-ного рабочего раствора формалина используют 40%-ный раствор формальдегида, разбавляя его в 20 раз холодной водой, т. е. на каждые 10 дм³ холодной воды берут 500 см³ 40%-ного раствора формальдегида.

Приготовление рабочего раствора кислого эльмоцида. Для приготовления рабочего дезинфицирующего раствора в 100 дм³ воды растворяют 689 мл азотной кислоты плотностью 1,4 и 1010 г азотнокислого калия.

Примечание: для дезинфекции алюминиевых емкостей применяют кислые растворы (2 %-ный формалин, кислый эльмоцид), нейтральный катамин-АБ.

§ 2. Очистка, дезинфекция оборудования и емкостей

Очистка и мойка оборудования. Бункеры для зерна и солода очищают ежедневно, дробилки — после каждого цикла работы. Фильтр-прессы моют горячей водой после окончания цикла фильтрования, а центрифуги, фильтрационные аппараты и сепараторы моют после каждого затора.

Фильтровальные салфетки промывают в горячей воде с добавлением моющих средств, а затем тщательно прополаскивают горячей водой. Сулопроводы и шланги промывают водой, затем пропаривают 15—20 мин и снова промывают холодной водой. Шнеки и емкости для квасной гущи также тщательно промывают, а один раз в неделю пропаривают и дезинфицируют.

Очистку и дезинфекцию оборудования и коммуникаций технологических цехов проводят не реже одного раза в месяц с полной остановкой предприятия, применяя хлорную известь (2—4%-ный раствор), каустическую соду (1—3%-ный раствор), антиформин (раствор хлорной извести, кальцинированной и каустической соды), кислый эльмоцид и другие дезинфицирующие средства, с учетом материала оборудования. После дезинфекции все оборудование и коммуникации тщательно промывают водой до полного удаления следов дезинфицирующих растворов.

Очистка и мойка цистерн. Железнодорожные и автомобильные цистерны, предназначенные для транспортирования ККС, должны использоваться только для этих целей. На заводах-изготовителях продукта и на заводах-получателях емкости перед наполнением и после полного освобождения от продукта их тщательно обрабатывают.

Авто- и железнодорожные цистерны обрабатывают в следующей последовательности: ополаскивание горячей водой температурой 50—80°С для удаления остатков ККС; мойка с применением моющих растворов; ополаскивание горячей, а затем холодной водой до полного удаления следов ККС; обработка дезинфицирующими препаратами или острым паром; окончательное ополаскивание до полного удаления следов дезинфицирующих веществ.

При обработке цистерн, а также накопительных резервуаров в местах наполнения и соответствующих устройств для слива и налива ККС, необходимо соблюдать определенные требования. Если остатки ККС плохо смываются, то дополнительно производят механическую очистку поверхностей щетками с применением моющего раствора (0,5%-ный раствор кальцинированной соды температурой 50°С). Затем после окончания механической мойки авто- или железнодорожной цистерны и других устройств их тщательно ополаскивают горячей, а затем холодной водой до полного удаления следов ККС и остатков кальцинированной соды, что устанавливают добавлением в пробу смывной воды нескольких капель раствора фенолфталеина. При полном отсутствии кальцинированной соды смыв-

ная вода не должна окрашиваться в красный цвет. Если обнаружено покраснение смывной воды, ополаскивание повторяют.

Дезинфекция емкостей. После окончания операций по мойке с использованием моющих растворов и окончательного ополаскивания, емкости дезинфицируют одним из следующих способов.

При обработке антиформинном его раствор наносят на внутреннюю поверхность емкости, закрывают люки и выдерживают в течение 1 ч. Затем проветривают и тщательно промывают холодной водой, последнюю порцию промывной воды проверяют на отсутствие антиформина по фенолфталеину, при добавлении нескольких капель фенолфталеина проба смывной воды не должна окрашиваться в красный цвет.

Обработка препаратами катамина-АБ, сульфохлорантинном и санпором производится аналогично, т.е. раствор препарата требуемой концентрации наносят на внутреннюю поверхность обрабатываемой емкости сплошным равномерным слоем из расчета $0,5 \text{ дм}^3$ раствора на 1 м^2 поверхности и выдерживают 30–60 мин. После окончания дезинфекции цистерны тщательно ополаскивают чистой водой (вначале теплой $30\text{--}40^\circ\text{C}$, затем холодной) и проводят проверку на полноту удаления дезинфектанта. В случае применения препаратов сульфохлорантин и санпор концентрация активного остаточного хлора не должна превышать $0,5 \text{ мг/дм}^3$. При применении катамина-АБ полноту его удаления проверяют реакцией с раствором бром-крезол-пурпура. Изменение окраски пробы смывной воды от синей к фиолетовой свидетельствует о полном удалении следов катамина-АБ.

При обработке раствором каустической соды 2%-ный раствор ее наносится на обрабатываемую поверхность. После выдержки в течение 30 мин производят смыв препарата теплой ($30\text{--}40^\circ\text{C}$), а затем холодной водой. Полноту удаления препарата определяют по реакции с фенолфталеином или лакмусовой бумажкой (должна отсутствовать щелочная реакция).

Обработка формалином предусматривает нанесение раствора дезинфектанта разбрызгиванием на внутренние стенки обрабатываемой поверхности и выдержку с закрытыми люками в течение 1–2 ч. После этого емкость ополаскивают до полного удаления дезинфицирующего раствора и проверяют отсутствие кислой реакции в смывных водах.

При применении для дезинфекции *кислого эльмоцида* для обработки алюминиевых цистерн процесс проводят аналогично обработке формалином.

При обработке раствором *хлорной извести* (1–4%-ный раствор) его наносят на обрабатываемую поверхность, и после выдержки в течение 30–60 мин смывают холодной водой.

Порядок работы с цистернами. Для обработки и налива автоцистерн для кваса на территории предприятия должна быть оборудована площадка с твердым водонепроницаемым покрытием, подключен-

ная к водо- и паропроводу, канализации, оснащенная переносной электролампой. Место для налива кваса оборудуют навесом.

Наполняют автоцистерны и проводят их санитарную обработку на территории предприятия, а наружную мойку производят вне территории.

Внутреннюю поверхность цистерн и арматуру перед каждым наполнением очищают от осадка, промывают водой, пропаривают 5—6 мин при закрытом люке и ополаскивают. Наполненную цистерну пломбируют. В товарно-транспортной накладной делают отметку: «машина помыта».

Отделение для разведения чистых культур на предприятии производственной мощностью более 1 млн дал располагается в изолированном помещении. Дверь отделения, когда в нем не производятся работы, должна быть закрыта на замок, перед дверью помещают дезковрик. Окна, если они имеются, во время работы должны быть закрыты. Пол и стены покрыты керамической плиткой. В полу имеются водоотводные желобки, к которым по уклону пола стекает вода.

Помещение в конце каждой смены убирают, а перед началом работы дезинфицируют бактерицидными лампами («кварцуют»). Ежедневно стены, пол и двери протирают дезинфицирующим раствором.

Емкости для разведения микроорганизмов должны быть выполнены из коррозиестойкой стали и покрыты эмалью. Емкость для кипячения квасного сусла после каждого опорожнения очищают, моют и ополаскивают горячей водой. Емкости для разведения чистых культур и трубопроводы перед использованием ополаскивают теплой (35°C) водой, очищают, моют 0,5%-ным раствором кальцинированной соды температурой 40—45°C, снова ополаскивают горячей водой (60°C), пропаривают острым паром 30 мин.

Трубопроводы и запорная арматура, соединяющие емкости для выращивания культур микроорганизмов, перед каждой подачей микроорганизмов через специально вмонтированные трехходовые краны, промывают теплой (35°C), затем горячей (60—80°C) водой и пропаривают острым паром в течение 15 мин. По окончании подачи микроорганизмов трубопроводы вновь промывают теплой, затем горячей водой.

Порядок обработки металлических бочек и фляг. Металлические бочки и фляги перед наливом в них концентрата квасного сусла подвергают обработке в следующем порядке: проверяют на герметичность; моют наружные и внутренние поверхности, пропаривают, проверяют качество мойки.

Бочки, имеющие видимые повреждения, проверяют на герметичность, заполняя их водой или сжатым воздухом при давлении не выше 0,15 МПа. Бочки с подтеками отбраковывают.

Бочки без повреждений подвергают механической наружной мойке с помощью щеток, а внутреннюю мойку проводят на специальных шприцах, подавая в бочку под давлением 0,15—0,20 МПа сначала

горячий 2%-ный раствор кальцинированной соды, а затем ополаскивают горячей водой до удаления следов кальцинированной соды. После мойки бочки пропаривают паром для дезинфекции.

Обработка фляг производится аналогично обработке бочек.

Обработка и мойка коммуникаций, основного и вспомогательного оборудования. Шланги, трубопроводы для перекачки концентрата после использования промывают горячей водой. Шланги хранят в подвешенном состоянии с закрытыми концами. Перед употреблением их промывают горячей водой, пропаривают 10 мин или дезинфицируют 30 мин и ополаскивают.

Порядок работы на предприятии. Перед началом производства концентрата квасного сула на предприятии должно быть проверено санитарное состояние всего оборудования и трубопроводов.

ККС хранят в чистых, герметически закрытых емкостях при температуре от минус 30°С до 30°С. Нельзя доливать ККС в емкость, не проверив качества находящегося в них концентрата.

Сборники для хранения ККС, емкости для его разбавления, бродильно-купажные аппараты, ЦКБА, емкости для охлаждения, теплообменники, напорные емкости, трубопроводы, соединяющие их, после освобождения от продукта ополаскивают горячей водой температурой 60°С до исчезновения следов концентрата, моют 0,5%-ным раствором кальцинированной соды температурой 40–45°С, ополаскивают водой, дезинфицируют 30 мин и удаляют дезинфицирующее вещество.

Емкости для приготовления разводки хлебопекарных дрожжей после каждого их освобождения тщательно очищают, моют, ополаскивают горячей (60°С) водой, два раза в неделю дезинфицируют.

Мерники готового кваса, коллекторы, изобарические аппараты каждую смену промывают горячей водой, два раза в неделю пропаривают острым паром в течение 15 мин. Конец шланга для наполнения автоцистерн промывают снаружи перед каждой сменой и пропаривают.

Сиропопроводы и емкости для хранения сахарного сиропа после каждого освобождения промывают горячей водой и 1 раз в неделю пропаривают в течение 15 мин.

Бродильное и купажное отделения должны быть оборудованы точно-вытяжной вентиляцией.

Бродильно-купажные аппараты закрытого типа должны иметь манометры и предохранительные клапаны, а все бродильно-купажные емкости – нижние люки и на них должна быть надпись: «Осторожно! Диоксид углерода» и знак опасности.

В бродильном отделении необходимо иметь: прибор для определения концентрации диоксида углерода, шланговые противогазы (не менее двух) и два спасательных пояса.

Концентрат квасного сула разогревают в резервуарах только с помощью паровых теплообменников.

Резервуары для хранения концентрата квасного сусла, купажные аппараты и сборники для приготовления рабочих растворов квасного сусла должны быть закрыты крышками и оборудованы механическими мешалками.

При сбраживании хлебного кваса в ЦКБА предохранительный клапан должен быть отрегулирован на давление 0,07 МПа.

Работы внутри емкостей по осмотру, ремонту, мойке и дезинфекции проводят в соответствии с требованиями Правил работы внутри технологических аппаратов, емкостей и канализационных колодцев.

Безопасные приемы труда при розливе кваса в бочки, цистерны и бутылки такие же, как и при розливе пива.

При работе с ферментными препаратами необходимо избегать попадания их на слизистую оболочку носоглотки и глаз. Рекомендуется использовать респираторы и защитные очки.

Контрольные вопросы

1. Какое сырье используют для приготовления кваса?
2. Перечислите основные технологические операции приготовления хлебного кваса.
3. Как готовят квасные хлебцы?
4. Что представляет собой концентрат квасного сусла, и как его готовят?
5. Как готовят сахарный сироп?
6. Как готовят колер?
7. Каков порядок приготовления комбинированной закваски из чистых квасных дрожжей и молочнокислых бактерий?
8. Как готовят квасное сусло?
9. Каков режим сбраживания квасного сусла?
10. Что такое купаж и как его получают?
11. Какую тару используют при розливе кваса?
12. Каков порядок приготовления бутылочного кваса?
13. Назовите пороки хлебного кваса.
14. Какие квасы и напитки на хлебном сырье выпускают в России?
15. Как готовят дезинфицирующие растворы?
16. Какова технология очистки, мойки и дезинфекции железнодорожных и автомобильных цистерн, бочек для транспортирования квасной продукции?
17. Какие требования предъявляются к отделению для разведения чистых культур на предприятии?

ГЛАВА 12. ПРОИЗВОДСТВО БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ И СЛАБОУАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Характеристика безалкогольных напитков

Безалкогольные напитки — это напитки, приготовленные из питьевой, минеральной питьевой воды, соков, их концентратов, продуктов пчеловодства, настоев и экстрактов растительного сырья, ароматизаторов, сахара, заменителей сахара и подсластителей с добавлением вкусо-ароматических добавок, красителей и других компонентов. Наибольшее распространение в России получили напитки Буратино, Дюшес, Ситро, Яблоко, Тархун, цитрусовые Лимонный, Апельсиновый, напитки сложного состава Саяны, Байкал и др.

Безалкогольные напитки классифицируют по внешнему виду, используемому сырью и применяемой технологии, по степени насыщения диоксидом углерода, по способу обработки.

По *внешнему виду* напитки разделяют на виды: жидкие напитки — прозрачные и замутненные, концентраты напитков в потребительской таре.

По *степени насыщения диоксидом углерода* жидкие напитки разделяют на типы: сильногазированные, среднегазированные, слабогазированные, негазированные; по *способу обработки* — на непастеризованные, пастеризованные, с применением консервантов и без них; холодного, горячего и асептического розлива.

Жидкие напитки по внешнему виду подразделяют на *прозрачные*, которые прозрачны и не имеют посторонних включений или в них допускается легкая опалесценция, обусловленная особенностями используемого сырья, и *замутненные*, в которых допускается наличие осадка или взвесей без посторонних включений, не свойственных продукту.

К *концентратам* относят однородные, равномерно окрашенные сыпучие порошки, таблетки, увлажненную или пастообразную массу, вязкую жидкость, гранулы разного размера. Напитки из концентратов получают простым растворением порошка, таблеток или сиропообразной массы в воде.

Сухие шипучие напитки представляют собой смесь измельченного сахара, винной кислоты $[\text{COOH}(\text{CHON})_2\text{COOH}]$, питьевой соды (гидрокарбонат натрия NaHCO_3) и эссенций. При растворении в воде такая смесь вспенивается в результате выделения диоксида углерода при взаимодействии винной кислоты и гидрокарбоната натрия.

В зависимости от используемого сырья, технологии и назначения подразделяют на группы: сокосодержащие, на пряно-ароматическом (вкусо-ароматическом) растительном сырье, на ароматизаторах, на зерновом сырье, искусственно минерализованные воды, специального назначения.

Сокодержавшие напитки — это два вида безалкогольных напитков: с содержанием сока от 3 до 9,9% и от 10 до 50% включительно. Напитки, содержащие 10–50% сока можно называть по названию фрукта, например Яблоко, Вишня, Грейпфрут. Названия напитков с меньшим содержанием сока должны быть другими, например Яблочный аромат, Ветка яблони.

Напитки на *ароматизаторах* — это безалкогольные напитки, не содержащие сока, изготовленные с использованием ароматических веществ или их композиций (эссенций, эфирных масел, эмульсий, основ и др.).

Напитки на *пряно-ароматическом* (вкусно-ароматическом) сырье — это безалкогольные напитки, содержащие экстракты, настои, концентрированные основы или концентраты, полученные с использованием вкусно-ароматического растительного сырья.

Напитки на *зерновом сырье* — безалкогольные напитки, приготовленные с использованием зернового сырья и продуктов его переработки.

Воды *искусственно минерализованные* — это безалкогольные напитки, приготовленные из питьевой воды с добавлением неорганических солей.

Напитки *специального назначения* — напитки, по своему воздействию предназначенные для определенных категорий потребителей (витаминизированные, тонизирующие, напитки с пониженной калорийностью, для спортсменов, детей, лиц, испытывающих физические или умственные перегрузки, больных, страдающих сахарным диабетом, для работников горячих цехов и др.). К напиткам для больных, страдающих диабетом, относятся напитки, в которых сахар полностью заменен подсластителями или сахарозаменителями. К низкокалорийным напиткам относят напитки с содержанием углеводов не более 5% масс.

В напитках, приготовляемых на растительном сырье или на основе виноматериалов, спиртованных соков, допускается содержание спирта не более 1,2% масс. Для напитков на водноспиртовых компонентах — до 0,5% масс. Для других напитков доля спирта не более 0,2%.

Массовая доля диоксида углерода в сильногазированных напитках должна быть не менее 0,4%, в среднегазированных — не менее 0,3%, в слабогазированных — не менее 0,2%.

В безалкогольных напитках, реализуемых через аппараты «Постмикс», «Премикс» и соковые диспенсеры при разливе в негерметичную тару потребителя содержание диоксида углерода не регламентируется.

Органолептические и физико-химические показатели напитков указывают в рецептурах.

Содержание токсичных элементов в напитках не должно превышать следующих значений (мг/кг): свинца — 0,3; мышьяка — 0,1; кадмия — 0,03; ртути — 0,005. Содержание радионуклидов (Бк/дм³): цезия-137 не более 70; стронция-90 не более 100. Для искусственно

минерализованных вод, в отличие от вышеприведенных значений, содержание свинца не более 0,1, а кадмия 0,01 мг/кг; цезия-137 и стронция-90 не более 8 Бк/дм³.

На таре с напитком должна быть маркировка, в которой указывают: наименование напитка и его тип, наименование и адрес изготовителя с указанием страны, товарного знака изготовителя (при его наличии), объема в л или дм³, надписи «Использовать до» или «Годен до» и даты окончания срока годности (день и месяц) — если срок годности продукта не превышает трех месяцев и (месяц и год) — если превышает три месяца; условия хранения; состав напитка (для соко-содержащих напитков) — с указанием вида и содержания используемого сока; массовой доли этилового спирта, а при величине более 0,2% — надпись «Противопоказано детям до 12 лет», пищевую и энергетическую ценность, номер ОСТА. На этикетке дают также информацию о сертификации. Тару с концентратами напитков также маркируют с указанием состава концентрата и надписью «Хранить в сухом прохладном месте» (кроме жидких концентратов). На искусственно минерализованных водах дают надпись «Искусственно минерализованная», указывают величину минерализации (г/л) и химический состав воды. Напитки специального назначения маркируют в соответствии с рекомендациями Минздрава РФ. При маркировании продукции дополнительно могут быть нанесены надписи информационного и рекламного характера и наклеена кольберетка.

Технология газированных безалкогольных напитков

Способы приготовления газированных безалкогольных напитков. На рис. 92 изображена технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков, в которой выделены следующие этапы производства.

I. Приготовление воды. Поступающую в производство воду подвергают очистке. Первое фильтрование воды проводят в песочных фильтрах 24 для грубой очистки. Осветленную воду умягчают в натрийкатионитовом фильтре 25 и собирают в сборнике 27. Из этого сборника воду насосом 28 подают через керамический патронный фильтр 29 и холодильник 30 на сатурирование (насыщение диоксидом углерода) и смешивание с купажным сиропом. Для регенерации катионита используют солерастворитель 26 и сборник регенерирующего раствора 23. В аппарате 30 вода охлаждается до 4–7°С.

II. Приготовление сахарного сиропа. Для получения белого сахарного сиропа в сироповарочный аппарат 2 заливают рассчитанное количество подготовленной воды и начинают нагревать ее до кипения. При нагревании включают мешалку и в аппарат постепенно засыпают предварительно очищенный от посторонних примесей сахар из расчета 8,5–9 частей на 5 частей воды (по массе). Кипячение продолжается 25–30 мин при обязательном удалении образующей-

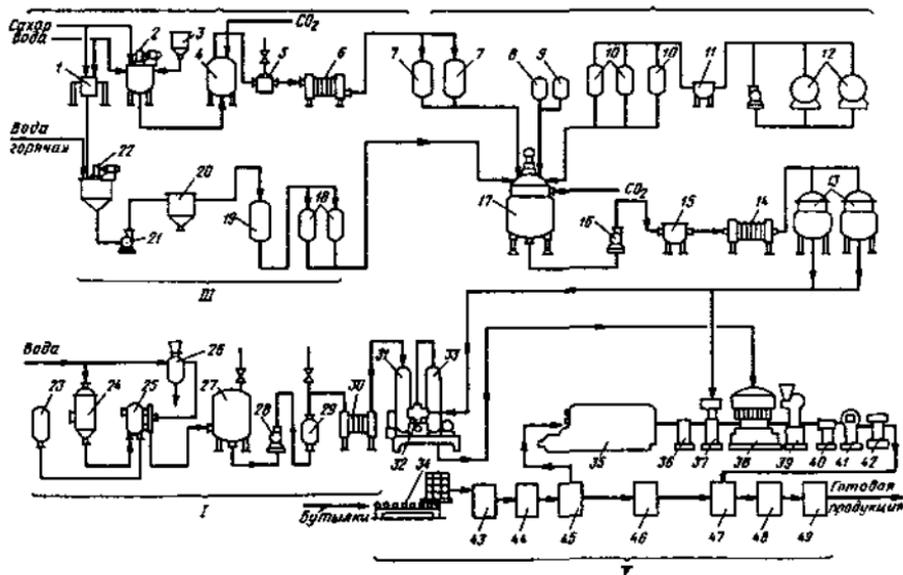


Рис. 92. Аппаратно-технологическая схема производства безалкогольных напитков

ся пены. Для получения сиропа инвертного сахара после снижения температуры до $68-72^{\circ}\text{C}$ в аппарат из мерника 3 добавляют раствор лимонной кислоты для инвертирования сахарозы и придания приятного вкуса. Затем горячий сироп сливают в сборник 4 (монжу). Из него горячий сироп под небольшим давлением, создаваемым CO_2 , поступает через фильтр 5 в холодильник 6. Охлажденный сироп перекачивают для хранения в закрытые сборники 7. Содержание сахара в готовом сиропе $60-65\%$ мас.

III. *Приготовление колера.* Колер, применяемый для окраски напитков от желтого до коричневого цвета, готовят путем нагревания сахара до $180-200^{\circ}\text{C}$. В колероварочный аппарат 1 вводят сахар и воду в количестве $1-2\%$ к массе сахара, включают мешалку и систему обогрева аппарата. Температуру раствора постепенно (в течение 40 мин) доводят до 180°C , расплавленную массу уваривают в течение 90 мин. Из аппарата уваренная масса сливается в бак 22. Здесь к охлажденной до $60-65^{\circ}\text{C}$ карамельной массе добавляют горячую воду, доводя концентрацию сухих веществ до 70% мас. Затем через фильтр 20 колер перекачивают насосом 21 в сборник 19 на хранение. Из сборника раствор колера насосом или самотеком подается в предкупажные мерники 18.

IV. *Приготовление купажного сиропа.* Купажный сироп представляет собой концентрированный раствор всех компонентов, составляющих вкусовую и ароматическую основу напитка. Его готовят периодическим способом. Компоненты смешивают в закрытом ку-

пажном аппарате 17, в который подают согласно рецептуре компоненты в такой последовательности: сахарный сироп из сборников 7, плодово-ягодные соки, вина или настои из мерников 10, раствор органических кислот из мерника 8, колер из мерников 18. Смесь тщательно перемешивают и в последнюю очередь вносят ароматические вещества из мерника 9. Соки, вина и настои, имеющие осадки, при подаче их из емкостей 12 в мерники 10 освещают на фильтре 11. После смешивания всех компонентов в купажном аппарате 17 сироп насосом 16 перекачивают через фильтр 15 и холодильник 14 в напорные резервуары 13, снабженные рубашками для поддержания необходимой температуры купажного сиропа.

При употреблении свежих соков, недостаточно выдержанных морсов или нестандартных экстрактов, содержащих значительное избыточное количество белков или спирта, купажный сироп готовят горячим способом. Для этого в сироповарочном аппарате 2 варят белый сироп вместе с отфильтрованным соком или разбавленным экстрактом. Варка длится не более 20 мин, после чего горячую смесь фильтруют, охлаждают и подают в купажный аппарат 17.

Для насыщения воды или смешанного напитка диоксидом углерода на крупных предприятиях используют автоматизированные установки непрерывного действия. Вода, охлажденная до температуры 4–7°C, поступает в деаэратор 31 для удаления растворенного воздуха и затем насосом 32 подается в сатуратор 33. Насыщение воды диоксидом углерода проводят под избыточным давлением 0,3–0,6 МПа до содержания CO_2 4,5–6 г/дм³. Из сатуратора газированная вода поступает в резервуар фасовочного автомата 38. Более целесообразно сначала смешивать воду с купажным сиропом, а затем смесь насыщать диоксидом углерода.

У. Фасование напитков. Напитки фасуют в бутылки в фасовочном цехе. Пакеты ящиков с порожними бутылками, размещенными на поддонах, поступают со склада по роликовому конвейеру 34 в машину 43 для расформирования пакетов, из которых отдельные стопки ящиков подают в машину 44 для разборки стопок. Затем ящики с посудой поступают в машину 45 для выемки бутылок из ящиков. Порожние бутылки пластинчатым конвейером направляют к бутылкомоечной машине 35, а пустые ящики — цепным конвейером к машине 46 для их санитарной обработки.

Бутылки, вымытые в бутылкомоечной машине 35, просматривают на инспекционной машине 36 для обнаружения дефектов стекла, посторонних частиц, не отмытых загрязнений, и передают в дозировочный автомат 37, наливают дозу купажного сиропа, затем в фасовочном автомате 38 доливают до определенного уровня газированной водой. Заполненные бутылки укупоривают на автомате 39 и взбалтывают для смешивания сиропа и воды в смесителе 40. Далее бутылки просматривают для обнаружения посторонних включений, недолива на полуавтомате 41, после чего

наклеивают этикетку в автомате 42. Бутылки из ПЭТФ перед наливом следует ополаскивать холодной водой.

Укладку наполненных бутылок в ящики, прошедшие санитарную обработку, и формирование пакетов ящиков с готовой продукцией производят в порядке, обратном тому, по которому расформировывались пакеты, с использованием соответствующих машин 47, 48 и 49.

Приготовление купажных сиропов

Купажный сироп, представляющий собой смесь сахарного сиропа (сахарозаменителя или подсластителя), с фруктовыми соками, настоями, экстрактами из растительного сырья, ароматизаторов и др., является полуфабрикатом, из которого при добавлении газированной или негазированной воды получают готовый продукт — безалкогольный напиток.

Для купажирования используют закрытые или открытые эмалированные, из коррозионностойкой стали или алюминиевые резервуары, оснащенные мешалкой, с герметически закрывающимися люками, мерными стеклами и арматурой. Перемешивают купажи механическими мешалками или диоксидом углерода через барботирующее устройство. В купажерах небольшой вместимости раствор перемешивают ручными мешалками.

§ 1. Инвертирование сахарного сиропа

Белый сахарный сироп и колер для безалкогольных напитков готовят по такой же технологии, как и для кваса. Инвертированный сахарный сироп готовят добавлением к белому сахарному сиропу кислоты, а также брака напитков, содержащего кислоту, и нагреванием. Процесс ведут следующим образом.

В белый сахарный сироп, после его кипячения в течение 30 мин и охлаждения до 68–72°С в теплообменнике на каждые 100 кг сухих веществ сахара добавляют 750 г лимонной кислоты (в виде 50%-ного водного раствора). При этой температуре смесь выдерживают 2 ч при непрерывном перемешивании, фильтруют на рамных фильтр-прессах или других фильтрах и охлаждают до 10–20°С. За 10 мин до конца процесса инвертирования в сироп вносят 0,1% масс. активного угля ОУ марок А или УАФ. В случае отсутствия фильтр-пресса на предприятии инвертирование сахарозы проводят без обработки активным углем.

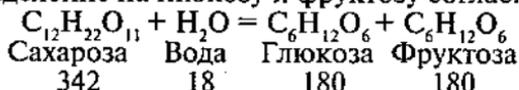
В технологии хлебного кваса, получаемого брожением, инвертированный сироп не применяют.

При приготовлении купажного сиропа для кваса Русского по рецептуре используют молочную кислоту. Инвертированный сироп готовят, как указано выше, используя 1,68 кг молочной кислоты (в пересчете на 100%-ную) на 100 кг сухих веществ сахара.

Если инвертированный сироп готовят из сахара-песка с использованием промывных вод, отбракованных напитков и других сахаросодержащих жидкостей, то кислотность смеси производственного брака и воды не должна быть выше 1 см³ раствора щелочи концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ смеси. Режим инвертирования аналогичен описанному выше, но количество вносимой кислоты уменьшают на величину кислотности смеси.

При использовании жидкого сахара его нагревают до 70°C и затем проводят инвертирование, как описано выше.

В сахарозных сиропах под действием кислот или фермента инвертазы (β -фруктофуранозидазы) происходит инвертирование сахарозы, то есть разделение на глюкозу и фруктозу согласно уравнению



Эта реакция гидролитическая, т. е. протекает с присоединением молекулы воды, поэтому молекулярная масса продуктов реакции (глюкоза+фруктоза) увеличивается на величину молекулярной массы воды.

Прирост сухих веществ по уравнению реакции составляет при 100%-ной инверсии:

$$(180+180)/342=1,0526 \text{ раза или } 105,26\%.$$

Таким образом, при полном инвертировании прирост сухих веществ составляет 5,26%, а при инвертировании сахарозы, например на 50% масса сухих веществ увеличивается на 2,63%. При инвертировании сахарозы на 70% прирост сухих веществ будет $5,26 \times 0,7 = 3,68\%$.

Следует принимать во внимание, что сладость инвертированного сиропа при температурах до 40°C немного выше сладости сахарозы.

В производстве реакция протекает с разной степенью инвертирования, в зависимости от температуры, продолжительности процесса и кислотности среды. Как правило, степень инвертирования можно определять только химическим анализом, но для его проведения требуется продолжительное время.

По номограмме, изображенной на рис. 93, в производственных условиях можно легко определить количество проинвертировавшей сахарозы. Для этого надо знать температуру, рН сиропа, в котором происходит инвертирование, и продолжительность процесса.

Пример. Гидролиз сахарозы проводили в течение 120 мин при 70°C и рН 2,4. Следует определить количество проинвертировавшей сахарозы в данных условиях.

На рис. прямой линией соединяем точку «70» на шкале температур с точкой «2,4» на шкале рН и на пересечении со шкалой констант скорости реакции К, находим $7,8 \cdot 10^{-3}$, мин. Затем от этой точки проводим прямую линию к точке «120» на шкале продолжительности реакции t и на шкале x находим ответ — 60%.

Если надо рассчитать прирост сухих веществ, то находим: $5,26 \times 0,6 = 3,16\%$. То есть в указанных условиях при 70°C, рН 2,4 в

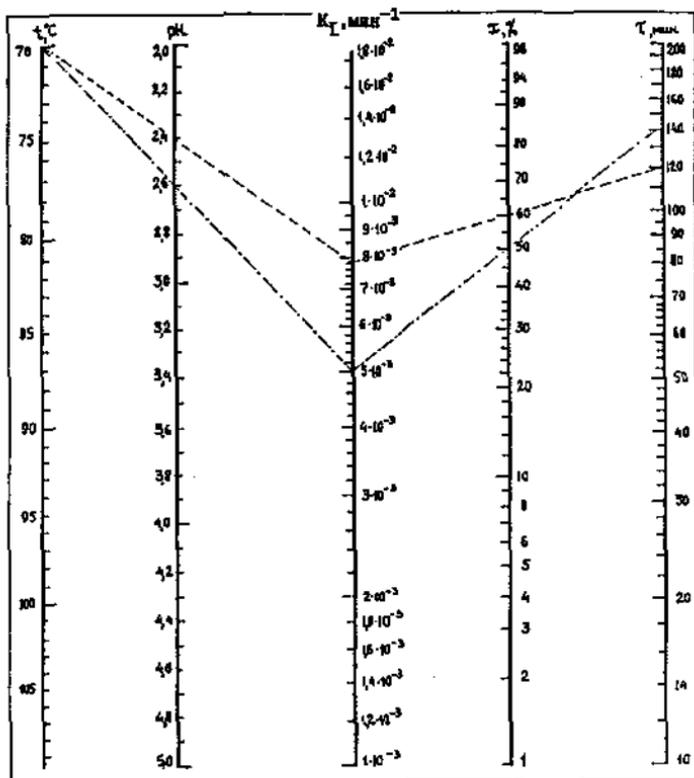


Рис. 93. Номограмма для определения количества проинвертировавшей сахарозы

течение 120 мин происходит 60%-ное разложение сахарозы, в результате чего прирост сухих веществ в сиропе составит 3,16%.

По данной номограмме можно определять не только x , но и, задаваясь значением x , находить продолжительность инвертирования в минутах. Например, если сироп с pH 2,6 нагревать при 70°C, то для достижения 50%-ного гидролиза сахарозы, как следует из номограммы, потребуется 143 мин.

После инвертирования сироп охлаждают. Готовый охлажденный сахарный сироп хранят в закрытых эмалированных или алюминиевых сборниках и по мере надобности подают на приготовление купажа.

§ 2. Порядок купаживания компонентов

Все компоненты, после их фильтрования, вносят в купаж в определенной последовательности. Сначала вводят сахарный сироп, затем при перемешивании — плодовой сок или экстракт, далее добавляют вино, растворы кислот и красителей и, в последнюю очередь, до-

бавляют цитрусовые настои и растворы вкусо-ароматических основ — ароматизаторов. Смесь тщательно перемешивают и фильтруют.

Количество сахара, вводимого в купаж, определяют по формуле:

$$X = A \cdot C \cdot 1000 / (B \cdot 100),$$

где X — количество сиропа, дм^3 ; A — норма закладки сахара (по сухому веществу) на 100 дал напитка, кг; C — количество напитка, подлежащее изготовлению, дал; B — количество сахара в 1 дм^3 сиропа, г.

Фруктово-ягодные *соки* перед подачей на купаживание фильтруют, а фруктово-ягодные *экстракты* разбавляют водой в соотношении 1:5, отстаивают 2–3 ч, а затем направляют в купажный аппарат. *Вина* вносят в купаж с учетом в них сахара.

Краситель *колер* предварительно растворяют в воде в соотношении 1:5.

Растворы *синтетических красителей* готовят в стеклянной, эмалированной, пластмассовой посуде или посуде из коррозионностойкой стали. Для этих целей нельзя применять посуду из оцинкованного железа или алюминия, так как некоторые красители реагируют с этими металлами. При приготовлении раствора необходимое количество красителя растворяют в течение 5–10 мин при перемешивании в половине расчетного количества горячей (60–80°C) питьевой или дистиллированной воды, добавляют оставшуюся воду, охлаждают до 20–40°C и фильтруют через слой белой бязи или хлопчатобумажной ткани, для синих красителей температуру воды поднимают до 90–100°C.

Для различных красителей (с учетом их растворимости) концентрации приготовляемых рабочих растворов разные: 10%-ные для тартразина, желтого хинолинового, желтого солнечнозакатного, кармуазина, понсо 4R, синего блестящего; 5%-ный для синего патентованного; 2%-ный для черного блестящего; 1%-ный для индигокармина.

При хранении растворов красителей ионы кальция и магния, присутствующие в воде, после их взаимодействия с компонентами красителя могут выпадать в осадок, поэтому не рекомендуется использовать жесткую воду. Растворы красителей обесцвечиваются на свету, особенно, раствор индигокармина, поэтому их хранят не более 2 сут в посуде из зеленого или коричневого стекла в темном месте при температуре 15–25°C. Срок хранения красителя можно увеличить добавлением консерванта, для этого на каждый 1 дм^3 раствора красителя берут на 150 см^3 меньше воды. В 75 см^3 воды растворяют 0,8 г консерванта бензоата натрия или сорбата калия и еще в 75 см^3 0,4 г лимонной кислоты. В раствор красителя сначала вводят раствор консерванта, а затем лимонной кислоты. Перед внесением в краситель консервант и кислоту нельзя смешивать, так как образующиеся при смешивании кристаллы бензойной или сорбиновой кислоты выпадают в осадок.

Термообработка и добавление спирта не изменяют интенсивности цвета синтетических красителей в напитках, а кислотность продукта влияет на оттенок и интенсивность цвета. Добавление аскорбиновой кислоты снижает окраску. При некоторой дозировке красителя на-

ступает видимое «насыщение» окраски, то есть дальнейшее добавление красителя не влияет на интенсивность окрашивания. В напитках, приготовленных на белом сахарном сиропе, индигокармин через месяц обесцвечивается на 30%, а в приготовленных на инвертированном сиропе — в течение 3 сут на 50%.

Ароматические настои и эссенции, содержащие осадок или муть, перед вводом их в купаж тщательно фильтруют. При применении цитрусовых настоев с повышенным содержанием терпенов, их разбавляют водой в соотношении 1:5, отстаивают не менее 12ч, фильтруют и подают в купаж. Существует и другой способ дегтерпенизации настоев: до фильтрования их разбавляют водой до содержания спирта 35–45% об., вводят 0,01–0,02 кг оксида магния на 1 дал жидкости и выделившийся осадок отфильтровывают.

При приготовлении напитков из *концентратов* последние перед внесением в купажные аппараты разбавляют водой температурой 40–60°C до массовой доли сухих веществ 30–50%.

Кислотность напитка складывается из кислоты, вносимой по рецептуре, и кислоты, поступающей с плодово-ягодным полуфабрикатом, вином, инвертированным сиропом. Кроме того, дополнительно вводят кислоту для нейтрализации щелочности воды. Если кислотность сока выражена в единицах одной кислоты, а при изготовлении напитка вносят другую кислоту, то при расчетах необходимо выразить кислотность сока в той кислоте, которая будет внесена в напиток. Для этого кислотность используемых плодово-ягодного сока, экстракта, вина предварительно выражают в см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³, а затем пересчитывают на вводимую кислоту.

Лимонную кислоту задают в купаж в виде 50%-ного раствора, молочную кислоту — непосредственно в жидком виде. При замене одной кислоты на другую исходят из того, что 1 г безводной винной кислоты заменяется 1,17 г виннокаменной (100%-ной); 1,4 г молочной (100%-ной); 0,766 г ортофосфорной (100%-ной); 1,047 г яблочной; 1,17 г dl-винной.

Для расчета кислотности пользуются соотношением: 1 см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ эквивалентен 0,064 г безводной лимонной; 0,075 г виннокаменной (100%-ной); 0,09 г молочной (100%-ной); 0,049 г ортофосфорной (100%-ной); 0,067 г яблочной (100%-ной); 0,075 г dl-винной (100%-ной); 0,088 г аскорбиновой кислоты.

Расчет количества кислоты, задаваемой в купажный сироп, на 100 дал напитка, производится по формуле

$$X=(M-A)+C,$$

где X — количество кислоты, которое следует внести в купажный сироп, г; M — количество кислоты, необходимое для получения соответствующего показателя кислотности в готовом напитке, г; A — количество кислоты, вносимое с соком, экстрактом, инвертированным сиропом и вином, г; C — количество кислоты, которое расходуется на нейтрализацию щелочности воды, г.

При расчете количества кислоты, которое тратится на нейтрализацию щелочности воды (С) следует учесть, что количество воды, вводимое в напиток, равно

$$V=V_1-(V_2+V_3),$$

где V — количество воды, вводимое в напиток, дм^3 ; V_1 — общий объем напитка, дм^3 ; V_2 — объем вносимого сока, дм^3 ; V_3 — объем, занимаемый сахаром, дм^3 , который вычисляют по уравнению

$$V_3=m \cdot 0,62,$$

где m — масса сахара; 0,62 — объем расплавленного 1 кг товарного сахара, дм^3 .

§ 3. Способы приготовления купажных сиропов

От качества купажного сиропа зависит качество напитка, поэтому купаживание является основной и наиболее важной производственной операцией. Купажные сиропы готовят в соответствии с действующими нормами расхода сырья холодным, полугорячим и горячим способами. Содержание сухих веществ в купажных сиропах может быть 30–66, 5% масс.

Холодный способ купаживания применяют при приготовлении купажного сиропа из концентратов и композиций напитков, натуральных ароматизаторов и ароматных (цитрусовых) настоев. При этом способе лучше сохраняются витамины и ароматические вещества. Все полуфабрикаты задают в купажный аппарат при перемешивании в последовательности: сахарный сироп (инвертированный или неинвертированный), плодово-ягодный сок или экстракт, виноградные вина, раствор кислоты, раствор красителя, цитрусовые и ароматические настои, композиции. Компоненты тщательно перемешивают и фильтруют до полной прозрачности.

Полугорячий способ используют, если в состав напитка входят соки, вина и по условиям производства необходимо уменьшить объем и расход купажного сиропа на бутылку. При приготовлении сиропа этим способом в сироповарочный аппарат вносят половину предусмотренного рецептурой сока или вина, подогревают до 48–52°C и по частям засыпают все количество сахара. После полного растворения сахара сироп доводят до кипения и кипятят 30 мин, удаляя образующуюся пену. Затем сироп фильтруют, охлаждают до 20°C и добавляют в него при перемешивании оставшийся сок или вино и другие компоненты купажного сиропа, сохраняя ту же последовательность, что и при холодном купаживании.

Горячий способ применяют, если в состав напитка входит большое количество сока и объем купажа необходимо уменьшить. Все количество сока или вина, предусмотренное рецептурой, задают в сироповарочный аппарат, нагревают до 50–60°C и засыпают в него при перемешивании все количество сахара.

При приготовлении купажных сиропов для газированных коктейлей или крошонов вино и виноматериалы вносят в сироповарочный аппарат, кипятят для удаления спирта до 2,5% об., затем вносят необходимое количество сахара. После полного растворения сахара сироп охлаждают до 20°C, вводят в него предусмотренные рецептурой остальные компоненты купажного сиропа в той же последовательности, как и при холодном способе.

§ 4. Дозирование купажного сиропа

В купажном сиропе проверяют содержание сухих веществ, кислотность и органолептические показатели. Экстрактивность купажного сиропа по сахаромеру колеблется от 32 до 45%. Готовый купажный сироп охлаждают до 8–10°C, перекачивают в мерные напорные сборники, откуда направляют на фасование.

Для каждого купажного сиропа рассчитывают дозу купажа на бутылку напитка по формуле

$$Д = Б \cdot В / А,$$

где Д – доза купажного сиропа на бутылку, см³; Б – объем напитка в бутылке, см³; В – содержание сухих веществ в 1 дм³ готового напитка, г; А – содержание сухих веществ в 1 дм³ купажного сиропа, г.

В связи с тем, что регулирование сироподозировочных машин не обеспечивает необходимой точности дозы сиропа, ее вычисляют в целых единицах, кратных 5 или 10, для чего к сиропу добавляют воду.

Количество воды, добавляемой в купажный сироп, определяют по формуле

$$X = [1000 \cdot K(D_1 - D)] / D,$$

где X – количество воды, которое необходимо добавить в купаж, см³; K – объем купажного сиропа, дм³; D₁ – желаемая доза сиропа на 1 бутылку, см³; D – вычисленная доза сиропа на 1 бутылку, см³.

Можно рассчитать какое должно быть содержание сухих веществ в готовом купажном сиропе для обеспечения стандартного содержания сухих веществ в готовом напитке по уравнению

$$A = B \cdot В / Д,$$

где А – содержание сухих веществ в 1 дм³ купажного сиропа, г; В – содержание сухих веществ в 1 дм³ готового напитка, г; Б – объем напитка в бутылке, см³; Д – доза купажного сиропа, см³.

§ 5. Повышение стойкости напитков

Для повышения стойкости безалкогольных и слабоалкогольных напитков в купажный сироп добавляют консерванты: юглон, бензоат натрия, плюмбагин, сорбиновую кислоту с добавлением аскорбиновой кислоты или без нее.

Консервант юглон вносят в купажный сироп при температуре не выше 40°C, из расчета 0,7 г на 100 дал готового напитка. Остаточное

количество юглона в напитке должно быть не выше $0,3 \text{ мг/дм}^3$. Спиртовой раствор юглона готовят из расчета $0,7 \text{ г}$ юглона на 200 см^3 ректификованного этилового спирта. Спирт добавляют небольшими порциями, тщательно перемешивая содержимое колбы. Для ускорения растворения юглона можно растирать стеклянной палочкой и нагревать содержимое колбы под струей воды или в водяной бане. При этом температура воды не должна превышать 40°C . Если напиток приготавливают с использованием спиртованных цитрусовых настоев, то раствор юглона готовят, растворяя в цитрусовых настоях $0,7 \text{ г}$ юглона в $1,2 \text{ дм}^3$ или в $0,12\text{--}0,2 \text{ дм}^3$ эссенции. Готовые растворы хранят не более 2 ч.

Бензоат натрия растворяют в воде в течение 10–20 мин при температуре $20\text{--}25^\circ\text{C}$ из расчета 177 мг или бензойную кислоту 150 мг на 1 дм^3 напитка, используя емкости из коррозиестойкой стали или эмалированные.

При применении *плюмбагина* его раствор готовят следующим образом: 1) для напитков на плодово-ягодных соках $0,7 \text{ г}$ плюмбагина растворяют в 140 см^3 96%-ного ректификованного этилового спирта; 2) для напитков с применением спиртованных настоев и эссенций навеску плюмбагина $0,62 \text{ г}$ растворяют в 125 см^3 96%-ного ректификованного этилового спирта. Спиртованный раствор плюмбагина вносят в купажный сироп из расчета 140 см^3 на 10 дал купажного сиропа для напитков на соках и 125 см^3 для напитков на настоях и эссенциях.

Консерванты на основе *сорбиновой кислоты* (сорбиновая кислота, сорбат натрия и сорбат калия) получают и используют следующим образом. Для приготовления рабочего раствора сорбата натрия 15 г карбоната натрия растворяют в воде при температуре 60°C , объем доводят до 1 дм^3 и вносят в него частями при непрерывном перемешивании 60 г сорбиновой кислоты. К купажному сиропу добавляют $0,6 \text{ дм}^3$ рабочего раствора сорбата натрия на 10 дал напитка, что соответствует 36 г чистого сорбата натрия.

В производстве используют и 5–40%-ные растворы сорбата калия, растворяя консервант в воде температурой $50\text{--}80^\circ\text{C}$. При растворении в жесткой воде может появиться опалесценция, обусловленная образованием нерастворимых солей. Растворы сорбата калия также не следует разбавлять кислотами, так как это приводит к выпадению в осадок малорастворимой в воде сорбиновой кислоты. Растворы сорбата калия используют в течение той смены, в которую они были приготовлены.

Расход сорбата калия на 10 дал напитка составляет $30\text{--}40 \text{ г}$. Растворимость сорбиновой кислоты и сорбата калия в 100 см^3 воды при комнатной температуре составляет соответственно: $0,16$ и 138 г ; при 50°C — $0,60$ и 150 г , при 100°C — $3,9$ и 175 .

Чем выше кислотность среды, тем активнее антимикробное действие сорбиновой и бензойной кислот.

Совместное использование сорбата калия с бензоатом натрия более эффективно, чем раздельное.

Растворы консервантов вносят в нефилтрованный купажный сироп, перемешивают 20–15 мин и выдерживают 2 ч для подавления роста микроорганизмов, а затем фильтруют и передают в сборник-мерник. Готовый купажный сироп перекачивают под давлением CO_2 в эмалированные напорные сборники, откуда он поступает в дозировочную машину или в синхронно-смесительный аппарат.

Перед розливом купажный сироп пропускают через теплообменник и охлаждают до 8–10°C. С целью повышения стойкости напитков купажные сиропы можно пастеризовать, пропуская их через пастеризационно-охладительную установку. Для перекачки купажных сиропов насосы не применяют, чтобы исключить загрязнение их смазочными маслами.

Кондиционирование и газирование воды

Вода, являющаяся основным компонентом безалкогольных напитков, по качеству должна соответствовать более высоким требованиям, чем обычная питьевая вода.

В производстве используют воду из городского водопровода или воду из артезианских скважин, ее фильтруют, умягчают, удаляют соли железа и обеззараживают (как описано в гл. 3). Такую обработку промышленной воды называют кондиционированием. Кондиционирование воды способствует улучшению ее вкуса и обесцвечиванию.

В безалкогольные напитки диоксид углерода вводят искусственно, он легко образует в воде насыщенные растворы. Растворимость газа CO_2 зависит от температуры и давления и ее можно определить по графику (рис. 94).

С повышением давления или понижением температуры растворимость диоксида углерода увеличивается. Наиболее благоприятными и практически достижимыми для насыщения воды диоксидом углерода можно принять температуру 1–2°C и давление 0,30–0,35 МПа. Температура воды не должна превышать 4°C.

На растворимость CO_2 значительно влияют состав и концентрация растворен-

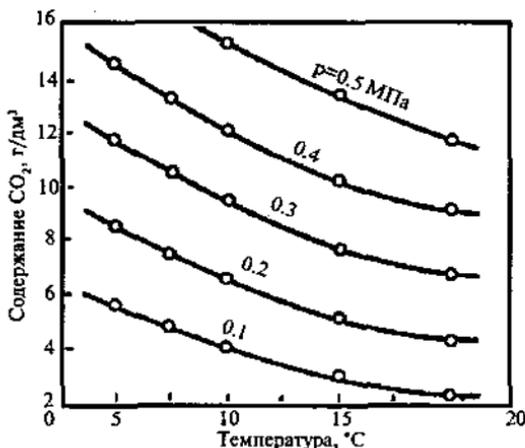


Рис. 94. Кривые растворимости диоксида углерода в зависимости от давления и температуры

ных в воде минеральных солей, веществ коллоидной дисперсности, воздуха. Минеральные соли, вступая в реакцию с диоксидом углерода, связывают его, а вещества коллоидной дисперсности снижают активность насыщения напитков CO_2 . Лучше всего газируется умягченная вода,

Присутствие в напитках воздуха, как и любого другого газа, снижает растворимость CO_2 , поэтому их перед сатурацией для более полного насыщения деаэрируют (удаляют воздух) в специальном аппарате — деаэраторе. Деаэрацию воды проводят при остаточном давлении в аппарате 37,5–40 кПа и температуре 4–7°C.

Продолжительность процесса сатурации влияет на глубину насыщения воды: при медленном увеличении рабочего давления в колонке степень насыщения воды или напитка диоксидом углерода увеличивается, а при быстром повышении давления происходит пересыщение раствора и избыток CO_2 улетучивается. Длительное газирование воды целесообразно только до определенного предела, не более 1 ч.

В среднем содержание диоксида углерода в газированных напитках не превышает 0,4%, следовательно, потери его достигают 70–80%. С целью экономии диоксида углерода стараются избегать лишних перекачек газированных жидкостей по протяженным коммуникациям, повышенных давлении и скорости потока. Путь воды от холодильника до сатуратора должен быть по возможности коротким, а трубопроводы и сборники для охлажденной воды покрыты теплоизоляцией.

Диоксид углерода — бесцветный газ, в 1,5 раза тяжелее воздуха. 1 дм^3 в нормальных условиях весит 1,98 г. При атмосферном давлении 760 мм рт. ст. в одном объеме воды растворяется: при 20°C — 0,88, 10°C — 1,19, 0°C — 1,71 объемов CO_2 . А растворение по массе в 1 дм^3 составляет соответственно: 1,7; 2,3; 3,4 г.

При растворении диоксида углерода в воде образуется угольная кислота ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$). При этом только не больше 1% растворенного CO_2 превращается в угольную кислоту.

Диоксид углерода доставляют на завод безалкогольных напитков в баллонах или цистернах (под давлением), снабженных редукционным вентилем и манометром. Сатуратор соединяют шлангом с баллоном (цистерной) и проводят насыщение воды газом. Обычно на 10 дал воды расходуется примерно 1 кг диоксида углерода. Перед газированием воду рекомендуется охлаждать до 1–2°C, а затем направлять в сатуратор, куда подают и диоксид углерода.

В производстве безалкогольных напитков используют сатураторы различных конструкций. На рис. 95 представлена схема автоматизированной сатурационной установки непрерывного действия, состоящей из сатурационной колонки 4, деаэрационной колонки 7, водяного насоса 12 и шкафа с пусковой электроаппаратурой.

Сатурационная колонка 4 представляет собой герметичный цилиндрический сосуд. Внутри нее установлена труба, в которой на вертикальном стержне укреплены решетчатые диски 3. Верхняя часть

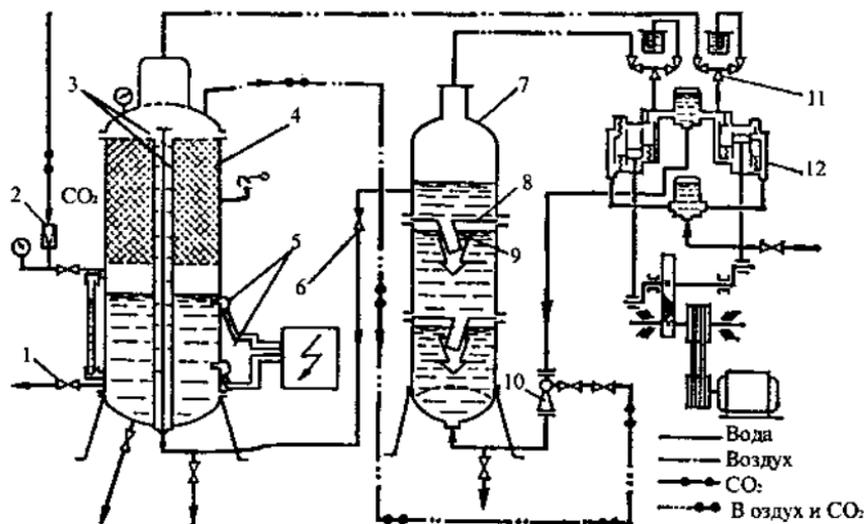


Рис. 95. Схема автоматизированной сатурационной установки АСК

колонки заполнена насадкой из керамических колец и предназначена для насыщения воды диоксидом углерода, а нижняя часть колонки является сборником газированной воды. На колонке установлены сборник для смеси воздуха и диоксида углерода, манометр, предохранительный клапан, редукционный клапан для диоксида углерода, датчики верхнего и нижнего уровней воды.

Деаэрационная колонка 7 — это трехсекционный цилиндрический сосуд, внутри которого смонтированы разделительные конусы, каждый из которых состоит из диафрагмы 8, наклонной трубы 9 и воронки с тарелкой. На верхней крышке колонки установлен клапан для отвода смеси воздуха и диоксида углерода.

При работе сатуратора умягченная, профильтрованная и охлажденная до 4–7°С вода нагнетается насосом 12 в водоструйный эжектор 10, который засасывает диоксид углерода из сатурационной колонки 4. В деаэрационную колонку 7 вода, отчасти насыщенная в эжекторе диоксидом углерода, поступает снизу и постепенно поднимается вверх. Пузырьки газа, не успевшие раствориться в воде, заполняют пространство под диафрагмой 8, образуя газовую подушку над слоем воды. Вследствие разности равновесного давления воздуха, соответствующего его концентрации в воде, и парциального давления в газовой подушке происходит деаэрация воды. Однако этот процесс нельзя считать эффективным, так как поверхность массообмена невелика.

По мере накопления газовой смеси под диафрагмой вода вытесняется до тех пор, пока не откроется нижний конец наклонной трубы 9. По этой трубе газовая смесь перепускается в верхнюю часть

деаэрационной колонки 7, откуда через диафрагмовый клапан 11 выводится в атмосферу. Диафрагмовый клапан отрегулирован на сброс смеси только при работающем насосе 12.

Из деаэрационной колонки вода подается по трубопроводу через обратный клапан 6 в нижний конец центральной трубы сатурационной колонки 4. Проходя сквозь отверстия решетчатых дисков 3, вода и диоксид углерода интенсивно перемешиваются, что способствует лучшему растворению газа. Достигнув верхней кромки центральной трубы, вода переливается на сетку, которая равномерно распределяет воду по насадке.

Диоксид углерода поступает в сатурационную колонку через редукционный клапан 2, с помощью которого давление CO_2 поддерживается 0,6 МПа.

Газированная вода, пройдя в верхней части через насадку из колец, собирается в нижней части сатурационной колонки, откуда через патрубок 1 направляется к разливочному автомату. Уровень газированной воды в колонке поддерживается автоматически посредством двух электрических датчиков 5.

Для нагнетания воды в деаэрационную колонку 7 используется поршневой двухцилиндровый насос двойного действия с приводом от электродвигателя.

Массовая доля диоксида углерода в воде на выходе из сатуратора составляет 0,65%.

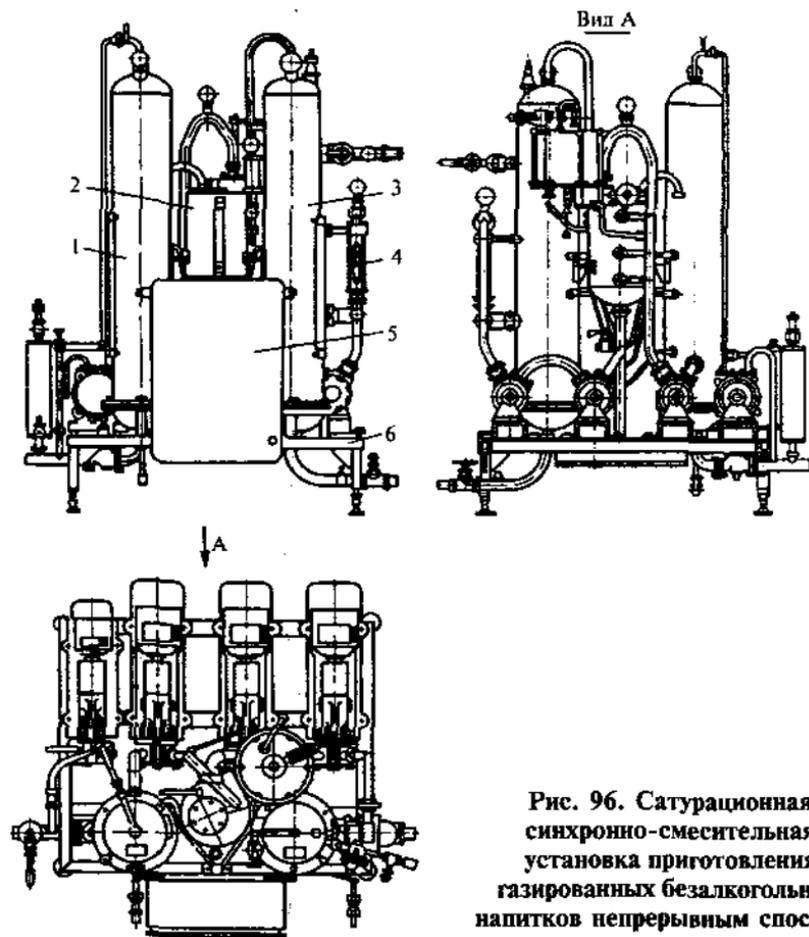
Сатурационные установки выпускают производительностью 3000, 6000, 12000 $\text{дм}^3/\text{ч}$ с рабочим давлением в деаэраторе 0,085, в сатураторе 0,6 МПа.

Фасование газированных безалкогольных напитков

Для изобарического фасования и укупорки бутылок применяют агрегаты производительностью 3, 6, 12, 24 тыс. бутылок в час.

На некоторых предприятиях напитки готовят дозированием в бутылку купажного сиропа с последующим заполнением ее водой и укупориванием. В состав такого агрегата входят дозировочный автомат для сиропа, фасовочный автомат для газированной воды, укупорочный автомат и пластинчатый транспортер для бутылок, которым автоматы соединены в один агрегат.

Пустая бутылка поступает в зону действия дозировочного автомата, где в нее вводится определенная доза сиропа. Затем бутылка с сиропом пластинчатым транспортером подается в фасовочный автомат, наполняется газированной водой, далее в укупорочном автомате укупоривается металлическим колпачком с упругой прокладкой, и содержимое перемешивается. После размешивания бутылки с напитком просматривают на инспекционной машине, наклеивают на них этикетки и укладывают в ящики или упаковывают в термоусадочную пленку. Затем бутылки с напитками передают на склад готовой продукции. Помеще-



**Рис. 96. Сатурационная
синхронно-смесительная
установка приготовления
газированных безалкогольных
напитков непрерывным способом**

ние этого склада освещается естественным светом и хорошо вентилируется, температуру в нем поддерживают 12–15°C. Площадь склада рассчитана на двухсуточную выработку продукции.

В настоящее время получил распространение синхронно-смесительный способ приготовления газированных безалкогольных напитков, по которому купажный сироп и деаэрированную воду смешивают в заданном соотношении, а полученный раствор насыщают диоксидом углерода в отдельной установке, затем разливают в бутылки. При такой схеме из линии фасования исключается сироподозирующая машина и машина смеситель.

На рис. 96 представлена синхронно-смесительная установка для приготовления напитков в непрерывном потоке. Она включает: основание 6, на котором смонтированы колонка 1 деаэрации воды, колонка 3 насыщения, резервуар сиропа с клапаном, струйные насадки 4, дози-

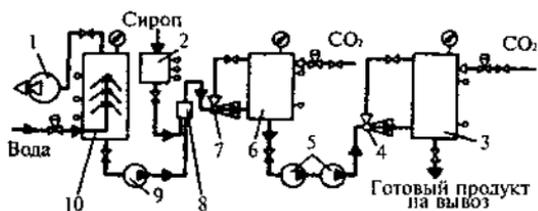


Рис. 97. Схема синхронно-смесительной установки приготовления газированных безалкогольных напитков непрерывным способом

ровочная насадка, смесительная колонка 2, вакуум-насос, вихревой насос для подачи деаэрированной воды в смесительную колонку, два вихревых насоса для подачи напитка на сатурацию, пульт управления 5, а также трубопроводы, связывающие узлы в единую систему.

Установка работает следующим образом (рис. 97). Отфильтрованная и охлажденная вода (температурой не выше 6°C) под давлением не ниже 0,2 МПа подается в колонку 10 деаэрации через электромагнитный вентиль и растекается по коническим тарелкам. В колонке 10 вакуум-насосом 1 создается разрежение, в результате чего из воды выделяется растворенный воздух.

Деаэрированная вода из колонки 10 вихревым насосом 9 под давлением 0,6..0,7 МПа подается в дозирующую насадку 8, в которую из резервуара 2 со стороны всасывания поступает купажный сироп.

Соотношение доз сиропа и воды устанавливается на дозирующей насадке 8 дросселирующей иглой.

Напиток насыщается диоксидом углерода в струйных насадках 4. Из смесительной колонки 6 смешанный напиток под давлением 0,9–1,2 МПа, создаваемым двумя вихревыми насосами 5, подается в насадку 4 для полного насыщения диоксидом углерода. При насыщении диоксидом углерода давлением и содержанием CO_2 в напитке устанавливают редукционным клапаном. Насыщенный напиток накапливается в колонке 3 насыщения и оттуда направляется на фасование в бутылки. Уровень жидкости в колонке 3 контролируется двумя датчиками, управляющими работой двух вихревых насосов.

На синхронно-смесительную установку подается готовый купажный сироп, выдержанный 2–4 ч для удаления пузырьков воздуха, где его смешивают в определенном соотношении (от 1:4 до 1:7) с водой и наливают в чистые бутылки. Каждый стакан дозирующей машины должен быть точно оттарирован в соответствии с установленной дозой сиропа на бутылку. В течение смены регулярно проверяют точность дозирования каждого стакана дозирующей машины. Бутылки заполняют водой в изобарометрических условиях после выравнивания давления в бутылке и резервуаре разливочной машины. Фасовка на синхронно-смесительных установках осуществляют под противодавлением диоксида углерода.

Синхронно-смесительные установки выпускают производительностью 3600, 7200, 14500 $\text{дм}^3/\text{ч}$. Рабочее давление в колонке деаэрации 0,06 МПа, в колонке насыщения – 0,4 МПа. Содержание диоксида углерода в напитке на выходе из установки 0,7%.

Кроме стеклянных бутылок напитки разливают в бутылки, изготовленные из ПЭТФ (полиэтилентерефталата). Для снижения газопроницаемости на них наносят покрытие из поливинилиденхлорида (ПВДХ). Достоинство бутылок из ПЭТФ – малая масса, возможность закрывать их при неполном использовании содержимого, разовое применение (что повышает их чистоту), безопасность (не разбиваются). При фасовании отмечается меньший шум. Отрицательное в их использовании – невозможность применять тоннельный пастеризатор из-за низкой теплостойкости и до наполнения бутылок из них невозможно удалить воздух. Перед наполнением бутылки ополаскивают стерильной водой.

Укупоривают стеклянные бутылки кронпробкой, завинчивающимися металлическими колпачками, а бутылки из ПЭТФ полиэтиленовыми пробками, размеры которых строго соответствуют нормативно-технической документации (НТД).

Бутылки с напитком после укупорки и перемешивания тщательно просматривают на инспекционной машине, проверяют прозрачность, отсутствие посторонних включений, чистоту внутренней поверхности. Бутылки с дефектами отбраковывают, учитьывают и возвращают как внутризаводской брак напитков для переработки. Затем на бутылки наклеивают этикетки, на которых нанесены этикетировочной машиной все необходимые по НТД требования.

Бутылки с напитками, уложенные в ящики или упакованные в термоусадочную пленку, передают в склад готовой продукции, который должен вмещать не менее двухсуточной выработки продукции.

При мойке бутылок, фасовании и укупорке бой стеклянных бутылок составляет около 2% от их количества. При хранении и транспортировании пустых стеклянных бутылок до мойки бой составляет 0,8% от их количества.

Другие виды напитков

§ 1. Негазированные безалкогольные напитки

Из негазированных напитков выпускают коктейли Зарядье, Молодежный, Изабелла, Невский, Адмиралтейский, Москворечье, Рябина красная, Журавинка, Горячий вишневый напиток.

Коктейли – это смесь водных экстрактов виноградного вакуум-сусла, виноградного и яблочного экстрактов, концентрированного виноградного сока, деалкоголизированных виноматериалов, плодово-ягодных соков, сахара, лимонной кислоты, ароматических экстрактов, используемых в производстве вермута.

Горячий вишневый напиток представляет собой нагретую смесь сахара, деалкоголизированных виноматериалов, вишневого сока, лимонной кислоты и колера. Напиток продают населению горячим в холодное время года.

В купажный сироп Горячего вишневого напитка добавляют холодную или горячую (80–85°C) воду, перемешивают 15–25 мин, фильтруют, пастеризуют. Если была использована холодная вода, то перед пастеризацией сироп нагревают до 70°C.

Купажи напитков готовят, как правило, холодным способом (купажи для коктейлей — горячим способом) с применением или без применения консерванта. Если напиток приготовлен без консерванта, то его купаж или готовый напиток обязательно должны быть подвергнуты пастеризации, так как в готовом напитке нет диоксида углерода с его консервирующим действием. Напитки, включающие консервант, могут быть как пастеризованными, так и непастеризованными.

Негазированные напитки на цитрусовой основе или коктейли разливают в бутылки, автотермоцистерны, стационарные резервуары в торговых точках. Горячий вишневый напиток и коктейли в горячем состоянии разливают только в крупную тару.

§ 2. Сиропы

Сиропы предназначены для реализации в розничной торговой сети (для продажи с газированной водой) и для промышленной переработки (для приготовления безалкогольных напитков).

По внешнему виду сиропы разделяют на прозрачные и непрозрачные. В зависимости от используемого сырья и назначения — на группы: на плодово-ягодном, растительном, ароматическом сырье (эссенциях, эфирных маслах, цитрусовых настоях, ароматических добавках) и специального назначения. По способу обработки сиропы подразделяют на сиропы с применением консервантов, без применения консервантов, горячего розлива и пастеризованные.

Массовая доля сухих веществ в сиропах должна быть не менее 50%. Срок годности не менее, сут: для сиропов в стеклянной таре без консерванта — 60, с консервантом — 90, горячего розлива — 120, пастеризованных — 180. Для сиропов в остальных видах тары без консерванта — 30, с консервантом — 40 сут.

Сиропы, предназначенные для продажи безалкогольных напитков через аппараты «Постмикс», разливают в специальные контейнеры.

§ 3. Обработка брака напитков

Брак напитков собирают в емкость эмалированную или из коррозийстой стали, определяют содержание сухих веществ и кислотность. Задают туда активный уголь в количестве 1% к массе сухих веществ для удаления аромата и цвета, перемешивают, выдерживают 1 ч при температуре 16–20°C и фильтруют на рамном фильтр-прессе через фильтр-картон. Фильтрат собирают в емкость

и передают для приготовления сахарного сиропа. При этом учитывают содержание сухих веществ и кислотность фильтрата.

Для полного обезцвечивания брак пропускают последовательно через колонки с ионообменной смолой и активным углем.

§ 4. Искусственно минерализованные воды

Искусственно минерализованные воды — это слабые растворы химически чистых нейтральных и щелочных солей натрия, кальция и магния в воде, насыщенной диоксидом углерода (табл. 34). В настоящее время выпускают Содовую столовую, Сельтерскую столовую и другие воды, по химическому составу близкие, например, к воде Боржом, обладающей хорошими органолептическими показателями.

Таблица 34

Сырье	Содержание сырья в 100 дал готового напитка, кг	
	Сельтерская столовая	Содовая столовая
Гидрокарбонат натрия	4,5	4,5
Хлорид натрия	1,7	1,7
Хлорид кальция	1,7	—
Хлорид магния 6-водный	0,024	—
Диоксид углерода	4,0	4,0

Предварительно, в отдельной емкости в горячей воде растворяют соли, полученные растворы фильтруют, охлаждают и затем смешивают в купажном аппарате в следующем порядке. Для Сельтерской столовой смешивают растворы хлорида натрия, гидрокарбоната натрия, смеси хлоридов кальция и магния. Для Содовой столовой — растворы хлорида натрия и гидрокарбоната натрия. Купаж перемешивают, выдерживают 18–22 ч при 20–25°C и добавляют воду до расчетного количества (для лучшего дозирования в бутылку).

Если напиток изготавливают на *синхронно-смесительной* установке, то перед этим купаж солей смешивают в требуемых соотношениях с водой аппаратом синхронного действия, а затем полученный готовый охлажденный напиток насыщают диоксидом углерода в сатураторе.

Если напиток готовят на *непрерывнодействующем сатураторе*, то купаж солей разбавляют водой, полученный напиток барботируют 1–2 ч диоксидом углерода, охлаждают в теплообменнике и направляют в сатуратор. При использовании *сатуратора периодического действия* его заполняют на 50% охлажденной до 4–6°C водой, подают в сатуратор растворы солей, перемешивая 1–2 мин после подачи каждого раствора. Затем наполняют сатуратор до 3/4 объема охлажденной водой, включают подачу диоксида углерода

и перемешивают 30 мин, периодически открывая в первые 10 мин кран для выпуска воздуха из сатуратора.

Напиток газифицируют при давлении в сатураторе 0,3–0,4 МПа до установления постоянного давления после выключения мешалки.

§ 5. Сухие безалкогольные напитки

Эти напитки изготавливают шипучими и нешипучими. Сухие шипучие напитки представляют собой смесь сахара-песка, виннокаменной кислоты и питьевой соды. Сухие нешипучие напитки готовят из сахара-песка, плодово-ягодных экстрактов, ароматизаторов, пищевых кислот и пищевых красителей. Напитки выпускают в виде таблеток или порошка. Перед употреблением их растворяют в холодной воде при помешивании в стакане.

При приготовления сухих *нешипучих напитков* (рис. 98) сахар-песок взвешивают, просеивают через сито 1, норией 2 подают через магнитный сепаратор 3 в мельницу 4. Измельченный сахар из мельницы поступает на весы 23 и далее в смеситель 22, куда из сборников 9, 10, 11 и 12 последовательно вносят плодово-ягодный экстракт, кислоту, краситель, ароматизатор и другие компоненты. Смесь тщательно перемешивают в течение 10–15 мин и норией 13 передают в сушилку 14, где она высушивается при температуре не выше 80°C до влажности 2,5% мас.

Сухую массу выгружают в сокристаллизатор 18 или непосредственно в микромельницу 15, минуя сокристаллизатор. Измельченную массу направляют в пресс 17 для таблетирования, и в это время в нее вводят ароматизатор из сборника 16. Готовые таблетки передают в пакетовую машину 19, где их завертывают по две штуки общей массой 20 г и упаковывают в картонные коробки массой не более 15 кг.

При приготовлении сухих *шипучих напитков* сахар-песок после измельчения в мельнице 4 (см. рис. 98) подают на устройство для

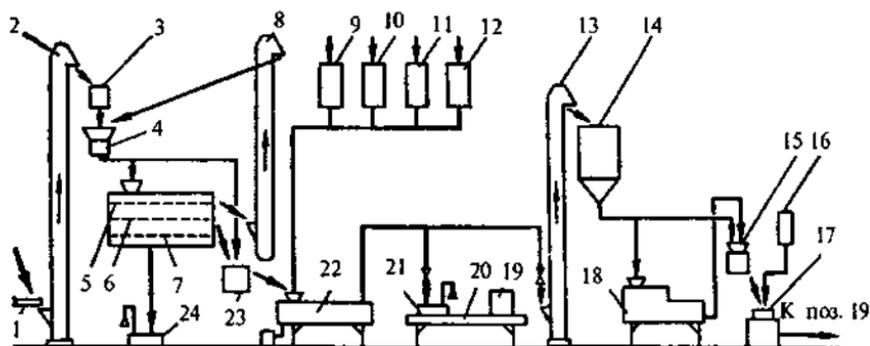


Рис. 98. Схема производства сухих напитков

рассева, состоящее из двух вибросит и лотка. Ширина отверстия в свету верхнего сита 0,5 мм, среднего — 0,14 мм. Частицы сахара-песка, не прошедшие через верхнее сито 5, ссыпаются в приемный бункер нории 8 и возвращаются в мельницу 4. Фракция сахара со среднего сита 6 направляют на весы 23, а с них в смеситель 22. Прошедшая через сито 6 фракция сахара проходит на лоток 7 и с него — на весы 24. Эта фракция используется для приготовления обычных безалкогольных напитков.

К фракции сахара, поступившей в смеситель, добавляют сухой ароматизатор, измельченную виннокаменную кислоту и питьевую соду. Если сода имеет повышенную влажность, то ее перед измельчением подсушивают на воздухе. После тщательного перемешивания в смесителе 22 смесь направляют на автоматические весы 21, установленные на фасовочном столе 20, а затем в пакетофасовочную машину 19.

Например, состав напитка Медок (расход компонентов приведен на 1 т порошкообразного концентрата при его влажности 0,3%, кг): сахара-песка 829,196; винной кислоты 90; гидрокарбоната натрия 80; влаги, вносимой с 0,75 дм³ эссенции «Медовая новая» 0,2; тартразина Ф 0,5; ванилина 0,004; влаги, вносимой с 3 дм³ спирта-ректификата концентрацией 96,2% — 0,1.

Сухие напитки должны растворяться в холодной воде без остатка в течение 2 мин. Влажность таблетки или порошка не должна превышать 2,5%.

Сухие напитки хранят в сухом вентилируемом помещении при температуре 2—12° С, срок хранения напитка в таблетках 12 мес, в порошке 6 мес.

§ 6. Слабоалкогольные напитки

В последнее время широкой популярностью стали пользоваться слабоалкогольные напитки, которые производятся в основном на заводах безалкогольных напитков, так как их технология близка к производству безалкогольных напитков. Слабоалкогольные напитки, прозрачные и замутненные готовят смешиванием виноградного, плодового, этилового рентификованного спирта с водой, сахаром или его заменителями, лимонной кислотой, соками, настоями и экстрактом растительного сырья, продуктами пчеловодства, вкусо-ароматическими добавками, красителями и другими компонентами с насыщением и без насыщения диоксидом углерода.

Купаж готовят холодным способом. При купажевании придерживаются следующей последовательности: сначала вносят спиртованные полуфабрикаты (соки, морсы, настои), затем водно-спиртовой раствор, воду, сахарный сироп, растворы лимонной кислоты, красителей, ароматизаторов и воду до необходимого объема. Купаж перемешивают периодически после загрузки каждого компонента и

15–20 мин после его сборки. Водно-спиртовой раствор готовят с содержанием спирта 40–48% об., учитывая контракцию (сжатие водно-спиртовой смеси), и выдерживают его в течение 3 сут. Для повышения стойкости напитка в купаж вводят консервант, как и в безалкогольном производстве. Перед фасовкой купаж охлаждают до 2–4°C. Слабоалкогольные напитки фасуют в стеклянные бутылки, бутылки из ПЭТФ и в жестебанки.

Физико-химические показатели слабоалкогольных напитков следующие: содержание этилового спирта 1,5–9% об.; давление диоксида углерода в бутылках с газированным напитком не менее 0,15 МПа при 20°C, содержание диоксида углерода не менее 0,3% масс; содержание железа в напитках, приготовленных с использованием дубового экстракта, не более 2 мг/дм³; массовая доля осадка не более 2% (для замутненных напитков).

Хранят напитки при температуре 0–20°C. Срок хранения не менее 30 сут для напитков без консервантов и непастеризованных, 90 сут – с консервантом, 12 мес – пастеризованных.

По требованиям безопасности токсичных элементов должно быть не более (мг/кг): свинца 0,3; кадмия 0,03; мышьяка 0,2; ртути 0,005; меди 5; цинка 10; железа 15.

На этикетку наносят: наименование напитка, его тип (газированный, негазированный), и предприятие-изготовитель, вместимость (л), содержание объемной доли этилового спирта в %, обозначение ОСТ, дату окончания срока хранения; надписи «Хранить при температуре 0–20°C», «Желательно употребить до...» и «Газированный» для напитков, содержащих диоксид углерода, название используемого подсластителя. Дополнительно могут быть нанесены штрих-код, знак соответствия, названия торговой марки, название организации-разработчика, рецептура, надписи информационного и рекламного содержания.

Требования к стойкости и качеству напитков

§ 1. Стойкость напитков

Хранят безалкогольные, слабоалкогольные напитки, искусственно минерализованные воды и концентраты напитков при относительной влажности воздуха в складских помещениях не выше 75% (для концентратов) и температуре от 0 до 20°C. Срок годности напитков должен быть не менее 1 мес, более точно его устанавливает изготовитель. Срок годности искусственно минерализованных вод не менее 6 мес.

Способность напитков за установленный период не изменять прозрачности, цвета, вкуса, аромата и физико-химических показателей называют стойкостью. Изменение этих свойств проявляется чаще всего в ухудшении прозрачности. Потеря прозрачности напитков, характеризуемая опалесценцией или выпадением осад-

ка для прозрачных напитков или выделением осадка в замутненных, чаще всего обусловлена развитием микроорганизмов.

Иногда появляются помутнения, возникающие в результате химических реакций. Например, карбонат кальция, содержащийся в воде, может реагировать с лимонной кислотой, образуя осадок. Пектиновые, белковые, полифенольные вещества, образующие в напитках коллоидные растворы, под влиянием различных факторов коагулируют с образованием взвеси. Нарушение стабильности коллоидной системы происходит при изменении активной кислотности среды, под влиянием теплоты и других причин.

Хорошая стойкость напитков обеспечивается соблюдением необходимых условий при их приготовлении и хранении. Для этого на всех стадиях технологического процесса поддерживают микробиологическую чистоту, применяя для этого тщательное фильтрование воды, компонентов купажного сиропа, а также обработку их ультрафиолетовыми лучами, ионами серебра. Попадание микроорганизмов с сахаром предотвращают кипячением сахарного сиропа. Развитию кислотообразующих микроорганизмов препятствует высокая активная кислотность ($pH < 4$).

Биологическая стойкость напитков значительно повышается при внесении в них одного из консервантов: юглона, бензоата натрия, плюмбагина, сорбиновой кислоты с добавлением или без добавления аскорбиновой кислоты.

Основные требования к качеству напитков состоят в следующем. Напитки должны быть без осадков и взвесей не свойственных изделию. Цвет фруктово-ягодных напитков должен соответствовать цвету соков, из которых они приготовлены или названию напитка. Вкус и аромат должны быть ярко выраженными, соответствующими их названию. Например, напиток «Вишневый» должен обладать ароматом и вкусом вишни.

Физико-химическими показателями качества напитков являются: экстрактивность, кислотность и содержание диоксида углерода. Содержание экстракта в газированных напитках — до 11,3% по сахарометру, кислотность — от 1,25 до 3,2 см³ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ напитка. Для искусственно минерализованных вод физико-химическими показателями является содержание солей.

§ 2. Оценка качества напитков

Оценка качества безалкогольных, слабоалкогольных напитков и сиропов производится по результатам работы дегустационной комиссии по 25 балльной системе (табл. 35).

Оценку напиткам дает дегустационная комиссия, в состав которой входят 7–15 экспертов (не более 30). Образцы представляются под номерами, без сообщения дегустаторам названия напитка. Допускается открытая сравнительная оценка образцов, при этом качество напитка

Показатель качества	Оценка, баллы			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Прозрачность	Соответствует НТД	Соответствует НТД	Соответствует НТД	Не соответствует НТД
Цвет, внешний вид	7	5	4	1
Вкус, аромат	12 Полный, ярко выраженный, свойственный напитку	10 Хороший, свойственный напитку	8 Неполный вкус, слабый аромат	6 Плохо выражен вкус, несвойственный аромат
Насыщение диоксидом углерода	6 Обильное и длительное выделение пузырьков CO ₂ , легкое покалывание на языке, игра пузырьков	5 Обильное, но непродолжительное выделение пузырьков CO ₂ , слабое покалывание на языке, пенообразование	4 Непродолжительное выделение CO ₂ , слабо ощущается CO ₂ во вкусе	3 Небольшое и очень слабое выделение CO ₂
Общая балльная оценка: напитков сиропов	25–23	22–19	18–15	Менее 15
	19–17	16–14	13–10	Менее 10

сравнивают с контрольным образцом. Дегустируемые напитки должны иметь температуру 10–14°С. После дегустации каждого образца рекомендуется для нейтрализации вкуса предыдущего образца применять хлебные палочки, неострый сыр, высушенный хлеб и др. Дегустатор записывает свою оценку в дегустационной карточке. Обрабатывают результаты следующим образом. Рассчитывают среднее арифметическое значение суммы баллов всех дегустаторов по каждому образцу с округлением до первого знака после запятой. Оценки дегустаторов, отличающиеся от рассчитанного среднего значения на величину более трех баллов, отбрасывают. Из оставшегося количества оценок повторно рассчитывают среднее значение, и это является окончательной оценкой. Затем результаты дегустации оформляют протоколом, в котором не только приводится балльная оценка образцов, но и даются рекомендации комиссии по улучшению качества напитков заводом.

Пищевая и энергетическая ценность напитков

Нормативная документация на напитки, а также этикетка, должны содержать информацию о пищевой и энергетической ценности

(калорийности) продукта, что необходимо для определения человеком правильности своего суточного рациона (рацион — порция пищи на определенный срок). В зависимости от возраста и деятельности человека суточная энергетическая потребность составляет 8000—17000 кДж (2000—4000 ккал), в среднем 11700 кДж (2800 ккал).

Но для человека важна не только калорийность продуктов, но и их *питательная ценность*. Основные питательные вещества — это органические и неорганические соединения, которые требуются для нормального роста, а также поддержания и восстановления тканей организма. Различают 5 категорий основных питательных веществ: белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные вещества. В напитках белки и жиры, как правило, отсутствуют. Пищевую ценность напиткам придают, в основном, углеводы, органические кислоты, минеральные вещества и витамины.

Углеводы — основная составная часть рациона человека. Они являются главным источником энергии и обеспечивают примерно 60% суточной энергоценности, а белки и жиры, вместе взятые — только 40%. Углеводы необходимы для биосинтеза нуклеиновых кислот, заменимых аминокислот и как составная часть клеток. По пищевой ценности углеводы делят на усвояемые и неусвояемые. Усвояемые углеводы (сахара — глюкоза, фруктоза, сахароза, лактоза и полисахариды — крахмал, декстрины и гликоген) перевариваются и метаболизируются. Неусвояемые полисахариды: целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества, лигнин, камеди и слизи выводятся из организма человека. Сахара выполняют в организме роль энергоносителя. Избыток сахара вреден, но в суточном рационе, где углеводы составляют 350—500 г, доля сахара от общего количества углеводов должна быть 15—20%.

При расчете пищевой ценности углеводов суммируют количество всего углеводсодержащего сырья без влажности. В информации об углеводах записывают количество углеводов, содержащихся в 100 см³ напитка или сиропа, в граммах, с точностью до десятых долей.

Углеводы содержатся в сырье, используемом для приготовления напитков и сиропов: сахаре, соках, растительных концентратах, экстрактах, морсах, вине и виноматериалах, экстрактах зернового сырья, меде, ККС, патоке и др.

При расчете пищевой ценности *органических кислот* указывают количество внесенных кислот, содержащихся в 100 см³ напитка или сиропа в граммах, с точностью до десятых долей. Если в продукте содержится две или более кислот, то их содержание суммируют. Аскорбиновую кислоту указывают отдельно в информации о витаминах.

Витамины в большинстве своем не образуются в организме, но они важны как биологически активные вещества, регулирующие обмен веществ. Они не дают энергии, но необходимы для поддержания жизни. Витамины подразделяют на водо- и жирорастворимые. К водорастворимым относятся витамины С, группы В, Р, РР, Н

(биотин), пантотеновая и фолиевая кислота. К жирорастворимым — витамины А, D, E, К. В безалкогольных и слабоалкогольных напитках могут содержаться только водорастворимые витамины. Их источником служат плодово-ягодное сырье, зернопродукты, дрожжи и др. Для повышения пищевой ценности в напитки вводят водорастворимые витамины: аскорбиновую кислоту (витамин С), рибофлавин (витамин В₂), цитрин (витамин Р), ниацин (витамин РР).

Аскорбиновая кислота участвует во многих биохимических окислительно-восстановительных процессах в организме, оказывая антиокислительное действие и способствуя регенерации и заживлению тканей, поддержанию устойчивости к различным видам стрессов, поддержанию иммунитета и кроветворения. Суточная потребность в витамине С 50—100 мг. Витамин С необходим для синтеза коллагена — белка, формирующего основную ткань, которая удерживает зубы в деснах, способствует регенерации кожи, сохраняет крепость костей и связывает друг с другом органы. От коллагена зависит структура капилляров и правильное образование соединительной ткани

В₂ (рибофлавин) входит в состав ферментов, регулирующих окислительно-восстановительные реакции в организме. Он улучшает состояние кожи, нервной системы, слизистых оболочек, функцию печени и кроветворения. Рекомендуемая норма потребления рибофлавина 1,3—2,4 мг/сут.

Витамин РР (ниацин, никотиновая кислота) участвует в процессе клеточного дыхания, при окислении углеводов, обмене белков, регуляции деятельности нервной системы, обмене холестерина. Суточная потребность в ниацине 15—25 мг.

Витамин Р (цитрин, рутин) усиливает биологический эффект витамина С, уменьшает проницаемость капилляров. Суточная потребность взрослого человека 25 мг.

В информации о витаминах указывают количество только введенных в напиток или сироп витаминов в мг на 100 см³.

Важную роль в обмене веществ играют *минеральные вещества*. Они входят в опорные ткани организма, участвуют в кроветворении, влияют на водный обмен, определяют осмотическое давление плазмы крови, являются составными частями гормонов, витаминов и ферментов. Минеральные вещества, в зависимости от их содержания в организме, делят на макро- и микроэлементы. Элементы, массовая доля которых в растительном сырье оценивается в %, называют макроэлементами, а в мг% — микроэлементами. К макроэлементам относят натрий, калий, кальций, магний, фосфор, серу. К микроэлементам — железо, медь, марганец, цинк, йод, хром, хлор, кобальт, фтор, бор, молибден, никель, стронций, кремний, селен, ванадий. В малых количествах они стимулируют биохимические процессы, но в больших могут оказывать токсическое действие на организм.

В информации и в нормативно-технической документации указывают все минеральные вещества, введенные в напитки.

Чаще всего *пищевая ценность* напитка обусловлена содержанием в нем углеводов и органических кислот (лимонной), но содержание органических кислот в 100 см³ напитка обычно незначительно — 0,1—0,2, поэтому их количество на этикетку не выносят. Пищевую ценность напитка указывают с точностью до десятых.

В информации для потребителя обязательно должна быть указана и *энергетическая ценность* продукта. При расчете энергетической ценности учитывают калорийность всех компонентов, входящих в состав напитка или сиропа. В справочниках и специальной технологической инструкции есть информация о калорийности различных компонентов напитков. Она выражена в ккал/г (кДж/г) продукта. Например, для сахара она равна 3,79 (15,87); аспартама 3,85 (16,2); лимонной кислоты 2,5 (10,47); сока натурального гранатового 0,47 (1,97); виноградного 0,54 (2,26); сливового 0,66 (2,76). Калорийность рассчитывают также на 100 см³ напитка или сиропа, при этом калорийность компонента умножают на его количество в г. Затем калорийность всех компонентов суммируют. Обычно энергетическую ценность выражают целым числом.

Пищевая ценность хлебного кваса состоит из несброженных углеводов, органических кислот (в основном молочная), образующихся в ходе брожения. Энергетическую ценность рассчитывают как сумму калорийностей углеводов, спирта, молочной кислоты.

Производственная санитария и безопасные приемы труда

Мешки с сахаром-песком аккуратно вспарывают по шву и сахар засыпают в бункер, не допуская его распыления. Бочки, бидоны и бутылки в случае поверхностного загрязнения, обмывают водой и выбраковывают разбитые и треснувшие. По мере освобождения пустую тару выносят из производственного помещения.

Перед направлением в производство воду и сиропы охлаждают.

Сироповарочные аппараты и трубопроводы промывают горячей водой с температурой не ниже 60°С ежедневно, а емкости для хранения сахарного сиропа — после каждого освобождения.

Фильтры-ловушки для сахарного сиропа раз в сутки разбирают, очищают и промывают горячей водой температурой 60°С и выше.

Купажные емкости, фильтр-прессы, синхронно-смесительную установку, разливочную машину и прилегающие трубопроводы перед розливом напитка другого названия, но не реже раза в сутки промывают горячей, затем холодной водой. Линию брака с воронками для слива, трубопровод и емкость для сбора брака после освобождения один раз в сутки промывают горячей, а затем и холодной водой.

Сироповарочные аппараты, емкости для сиропа, купажные емкости, фильтр-прессы и емкости для сбора брака раз в неделю обрабатывают в следующей последовательности: ополаскивают водой температурой не ниже 35°С; тщательно моют при помощи щеток 0,5%-

ным раствором кальцинированной соды температурой 40–50°C; ополаскивают водопроводной водой; дезинфицируют не менее 30 мин или пропаривают 15 мин; ополаскивают горячей (60°C) водой.

Трубопроводы, синхронно-смесительные установки, разливочные машины раз в неделю дезинфицируют, для чего промывают горячей водой температурой 60°C, наполняют дезинфектантом, выдерживают с ним не менее 30 мин, промывают горячей, а затем и холодной водой.

Накопительный бак для питьевой воды еженедельно промывают обильной струей воды и один раз в месяц дезинфицируют. Емкости для хранения соков по мере их освобождения моют и дезинфицируют. Воздушные фильтры очищают и перезаряжают не реже двух раз в месяц.

Мойку и дезинфекцию пастеризационно-охладительных установок, туннельных пастеризаторов проводят в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

При фасовании и транспортировании напитков подготовку тары, обработку участка розлива в бутылки, цистерны проводят, как описано в главах 10 и 11 применительно к производству пива и кваса.

Сироповарочные аппараты, сатураторы и другие аппараты, работающие под давлением, должны содержаться в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». К обслуживанию аппаратов, работающих под давлением, допускают лиц, прошедших обучение и проверку знаний, в возрасте не моложе 18 лет.

Протравливание керамических свечей фильтров соляной кислотой, марганцовокислым калием и другими химическими веществами выполняют в специально отведенном для этой цели помещении. Хранение поваренной соли, активного угля, кислот, щелочей и других материалов в помещении подготовки воды не допускается. Здесь должна быть вывешена схема трубопроводов с указанием положения всей запорной арматуры.

Сахарный сироп разрешается варить только в сироповарочных аппаратах с электрическим или паровым обогреванием, оборудованных механической мешалкой и отсосом. В сироповарочном отделении применяют переносные светильники напряжением 12 В во влагозащитном исполнении.

Колер готовят только в опрокидывающихся аппаратах с электрическим обогреванием, снабженных механической мешалкой и зонтом для отсоса пара и газа. Помещение сиропо- и колероварочных помещений должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию.

Приготовление растворов лимонной кислоты, подача сырья и компонентов для купажа должны быть механизированы, а купажные аппараты оснащены механической мешалкой, мерными стеклами и крышками.

Эссенции, композиции, спиртованные настои, виннокаменную кислоту хранят в закрытом помещении.

Фасование газированных напитков производят в отдельном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией. При производстве сухих напитков машины для измельчения сахара, фасовочные автоматы и другое пылевыведяющее оборудование герметизируют и снабжают системой отсоса пыли. Дробильные машины устанавливают в отдельном помещении. Сушилки для сахара, кислоты и сухого готового напитка снабжают тепловой изоляцией и оборудуют вытяжной вентиляцией.

Не допускается складирование коробов с готовой продукцией в цехе приготовления и фасования сухих напитков.

Контрольные вопросы

1. Какие виды безалкогольных напитков выпускают в России?
2. Какова принципиальная схема приготовления безалкогольных газированных напитков?
3. Из каких процессов состоит подготовка воды для безалкогольных напитков?
4. Как устроен песочный фильтр для фильтрования воды?
5. Какова технология умягчения воды в натрийкатионитовом фильтре?
6. Как обезжелезывают воду?
7. Как готовят белый инвертированный сироп?
8. В чем состоит преимущество применения инвертированного сиропа перед обычным сахарным сиропом?
9. Какова технология приготовления купажного сиропа?
10. Как готовят газированную воду для напитков?
11. Какие факторы влияют на растворимость диоксида углерода в воде?
12. Каков принцип действия автоматизированной сатурационной установки непрерывного действия?
13. Как разливают безалкогольные напитки?
14. Какие искусственно минерализованные воды вы знаете?
15. Как готовят сухие шипучие и нешипучие напитки?
16. Какими показателями характеризуется стойкость безалкогольных напитков?
17. Каковы основные требования к качеству безалкогольных и слабоалкогольных напитков?
18. Как проводят дегустацию напитков? Какова балльная оценка напитков?
19. Перечислите основные безопасные приемы труда при приготовлении безалкогольных напитков.

ГЛАВА 13. ПРОИЗВОДСТВО МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Характеристика минеральных вод

Воды природных источников (подземные воды), характеризующиеся повышенным содержанием газов, химических элементов и соединений, а также радиоактивностью, называют минеральными водами. Минеральные воды по внешнему виду прозрачные, без посторонних включений, с незначительным естественным осадком минеральных солей, бесцветные или с оттенками — от желтоватого до зеленоватого. Вкус и запах у вод характерны для комплекса растворенных в воде веществ.

В зависимости от минерализации (суммарное содержание растворенных в воде химических соединений, г/дм³), химического (ионно-солевого и газового) состава, содержания биологически активных компонентов и специфических свойств (радиоактивности, температура, реакция среды) минеральные воды оказывают на организм человека различное физиологическое действие. Природные воды с общей минерализацией выше 1 г/дм³ или менее 1 г/дм³, но содержащие биологически активные микроэлементы в количестве, не ниже принятых в России бальнеологических норм (табл. 36), относят к *минеральным питьевым*.

Таблица 36

Минеральная вода	Биологически активный компонент	Массовая концентрация компонента, мг/дм ³ , не менее
Углекислая	Свободный (растворенный) диоксид углерода	500
Железистая	Железо	10
Мышьяковистая	Мышьяк	0,7
Борная	Ортоборная кислота (H ₃ BO ₃)	35
Кремнистая	Метакремниевая кислота (H ₂ SiO ₃)	50
Бромная	Бром	25
Иодная	Иод (металлический)	5
Содержащая органические вещества	Органические вещества (в пересчете на углерод)	5

Воды с минерализацией от 1 до 10 г/дм³ (или ниже, но содержащие биологически активные микроэлементы (табл. 36) относятся к *питьевым лечебно-столовым*. Воды с минерализацией от 10 до 15 г/дм³ или при меньшей минерализации при наличии в них повышенных количеств биологически активных микроэлементов относят *питьевым лечебным* водам.

Природные воды содержат практически все известные химические элементы в виде ионов, молекул, коллоидных систем и комп-

лексных соединений. В водах компоненты находятся преимущественно в ионной форме. Наиболее часто встречаются катионы и анионы: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- . В водах высокой минерализации преобладают Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- ; средней минерализации — Mg^{2+} , SO_4^{2-} ; невысокой — Ca^{2+} , HCO_3^- . Минеральные воды, помимо неорганических содержат небольшое число органических веществ.

В минеральных водах в больших количествах содержатся газы: CH_4 , CO_2 , N_2 ; в меньших — H_2S , O_2 , H_2 и др. Температура минеральных вод колеблется в широких пределах: более 100°C в районах вулканической деятельности и ниже 0°C — в зоне вечной мерзлоты.

В зависимости от химического состава минеральные воды делят на *группы* (по преимущественному содержанию ионов); которые, в свою очередь, по степени минерализации делят на *типы*. К каждому типу относят несколько вод.

Известна всего 31 группа минеральных вод, которые перечислены ниже.

I. Гидрокарбонатная натриевая, включает типы: Горячеключевский №1, Майкопский, Дилижанский, Боржомский. Например, к Боржомскому типу, у которого минерализация $5-8,5$ г/дм³, относят воды Боржоми с минерализацией $5,5-6,5$; Набеглави — $6,5-7,5$; Багиати — $7,5-8,5$ г/дм³.

I-а. Гидрокарбонатная натриевая, борная (типы: Нелепинский, Уцерский, Поляно-Квасовский); I-б. Гидрокарбонатная натриевая, борная, мышьяковистая (типы Бжинский, Авадхарский); II. Гидрокарбонатная кальциево-натриевая и натриево-кальциевая (типы Аршанский, Саирме, Терсинский); II-а. Гидрокарбонатная кальциево-натриевая и натриево-кальциевая, борная (тип Сахалинский); III. Гидрокарбонатная магниевое-натриево-кальциевая и магниевое-кальциево-натриевая (типы Сирабский №12, Ласточкинский); III-а. Гидрокарбонатная магниевое-кальциево-натриевая, железистая (тип Турш-Су); IV. Гидрокарбонатная магниевое-кальциевая и натриево-магниевое-кальциевая (тип Шмаковский); IV-а. Гидрокарбонатная магниевое-кальциевая, железистая (тип Дарасунский); V. Гидрокарбонатно-сульфатная (сульфатно-гидрокарбонатная) магниевое-натриево-кальциевая (тип Кишиневский); VI. Гидрокарбонатно-сульфатная (сульфатно-гидрокарбонатная) натриевая (тип Ачалукский); VII. Гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатная натриевая (тип Махачкалинский); VIII. Сульфатно-гидрокарбонатная натриевая (тип Исти-Су Нижний); VIII-а. Сульфатно-гидрокарбонатная натриевая, мышьяковистая (тип Джермуковский); IX. Сульфатно-гидрокарбонатная кальциево-натриевая (магниевое-натриевая) (типы Варницкий, Железноводский, Болнис); X. Сульфатно-гидрокарбонатная магниевое-натриевая, магниевое-кальциевая и натриево-магниевое-кальциевая (тип Кисловодский); X-а. Сульфатно-гидрокарбонатная магниевое-кальциевая и натриево-магниевое-кальциевая, железистая (тип Аршанский); XI. Сульфатная кальциевая (тип Краинский); XII. Суль-

фатная магниесо-кальциевая (типы Казанский, Смоленский); XIII. Сульфатная натриево-кальциево-магниевая (натриево-магниесо-кальциевая) (типы Кашинский, Московский); XIV. Хлорно-сульфатная натриевая (типы Феодосийский, Нижне-Ивкинский №1, Буйский); XV. Хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая (тип Угличский); XVI. Хлоридно-сульфатная магниесо-натриевая (тип Лысогорский); XVII. Хлоридно-сульфатная магниесо-кальциево-натриевая (тип Ижевский); XVIII. Сульфатно-хлоридная кальциево-натриевая и натриево-кальциевая (типы Алма-Атинский, Ергенинский); XIX. Сульфатно-хлоридная натриевая (типы Чартакский, Каспийский); XIX-а. Сульфатно-хлоридная натриевая, борная (типы Ново-Ижевский); XX. Сульфатно-хлоридная магниесо-кальциево-натриевая (тип Хилковский); XXI. Сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридная кальциево-натриевая и магниесо-натриево-кальциевая (типы Луганский, Машук №1, Машук №19); XXII. Хлоридно-гидрокарбонатная (гидрокарбонатно-хлоридная) натриевая (типы Крымский, Рычал-Су, Джавский, Эссентукский №4, Эссентукский №17); XXII-а. Хлоридно-гидрокарбонатная и гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, иодная (тип Семигорский); XXII-б. Хлоридно-гидрокарбонатная и гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, борная (типы Лазаревский, Анкаванский); XXII-в. Хлоридно-гидрокарбонатная натриевая, борная, иодная (тип Семигорский №6); XXII-г. Хлоридно-гидрокарбонатная натриевая, борная, мышьяковистая (типы Исти-Су, Верхний, Вардзинский); XXIII. Гидрокарбонатно-хлоридная натриевая (типы Айвазовский, Обуховский); XXIII-а. Гидрокарбонатно-хлоридная (хлоридно-гидрокарбонатная) натриевая, иодная (типы Азовский, Сочинский); XXIII-б. Гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, борная (тип Кармадонский); XXIII-в. Гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, иодная, мышьяковистая (тип Синегорский); XXIV. Хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-натриевая (типы Казбеги, Зваре); XXIV-а. Хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-натриевая, борная, железистая (тип Малкинский); XXIV-б. Хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-натриевая, мышьяковистая (тип Вайхирский); XXV. Хлоридно-гидрокарбонатная магниесо-натриевая (тип Севанский); XXVI. Хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-магниесо-натриевая (тип Личский); XXVII. Хлоридная натриевая (типы Миргородский, Минский, Нижне-Сергинский); XXVII-а. Хлоридная натриевая, бромная (тип Талицкий); XXVII-б. Хлоридная натриевая, иодная (тип Ходыженский); XXVII-в. Хлоридная натриевая, борная (тип Урс-Донской); XXVII-г. Хлоридная натриевая иодная, борная (тип Анивский); XXVIII. Хлоридная кальциево-натриевая (тип Друскининкайский); XXIX. Хлоридная кальциевая, бромная (тип Лутельский); XXX. Слабоминерализованная железистая (типы Полюстровский, Марциальный); XXXI. Слабоминерализованная с высоким содержанием органических веществ (тип Нафтуса).

Массовая концентрация перечисленных ниже компонентов во всех водах не должна превышать (мг/дм³): нитратов (по NO₃) 50; нитритов (по NO₂) 2; свинца 0,1; селена 0,05; мышьяка в лечебных водах 2, а в лечебно-столовых 1,5; стронция 25; фтора в лечебных водах 15, а в лечебно-столовых водах 10; фенолов 0,001; других органических веществ (в пересчете на углерод): в лечебных водах 15, в лечебно-столовых водах 10. Радионуклидов (Бк/дм): урана 66—44, радия 18,5.

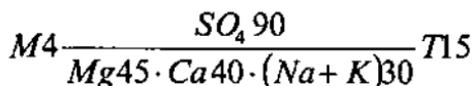
Окисляемость минеральных вод должна быть 0,5—5, в исключительных случаях до 10 мг/дм³. Расхождения между значениями окисляемости в источнике и в готовой продукции не должны превышать 15%.

Согласно гигиеническим требованиям к качеству и безопасности пищевых продуктов, токсичных элементов должно быть не выше (мг/кг): свинца 0,1; мышьяка 0,1; кадмия 0,01; ртути 0,005; радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) не более 8 Бк/дм³. По количеству мезофильных аэробных, факультативно-анаэробных микроорганизмов (сокращенно КМАФАнМ), колониеобразующих единиц (сокращенно КОЕ) на 1 г воды должно быть не более 100. Масса воды (г), в которой не допускается наличие бактерий группы кишечных палочек (сокращенно БГКП) — 333; патогенных, в том числе — сальмонелл — 100.

Массовая доля диоксида углерода в минеральных водах, разлитых в бутылки, должна быть не менее 0,3%, в железистых 0,4%, а в некоторых водах (Нижне-Ивкинская, Новоижевская, Талицкая, Шаамбры №2) — не более 0,2%. Минеральная вода «Лугела» диоксидом углерода не насыщается.

Химический состав минеральных вод представляют формулой в виде псевдодроби, где в числителе представлены анионы, а в знаменателе — катионы, содержание которых в воде выше 20 мг-экв.%. Ионы записывают слева направо в убывающей последовательности. Слева от псевдодроби указывают общую минерализацию воды и количество содержащегося в ней газа (г/дм³) и микроэлементы (мг/дм³), имеющие бальнеологическое значение; справа — температуру и дебит воды. Отнесение воды к определенному типу ведется от иона, играющего подчиненную роль. Поэтому основные ионы именуют полностью, а второстепенные — кратко.

Воду состава



называют холодной сульфатной натриево-кальциево-магниевой. Это формула Московской лечебно-столовой минеральной воды.

На этикетке бутылки с водой должно быть написано: наименование, тип (газированная, негазированная); группа воды, номер скважины или название источника, наименование и адрес изгото-

вителя, объем, (л или дм^3), товарный знак изготовителя, назначение воды (лечебно-столовая, лечебная), минерализация (г/л); условия хранения, срок годности, обозначение нормативного документа, в соответствии с которым изготовлена вода; информация о сертификации, химический состав воды, показания по лечебному применению. Дополнительно могут быть нанесены надписи информационного и рекламного характера.

Добыча и транспортирование минеральных вод

Каптирование — это заключение в трубу природной воды, добываемой из недр посредством скважин.

Минеральные воды формируются на разной глубине недр, их добывают, используя гидротехническое водозаборное сооружение, называемое каптажом, для захвата воды на глубине и вывода ее на поверхность с необходимым дебитом (дебит — количество воды, даваемое источником в единицу времени) и напором при сохранении химического состава и физических свойств.

Современный каптаж — это буровая скважина, обеспечивающая захват воды с глубины при надежной изоляции от других подземных вод. Менее распространены шахтные колодцы и горизонтальные или наклонные горные выработки, служащие водосбором (штольни). С помощью шахтных колодцев выводят на поверхность минеральные воды с небольших глубин. В штольнях осуществляют неглубокий захват большого количества рассредоточенных потоков воды небольшой мощности.

Каптаж состоит из подземной и наземной частей (рис. 99). Основные части каптажного сооружения — водозабор и распределительная часть. Водозабор — это ствол горной выработки, в нем основными частями являются водоприемник, через который в скважину поступает вода; эксплуатационная (ра-

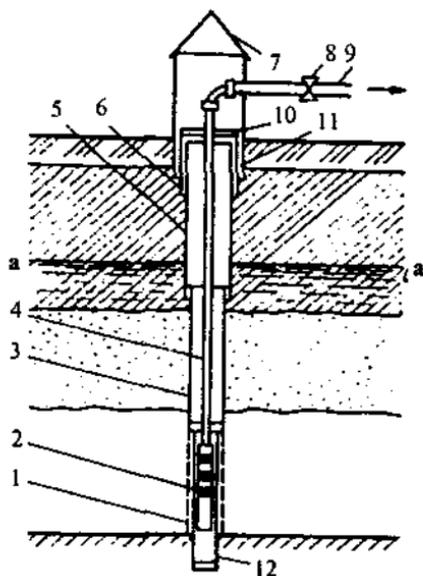


Рис. 99. Схема буровой каптажной скважины:

- 1 — фильтр скважины; 2 — насос с погруженным электродвигателем;
- 3, 5 — колонна обсадных труб;
- 4 — насосные (водоподъемные) трубы;
- 6 — кондуктор; 7 — павильон (надкаптажное помещение);
- 8 — задвижка; 9 — трубопровод к потребителю; 10 — устье скважины — оголовок; 11 — межтрубное пространство; 12 — отстойник;
- а-а — статический уровень воды.

бочая) часть и устьевая часть с оголовком. Подъем воды осуществляют двумя способами: самоизливом и принудительным отбором с помощью насосов. Выше уровня земли находится устьевая часть водозабора, имеющая оголовок, и расположенная в специальных камерах или надкаптажном павильоне. В павильоне устанавливают: пульт управления насосами, контрольно-измерительные приборы и др.

Транспортирование минеральных вод. Воду от скважины до предприятия транспортируют по трубопроводам, либо в автомобильных или железнодорожных цистернах.

По трубопроводам воду подают на расстояние до 50 км под небольшим избыточным давлением диоксида углерода, используя трубы из коррозионностойкой стали, чугуна, стекла, пищевого полиэтилена. Трубопроводы укладывают в бетонные или кирпичные коллекторы, а выполненные из коррозионностойкой стали и сваренные в атмосфере аргона — непосредственно в грунт.

В автомобильных цистернах воду перевозят на расстояние 50—200 км. Для исключения дегазации заполнения цистерн ведут в герметичных условиях через нижние или боковые штуцеры со скоростью 0,8 м/с при давлении 0,05 МПа, обеспечивая микробиологическую чистоту процесса. Если цистерны наполняют водой, содержащей двухвалентное железо, то из нее удаляют воздух, вытесняя его диоксидом углерода со скоростью 300—360 дм³/мин. Термальные воды предварительно охлаждают до 20°С.

В железнодорожных цистернах воду перевозят на значительные расстояния. По сравнению с транспортированием бутылок (заполненных водой) навалом, при перевозке в цистернах сокращаются затраты, обусловленные боем бутылок и погрузо-разгрузочными операциями. Так транспортируют воды: Боржомы, Нарзан, Бжни, Арзни, Нагутская, Бадамлы, Миргородская, Карачинская.

Станцию наполнения железнодорожных цистерн организуют при заводе минеральных вод или рядом с надкаптажным сооружением. На станции наполнения есть отделение промывания железнодорожных цистерн и первичной обработки воды. Первичная обработка заключается в фильтровании, охлаждении, обеззараживании воды сульфатом серебра или УФ-лучами и частичном насыщении диоксидом углерода до 0,05—0,1% масс.

Станцию слива минеральной воды из железнодорожных цистерн (рис. 100) организуют на заводах, где есть отделение по розливу минеральных вод. На станции слива устанавливают емкости для сбора и хранения минеральной воды, а также аппаратуру для поддержания давления CO₂ в емкостях.

Хранение минеральных вод. Углекислые (содержащие свободный диоксид углерода) и железистые минеральные воды хранят в герметичных резервуарах под избыточным давлением CO₂ до 0,05 МПа. Во избежание значительной дегазации резервуары заполняют снизу под слой воды со скоростью 0,6—0,8 м/с. Неуглекислые воды можно хра-

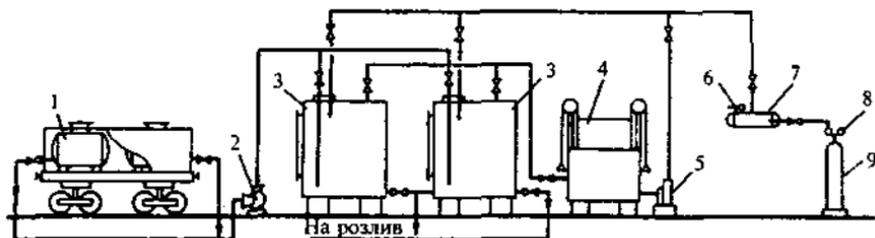


Рис. 100. Технологическая схема станции слива минеральной воды из железнодорожной цистерны:

1 — железнодорожная цистерна; 2 — насос; 3 — емкость для хранения минеральной воды; 4 — газгольдер; 5 — вентилятор; 6 — предохранительный клапан; 7 — коллектор; 8 — редуктор; 9 — баллоны для CO_2 .

нить в негерметичных, но закрытых резервуарах. Срок хранения воды, поступившей на предприятие железнодорожным транспортом, не должен превышать 5 ч.

Классификация, технология обработки и фасование питьевых минеральных вод

§ 1. Классификация минеральных вод

На рис. 101 представлена классификация минеральных вод:



Рис. 101. Технологическая классификация питьевых минеральных вод

§ 2. Обработка минеральных вод

Перед розливом воду обрабатывают, подвергая ее фильтрованию, обеззараживанию, охлаждению и насыщению диоксидом углерода. *Фильтрование* минеральных вод проводят для освобождения их от взвешенных частиц. Воды минерализацией до 7–8 г/дм³ фильтруют на фильтрах из микропористой керамики, минерализацией выше 8 г/дм³ — на рамных фильтрах через фильтр-картон марки Т.

Минеральные воды неглубокого залегания, в которых высока вероятность микробиологического загрязнения, рекомендуется фильтровать на керамических свечных фильтрах с размером пор менее 1 мкм. Размер клеток патогенных и условно-патогенных микроорганизмов 1–2 мкм и это позволяет эффективно их задерживать на свечных фильтрах.

Фильтрование воды проводят под давлением, обеспечивающем преодоление сопротивления в трубопроводе и фильтрующего материала без дополнительной перекачки насосами.

Отстаивание минеральных углекислых вод вместо фильтрования недопустимо, так как при этом происходят дегазация и окисление их воздухом.

Обеззараживанию не подвергают воды с содержанием БГКП не более 1 ед. в 500 см³.

Для обеззараживания используют *безреагентный* способ, заключающийся в обработке воды ультрафиолетовыми лучами длиной волны 225–300 нм. Наиболее эффективны лучи при 260 нм. При этом не изменяются органолептические показатели воды. Эффективность такой обработки снижается при содержании в воде коллоидных и тонкодисперсных взвешенных частиц, а также соединений железа. Воды с содержанием железа более 0,3 мг/дм³ УФ-лучами не обрабатывают.

Кроме этого способа, применяют *реагентные* способы — серебрение и хлорирование. При серебрении воду обрабатывают дозой серебра 0,2 мг/дм³. При этом уничтожаются не только патогенные микроорганизмы, но и сапрофитная микрофлора, которые могут вызывать посторонние запахи.

Для обеззараживания вод, не содержащих легко окисляющихся компонентов, используют гипохлорит натрия.

Минеральные воды, в зависимости от температуры, обусловленной тепловым режимом недр, относят к *холодным* температурой до 20°C, *теплым* (слаботермальным, субтермальным) температурой 20–35°C, *горячим* (термальным) температурой 35–42°C и *очень горячим* (высокотермальным, гипертермальным) температурой выше 42°C.

Перед насыщением диоксидом углерода воду охлаждают до 4–10°C в противоточных холодильных установках. Термальные воды подвергают двухстадийному охлаждению, первую стадию проводят у скважины.

Все минеральные воды насыщают диоксидом углерода, так как он препятствует нарушению карбонатного равновесия и тем самым

способствует сохранению в растворе углекислых солей кальция, магния, железа, а также подавляет развитие микроорганизмов, увеличивает срок годности воды и улучшает вкус. При подготовке воды к розливу углекислые воды теряют часть диоксида углерода, поэтому их дополнительно насыщают диоксидом углерода. Насыщение проводят при температуре воды 4–7°С и избыточном давлении в сатураторе 0,2 МПа или при температуре воды 8–10°С и давлении 0,25 МПа.

Неуглекислые воды карбонизируют.

Деаэрацию воды не проводят, так как это приводит к декарбонизации воды, нарушению карбонатного равновесия и выпадению в осадок солей.

В зависимости от химического состава газовой и жидкой фаз минеральной воды разработано пять вариантов их технологической обработки и фасования.

1. *Технология обработки и фасования неуглекислых вод.* Около 44% питьевых минеральных вод относится к неуглекислым. Их химический состав стабилен, поэтому отпадает необходимость в специальных технологических режимах для переработки таких вод, за исключением обработки неуглекислых сульфатсодержащих вод. На рис. 102 показана технологическая схема для розлива неуглекислых вод, которая включает только общепринятые технологические приемы их обработки.

Минеральная вода из скважины 1 поступает в сборник минеральной воды 3, установленный в прикаптажном помещении 2. Насосом 4 минеральную воду перекачивают в сборник-мерник 5. Для удаления взвешенных веществ и частичного обеспложивания минеральную воду фильтруют на керамических свечных фильтрах 6 (для вод с минерализацией более 8 г/дм³ используют фильтры, в которых фильтрующим материалом является фильтр-картон). Осветленная минеральная вода охлаждается до 4–10°С в противоточном теплообменнике 7 и подается в промежуточный сборник 8. Все минеральные воды (кроме воды Лутела) насыщают диоксидом углерода для улучшения вкусовых свойств и подавления жизнедеятельности микроорганизмов. Для сохранения солевого состава минеральные воды перед сатурацией не деаэрируют. В сатураторе 9 поддерживают давление 0,2–0,25 МПа, что обеспечивает содержание CO₂ в разлитых в бутылку лечебных минеральных водах 0,15–

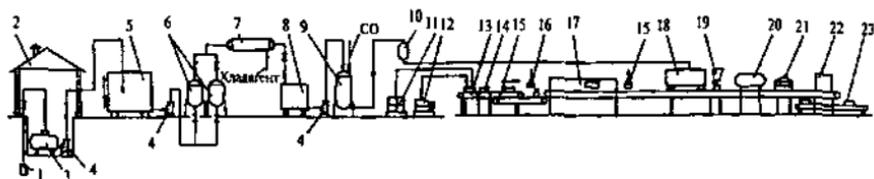


Рис. 102. Схема розлива неуглекислых вод

0,20%, в лечебно-столовых — не менее 0,30%, а в железистых — не менее 0,4%. Минеральные воды с коли-титром менее 500 поступают далее на обеззараживающую установку 10 (бактерицидная установка с использованием ультрафиолетовых лучей или установка для обработки воды сульфатом серебра) и в резервуар разливочной машины. Бутылки из пакетов 12 укладывают в ящики 11 и подают по ленточному транспортеру 13 к автомату 14 для выемки бутылок из ящиков.

Бутылки ленточным транспортером 15 перемещаются перед инспекционным устройством 16 и подаются в бутылкомоечную машину 17. Чистота бутылок после их отмыwania еще раз проверяют на инспекционном устройстве 16.

Далее бутылки наполняют минеральной водой на разливочной машине 18, укупоривают на машине 19, инспектируют устройством 20, наклеивают этикетки машиной 21, с помощью машины 22 укладывают бутылки в ящики 23 и подают их в склад готовой продукции.

2. Технология обработки и фасование углекислых вод. Технологический режим организован так, чтобы свести до минимума дегазацию воды. Химический состав воды, в составе которых преобладают кальций и магний, наиболее изменяется при дегазации. Технологические операции для углекислых вод такие же, как для неуглекислых, но все стадии проводят в условиях, исключающих или сводящих к минимальной дегазации. Все резервуары, установки для охлаждения и обеззараживания герметизируют.

3. Технология обработки и фасование минеральных вод, содержащих железо. Для минеральных вод, содержащих более 5 мг/дм³ двухвалентного железа, во избежание выпадения осадка, предусмотрены технологические приемы, направленные на исключение дегазации и окисления. Для сохранения в растворе железа, обладающего биологическим действием на организм, в воду вводят аскорбиновую или лимонную кислоты. Стабилизирующие добавки вводят в автоцистерну перед вытеснением из нее воздуха или в промежуточную емкость при подаче ее по трубопроводу.

4. Технология обработки и фасования гидросульфидных и гидросульфидно-сероводородных минеральных вод. Минеральные воды с содержанием сероводорода до 20 мг/дм³ и гидросульфид-ионов до 30 мг/дм³ обрабатывают с выведением сернистых соединений из состава воды. Сернистые соединения окисляются с образованием коллоидной серы, придающей воде опалесценцию. Сероводород также ухудшает органолептические показатели. Поэтому после накопительного резервуара воду для окисления подают в барботажный дегазатор, куда поступает диоксид углерода. При барботировании CO₂ гидросульфид-ионы превращаются в сероводород, который уносится из воды током диоксида углерода. Остатки сероводорода удаляют при деаэрации перед сатурацией.

5. Технология обработки и фасования минеральных вод, содержащих сульфатвосстанавливающие бактерии. Обработку и фасование таких вод проводят по технологическим схемам, аналогичным схемам для углекислых и неуглекислых вод. Но дополнительно устанавливают оборудование для введения активного хлора и подавления жизнедеятельности бактерий. Для этого в трубопровод перед фильтром вводят раствор, содержащий активный хлор. Остаточное содержание активного хлора в воде через 30 мин после хлорирования должно быть 0,3 мг/дм³.

Выбор технологической схемы. В зависимости от состава минеральной воды выбирают технологическую схему ее обработки и фасования. Для неуглекислых вод, за исключением железистых азотных, например, марциальных, используют схему 1, по схеме 2 разливают углекислые воды, не содержащие легко окисляемых компонентов, а по схеме 3 — углекислые и азотные воды, содержащие легко окисляемые соединения двухвалентного железа. Схему 4 применяют для воды, содержащей сероводород и его связанные формы (гидросульфид- и сульфид-ионы), а по схеме 5 фасуют воды, содержащие сульфатвосстанавливающие бактерии.

§ 3. Фасование минеральной воды

Минеральную воду фасуют в чистые стеклянные и полимерные бутылки на разливающих машинах аналогично разливу пива и безалкогольных напитков (без дозирующих устройств). Укупоривают бутылки кронен-пробками (лучше с полимерными материалами) или завинчивающимися колпачками.

Инспектирование и этикетировку осуществляют также аналогично пиву и напиткам.

Производственная санитария и безопасные приемы труда

Водозаборное устройство (каптаж) должно быть оборудовано закрытым помещением с освещением и вентиляцией, вокруг него устанавливается охранный санитарный зона.

Трубопроводы для транспортирования минеральных вод должны быть водонепроницаемыми и работать с заполненным сечением. Проверку технического состояния трубопроводов и коллекторов проводят не реже раза в квартал, а проверку трубопроводов на водонепроницаемость — раз в год, подвергая гидравлическому давлению.

Авто- и железнодорожные цистерны должны использоваться только для перевозки минеральных вод и иметь маркировку «Минвода». Для наполнения цистерн используют только стационарные трубопроводы, а гибкие шланги применяют только для соединения стационарного трубопровода с цистерной.

Раз в месяц производят обработку автоцистерн моющими веществами. Новые или загрязненные цистерны моют следующим образом: вначале полностью заполняют 1–1,5%-ным раствором кальцинированной или каустической соды и оставляют на 2–4 ч для отмачивания, затем внутреннюю поверхность очищают щетками, промывают водой, дезинфицируют острым паром или заполняют на 1 ч дезинфицирующим раствором. После этого емкость промывают питьевой водой.

Железнодорожные цистерны дезинфицируют перед каждым заполнением. Резервуары для приема воды из каптажа дезинфицируют не реже 1 раза в год.

Резервуары для хранения минеральных вод оборудуют водомерными стеклами и кранами для отбора проб, а люки резервуаров должны иметь уплотнительные прокладки.

Резервуары для минеральной воды, доставленной железнодорожными цистернами, дезинфицируют после каждого освобождения, а резервуары для хранения минеральных вод, доставленных автоцистернами, — не реже 1 раза в квартал. Санитарная обработка этих резервуаров заключается в механической очистке их от осадков, промывания и дезинфекции в течение 1 ч и снова промывания водой.

Все оборудование по обработке и фасованию минеральных вод передают следующей смене работающим чистым. Дезинфицируют оборудование следующим образом: дезраствор заливают в главный коллектор трубопровода перед фильтрами и насосами и под давлением 0,12–0,15 МПа подают в фильтры, установки для обеззараживания воды, цеховые резервуары, сатураторы, фасовочные машины и выдерживают в течение 1 ч. Затем тщательно промывают водой.

Керамические свечные фильтры обрабатывают в течение 1 ч осветленным раствором хлорной извести или раствором гипохлорита, содержащим не менее 0,1 г/дм³ активного хлора. После дезинфекции фильтры промывают питьевой водой под давлением 0,13–0,15 МПа и ополаскивают минеральной водой. Протравливание керамических свечей фильтров соляной кислотой, марганцовокислым калием и другими химическими веществами выполняют в специально отведенном для этой цели помещении.

Стеклянные бутылки перед подачей в производство проверяют и отбраковывают с поврежденными венчиками, наличием заусенцев, пузырей или с посторонним запахом.

Очистку бутылкомоечных машин производят по мере надобности, но не реже 2 раз в неделю. Для этого их освобождают от остатков этикеток, битого стекла, внутреннюю поверхность моечных ванн смазывают 2%-ным раствором хлорной извести и через час промывают водой.

Разрешается вторичное использование моющего раствора после его регенерации, которая заключается в отстаивании и фильтровании через капроновые сита. Затем в этот раствор добавляют недостающие компоненты до исходной концентрации.

Мешки с кронен-пробкой вскрывают непосредственно перед их использованием. Рваные мешки с кронен-пробкой на завод не принимают.

Хранение поваренной соли, активного угля, кислот, щелочей и других химических материалов в помещении подготовки воды не допускается. Здесь должна быть вывешена схема трубопроводов с указанием положения всей запорной арматуры.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику минеральным водам. Какие виды, группы и типы минеральных вод вы знаете?
2. Что представляет собой каптаж?
3. Как транспортируют минеральные воды?
4. Каков примерный состав минеральных вод?
5. Как разливают минеральные воды?
6. Как хранят минеральные воды на заводах, осуществляющих их розлив?
7. Какие схемы обработки и фасования минеральных вод вы знаете? Как выбрать необходимую схему розлива?
8. Как обрабатывают (моют и дезинфицируют) резервуары для хранения минеральной воды?

ГЛАВА 14. ВТОРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОЛОДА И ПИВА

Отходы солодовенного и пивоваренного производства (вторичные материальные ресурсы), повторно используемые в народном хозяйстве, образуют вторичное сырье. К ним не относятся возвратные отходы, используемые в качестве сырья или сырьевой добавки без доработки, их включают во внутрипроизводственный баланс сырья.

К вторичному сырью, образуемому *при производстве солода*, относят: зерновую примесь (3–10%), зерновые отходы (4,4–12,2%), сплав ячменя (0,25–1,9%), солодовые ростки (3–5% к массе сухого солода).

Зерновые отходы, сплав, примеси используют на корм скоту. Те, которые не могут быть использованы из-за содержания ядовитых сорняков, уничтожают. *Сплав ячменя* имеет влажность 30–50%, но его можно легко сушить до влажности 12–14%.

В солодовых ростках содержатся аминокислоты, витамины, стимуляторы роста, поэтому их используют в пищевой, микробиологической, фармацевтической отраслях промышленности, а также на корм скоту в качестве добавки.

Экстракт солодовых ростков применяют в дрожжевой промышленности для активации дрожжей, а в микробиологической промышленности часть отрубей в составе питательной среды можно заменять вытяжкой из солодовых ростков. Так как экстракт ростков содержит углеводы и азотсодержащие вещества, то из них можно готовить меланоидиновый краситель для установления необходимого цвета и ароматизации пивного сусла, других напитков.

Из *замочной воды* можно выделять антибиотический препарат гордецин, а также концентрированный витаминный препарат. Возможно повторное использование замочной воды в производстве солода или при затирании.

Вторичное сырье *в производстве пива* — это отходы, полученные при полировании ячменя и солода, пивная и хмелевая дробина, белковый отстой (после охлаждения и осветления сусла), осадочные (избыточные) пивные дрожжи, диоксид углерода, отработанный кизельгур и бой стекла, сточные воды, образовавшиеся при очистке и дезинфекции помещений, трубопроводов, оборудования, тары, а также этикетки, кронен-пробки, элюаты после регенерации ионообменников.

Промывные воды, жидкую фазу осадка коагулировавших белков, некондиционное пиво, получаемое в конце фильтрования, относят к *возвратным отходам*.

В производстве существуют *неизбежные потери* — это потери сухих веществ с пылью при дроблении зерна, на образование диоксида углерода в начале брожения (до его улавливания), на смачивание трубопроводов.

Отходы при полировании солода составляют: 0,5–2% к его массе; при внутриваровом транспортировании шнеками и норями 0,3–0,6%. Аспирационные отходы (шелуха, пыль, частицы дробленого солода) для солода удовлетворительной степени растворения составляют 0,1–1% и для солода хорошей степени растворения 1,2–2,3%.

Большую часть полировочных и аспирационных отходов предприятия продают на корм скоту, иногда часть их используют на стадии затирания.

В варочном цехе из 100 кг перерабатываемых зернопродуктов получают 110–120 кг сырой пивной дробины, содержащей 15–20% сухих веществ. При транспортировании на большие расстояния дробину разбавляют водой до 12% сухих веществ и масса ее увеличивается до 200–250 кг. Если дробину высушить, то остается примерно 27 кг сухой массы влажностью 12%. На отечественных заводах дробину сушат редко, ее реализуют на корм скоту в сыром виде. За рубезом дробину сушат до влажности 6–7%. Питательная ценность 1 кг пивной дробины равна 0,17–0,23 кормовых единиц (за 1 кормовую единицу принят 1 кг овса). Дробину можно использовать в качестве питательной среды для выращивания микроорганизмов.

При охмелении пивного сусла в отходы поступает *хмелевая дробина*. Из 1 кг сухого хмеля получают 7–8 кг хмелевой дробины влажностью 85%. Каждый килограмм задаваемого хмеля удерживает 6–7 дм³ пивного сусла, для отделения которого дробину промывают водой. Так как в дробине много сусла, предложено возвращать ее в заторный или в фильтрационный аппараты при перекачивании затора или после сбора первого сусла. Из-за высокой горечи хмелевую дробину на корм скоту не используют и она пока не находит применения в народном хозяйстве. Иногда ее добавляют к удобрениям.

Белковый отстой образуется при охлаждении и осветлении пивного сусла: на 100 кг переработанных зернопродуктов – 2–3 кг белкового отстоя влажностью 80%, представляющего собой нерастворимые белки, скоагулировавшие при кипячении белков, белково-дубильные комплексы и другие органические вещества. Количество белкового отстоя увеличивается с увеличением содержания белков в используемых зернопродуктах. Оптимальными считают: для солода из высокобелковых ячменей степень белкового растворения 39–42%, содержание общего растворимого азота в сусле перед кипячением не более 750 мг/дм³, а коагулируемого – 20 мг/дм³.

Белковый отстой состоит из взвесей горячего сусла (400–800 мг/дм³) и твердых частиц. Осадок взвесей горячего сусла содержит 50–60% белка, 16–20% горьких и 2–3% минеральных веществ, 20–30% других органических веществ. Твердые частицы представлены хмелем и зерновой дробинной. Основную часть осадка взвесей с размером частиц 30–80 мкм отделяют на стадии охлаждения и осветления сусла, меньшая часть может перейти в хмелеотделитель. При осветлении сусла в гидроциклонном аппарате объем осадка бывает

меньше, из-за его высокой плотности, обеспечиваемой высокой скоростью подачи суслу в аппарат (10–15 м/с), продолжительностью рециркуляции (15–20 мин), углом наклона дна аппарата (2–3°).

Из-за сильной горечи белковый отстой также не используется на корм скоту, и его часть часто присоединяют к пивной дробине. Но более целесообразно направлять его в заторный аппарат перед кипячением густой массы или в фильтрационный аппарат после сбора первой промывной воды. Это позволит снизить потери экстракта. Белковый отстой содержит белок, не растворившийся при затирании, если его подвергнуть дополнительному ферментативному гидролизу, то гидролизат можно использовать при выращивании хлебопекарных дрожжей или добавлять в пивное сусло.

Осадочные пивные дрожжи, образующиеся в бродительном отделении, являются ценным пищевым продуктом, включающим белки, углеводы, жиры, микроэлементы, витамины. Благодаря высокому содержанию витаминов, других компонентов, пивные дрожжи обладают высокой биологической ценностью и их применяют для лечебных целей, выпускают в виде таблеток или порошка, в качестве пищевых добавок или на корм скоту. От 100 дм³ вырабатываемого пива остается 0,4–0,8 дм³ густой массы дрожжей, содержащей 5–18 кг сухих веществ. При сбраживании пива ускоренными способами (например, в ЦКБА) образуется 1,5–2 дм³ осадочных дрожжей. Выход очищенных дрожжей из 1 дм³ жидких дрожжей составляет 80–85%.

Если приготовить автолизат дрожжей (продукт, полученный в результате гидролиза под действием собственных протеолитических ферментов дрожжей или ферментных препаратов), то его можно добавлять при затирании, что ускоряет осахаривание за счет действия амилолитических и протеолитических ферментов, высвобождающихся при автолизе. Из дрожжей можно получить ферментный препарат инвертин, содержащий β-фруктофуранозидазу, используемую для инвертирования сахарного сиропа в безалкогольной промышленности.

На Тульском пивоваренном заводе организован выпуск комплексного продукта, предназначенного для корма скота. Продукт содержит пивную дробину, избыточные дрожжи, солодовые ростки.

Осадки, образующиеся при дображивании пива, содержат дрожжи, белки, белково-полифенольный комплекс и хмелевые смолы. Обычно на 100 дал пива получают 3–5 дм³ осадка влажностью 85–95%.

Диоксид углерода образуется в основном при главном брожении. На многих заводах его собирают, очищают и реализуют как товарный продукт. При ведении брожения в закрытых бродительных аппаратах на 100 дм³ пива получают 1,5–2 кг товарного диоксида углерода.

Часть V
**ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА**

**ГЛАВА 15. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ,
ПОЛУПРОДУКТОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Качественные показатели ячменя, солода
и ферментных препаратов**

§ 1. Оценка качества ячменя

Отбор проб. Качество ячменя оценивают в каждой партии по показателям, предусмотренным требованиями действующего ГОСТа. Партией называют любое количество однородного зерна, предназначенного к одновременной приемке или хранящегося в одном силосе или в одной секции склада. Массу зерна, имеющую одинаковые органолептические показатели, называют однородной партией. Если по внешним признакам партия зерна неоднородна, то каждую однородную часть этой партии считают отдельной партией.

Отбор проб зерна производят при помощи специальных приборов-шупов или механических пробоотборников.

Количество зерна, взятое за один прием из одной точки, называют выемкой или разовой пробой. Масса выемки должна быть не менее 1 кг.

Составление среднего образца. Однородные по внешнему виду точечные пробы соединяют вместе. Оценку качества ячменя осуществляют на основании базовых показателей, которые делят на внешние (состояние зерна, цвет, запах, температура) и аналитические (влажность, способность прорастания, крупность, содержание мелких зерен и примесей).

Оценка по внешним признакам. Внешний вид зерна, запах, цвет и температура дают возможность судить о его доброкачественности. Зерна пивоваренного ячменя должны быть крупными, ровными по размеру, светло-желтого или желтого цвета, блестящими. Допускается серовато-желтый цвет и более темный оттенок желтого цвета. Матово-серый цвет нежелателен, так как он может быть следствием развития плесени. Недопустимо наличие зерен с темными кончиками и зеленого или светлого цвета.

Зерно не должно иметь постороннего запаха, который определяют следующим образом. В стакан насыпают около 100 г целого зерна и определяют запах. Если аромат слабо выражен, то для его усиления зерно высыпают на сетку, 2–3 мин пропаривают над кипящей водой, помещают на чистый лист и определяют присутствие постороннего аромата. Можно также размолотое зерно поместить в коническую колбу со шлифом вместимостью 100 см³, плотно закрыть пробкой, выдержать 30 мин при температуре 35–40°С,

используя любой источник теплоты и затем, открывая на короткое время крышку, установить наличие постороннего аромата.

Цвет зерна определяют при рассеянном дневном свете или при освещении люминесцентными лампами путем сравнения с образцами.

Влажность (массовая доля влаги). Влажностью называют массу воды, удаляемой из зерна при высушивании, выраженную в процентах от его массы. Одним из наиболее точных методов определения влажности является метод высушивания продукта до постоянной массы. Высушивание проводят в сушильном шкафу, снабженном диском с 10 гнездами для бюкс (металлических или стеклянных сосудов с притертой крышкой), куда помещают высушиваемый продукт.

Для определения влажности ячменя из среднего образца отбирают 20 г и измельчают на лабораторной мельнице. Измельченное зерно примерно по 5 г помещают в высушенные, охлажденные и взвешенные бюксы и бюксы с открытыми крышками помещают в предварительно нагретый сушильный шкаф, где высушивают при температуре 105°C или 130°C в течение 3 ч или 40 мин соответственно.

Бюксы с высушенным материалом вынимают из шкафа, закрывают крышками и охлаждают в эксикаторе (стеклянный сосуд вместимостью около 3 дм³ с герметично закрывающейся притертой крышкой). Для поглощения влаги в эксикатор ставят прокаленный хлорид кальция или концентрированную серную кислоту. Через 20 мин бюксы с образцами вынимают из эксикатора и взвешивают с точностью ±0,01 г.

По разности масс зерна до (M , г) и после высушивания (M_1 , г) вычисляют массовую долю влаги в зерне (W) в процентах по уравнению

$$W = 100 \cdot \frac{M - M_1}{M}$$

Крупность ячменя и содержание примесей определяют на рассеивающем приборе, который состоит из верхнего и среднего сит с продольными отверстиями размером соответственно 2,5×20 мм для определения крупности и 2,2×20 мм — для определения мелких зерен и нижнего с круглыми отверстиями диаметром 1,5 мм для выделения сорной примеси. Навеску зерна 50 г помещают на верхнее сито, закрывают крышкой и включают электропривод. Набор сит совершает 110–120 продольно-возвратных колебаний в мин. В течение 3 мин навеска зерна разделяется на фракции (остаток на ситах и проход на поддоне под нижним ситом). Из фракций выделяют примеси и каждую фракцию взвешивают отдельно. Примеси высыпают на стеклянную доску с белым или голубым фоном и вручную, с помощью пинцета и кисточки разделяют их на сорные и зерновые.

Отношение массы зерна, оставшегося на сите 2,5×20 мм (M_1) к общей массе навески зерна после выделения из навески сорной и зерновой примесей (M), выраженное в процентах, характеризует крупность зерна (X_M).

$$X_M = M_1 \cdot 100 / M$$

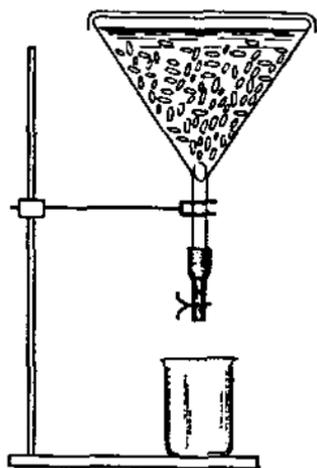


Рис. 103. Воронка для определения проращаемости зерна

Процентное отношение массы зерна, оставшегося на нижнем сите (диаметром отверстий 1,5 мм), к массе всей навески, выражает количество мелких зерен.

Из сходов со всех сит выделяют отдельно сорные и зерновые примеси (удаляют вредные примеси) и вычисляют их количество в процентах от массы навески.

Энергия и способность прорастания ячменя. Пригодность ячменя к солодоращению определяют по способности его к прорастанию. Ячмень проращивают в стеклянной воронке диаметром 8–10 см, на конец которой надевают короткую резиновую трубку с зажимом, чтобы зерно не высыпалось, выход из нее закрывают стеклянной ватой (рис. 103).

Из среднего образца берут 50 г ячменя, отделяют сорные примеси, перемешивают, укладывают тонким слоем в виде квадрата

и при помощи планки делят по диагоналям на 4 треугольника. Из двух противоположно лежащих треугольников, начиная с вершины, отбирают по 250 зерен, всего 500 зерен. Из оставшейся массы зерна аналогично выделяют образец для параллельного определения.

В штативах устанавливают две воронки, закрывают зажимы на резиновых трубках и каждый образец зерна высыпают в свою воронку. Затем наливают воду комнатной температуры в таком количестве, чтобы уровень ее был на 1,5–2 см выше уровня зерна. Всплывшие зерна погружают в воду стеклянной палочкой.

Замачивание и проращивание зерна проводят при комнатной температуре. Для предотвращения плесневения зерна в процессе проращивания в первую замочную воду добавляют 0,03% хлорной извести к массе зерна. Через 4 ч воду из воронки сливают и зерно промывают. Затем ячмень оставляют без воды с открытым зажимом. Чтобы зерно не высыхало, воронку накрывают крышкой от чашки Петри, с внутренней стороны которой помещено несколько слоев смоченной водой фильтровальной бумаги.

Через 16–18 ч зажим воронки закрывают, и зерно заливают водой на 4 ч, после чего воду сливают и зерно оставляют для проращивания при открытом зажиме. По истечении 48 ч от начала замачивания воронку встряхивают так, чтобы зерна из нижних слоев переместились наверх. При подсыхании зерно увлажняют, пропуская воду через воронку при открытом зажиме.

Число проросших зерен (x), т. е. тех, у которых появились ростки и глазки, определяют через 3, а также через 5 сут по уравнению. После первого подсчета проросшие зерна удаляют.

$$x = 100 \cdot A / B,$$

где A — число проросших зерен в пробе; B — число зерен в пробе (500 шт.).

При прорастании менее 90% зерен разность между параллельными определениями допускается 7%, а для 90% и более — 5%.

Число зерен, проросших в течение 3 сут, характеризует энергию прорастания, а через 5 сут — способность прорастания.

Требованиями действующего ГОСТа предусмотрен показатель, характеризующий способность прорастания всей партии зерна, включая сорную и зерновую примеси.

Определение водочувствительности заключается в определении числа проросших зерен ячменя при замачивании в различных объемах жидкости. Для этого из средней пробы ячменя дважды отбирают по 100 зерен. В две чашки Петри укладывают 2–3 слоя фильтровальной бумаги и плотно приглаживают. На круги фильтровальной бумаги диаметром 9 см, уложенные в две чашки Петри и смоченные соответственно 4 и 8 см³ дистиллированной воды, раскладывают по 100 зерен ячменя бороздкой вверх так, чтобы каждое зерно хорошо соприкасалось со смоченной бумагой. Сверху зерно прикрывают листами фильтровальной бумаги того же размера. Чашки закрывают и выдерживают в темном месте 72 ч при температуре 18–20°С. Через каждые 24 ч проросшие зерна подсчитывают и удаляют из образца.

Степень водочувствительности характеризуется разностью проросших зерен в чашках с 4 и 8 см³ воды, выраженная в процентах.

§ 2. Оценка качества солода

От качества перерабатываемого ячменного солода во многом зависит и качество готового пива. Качество солода определяют по органолептическим и химическим показателям. Органолептически качество солода оценивают так же, как и ячменя, по внешнему виду зерен, их цвету, запаху и вкусу. Выравненность солода анализируют на сортировочных ситах по методике, применяемой для определения крупности ячменя и содержания примесей.

Мучнистость и стекловидность. Метод основан на способности стекловидных зерен пропускать лучи света при просвечивании. Для анализа на решетку от диафаноскопа пинцетом укладывают зерна на брюшко, но не боком, а зародышем к наблюдателю и устанавливают решетку в диафаноскоп. При включенном диафаноскопе просматривают и подсчитывают стекловидные, полустекловидные и четвертьстекловидные зерна по рядам.

Результаты, полученные при определении стекловидности в двух партиях по 50 зерен, суммируют и рассчитывают по формуле

$$\text{Стекловидность} = a + b/2 + c/4,$$

где a — количество полностью стекловидных зерен; b — количество полустекловидных зерен; c — количество четвертьстекловидных зерен.

Оценка растворения производственного солода по стекловидности следующая: если стекловидность до 4%, то очень высокое растворение; 5–8 — высокое; 9–12 — нормальное; 13–18 — низкое; свыше 19 — очень низкое.

Мучнистость равна разности 100 и стекловидности.

Массовую долю влаги сухого солода определяют так же, как и влажность ячменя.

Экстрактивность. Сущность метода состоит в растворении экстрактивных веществ солода под действием собственных ферментов с последующим определением концентрации этих веществ в растворе пикнометрически. В предварительно взвешенный стакан помещают $50 \pm 0,01$ г измельченного солода, 200 см^3 дистиллированной воды температурой 47°C , стакан ставят в водяную баню, нагретую до 45°C , и выдерживают 30 мин, периодически перемешивая содержимое. Затем температуру затора повышают до 70°C , нагревая со скоростью 1°C в минуту.

Когда в заторе температура достигает 70°C , добавляют 100 см^3 воды температурой 70°C и при этой температуре затор осахаривают при перемешивании в течение 1 ч. Затем его охлаждают до комнатной температуры, небольшими порциями воды доводят содержимое стакана до 450 г, хорошо перемешивают и фильтруют через бумажный фильтр. Первые порции фильтрата возвращают на фильтр, добиваясь его прозрачности. Фильтрование продолжают до момента образования трещин на поверхности осадка на фильтре, но не более 2 ч.

В фильтрате, называемом лабораторным суслом, с помощью пикнометра определяют относительную плотность и по табл. 37 находят массовую долю экстракта (сухих веществ), соответствующую этой плотности.

Если установленного при анализе значения относительной плотности нет в таблице 37, то его определяют интерполяцией большего и меньшего чисел, между которыми лежит экспериментальная величина.

Зная влажность W и массовую долю сухих веществ (экстракта) m в лабораторном сусле, вычисляют его массовую долю экстракта в воздушно-сухом веществе солода \mathcal{E}_1 по формуле

$$\mathcal{E}_1 = [m(800 + W)] / (100 - m).$$

Пример. Влажность солода $W = 4,9\%$, относительная плотность лабораторного сусла $\rho = 1,0340$, что соответствует массовой доле сухих веществ $8,537\%$.

Отсюда массовая доля экстракта в воздушно-сухом веществе солода (в %):

$$\mathcal{E}_1 = [8,537(800 + 4,9)] / (100 - 8,537) = 75,13\%.$$

На абсолютно сухое вещество (\mathcal{E}_2)

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 \cdot 100 / (100 - W) = 75,13 \cdot 100 / (100 - 4,9) = 79,0\%.$$

Относительная плотность (ρ_{20}^{20}), (г/см ³) и массовая доля сухих веществ (m)							
ρ	m	ρ	m	ρ	m	ρ	m
1,01750	4,454	1,03000	7,558	1,04250	10,596	1,05500	13,569
1,01800	4,580	1,03050	7,681	1,04300	10,716	1,05550	13,687
1,01850	4,705	1,03100	7,803	1,04350	10,836	1,05600	13,804
1,01900	4,830	1,03150	7,926	1,04400	10,956	1,05650	13,921
1,01950	4,955	1,03200	8,048	1,04450	11,075	1,05700	14,039
1,02000	5,080	1,03250	8,171	1,04500	11,195	1,05750	14,156
1,02050	5,205	1,03300	8,293	1,04550	11,315	1,05800	14,273
1,02100	5,330	1,03350	8,415	1,04600	11,435	1,05850	14,390
1,02150	5,455	1,03400	8,537	1,04650	11,554	1,05900	14,507
1,02200	5,580	1,03450	8,659	1,04700	11,673	1,05950	14,624
1,02250	5,704	1,03500	8,781	1,04750	11,792	1,06000	14,741
1,02300	5,828	1,03550	8,902	1,04800	11,912	1,06050	14,857
1,02350	5,952	1,03600	9,024	1,04850	12,031	1,06100	14,974
1,02400	6,077	1,03650	9,145	1,04900	12,150	1,06150	15,090
1,02450	6,200	1,03700	9,267	1,04950	12,268	1,06200	15,207
1,02500	6,325	1,03750	9,388	1,05000	12,387	1,06250	15,323
1,02550	6,449	1,03800	9,509	1,05050	12,506	1,06300	15,439
1,02600	6,572	1,03850	9,631	1,05100	12,624	1,06350	15,555
1,02650	6,696	1,03900	9,751	1,05150	12,743	1,06400	15,671
1,02700	6,819	1,03950	9,873	1,05200	12,861	1,06450	15,787
1,02750	6,943	1,04000	9,993	1,05250	12,979	1,06500	15,903
1,02800	7,066	1,04050	10,114	1,05300	13,098	1,06550	16,019
1,02850	7,189	1,04100	10,234	1,05350	13,215	1,06600	16,134
1,02900	7,312	1,04150	10,355	1,05400	13,333	1,06650	16,249
1,02950	7,435	1,04200	10,475	1,05450	13,451	1,06700	16,365

Продолжительность осахаривания. Продолжительность превращения крахмала в редуцирующие сахара и декстрины под действием ферментов солода характеризуется временем в минутах, необходимым для полного осахаривания затора при 70°C. Этот показатель находят во время определения массовой доли экстракта солода. Когда в ходе анализа температура затора достигнет 70°C, начинают отбирать через каждые 5 мин стеклянной палочкой каплю затора и на фарфоровой пластинке смешивают ее с каплей раствора иода (смесь 20 см³ 0,1 н раствора иода с 80 см³ воды).

В первых пробах раствор иода окрашивается в синий цвет, что свидетельствует о наличии крахмала. Окончанием осахаривания считают момент, когда цвет раствора иода остается неизменным.

Цвет. Цвет лабораторного суслу определяют колориметрическим титрованием. Для этого берут два одинаковых стакана вместимостью по 150 см³, ставят их на лист белой бумаги, в один наливают 100 см³ лабораторного суслу, в другой 100 см³ дистиллированной воды. В воду из бюретки добавляют 0,1 н раствора иода (титруют) до тех пор, пока цвет жидкости в обоих стаканах не станет одинаковым. Если суслу очень темное, то его разбавляют известным количеством воды

и при расчетах учитывают разбавление. По количеству см^3 израсходованного раствора иода судят о цветности сусла.

Кислотность лабораторного сусла. Активную кислотность определяют с помощью рН-метра, а титруемую кислотность — титрованием лабораторного сусла 0,1 н раствором гидроксида натрия.

При определении титруемой кислотности 50 см^3 лабораторного сусла титруют в конической колбе 0,1 н раствором гидроксида натрия до тех пор, пока 4 капли сусла, перенесенные из колбы на фарфоровую пластинку, при смешивании с 2 каплями красного фенолфталеина не перестанут его обесцвечивать.

Для анализов используют свежеприготовленный раствор красного фенолфталеина, который готовят следующим образом. К 20 см^3 дистиллированной воды, освобожденной от диоксида углерода кипячением, приливают 10 капель спиртового раствора фенолфталеина (1 г фенолфталеина в 100 г 96%-ного этилового спирта) и 4 капли 0,1 н раствора гидроксида натрия. Полученный раствор готовят ежедневно и хранят в закрытой посуде.

Кислотность выражают в см^3 раствора гидроксида натрия концентрации 1 моль/дм³ на 100 см^3 сусла, для этого число см^3 щелочи, израсходованной на титрование, умножают на 0,2. Например, на титрование 50 см^3 лабораторного сусла израсходовано $4,8 \text{ см}^3$ 0,1 н раствора гидроксида натрия, тогда кислотность сусла (в 1 см^3 1 н раствора щелочи) будет $4,8 \cdot 0,2 = 0,96$.

§ 3. Оценка качества ферментного препарата

Определение амилолитической активности (АС). Метод основан на гидролизе крахмала ферментами амилолитического комплекса до декстринов различной молекулярной массы. АС характеризует способность амилолитических ферментов катализировать гидролиз крахмала до декстринов и выражается числом единиц указанных ферментов в 1 г препарата.

За единицу амилолитической активности принято такое количество ферментов, которое в строго определенных условиях (температура, рН, продолжительность действия) расщепляет на 30% до декстринов различной молекулярной массы 1 г растворимого крахмала.

Для приготовления *основного раствора ферментного препарата* берут 0,1 г исследуемого ферментного препарата, растворяют в колбе на 100 см^3 , доводят объем до метки дистиллированной водой, раствор перемешивают и фильтруют через бумажный фильтр. Основной раствор ферментного препарата можно хранить не более суток при температуре от +2 до -4°C .

Рабочий раствор ферментного препарата готовят из основного раствора таким образом, чтобы в 5 см^3 этого раствора содержалось такое количество фермента, под действием которого гидролизуются 20–70% крахмала. Для этого берут различное количество основного

раствора (в зависимости от активности анализируемого препарата) и разбавляют водой до 50 см³ при анализе препарата активностью от 20 до 700 ед./г и до 200 см³ при активности более 700 ед./г.

Необходимое количество основного раствора, которое следует взять для приготовления рабочего раствора фермента, определяют в соответствии с таблицей 38.

Таблица 38

Предполагаемая амилалитическая активность (АС) 1 г препарата	Количество препарата в 5см ³ рабочего раствора, мг	Количество основного раствора, необходимое для вторичного разбавления, см ³	Общий объем разбавленного раствора, см ³
25-80	5	50	50
80-150	2	20	50
150-300	1	10	50
300-700	0,5	5	50
700-1200	0,25	10	200
1200-2500	0,125	5	200
2500-5000	0,05	2	200
5000 и выше	0,025	1	200

Для приготовления 1%-ного раствора крахмала (субстрата) берут 1 г крахмала (в пересчете на сухое вещество), помещают в мерную колбу на 100 см³, приливают 25 см³ воды, перемешивают, добавляют еще 25 см³ воды и нагревают в кипящей водяной бане до полного растворения крахмала. Затем содержимое колбы охлаждают, добавляют 10 см³ ацетатного буферного раствора с рН 4,7 и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой.

Приготовление растворов иода. Для приготовления основного раствора 0,5 г иода и 5 г иодида калия растворяют в бюксе с притертой крышкой в малом количестве воды, содержимое переносят в мерную колбу на 200 см³ и доводят до метки дистиллированной водой. Основной раствор иода хранят в темноте и используют в течение 1 мес.

Для приготовления рабочего раствора иода 2 см³ основного раствора помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доводят до метки 0,1 н раствором соляной кислоты. Перед началом использования этого раствора на фотоэлектроколориметре измеряют оптическую плотность при длине волны 453 нм в кюветках 1 см. Она должна быть 0,22. Если отличается, то к раствору добавляют несколько капель основного раствора иода или кислоты.

Приготовление растворов из культуры гриба. Для приготовления основного раствора (вытяжки) 5 г исследуемой культуры гриба переносят в коническую колбу вместимостью 250 см³, добавляют 90 см³ дистиллированной воды и 10 см³ ацетатного буферного раствора с рН 4,7. Смесь термостатируют при помешивании 1 ч при 30°С и фильтруют. Фильтрат используют в качестве основного раствора.

Предполагаемая АС культуры гриба, ед/г	Количество культуры в 5 см ³ рабочего раствора, мг	Количество основного раствора, необходимое для вторичного разбавления, см ³	Общий объем разбавленного раствора, см ³
5–15	37,5	15	100
16–50	10	4	100
51–100	2,5	1	100
101–150	1,25	1	200
151–300	0,625	0,5	200

Рабочий раствор готовят из основного в соответствии с данными, приведенными в таблице 39.

Техника определения. В две пробирки (диаметр 20 и высота 180 мм) наливают по 10 см³ 1%-ного раствора крахмала и ставят в термостат при температуре 30°C. Не вынимая пробирок, в них добавляют – в одну 5 см³ дистиллированной воды (контрольная), в другую – 5 см³ ферментного раствора (опытная). Содержимое в колбах перемешивают, выдерживают в термостате точно 10 мин, отбирают по 0,5 см³ растворов, переносят их в колбы с предварительно налитыми туда по 50 см³ рабочего раствора иода и перемешивают. При этом контрольный раствор окрашивается в синий цвет, а опытный – в фиолетовый различной интенсивности в зависимости от количества непрогидролизованного крахмала.

В полученных растворах определяют оптическую плотность при длине волны 656 нм в кюветах 1 см. Для элиминирования (устранения) растворителя используют дистиллированную воду.

Оптическая плотность контрольного раствора D_1 соответствует количеству исходного крахмала субстрата, а оптическая плотность опытного раствора D_2 соответствует количеству крахмала, оставшегося после действия фермента. Разность оптической плотности контрольного и опытного растворов соответствует количеству прогидролизованного крахмала субстрата.

Количество прогидролизованного крахмала (C , г) определяют по формуле $C = 0,1 (D_1 - D_2) / D_1$, где 0,1 – количество крахмала, взятое для испытания в качестве субстрата, г.

Если количество прогидролизованного крахмала меньше 0,02 или больше 0,07, то анализ повторяют. Для этого при приготовлении рабочего раствора фермента берут большее или меньшее количество исходного раствора для разбавления.

Амилолитическую активность АС (ед./г) препаратов бактериального происхождения вычисляют по формуле $АС = (5,885 C + 0,001671) 1000 / n$, а амилолитическую активность препаратов грибного происхождения – по формуле $АС_1 = (7,264 C - 0,03766) 100 / n$, где: 1000 и 100 – коэффициенты пересчета мг в г; n – количество ферментного препарата, взятого для анализа, мг.

§ 1. Оценка качества пивного сусла

Качество помола солода. Степень измельчения сухого солода на дробильной машине характеризуется количественным соотношением отдельных фракций в помоле: шелухи, крупной крупки, мелкой крупки и муки. Это соотношение зависит от влажности солода, состояния его эндосперма, пленчатости и др. Поэтому при изменении качественной характеристики солода регулируют дробильные машины, контролируя их работу по составу помола. Для этого из-под валцов дробилки отбирают 100 г дробленого продукта и помещают его на верхнее сито лабораторного сита (ситы с размером отверстий 1,25; 1,0; 0,56 мм установлены в наборе одно над другим). При встряхивании сит в течение 5 мин с частотой 300 колебаний в мин образец разделяется на фракции. Остаток на верхнем (первом) сите представляет собой шелуху, на втором — крупную крупку, на третьем — мелкую крупку. Остаток на поддоне составляет муку.

Фракции взвешивают и вычисляют массовую долю каждой фракции (А), в %, рассчитывают по формуле

$$A = B \cdot 100 / C,$$

где В — масса измельченного зерна данной фракции (на сите или на поддоне), г; С — общая масса измельченного зерна, взятая на анализ, г.

Для оценки качества дробления увлажненного солода отбирают его образец в цилиндрический ситчатый пробоотборник, который подставляют в центр струи смеси воды и измельченного солода, поступающей в заторный аппарат. Образец равномерно рассыпают на металлическом листе размером 500×400 мм и визуально определяют качество дробления. Определяют цельность оболочки, крупность дробления эндосперма, наличие целых зерен. Целые зерна отделяют и определяют их количество в процентах.

Концентрация сухих веществ. Для определения концентрации (сухих) экстрактивных веществ применяют ареометры-сахаромеры со шкалой 0—8; 8—16; 16—24% сухих веществ или с интервалом делений 0—15; 5—15; 10—20; 15—25%. Эти приборы (рис. 104) представляют собой плавающий стеклянный

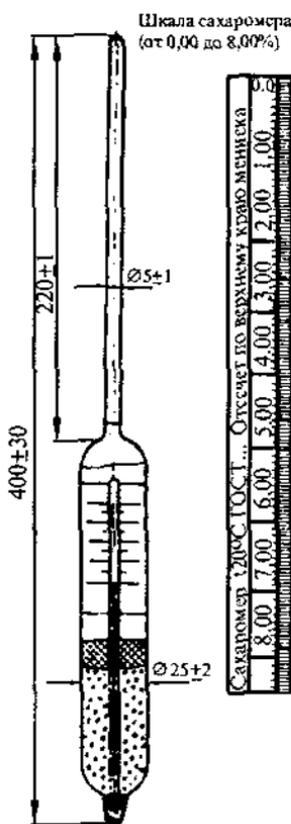


Рис. 104. Ареометр-сахаромер

цилиндрический сосуд, запаянный с обоих концов. Нижняя часть прибора заполнена дробью, чтобы ареометр плавал строго вертикально. В верхней части ареометра-сахаромера имеется шкала с делениями, градуированная по растворам чистой сахарозы при температуре 20°C. Цена деления 0,1% масс. В чистых растворах сахарозы сахаромеры показывают процент растворенного сахара по массе (г в 100 г). В нечистых растворах (например, в пивном сусле) они показывают видимое содержание сухих веществ в % масс.

Ареометры общего назначения предназначены для определения плотности жидкости при 20°C в пределах 0,7–2 г/см³. Такие ареометры называют денсиметрами.

При отклонении температуры анализируемого раствора от 20°C в показания сахаромера вносят поправку (табл. 40).

Таблица 40

Температура, °С	Показания сахаромера, %					
	0	5	10	15	20	25
Из показаний сахаромера вычитают						
16	0,17	0,21	0,23	0,26	0,27	0,28
17	0,13	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22
18	0,09	0,11	0,12	0,14	0,14	0,15
19	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08
К показаниям сахаромера прибавляют						
21	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
22	0,10	0,12	0,12	0,14	0,14	0,14
23	0,16	0,18	0,20	0,20	0,21	0,21
24	0,21	0,24	0,26	0,26	0,27	0,28

При анализе пробу сусла отбирают из суслотарного аппарата перед перекачкой его на охлаждение, освобождают от дробины фильтрованием через сетку, охлаждают до 20°C и наливают в стеклянный цилиндр, диаметр которого в 2–3 раза больше диаметра сахаромера. Цилиндр ставят на горизонтальный поддон и плавно погружают в сусло чистый и сухой сахаромер. При погружении сахаромера избыток сусла вытекает в поддон. Отсчет концентрации экстрактивных веществ по шкале сахаромера производят через 2–3 мин (необходимые для выравнивания температуры сусла и сахаромера) по верхнему мениску при положении глаза на уровне сусла в цилиндре (рис. 105).

Полнота осахаривания сусла. Полноту осахаривания определяют по иодной пробе. В сомнительных случаях крахмал и высокомолекулярные декстрины осаждают из сусла этиловым спиртом, осадок растворяют в воде и по цветной реакции с иодом судят о полноте осахаривания. Для определения используют пробирку с делениями 5, 10 и 30 см³. Вначале сусло наливают до деления 5, а затем до

деления 30—этиловый спирт, пробирку закрывают пробкой и встряхивают. После отстаивания прозрачную жидкость сливают, а к оставшемуся осадку добавляют воду до деления 10. После растворения осадка в пробирку вносят пипеткой 2—3 капли 0,1 н раствора иода. Синяя или сине-фиолетовая окраска свидетельствует о присутствии в сусле крахмала, красная окраска — эритродекстринов, а желтая об их отсутствии, т. е. о полном осахаривании крахмала.

Цвет сусла. Цвет заводского пивного сусла определяют также, как и лабораторного сусла.

Титруемая и активная кислотность. Активную кислотность в сусле определяют с помощью рН-метра, а титруемую кислотность — титрованием лабораторного сусла 0,1 н раствором гидроксида натрия.

При определении титруемой кислотности 10 см³ лабораторного сусла вносят в коническую колбу вместимостью 100 см³, добавляют 40 см³ воды и 3—4 капли раствора фенолфталеина. Титруют полученный раствор в конической колбе раствором гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³ до появления слабо-розовой окраски, которая сохраняется в течение 30 с. Если окраска исчезает, то проводят дополнительное титрование.

Темное сусло с цветом выше 3 ед. предварительно разбавляют водой в соотношении 1:3.

Кислотность сусла (x , см³) раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ сусла рассчитывают по формуле

$$x = V \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где V — объем раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³, израсходованный на титрование; K_1 — коэффициент поправки рабочего раствора гидроксида натрия; K_2 — коэффициент разбавления темного сусла ($K_2=4$).

Активную кислотность измеряют на рН-метре по методике, изложенной в паспорте, прилагаемом к прибору.

Содержание редуцирующих сахаров. Вначале сусло разбавляют в 25 раз, для чего в мерную колбу на 250 см³ вносят 10 см³ сусла и содержащее доливают дистиллированной водой до метки. Метод Бертрана, по которому определяют содержание редуцирующих сахаров, базируется на свойстве веществ, имеющих карбонильную группу ($>C=O$), окисляться раствором Фелинга, состоящим из двух компонентов (I и II).

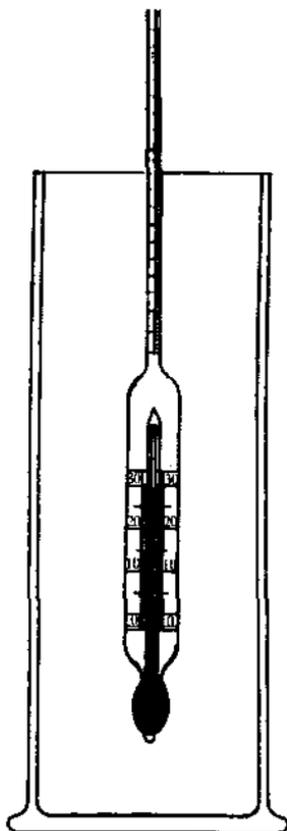


Рис. 105. Отсчет показаний шкалы сахаромера

При проведении анализа для окисления редуцирующих сахаров в коническую колбу на 200–250 см³ отмеряют цилиндрами по 20 см³ I и II растворов Фелинга и пипеткой вносят в нее 20 см³ разбавленного в 25 раз пивного сусла. Содержимое колбы перемешивают, нагревают до кипения и кипятят точно 3 мин. Затем колбу снимают с огня, дают в течение 1–2 мин осесть осадку, и надосадочную жидкость отфильтровывают в колбу Бунзена на стеклянном фильтре со слоем асбеста 1 см. Фильтруемую жидкость сливают на фильтр медленно по стеклянной палочке. Оставшийся в колбе осадок промывают 30–60 см³ горячей воды, которую тоже сливают в фильтр. Фильтр с осадком переносят в другую чистую колбу Бунзена.

Далее осадок растворяют сульфатом железа или железоаммонийными квасцами. Для этого отмеривают 20 см³ этого реактива и приливают его в коническую колбу с осадком, в результате чего образуется раствор синевато-зеленого цвета. Полученный раствор переносят на фильтр для растворения оставшегося там осадка. Когда весь осадок на фильтре растворится, колбу Бунзена подключают к вакуум-наосу и раствор переводят с фильтра в колбу. Коническую колбу промывают 25–30 см³ холодной воды, которую добавляют к раствору в колбе Бунзена. Промывание повторяют 5–6 раз. Затем жидкость в колбе титруют раствором перманганата калия до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с.

Параллельно с основным анализом проводят определение поправки на реактивы, для чего вместо 20 см³ сусла используют 20 см³ дистиллированной воды. Поправку выражают в см³ раствора перманганата калия и вычитают из количества перманганата калия, пошедшего на титрование сусла в основном опыте. Полученную разность между этими числами умножают на титр перманганата калия по меди, который равен 10 (то есть 1 см³ раствора перманганата калия, израсходованного на титрование, соответствует 10 мг меди), и получают количество меди (в мг), восстановленной сахаром.

По таблице 41 находят число, соответствующее найденному количеству меди.

Таблица 41

Количество меди (Cu, мг) и соответствующее ему количество мальтозы (CX, мг)							
Cu	CX	Cu	CX	Cu	CX	Cu	CX
65,7	60	75,4	69	85,1	78	94,8	87
66,8	61	76,5	70	86,1	79	95,8	88
67,9	62	77,6	71	87,2	80	96,9	89
68,9	63	78,6	72	88,3	81	98,0	90
70,0	64	79,7	73	89,4	82	99,0	91
71,1	65	80,8	74	90,4	83	100,1	92
72,2	66	81,8	75	91,5	84	100,1	93
73,3	67	82,9	76	92,6	85	102,3	94
74,3	68	84,0	77	93,7	86	103,2	95

Кроме мальтозы в сусле имеются другие редуцирующие вещества (сахара и несакхара), которые также восстанавливаются реактивом Фелинга. Поэтому результаты прямого определения редуцирующей способности сусла обозначают термином «сырая» мальтоза.

При принятом разбавлении содержание «сырой» мальтозы (x) в неразбавленном сусле (в г на 100 см³) вычисляют по уравнению:

$$x = a \cdot 250 \cdot 100 / (20 \cdot 10 \cdot 1000),$$

где a — количество мальтозы в 20 см³ разбавленного сусла.

Пример. Для анализа взято 20 см³ разбавленного в 25 раз пивного сусла. На титрование его израсходовано 8,85 см³ раствора перманганата калия, титр которого по меди равен 10 мг. Поправка на реактивы 0,1 см³. Количество меди, восстановленной сахарами, $(8,85 - 0,1) \cdot 10 = 87,5$ мг. По табл. 41 интерполяцией находим, что 87,5 мг меди соответствует 80,3 мг мальтозы. Отсюда содержание «сырой» мальтозы (г в 100 см³ исходного сусла) будет

$$x = (80,3 \cdot 250 \cdot 100) / (20 \cdot 10 \cdot 1000) = 10,04.$$

Конечная степень сбраживания сусла. Этот метод дает возможность определить массу сбраживаемых углеводов в пивном сусле. Анализируемый образец сусла разбавляют дистиллированной водой до концентрации экстрактивных веществ 5–6% масс., которую определяют сахаромером или пикнометрически. Дрожжи для анализа предварительно обезвоживают, отпрессовывая их в мешочке из плотной ткани в ручном прессе до получения плотной, легко разламывающейся массы. Можно также удалить воду из дрожжей фильтрованием под вакуумом на воронке Бюхнера через фильтровальную бумагу. Для устранения разбавления сусла водой, которая остается на поверхности дрожжевых клеток, дрожжи на воронке Бюхнера ополаскивают небольшим количеством разбавленного сусла.

Разбавленное сусло сбраживают двумя способами: брожением без размешивания или брожением с размешиванием.

При анализе первым методом в мерный цилиндр наливают 300 или 200 см³ разбавленного сусла, а в фарфоровой ступке пестиком тщательно растирают 40 или 50 г прессованных дрожжей (10% от массы сусла) с небольшим количеством сусла, приливаемого из цилиндра. Затем в толстостенную колбу вместимостью 400 или 500 см³ смывают суслом из цилиндра дрожжи с пестика и из ступки. Сосуд закрывают ватной пробкой и проводят брожение в течение 48 ч при 20–25° С, периодически слегка взбалтывая сбраживаемое.

Сброженное сусло осторожно сливают с осадка в другой сосуд, энергично встряхивают для удаления диоксида углерода и отфильтровывают на воронке Бюхнера через бумажный фильтр, возвращая в воронку первые 20–30 см³ фильтрата. В фильтрате определяют видимый экстракт с помощью сахаромера или пикнометрически.

При анализе вторым (ускоренным) способом в стакан вместимостью 500–600 см³, снабженный мешалкой и крышкой, вносят 200 см³ сусла и 16 г отпрессованных дрожжей, закрывают крышкой, поме-

щают в водяную баню, включают мешалку и сбраживают сусло 5 ч при 20–25° С. Сброженное сусло отфильтровывают и определяют в нем видимый экстракт.

Конечную степень сбраживания X , показывающую количество сброженных веществ в сусле, определяют в процентах к массе экстрактивных веществ в исходном сусле по формуле

$$X = [(m_{CB} - m_{CB1}) 100] / m_{CB},$$

где m_{CB} — массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %; m_{CB1} — видимая массовая доля сухих веществ сброженного сусла, %.

Для вычисления конечной степени сбраживания, например пикнометрически, определяют относительную плотность ρ_{20}^{20} , г/см³, исходного и сброженного сусла. Затем, пользуясь данными табл. 37, по относительной плотности находят значение массовой доли сухих веществ в начальном сусле (m_{CB} , г/100 г или в %) и видимый экстракт сброженного сусла (m_{CB1} , г/100 г или в %). Подставляя полученные данные в формулу, находят конечную степень сбраживания сусла.

§ 2. Оценка качества готового пива

Качество готового пива оценивают по органолептическим (вкус, аромат, цвет, прозрачность, пенообразование) и по физико-химическим (содержание экстракта, диоксида углерода, алкоголя, титруемая кислотность, цвет, стойкость и др.) показателям.

Органолептические показатели оценивают дегустацией по 25-балльной шкале. Дегустации подвергают только пиво, соответствующее всем физико-химическим показателям, предусмотренным требованиями действующего ГОСТа или ТУ.

Видимый экстракт. Видимый (кажущийся) экстракт в пиве определяют сахаромером или пикнометрически при наличии в нем спирта и диоксида углерода, а действительный — после удаления спирта и диоксида углерода пикнометрическим способом.

Величина видимого экстракта пива всегда меньше действительного, так как сахаромер погружается в жидкость, содержащую спирт, глубже и поэтому показывает меньшую плотность, чем действительная.

Пиво, предназначенное для анализа, освобождают от диоксида углерода встряхиванием в колбе при комнатной температуре, многократным переливанием из колбы в колбу и фильтрованием через бумажный фильтр. Затем в образце пива при температуре 20°С пикнометрически определяют относительную плотность и, пользуясь табл. 37, находят соответствующую величину видимого экстракта.

Видимый экстракт находят также по показаниям сахаромера, погружая его в цилиндр, наполненный подготовленным для анализа пивом.

Алкоголь и действительный экстракт. Содержание алкоголя в пиве определяют перегонкой (дистилляцией). Прибор (рис. 106) собран

из перегонной колбы 4 вместимостью 500 см³, холодильника 2, каплеуловителя 3 и приемника для дистиллята — колбы 1 на 250 см³.

Перед анализом колбу 1 взвешивают с точностью до 0,1 г и соединяют с холодильником. В перегонную колбу наливают 200 см³ пива, освобожденного от CO₂, а в приемник 10 см³ воды. Пиво медленно нагревают до кипения и спирт, испаряясь, проходит через холодильник, охлаждается, конденсируется и стекает в приемник. Как только в приемнике накопится 2/3—3/4 жидкости от объема взятого пива, перегонку прекращают, охлаждают приемную колбу с содержимым, отделяют ее от холодильника, доливают дистиллированной водой до объема жидкости 200 см³. Затем содержимое колбы перемешивают, определяют в нем пикнометром относительную плотность при 20°С и по табл. 42 находят соответствующее ей содержание спирта.

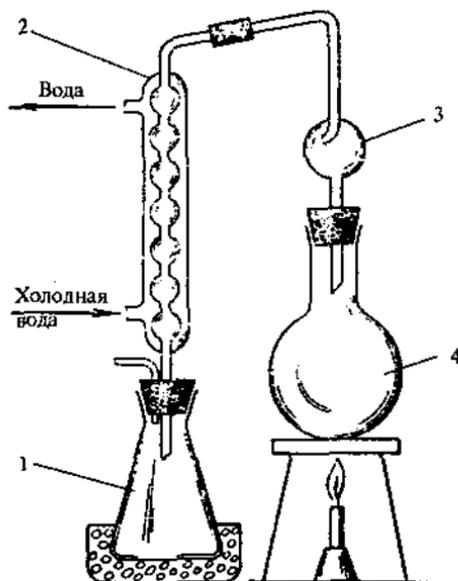


Рис. 106. Прибор для отгонки спирта

Таблица 42

Относительная плотность (ρ_{20}^{20}), г/см ³ и содержание спирта (Сп), г/100 г							
ρ	Сп	ρ	Сп	ρ	Сп	ρ	Сп
0,9999	0,055	1	1,015	3	2,005	5	3,030
8	0,110	0	1,070	2	2,060	4	3,090
7	0,165	0,9979	1,125	1	2,120	3	3,150
6	0,220	8	1,180	0	2,170	2	3,205
5	0,270	7	1,235	0,9959	2,225	1	3,265
4	0,325	6	1,285	8	2,280	0	3,320
3	0,380	5	1,345	7	2,335	0,9939	3,375
2	0,435	4	1,400	6	2,390	8	3,435
1	0,485	3	1,455	5	2,450	7	3,490
0	0,540	2	1,510	4	2,505	6	3,550
0,9989	0,590	1	1,565	3	2,560	5	3,610
8	0,645	0	1,620	2	2,620	4	3,670
7	0,700	0,9969	1,675	1	2,675	3	3,730
6	0,750	8	1,730	0	2,730	2	3,785
5	0,805	7	1,785	0,9949	2,790	1	3,845
4	0,855	6	1,840	8	2,850	0	3,905
3	0,910	5	1,890	7	2,910	0,9929	3,965
2	0,960	4	1,950	6	2,970	8	4,030

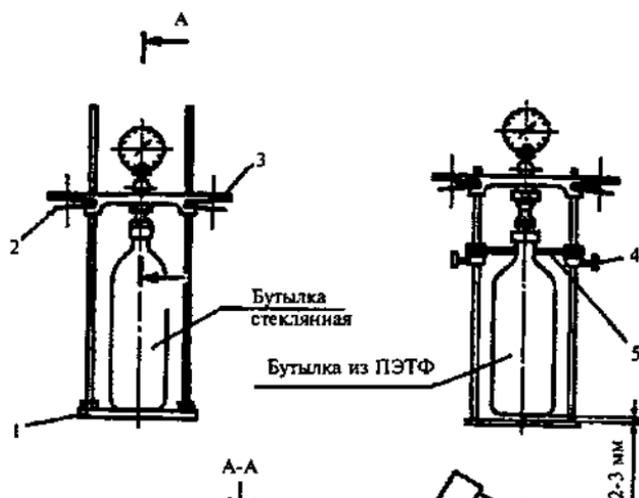


Рис. 107.
Аппарат
для определения
диоксида
углерода
в пиве
манометрическим
методом

Объемную долю спирта V_c (%) рассчитывают по формуле

$$V_c = m_c \cdot d / 0,79067,$$

где $m_c (C_n)$ — массовая доля спирта, %; d — относительная плотность пива ρ_{20}^{20} ; 0,79067 — относительная плотность безводного спирта при 20°C.

При определении действительного экстракта перегонную колбу с оставшимся пивом охлаждают и массу содержимого на весах доводят дистиллированной водой до 200 см³. После перемешивания определяют пикнометром

относительную плотность этой жидкости и по таблице 37 находят соответствующее содержание экстрактивных веществ.

Содержание диоксида углерода в пиве определяют по результатам измерения давления в газовом пространстве над пивом в укупоренных бутылках из стекла, полиэтилентерефталата (ПЭТФ) или в металлической банке. Затем рассчитывают массовую долю диоксида углерода в зависимости от измеренного давления и температуры пива, при которой производили измерение.

Бутылку или банку с пивом закрепляют в устройстве для определения давления (рис. 107). При этом стеклянную бутылку или банку ставят на основание 1, причем банку доньшком вверх, а бутылку из ПЭТФ вставляют горловиной в паз кронштейна 5, который зажимами 4 крепят на таком уровне, чтобы бутылка находилась в подвешенном состоянии и расстояния между дном бутылки и основанием составляло 2—3 мм. (Для обеспечения безопасности стеклянную бутылку с напитком помещают в чехол из плотной ткани или кожи.)

Нажимают рычаги 2, опускают траверсу 3 на бутылку или банку и нажимают на нее так, чтобы игла 8 проколола пробку или банку и вошла внутрь бутылки или банки. При этом уплотнитель 7 герметизирует бутылку или банку, а газ, находящийся в ней, поступит к манометру 6.

Устройство с закрепленной бутылкой или банкой встряхивают до установления постоянного давления на манометре. Если система герметична, показание манометра в течение 2 мин остается неизменным. Отмечают показание манометра. После измерения давления бутылку или банку снимают с прибора, открывают и термометром измеряют температуру пива.

Массовую долю диоксида углерода в пиве, в зависимости от измеренного давления и температуры, находят по таблице 43.

Титруемая кислотность. 150—200 см³ пива наливают в колбу вместимостью 500 см³ и встряхивают, закрыв колбу ладонью, периодически приоткрывая ее до тех пор, пока прекратится ощущение давления изнутри. Перед анализом для удаления диоксида углерода 50 см³ фильтрованного пива выдерживают 30 мин в конической узкогорлой колбе при 40°С, периодически взбалтывая. Затем охлаждают и титруют 0,1 н раствором гидроксида натрия.

Израсходованное на титрование количество щелочи умножают на 0,2 и получают кислотность пива в см³ нормальной щелочи на 100 см³ пива (к. ед.).

Определение цвета на фотоэлектроколориметре. Перед определением цветности пиво тщательно фильтруют через двойной бумажный фильтр или через слой асбеста 10—15 см на пористом стеклянном фильтре № 1 или № 2, затем определяют оптическую плотность фильтрата на фотоэлектроколориметре (ФЭК-56М) с зеленым светофильтром, у которого максимум светопропускания находится при длине волны 540 нм.

Цвет пива (C_{56}) выражают в см³ 0,1 н раствора иода (ц. ед.). Для этого величину измеренной оптической плотности подставляют в формулу

$$C_{56} = D / 0,075 \cdot l,$$

где 0,075 — коэффициент пересчета оптической плотности в см³ 0,1 н раствора иода; l — толщина кюветы, см.

Пример. При фотометрировании пива на ФЭК-56 со светофильтром № 6 (540 нм) в кювете толщиной 1 см определили оптичес-

Таблица для расчета содержания диоксида углерода (% масс.) в газосодержащих напитках по манометрическому давлению (кг/см²) и температуре (°C)

t°C	Давление																														
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	
0	0.32	0.35	0.38	0.41	0.44	0.47	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.88												
1	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87											
2	0.30	0.33	0.35	0.38	0.41	0.44	0.47	0.50	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.67	0.70	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87										
3	0.29	0.31	0.34	0.37	0.40	0.42	0.45	0.48	0.51	0.53	0.56	0.59	0.62	0.64	0.67	0.70	0.73	0.75	0.78	0.81	0.84	0.86									
4	0.27	0.30	0.33	0.35	0.38	0.41	0.43	0.46	0.49	0.51	0.54	0.57	0.59	0.62	0.65	0.67	0.70	0.73	0.75	0.78	0.81	0.83	0.86								
5	0.27	0.29	0.32	0.34	0.37	0.39	0.42	0.45	0.47	0.50	0.52	0.55	0.57	0.60	0.62	0.65	0.68	0.70	0.73	0.75	0.78	0.81	0.83	0.86							
6	0.26	0.28	0.31	0.33	0.36	0.38	0.41	0.43	0.45	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58	0.60	0.63	0.65	0.68	0.70	0.73	0.75	0.78	0.80	0.83	0.85						
7	0.25	0.27	0.30	0.32	0.34	0.37	0.39	0.42	0.44	0.46	0.49	0.51	0.54	0.56	0.58	0.61	0.63	0.66	0.68	0.70	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.85	0.87				
8	0.25	0.29	0.31	0.33	0.35	0.38	0.40	0.42	0.45	0.47	0.49	0.52	0.54	0.56	0.58	0.61	0.63	0.66	0.68	0.70	0.73	0.75	0.77	0.79	0.82	0.84	0.86				
9	0.25	0.28	0.30	0.32	0.34	0.37	0.39	0.41	0.43	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.59	0.61	0.63	0.65	0.68	0.70	0.72	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.86			
10	0.26	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.55	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.85			
11	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.49	0.51	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82			
12	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79			
13	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.41	0.44	0.46	0.48	0.50	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79				
14	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77			
15	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.47	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.70	0.72	0.74	0.76			
16	0.26	0.27	0.29	0.31	0.33	0.34	0.36	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49	0.50	0.52	0.54	0.56	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.70	0.72	0.74	0.76		
17	0.25	0.26	0.28	0.30	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.45	0.47	0.49	0.50	0.52	0.54	0.56	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	
18	0.26	0.27	0.29	0.31	0.32	0.34	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46	0.47	0.49	0.51	0.52	0.54	0.56	0.57	0.59	0.61	0.63	0.65	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	
19	0.25	0.27	0.29	0.30	0.32	0.33	0.35	0.36	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.46	0.48	0.49	0.51	0.53	0.54	0.56	0.57	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76
20	0.25	0.26	0.27	0.29	0.31	0.32	0.34	0.35	0.37	0.39	0.40	0.42	0.43	0.45	0.46	0.48	0.50	0.51	0.53	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74
21	0.25	0.27	0.28	0.30	0.31	0.33	0.34	0.36	0.37	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.47	0.48	0.50	0.51	0.53	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74
22	0.26	0.27	0.29	0.30	0.32	0.33	0.35	0.36	0.38	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.47	0.48	0.50	0.51	0.53	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74
23	0.25	0.27	0.28	0.29	0.31	0.32	0.34	0.35	0.37	0.38	0.40	0.41	0.43	0.44	0.46	0.47	0.49	0.50	0.51	0.53	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72
24	0.26	0.27	0.29	0.30	0.32	0.33	0.34	0.36	0.37	0.39	0.40	0.41	0.43	0.44	0.46	0.47	0.49	0.50	0.51	0.53	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72
25	0.25	0.26	0.28	0.29	0.31	0.32	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42	0.43	0.45	0.46	0.48	0.49	0.51	0.53	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72

кую плотность 0,63. Подставляя это значение в формулу, нашли значение цветности ($\text{см}^3 0,1$ н раствора иода)

$$Ц_{\text{в}} = 0,63 / 0,075 \cdot 1 = 8,4.$$

У различных типов фотоэлектроколориметров максимум светопропускания зеленых светофильтров не совпадает. Например, у ФЭК-60 светло-зеленый светофильтр имеет максимум светопропускания 520 нм. В этом случае необходимо тщательно приготовить свежий 0,1 н раствор иода, профильтровать и измерить его оптическую плотность на ФЭК-60 со светофильтром 520 нм в кювете толщиной 1 см. Полученное значение коэффициента пересчета подставить в формулу вместо 0,075. Это же следует сделать и при эксплуатации других фотоэлектроколориметров.

Стойкость. Для определения стойкости две бутылки пива выдерживают в темном месте при температуре около 20°C и через каждые 24 ч наблюдают за появлением в них помутнения или осадка, не переворачивая бутылки до появления осадка. Стойкость пива определяют по времени появления помутнения по всему объему пива в бутылке или хлопьевидного донного осадка, дающего помутнение при медленном осторожном переворачивании бутылки вниз горлом.

В пиве Бархатное и Портер, в некоторых других сортах допускается наличие легкого дрожжевого осадка или слабая опалесценция, поэтому определяют только время появления помутнения. По времени появления помутнения, выраженному в сутках с момента разлива, определяют стойкость пива.

Качественные показатели кваса и безалкогольных напитков

Прозрачность и наличие посторонних включений определяют в закрытых бутылках, просматривая их при переворачивании в проходящем свете.

Вкус и аромат определяют при $10-14^{\circ}\text{C}$ в дегустационном бокале. Полноту налива определяют в градуированном цилиндре по верхнему краю мениска.

Кислотность. Для анализа отбирают 10 бутылок, измеряют их содержимое мерным цилиндром, сливают в сосуд вместимостью более 5 дм^3 и после перемешивания отбирают среднюю пробу. Объем содержимого 10 бутылок складывают и делят на 10; таким образом находят средний налив одной бутылки.

Среднюю пробу наливают в колбу на $400-500 \text{ см}^3$, закрывают пробкой и энергично взбалтывают в течение 20–25 мин для удаления основной массы диоксида углерода из напитка (периодически — 3–4 раза приоткрывая на 30 с). Затем напиток фильтруют через ватный фильтр.

Для определения кислотности из полученного фильтрата отбирают 10 см^3 напитка, разбавляют 100 см^3 кипящей дистиллированной воды,

охлаждают до 20°C и титруют в присутствии 4–5 капель раствора фенолфталеина раствором NaOH концентрацией 0,1 моль/дм³ до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с. Пробу негазированного напитка смешивают с холодной дистиллированной водой.

Кислотность X выражают в см³ гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ напитка по формуле

$$X = V \cdot K \cdot 10 / A,$$

где V – количество раствора NaOH концентрацией 0,1 моль/дм³, израсходованного на титрование, см³; K – поправочный коэффициент раствора гидроксида натрия; A – объем напитка, взятый на определение, см³.

Содержание сухих веществ (плотность) напитка. Метод основан на определении массовой доли сухих веществ с помощью сахаромера после проведения в пробе полной инверсии с обязательным удалением диоксида углерода из газированных напитков. Инверсию проводят с помощью соляной кислоты с массовой долей 8,49% (24,85 см³ кислоты с плотностью 1,17 г/см³ доводят до объема 100 см³) или ортофосфорной кислотой с массовой долей 7,64% (5,8 см³ плотностью 1,7 г/см³ доводят до объема 100 см³ дистиллированной водой). Для проведения инверсии в напитках из сырья, не содержащего спирт, в колбу или бутылку на каждые 100 см³ напитка добавляют 0,1 см³ соляной кислоты с массовой долей 7,64%, выдерживают 1 ч в кипящей водяной бане, охлаждают до 20°C, определяют массовую долю сухих веществ.

Для проведения инверсии в напитках, приготовленных на спиртосодержащем сырье, или в напитках брожения, в мерную колбу отбирают 500 см³ напитка, переносят его в фарфоровую чашку для выпаривания. Колбу ополаскивают водой, которую также сливают в чашку. Добавляют 0,05 см³ соляной (концентрацией 8,49%) или ортофосфорной (концентрацией 7,64%) кислоты. Содержимое фарфоровой чашки выпаривают на бане до 1/3 исходного объема и остаток без потерь переносят из выпариваемой чашки снова в колбу на 500 см³. Содержимое колбы дистиллированной водой доводят до метки, перемешивают, устанавливают температуру 20°C и сахарометром определяют содержание сухих веществ.

Массовую долю сухих веществ в напитках, приготовленных на сорбите и ксилите, получают умножением результата испытаний на 1,2.

Содержание алкоголя. Квас содержит небольшое количество спирта. Для анализа отбирают среднюю пробу. Для ее составления из кваса бутылочного розлива берут 5–10 бутылок, а при бочковом розливе из каждой бочки берут пробу из расчета 1 см³ на 1 дм³ напитка. Содержание спирта в квасе определяют по разности удельной массы напитка, содержащего алкоголь и без него.

Среднюю пробу кваса освобождают от диоксида углерода взбалтыванием, нейтрализуют щелочью концентрацией 1 моль/дм³ до нейтральной реакции и при 20°C ареометром определяют плотность на-

питка. Затем из этой пробы отбирают 250 см³ в мерную колбу, откуда переливают в фарфоровую чашку, сгущают до удаления примерно 40% общего объема и остаток без потерь снова переносят в колбу на 250 см³. Объем доводят до 250 см³ дистиллированной водой при 20°С, перемешивают и измеряют ареометром плотность. Затем по формуле определяют плотность спирта, содержащегося в квасе,

$$\rho_a = (\rho_x - \rho_y) + 1,$$

где ρ_x и ρ_y — плотность кваса соответственно со спиртом и без него, г/см³. Зная значение ρ_a , по табл. 42 находят содержание спирта в квасе.

Пример. Плотность готового кваса 1,0225, плотность после удаления спирта 1,0232, плотность дистиллята

$$\rho_a = (1,0225 - 1,0232) + 1 = 0,9993.$$

Содержание спирта 0,38 г/100 г.

Содержание диоксида углерода. Количество CO₂ в газированных напитках определяют манометрически по той же методике, что и для готового пива.

Стойкость напитков. Определяют визуально по времени (в сутках), в течение которого напитки остаются прозрачными для прозрачных напитков или до появления осадка в замутненных при хранении их в затемненном помещении при температуре 20±2°С.

Первоначальное содержание аспартама в низкокалорийных безалкогольных напитках. Метод определения концентрации аспартама основан на реакции аминных групп аминокислот аспартама и нингидрина с последующим измерением интенсивности окрашивания раствора.

Приготовление растворов. Навеску Na₂HPO₄ · 12H₂O массой 23,87 г переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяют в дистиллированной воде, доводят до метки и перемешивают до полного растворения.

Навеску KН₂РO₄ массой 4,535 г переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³, растворяют в дистиллированной воде, доводят до метки и перемешивают до полного растворения.

В конической колбе смешивают 484,5 см³ раствора Na₂HPO₄ и 15,5 см³ раствора KН₂РO₄. При необходимости доводят рН буферной смеси данными растворами до 8.

Приготовление нингидринового раствора: в 500 см³ буферного раствора сначала растворяют 1,5 г фруктозы, затем 2,5 г нингидрина. рН раствора нингидрина 8,0.

Приготовление базового раствора аспартама: 20 мг аспартама растворяют при перемешивании и нагревании до 40°С в 50—70 см³ дистиллированной воды. Раствор переливают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и содержимое доводят до метки.

Для построения градуировочного графика в пробирках вместимостью по 10 см³ готовят следующие рабочие растворы аспартама (табл. 44).

Температура базового, рабочих растворов аспартама, буферного раствора, нингидринового раствора и раствора этилового спирта должна быть 18±2°С.

Показатель	Номер пробирки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество базового раствора аспартама, добавленного в пробирки, см ³	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	—
Количество дистиллированной воды, добавляемой в пробирки, см ³	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	10
Концентрация аспартама в 100 см ³ рабочего раствора, мг	4	5	6	7	8	9	10	11	—

Раствор нингидрина хранят в темной стеклянной посуде в холодильнике. Он используется в течение 2 нед. после приготовления.

Определение содержания аспартама в напитках следует проводить непосредственно после фасования напитков.

Градуировочный график строят следующим образом. В отдельные пробирки переносят по 6 см³ каждого рабочего раствора и к ним добавляют по 3 см³ нингидринового раствора. Пробирки выдерживают точно 16 мин в кипящей бане, затем охлаждают до 20°С за 20 мин и из каждой пробирки переносят в другие пробирки по 3 см³ раствора, добавляют к ним по 5 см³ 60%-ного раствора этилового спирта и перемешивают.

Оптические плотности этих растворов определяют на спектрофотометре при длине волны 570 нм или на ФЭКе при средней длине волны 582 нм (фильтр № 6) в кювете толщиной 10 мм. Контрольным раствором служит раствор содержимого пробирки № 9 (нулевого раствора) и 60%-ного этилового спирта, смешанных в таких же количествах, как и другие пробы.

По результатам анализа строят график, откладывая по оси абсцисс концентрации аспартама C_p , а по оси ординат — оптические плотности.

Проведение анализа. В исследуемых образцах напитков удаляют диоксид углерода и фильтруют образцы через фильтр с размером пор не более 0,5 мкм. Затем 20 см³ фильтрата переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доводят дистиллированной водой до метки.

В пробирки вместимостью по 10 см³ переносят по 6 см³ каждого разбавленного образца добавляют к ним по 3 см³ нингидринового раствора, выдерживают 16 мин в кипящей бане, и охлаждают до 20°С за 20 мин. Из каждой пробирки в отдельную пробирку переносят 3 см³ раствора, к которому затем добавляют 5 см³ 60%-ного раствора этилового спирта.

Оптические плотности растворов исследуемых образцов определяют против нулевой пробы на спектрофотометре при средней длине

волны 570 нм или на ФЭКе при длине волны 582 нм (фильтр № 6) в кювете толщиной 10 мм.

По оптической плотности на построенном графике находят концентрацию аспартама в разбавленном растворе (C_p), а истинную концентрацию аспартама (C) вычисляют по уравнению

$$C = C_p \cdot K,$$

где K — степень разбавления раствора. В нашем примере $K=5$.

По данной методике можно определять концентрацию аспартама в интервале 20—50 мг в 100 см³ напитка.

Безопасные приемы труда в лаборатории

Общие требования. К работе в лаборатории для осуществления анализов допускаются лица, прошедшие инструктаж. Запрещается работать с неисправными приборами, уходить с рабочего места при проведении анализа с легкокипящими, воспламеняющимися жидкостями, оставлять без наблюдения включенные нагревательные приборы.

В лаборатории запрещается курить и принимать пищу, работать с огнеопасными и взрывчатыми веществами при зажженных горелках, и включенных электронагревательных приборах.

В лаборатории все сотрудники должны работать в халатах, иметь резиновые перчатки, защитные очки, резиновые фартуки. В лаборатории должны быть огнетушители, ящик с песком, одеяло из асбеста, аптечка, один или два противогаза.

Правила безопасной работы. При разбавлении серной и азотной кислоты надо осторожно приливать ее по стенкам сосуда в воду, но не наоборот. При приготовлении растворов щелочи ее предварительно дробят на чистом стальном листе на мелкие кусочки, берут щипцами или пинцетом, и опускают в воду. Растворение щелочи сопровождается значительным выделением теплоты. Щелочь растворяют в защитных очках, в наглухо застегнутом халате и в резиновых перчатках.

Работы, связанные со сжиганием анализируемых продуктов, а также применением огнеопасных или дымящихся реактивов, проводят в вытяжном шкафу.

Нагревание в стеклянной посуде проводят на асбестовой сетке. На открытом огне допускается нагревание только в огнеупорной стеклянной посуде, например в колбах Кьельдаля.

Огнеопасные вещества нагревают в горячей водяной бане с потушенной горелкой. Электрические, газовые и другие нагревательные приборы ставят на лист асбеста толщиной 8—10 мм. Горячую посуду нельзя брать незащищенными руками.

При загорании нерастворимых в воде веществ нельзя применять воду, так как она будет способствовать распространению огня, в таком случае надо пользоваться только песком, асбестовым одеялом или войлоком.

Оказание первой помощи пострадавшим. При порезах стеклом, осколки вынимают из ран стерильным пинцетом, смазывают рану вокруг иодом и перевязывают.

При термическом ожоге первой степени обожженное место обрабатывают ватой, смоченной 96%-ным этиловым спиртом, либо 3%-ным раствором KMnO_4 или раствором танина, и накладывают стерильную повязку. При тяжелых ожогах немедленно обращаются к врачу.

При ожогах химическими веществами (кислотами, щелочами) пораженный участок кожи быстро промывают большим количеством воды. Затем на обожженное место накладывают повязку: при ожогах кислотой — из 2%-ного содового раствора, при ожогах щелочью — из слабого раствора уксусной кислоты.

При поражении электрическим током немедленно отключают ток, перемещают пострадавшего подальше от провода и делают ему искусственное дыхание.

Контрольные вопросы

1. Как отбирают пробу на анализ?
2. Каковы правила составления среднего образца для анализа?
3. Какие показатели принимаются во внимание при органолептической оценке продукции?
4. Как определяют энергию и способность прорастания ячменя?
5. Какова методика определения влажности продукта?
6. Какова методика определения массовой доли экстракта солода и пива с помощью пикнометра?
7. Как определяют титруемую кислотность продукта?
8. По каким фракциям оценивается помол сухого солода?
9. Какова методика определения конечной степени сбраживания суслу?
10. Как определяют содержание спирта и действительного экстракта в готовом пиве?
11. Как определяют видимый экстракт с помощью сахаромера?
12. Каков порядок определения диоксида углерода в напитке?
13. В чем заключается методика определения цветности на фотоэлектроколориметре?
14. Как определяют содержание алкоголя в квасе по удельной массе растворов?
15. Каковы правила безопасной работы в лаборатории?
16. Как оказывают первую помощь пострадавшим в лаборатории?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Балашов В.Е., Федоренко Б.Н. Технологическое оборудование предприятий пивоваренного и безалкогольного производства. — М.: Колос, 1994. — 384 с.

Беленький С.М., Лаврешкина Г.П., Дульнева Т.Н. Технология обработки и розлива минеральных вод. — М.: Агропромиздат, 1990. — 151 с.

Голикова Н.В. Белки в пивоварении. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 168 с.

Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. — М.: Пищевая промышленность, 1999. — 352 с.

Инструкция по теххимическому контролю пивоваренного производства. — М.: ВАСХНИЛ, НПО НМВ, 1991. — Ч. 1—6.

Каглер М., Воборский Я. Фильтрация пива: пер. с чешского под ред. Р.А.Колчевой. — М.: Агропромиздат, 1986. — 279 с.

Колпакчи А.П., Голикова Н.В., Андреева О.В. Вторичные материальные ресурсы пивоварения. — М.: Агропромиздат, 1986. — 160 с.

Мальцев П.М. Технология броидильных производств (общий курс). — 2 изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 560 с.

Мальцев П.М., Зазирная М.В. Технология безалкогольных и слабоалкогольных напитков. — М.: Пищевая промышленность, 1970. — 355 с.

Рудольф В.В. Производство кваса. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 153 с.

Рудольф В.В., Скурихин В.М. Справочник механика завода безалкогольных напитков. — М.: 1992 — 286 с.

Сборник основных правил технологических инструкций и нормативных материалов по производству безалкогольной продукции. — М.: Пищепромиздат, 2000. — 280 с.

Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов. 2 изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая промышленность, 1979.

Технологическая инструкция по производству солода и пива. ТИ-18-6-47-85. — М.: МПП СССР. НПО ПБП, 1985. — 164 с.

Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А.Калуныц, В.Л. Яровенко, В.А. Домарецкий, Р.А. Колчева. — М.: Колос, 1992. — 446 с.

Технологическое оборудование предприятий броидильной промышленности / В.И. Попов, И.Т. Кретов, В.Н. Стабников, В.К. Предтеченский. — 6 изд., перераб. и доп. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 464 с.

Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. — М.: Колос, 1998. — 448 с.

Химико-технологический контроль пиво-безалкогольного производства / Р.А. Колчева, Л.А. Херсонова, К.А. Калуняц, А.И. Садова. — М.: Пищевая промышленность, 1988. — 272 с.

Химико-технологический контроль производства солода и пива / П. М. Мальцев, Е.И. Великая; М.В. Заирная, П.В. Кологуша. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 447 с.

Хмель и хмелевые препараты в пивоварении / И.С. Ежов, И.Г. Рейтман, З.Н.Аксенова и др. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 377 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Брожение пивного сусла

главное 235

предварительное 234

Введение семенных дрожжей 239

Взвеси сусла горячего 380

Внесение хмелепродуктов 203

Вода 66

Выдержка пивоваренного солода 135

Выход экстракта зернопродуктов 209

Дображивание пива 246–250

Дробина пивная 189

хмелевая

Дрожжи пивные 228

пивные осадочные

верхового брожения 231

низового брожения 231

семенные

Жесткость 67

Забел пивного сусла 239

Завитки главного брожения высокие 240

низкие 240

Закваска 310–315

Замачивание ячменя 91

Засыпь 162

Затираание зернопродуктов 162, 171–175, 185–188

Затор 162, 171–197

Зернопродукты 161

Зерно мучнистое 136

Зерно стекловидное 130, 136

Квас 295–308

Кислотность пива 285

Кислотность сусла 136

Колер 309

Кондиционирование пивоваренного солода

Консерванты 63

Красители 56

Купаж 324

Минипивоваренные заводы 290

Напитки

безалкогольные 335

слабоалкогольные 357

Несоложенные материалы 176, 183

Образование деки 240

Осветление пива 260

Осветление пивного сусла 211–220

Отделение ростков 134

Охлаждение пивного сусла 211, 213–221

Очистка ячменя 86–90

Пиво

дображиваемое 249

молодое 243

пастеризованное 276

светлое 285

темное 285

«Плотное» пивоварение 287

Подвяливание пивоваренного солода 125

Полировка пивоваренного солода 157

Помол солода

грубый 136

тонкий 136

Продолжительность осахаривания лабораторного затора 136

Промывание пивной дробины 195

Проросток 98

Ростки солодовые 379

Сироп

сахарный 308

инвертированный 339

купажный 341–345

Созревание пива 248

Солод выдержанный

пивоваренный 136

диафарин 138

жженный 137

карамельный 137

пшеничный 134

ржаной 146

свежепроросший 123, 124

светлый 136

темный 132

сухой пивоваренный 136

- Солодоращение 105–120
- Сортирование ячменя 90
- Способ брожения пивного сусла
 - периодический 235
 - в ЦКБА 251
- Способ затирания
 - настойный 162, 170
 - отварочный 171
- Способ солодоращения совмещенный 117
- Степень сбраживания пива 232
- Стойкость
 - пива 274–278
 - кваса 325
 - напитков 358
- Сусло
 - пивное 153
 - горячее 205
 - начальное 206
 - первое 194
 - лабораторное 136
 - сбраживаемое 241
- Сушка пивоваренного солода 124

- Хмель
 - брикетированный 32
 - гранулированный 32

- Цвет пива 279
- Цвет сусла 136

- Число Кольбаха 136

- Шпунтование 249

- Экстракт дробины
 - вымываемый 195
 - общий 195
 - остаточный 195
- Экстракт пива
 - видимый 396
 - действительный 396
- Экстракт хмеля 32
- Экстрактивность сухого вещества солода 136

- Ячмень пивоваренный 8

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	3
Часть I.	Сырье и материалы	8
Глава 1.	Сырье для производства пива	8
	Ячмень	8
	Другие виды зернового сырья	21
	Экстракт солодовый	23
	Хмель, хмелепродукты	23
	Ферментные препараты	33
Глава 2.	Сырье для производства кваса, безалкогольных и слабоалкогольных напитков	36
	Рожь	36
	Зерновые продукты	38
	Дрожжи	41
	Молочнокислые бактерии	41
	Фруктово-ягодные и виноградные полуфабрикаты	42
	Концентраты и концентрированные композиции для напитков	44
	Сахар	44
	Пищевые добавки	46
	Заменители сахара	48
	Пищевые кислоты	55
	Красители	56
	Ароматические вещества	58
	Консерванты	62
	Минеральные соли	63
	Спирт этиловый	64
	Диоксид углерода	64
Глава 3.	Вода	66
	Химический состав и свойства воды	66
	Технология подготовки воды, используемой для приготовления пива и напитков	68
Глава 4.	Тара и вспомогательные материалы	80
	Бутылки, бочки, автоцистерны, ящики для бутылок	80
	Материалы для фильтрования и осветления	81
	Моющие и дезинфицирующие вещества	82
Часть II.	Производство солода	86
Глава 5.	Приготовление ячменного солода	86
	Принципиальная схема получения солода	86
	Очистка, сортирование и хранение ячменя	86
	Замачивание ячменя	91
	Проращивание ячменя	97
	Сушка свежепроросшего ячменного солода	124
	Приготовление пшеничного солода	134
	Обработка и хранение сухого солода	134
	Требования к качеству ячменного солода	135

	Специальные солода	137
	Производственная санитария и безопасные приемы труда	138
Глава 6.	Технология ржаного солода	142
	Очистка и замачивание ржи	142
	Проращивание ржи, сушка и качественные показате- ли солода	144
	Производственная санитария и безопасные приемы труда	149
	<i>Часть III. Производство пива</i>	<i>153</i>
Глава 7.	Технологическая схема производства пива	153
	Приготовление пивного сусла	153
	Сбраживание пивного сусла и фасование пива	155
Глава 8.	Приготовление пивного сусла	157
	Очистка от примесей и дробление солода	157
	Затирание и осахаривание затора	162
	Фильтрование затора	189
	Кипячение сусла с хмелем	200
	Способы приготовления сусла для различных сортов пива	209
	Охлаждение и осветление пивного сусла	211
	Концентраты пивного сусла	222
	Производственная санитария и безопасные приемы труда	222
Глава 9.	Брожение пивного сусла	227
	Общие понятия о брожении	227
	Пивные дрожжи	228
	Главное брожение	235
	Дображивание и созревание пива	246
	Совмещенное брожение сусла и дображивание моло- дого пива в цилиндроконическом аппарате	251
	Производственная санитария и безопасные приемы труда	255
Глава 10.	Осветление и розлив пива. Показатели качества пива	258
	Основные понятия о подготовке пива к разливу и его розлив	258
	Осветление пива в поле центробежных сил и фильт- рование	260
	Подготовка пива к разливу	266
	Мойка тары и розлив пива	267
	Способы повышения стойкости пива	274
	Оценка качества пива	279
	«Плотное» пивоварение	287
	Слабоалкогольное, диетическое и диабетическое пиво	288
	Особенности производства пива на мини-пивоварен- ных заводах	289
	Производственная санитария и безопасные приемы труда	291

<i>Часть IV. Производство кваса, безалкогольных и слабоалкогольных напитков</i>	295
Глава 11. Производство кваса	295
Характеристика кваса	295
Приготовление квасных хлебцев и сухого кваса	296
Приготовление концентрата квасного сусла	297
Приготовление концентрата кваса	305
Приготовление сахарного сиропа	308
Приготовление колера	309
Приготовление смешанной закваски дрожжей и молочнокислых бактерий	310
Способы приготовления кваса	316
Производственная санитария и безопасные приемы труда	327
Глава 12. Производство безалкогольных и слабоалкогольных напитков	334
Характеристика безалкогольных напитков	334
Технология газированных безалкогольных напитков	336
Приготовление купажных сиропов	339
Кондиционирование и газирование воды	347
Фасование газированных безалкогольных напитков	350
Другие виды напитков	353
Требования к стойкости и качеству напитков	358
Пищевая и энергетическая ценность напитков	360
Производственная санитария и безопасные приемы труда	363
Глава 13. Производство минеральных вод	366
Характеристика минеральных вод	366
Добыча и транспортирование минеральных вод	370
Классификация, технология обработки и фасование питьевых минеральных вод	370
Производственная санитария и безопасные приемы труда	376
Глава 14. Вторичные материальные ресурсы при производстве солода и пива	379
<i>Часть V. Химико-технологический контроль производства</i>	382
Глава 15. Методы контроля качества сырья, полупродуктов и готовой продукции	382
Качественные показатели ячменя, солода и ферментных препаратов	382
Качественные показатели пивного сусла и пива	391
Качественные показатели кваса и безалкогольных напитков	401
Безопасные приемы труда в лаборатории	405
Список рекомендуемой литературы	407
Предметный указатель	409

Учебное издание

**Ермолаева Галина Алексеевна,
Колчева Раиса Алексеевна**

**Технология и оборудование производства пива
и безалкогольных напитков**

Учебник

**Редактор *И.Д. Коралева*
Художник *А.В. Родкин*
Корректор *В.С. Светлова*
Компьютерная верстка: *К.А. Мельникова*
Оформление серии: ИЦ «Академия»**

Оригинал-макет подготовлен в ИРПО

Подписано в печать 03.07.00. Формат 60×90/16. Бумага тип. № 2.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Объем 26 усл. печ. л.
Тираж 30 000 экз. (1-й завод 1–10 000 экз.). Заказ № 2710.

ЛР № 021240 от 01.09.97. Институт развития профессионального образования.
125319, Москва, ул. Черняховского, д. 9.

Лицензия ИД № 02025 от 13.06.00. Издательский центр «Академия».
105043, Москва, ул. 8-я Парковая, 25. Тел./факс (095) 165-46-66, 165-32-30, 367-07-98.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.