**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.

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 пив завода 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 Кроном 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 т 100 л) пива, которое поставлялось к императорскому столу. В конце XVIII в. Петром Ка-залетом было основано производство пива близ Калинкина моста. Калинкинскии 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 opел». 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 сусла. 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 Калинкинскии 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, обусловливающие 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.

# **Сырье для производства пива**

# **Ячмень**

# 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). 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 и несколько неразвившихся. При таком расположении зерна двухрядного ячменя хорошо развиваются, вырастают крупными и одинакового размера. Боковые зерна 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.

**Ячменное зерно** состоит из зародыша, эндосперма (мучнистого тела) и оболочек.

Зародыш находится у нижнего конца зерна. Состоит из зародышевого листа – почечки и зародышевого корешка. Зародыш является основной частью зерна, ответственной за его проращивание.

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

*Эндосперм* – мучнистая часть зерна. Основная масса эндосперма – крупные клетки, заполненные крахмальными зернами и белком. Тонкие стенки клеток состоят из гемицеллюлозы. Наружная часть эндосперма представляет собой алейроновый слой, 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, 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, под ними находится плодовая, затем семенная 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.

**Другие виды зернового сырья**

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

**Кукуруза**. 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 предварительно 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.

**Рис.** 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 Р-глобулина и антоцианогены, участвующие в помутнении пива, что позволяет повышать стойкость пива, приготовленного с использованием риса. Абсолютная масса составляет 15–43 г.

Все зерновые несоложеные 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.** Иногда в качестве несоложеного сырья или как сырья 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 – 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 °С, клейстеризации 64 °С.

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 глютенин (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 витамины: Р-каротин, Е, В6, биотин, ниацин, пантотеновая кислота, рибофлавин, тиамин, фолацин, холин.

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

Хмель – вьющееся многолетнее растение, относящееся к семейству коноплевых. 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 плантаций удаляют.

# **Технологические основы производства пива**

*Очистка солода* предусматривает его полировку для удаления пыли и остатков ростков, а также металлических примесей.

*Дробление солода* проводят для интенсификации физических и биохимических процессов растворения зерна при затирании, а также обеспечения фильтрования затора через слой дробины.

*Приготовление сусла* включает в себя следующие процессы: затирание сырья, фильтрование затора, кипячение сусла с хмелем и отделение хмелевой дробины.

Затирание осуществляют в целях перевода в растворимое состояние максимального количества экстрактивных веществ солода и несоложеных материалов.

Цель фильтрования затора – отделение жидкой фазы (сусла) от твердой (дробины) с последующим вымыванием водой экстракта, удержанного дробиной.

Кипячение сусла с хмелем предусматривает концентрировавние сусла до заданной массовой доли сухих веществ в начальном сусле, перевод ценных составных веществ хмеля в раствор, инактивацию ферментов, коагляцию белковых веществ и стерилизацию сусла. Для подготовки сусла к осветлению и охлаждению его отделяют от хмелевой дробины, чтобы исключить отрицательное влияние ее на цвет и вкус пива.

*Осветление и охлаждение сусла* проводят для выделения из него взвесей, насыщения кислородом и снижения температуры до начальной температуры брожения.

*Главное брожение сусла* осуществляют с целью расщепления дрожжами основного количества углеводов с образованием этилового спирта, диоксида углерода, побочных продуктов брожения я формирования оптимального состава молодого пива.

*Дображивание молодого пива* предусматривает естественное насыщение его диоксидом углерода в результате сбраживания оставшегося количества углеводов, образование специфических ароматических веществ, осаждение дрожжей, взвесей, белков, полифенольных соединений.

*Осветление пива* проводят для того, чтобы удалить вещества, ухудшающие прозрачность и стойкость пива.

*Розлив пива* осуществляют для получения готового продукта в виде бутылочного, баночного или бочкового пива.

# **Очистка солода**

Ячменный сухой солод после хранения содержит некоторое количество пыли, остатки ростков, случайно попавшие металлические частицы и другие примеси, наличие которых может ухудшить качество пива. Поэтому отлежавшийся солод очищают. Очищенный солод полируют. Далее солод взвешивают на автоматических весах и направляют в дробилку.

# **Дробление солода**

Биохимическим процессам растворения при затирании солода предшествует механический процесс дробления, который необходимо проводить очень тщательно, так как от состава помола во многом зависит выход экстрактивных веществ. Решающее значение имеет содержание в дробленном солоде шелухи(оболочки), крупной и мелкой крупки, муки, мучной пудры. Растворимые составные части легко переходят в воду, а нерастворимые разлагаются под действием ферментов. Чем тоньше помол, тем полнее извлекаются экстрактивные вещества. Однако при очень тонком помоле происходит значительное измельчение оболочки зерна, в результате чего в фильтрационном аппарате создается плотный слой, что затрудняет фильтрацию и извлечение экстрактивных веществ из дробины. Кроме того, при значительном измельчении из нее извлекаются дубильные и горькие вещества, ухудшающие качество пива. Поэтому необходимо более тонко измельчать эндосперм зерна и минимально нарушать целостность оболочки.

Отечественные ученые рекомендуют следующий состав (%): оболочка –18…25, крупная крупка – 8…12, мелкая крупка – 30…40, мука – 25…30. В муке не должно содержаться более 10% пудры. Разбитая оболочка и высокое содержание муки могут быть причинами увеличения продолжительности фильтрования затора.

# **Приготовление пивного сусла**

Получение пивного сусла состоит из процессов приготовления затора, фильтрования его, кипячения сусла с хмелем, осветления и охлаждения сусла.

# **Приготовление затора**

Процесс приготовления затора называют затиранием. Смесь дробленых зернопродуктов с водой, предназначенных для затирания, называют затором, массу зернопродуктов, загружаемых в заторный аппарат, – засыпью, количество воды, расходуемое на приготовление затора, – наливом.

Главные биохимические процессы при затирании – осахаривание и протеолиз. Простым выщелачиванием из общего количества сухих веществ дробленого солода извлекается только 15…18% экстрактивных веществ, в состав которых входят 7,5…10% сахаров, 1…1,5% пентозанов, в том числе пентозы (ксилоза, арабиноза), 2,5…4,0% низкомолекулярных продуктов распада белков, 0,3…0,5% пектина, до 0,4% дубильных и горьких веществ и почти все неорганические вещества.

На протекание технологических процессов при затирании влияют следующие факторы: температура и рН среды, продолжительность проведения биохимических реакций, концентрация затора.

При затирании происходят ферментативные и физико-химические процессы, от которых зависит качество сусла и пива. Главную роль в формировании физико-химических и органолептических показателей пива играют ферментативные процессы расщепления крахмала и белков.

**Настойный (инфузионный) и отварочный (декокционный) способы затирания**. Эти два способа наиболее часто применяют на пивоваренных заводах. Общим для этих способов является выдержка затора при следующих температурах: 45…52 °С – для расщеплена веществ; 62…63 °С – для образования мальтозы; 70…72 °С – для осахаривания крахмала; 76…78 °С – для доосахаривания крахмала и перекачивания на фильтрование.

Настойный способ заключается в том, что дробленый солод смешивают с водой и полученный затор постепенно нагревают с паузами для оптимального действия ферментов. Затирание начинают при 40 °С и выдерживают 30 мин. Температуру затора повышают до 63 °С и выдерживают 30 мин, а затем подогревают до 70 °С и выдерживают 30 мин. Далее затор подогревают до 72 °С и выдерживают до окончательного осахаривания. Осахаренный затор нагревают до 76…77 °С и перекачивают на фильтрование.

Отварочный способ состоит в том, что отдельные части затора – отварки – подвергают нагреванию при определенных температурах, кипятят и затем смешивают с остальной частью затора.

## Фильтрование затора

Фильтрование затора производят следующим образом. В вымытый аппарат укладывают сита и заполняют подситовое пространство водой температурой 75…78 °С для вытеснения воздуха и создания сплошного слоя жидкости под ситчатым дном; ситчатое дно должно быть покрыто водой на 1,0…0,5 см. Далее затор при непрерывном размешивании перекачивают в фильтрационный аппарат. Для того чтобы дробина расположилась равномерно поверхности сит фильтрационного аппарата, разрыхлительный механизм во время перекачивания затора находится в движении; затем его поднимают, производят несколько оборотов для выравнивания поверхности дробины и выдвигают по вертикали из дробины полностью.

Температура затора при фильтровании 75…78 °С. Скорость фильтрования регулируют степенью открытия кранов; последние должны быть открыты на 0,25 поперечного сечения. При более полном открытии кранов возможно создание разрежения под ситами и вследствие этого засасывание верхнего теста в дробину или воздуха через краны под сита, что приводит к уменьшению скорости фильтрования или даже к прекращению его.

В дробине остается значительное количество экстрактивных веществ. Для извлечения их дробину промывают водой температурой 78…80 °С. Промывание начинают тогда, когда подситовое пространство еще заполнено первым суслом. Для более полного извлечения экстрактивных веществ дробину размешивают разрыхлительным механизмом.

# **Получение охмеленного сусла**

Технологическая схема производства охмеленного сусла предусматривает выполнение следующих операций: кипячение сусла с хмелем; отделение хмелевой дробины; осветление и охлаждение сусла.

# **Кипячение сусла с хмелем**

Первое сусло и промывные воды из фильтрационного аппарата поступают в сусловарочный аппарат, где поддерживается температура 63…75 °С. при температуре не выше 75 °С сохраняется часть а-амилаз в активном состоянии, поэтому может осахариваться крахмал, перешедший в сусло после промывания дробины водой. По окончании набора проверяют полноту осахаривания сусла по йодной пробе. При неполном осахаривании добавляют вытяжку из следующего затора, сусло выдерживают до полного осахаривания. Хмель задают в сусловарочный аппарат как в начале кипячения, так и в течение всего процесса. Сусло начинают кипятить после набора всего его количества из фильтрационного аппарата. Продолжительность кипячения сусла с хмелем 1,5…2 ч. Кипячение сусла производят интенсивно, благодаря чему обеспечиваются быстрое свертывание белков и лучшее использование горьких веществ хмеля. Кипячение сусла можно производить при атмосферном или при небольшом избыточном (0,02 МПа) давлении. В последнем случае процесс проводят в герметически закрытом варочном котле в течение 1 ч. Затем подачу пара прекращают и постепенно за 1 ч снижают давление до атмосферного, при этом сусло в котле продолжает кипеть. При кипячении сусла под небольшим избыточным давлением улучшаются коагуляция белков и извлечение хмелевых веществ, что дает возможность несколько снизить расход хмеля, кроме того, можно использовать образующийся вторичный пар для нагрева воды.

Об окончании кипячения сусла с хмелем судят по следующим показателям: массовой доле сухих веществ в сусле, а также прозрачности и хлопьеобразованию (коагуляции белков).

По завершении кипячения сусло направляют в хмелеотделитель. Последний представляет собой резервуар, снабженный вставным ситом, на котором задерживается хмелевая дробина. Дробину для извлечения остатков сусла промывают горячей водой (на 1 кг 6…7 л); промывные воды присоединяют к суслу.

Из хмелеотборного аппарата сусло подают на охлаждение.

# **Осветление и охлаждение сусла**

Цель проведения процессов осветления и охлаждения – выделение или отделение, удаление крупных и мелких взвесей; достаточное насыщение сусла кислородом; охлаждение до температуры внесения дрожжей.

**Основы процессов осветления и охлаждения сусла.** Под действием силы тяжести выделяются взвешенные вещества. При быстром охлаждении осаждаются большинство взвесей горячего сусла и часть взвесей охлажденного сусла. Взвеси охлажденного cycла начинают интенсивно выпадать в осадок при температуре ниже 60 °С, а при более высоких температурах переходят в в противоположность взвесям горячего сусла. Высокое содержание взвесей охлажденного сусла может отрицательно сказаться на брожении из-за загрязнения дрожжевых клеток, а также на ухудшении вкуса и белковой стойкости пива. По этим причинам при температуре около 60 °С стремятся максимально отделить взвеси oxлажденного сусла.

При охлаждении также происходит насыщение сусла кислородом. Окислительные процессы под действием поступающего кислорода энергичнее протекают при более высокой температуре; сусло темнеет, резко понижаются хмелевой аромат и горечь. Эти явления нежелательны для качества сусла. Одновременно кислород cпособствует коагуляции белков и образованию осадка в сусле, благодаря чему оно лучше осветляется.

Для отделения крупных и мелких взвесей горячего сусла и взвесей охлажденного сусла предусматривают охлаждение сусла в стадии. В первой стадии сусло медленно охлаждают до 60 °С, второй – быстро до 4…6 °С при низовом или 14… 16 °С при верховом брожении.

# **Ведение главного брожения сусла**

В пивоварении используют два типа брожения: низовое и верховое. Различия между ними обусловлены неодинаковыми свойствами дрожжей. Дрожжи низового брожения, развиваясь в сбраживаемом сусле, быстро оседают по окончании брожения, образуя плотный слой на дне аппарата. Дрожжи верхового брожения всплывают на поверхность сбраживаемого сусла и в виде слоя пены остаются до окончания брожения.

**Низовое брожение.** Различают холодный и теплый режимы брожения.

При холодном режиме брожения предусматривают введение дрожжей в начальное сусло с массовой долей СВ 10… 13% при температуре 5…6 °С и дальнейшее протекание при предельной температуре 8…9 °С. Для начального сусла с более высокой массовой долей СВ предельная температура может достигать 11… 12 °С. При этом режиме брожения наблюдается постепенное размножение дрожжей и сбраживание экстрактивных веществ, а приготовленое пиво характеризуется хорошей пеностойкостью, тонким ароматом и полноноценным вкусом.

Теплый режим брожения протекает при 12…14 °С, а дрожжи вводят в начальное сусло температурой 8., 9 °С. Теплый режим применяют на заводах, имеющих небольшой цех брожения. Высокая температура способствует сокращению длительности брожения, выделению азотистых и горьких веществ. Приготовленное пиво имеет худшую пеностойкость, содержит меньше горьких веществ, чем пиво холодного режима брожения. Помимо этого пиво приобретает дрожжевой привкус и медленно дображивает.

Длительность процесса при холодном брожении 7…11 сут, при теплом – 5…6 сут.

Процесс главного брожения длится около 7…8 сут с момента введения дрожжей для сортов пива с массовой долей СВ в начальном сусле 10…13% и 9… 11 сут для пива с более высокой массовой долей СВ.

Сбраживание сусла при низовом брожении включает в себя три операции: наполнение бродильного аппарата начальным суслом; введение в него дрожжей; сбраживание сусла до получения молодого пива. Дополнительные операции – снятие деки и перекачивание молодого пива на дображивание, отбор и подготовка семенных дрожжей.

**Верховое брожение.** Начальная фаза процесса брожения проходит так же, как при холодном режиме брожения. Затем наступает период очень бурного образования высокой пены, что обусловливает заполнение бродильных аппаратов начальным суслом на 2/3 его объема. Брожение проводят при температуре от 14 до 20 °С, что позволяет в течение 4…6 сут провести процесс главного брожения. Для сбраживания сусла применяют дрожжи верхового брожения, которые задают из расчета 0,2…0,4 л/гл.

Верховое брожение осуществляют двумя способами: брожение в бродильных аппаратах, дображивание в аппаратах предварительного брожения; главное брожение в бродильных аппаратах, окончательное в аппаратах дображивания.

# **Дображивание и созревание пива**

При дображивании в результате сбраживания остаточного экстракта молодого пива происходит естественное насыщение его диоксидом углерода. Сбраживание сахаров и созревание пива заканчиваются неодновременно. Сахара могут быть сброжены, а созревание часто еще продолжается. Поэтому процесс дображивания называют еще и процессом созревания пива.

При созревании происходят преобразование и удаление ароматических веществ, осаждение дрожжей, белково-полифенольных соединений и других взвесей.

При созревании происходит окончательное формирование и облагораживание вкуса и аромата готового продукта.

Молодое пиво в стадии дображивания созревает в результате физических процессов и химических реакций.

Дображивание пива проводят при температуре от 0 до 2С в закрытых аппаратах без контакта с воздухом, под давлением диоксида углерода 0,04…0,06 МПа.

# **Осветление пива**

Пиво осветляют двумя способами – фильтрованием или сепарированием: в первом случае обеспечиваются лучшие технологические качества готового пива, чем во втором.

# **Осветление пива фильтрованием**. При перекачивании пива на осветление в аппарат дображивания подают сжатый воздух давлением 0,04…0,06 МПа, чтобы создать противодавление, равное шпунтовому давлению. Благодаря применению сжатого воздуха предотвращается выделение из пива диоксида углерода. Давление сжатого воздуха, поступающего в аппарат дображивания, не должно быть выше 0,07 МПа, в противном случае возможен его разрыв. Из аппарата дображивания пиво насосом перекачивается на фильтрование. Если пиво направляют на фильтрование одновременно из нескольких аппаратов, то его предварительно пропускают через смеситель, представляющий собой трубу, укрепленную горизонтально на передвижной тележке и соединенную патрубками с резервуарами. На патрубках имеются стклянные смотровые фонари, на крышках которых – воздушные краники. Один конец смесителя закрыт крышкой, а к другому присоединен насос, подающий пиво на фильтрование.

Пиво, поступающее в смеситель, вытесняет воздух из пивопровода и заполняет фонарь, воздушный краник при этом оставляют открытым до тех пор, пока пиво не вытеснит воздух и пену из фонаря.

Пиво на фильтрование подают под более высоким давлением (0,1…0,15 МПа), чем давление, при котором оно поступает из аппаратов дображивания к насосу (0,04…0,06 МПа). Поэтому для достижения давления, необходимого для фильтрования, применяют специальный насос с регулятором давления (друкреглер). С помощью такого насоса в трубопроводах поддерживается постоянное давление, а также ровное и спокойное течение пива.

Перед фильтрованием пиво часто охлаждают до 0…1 °С в охладителе, которым может служить теплообменник. Благодаря этому снижаются потери диоксида углерода и пиво освобождается от холодной мути.

# **Осветление пива сепарированием.** Перед началом работы сепаратор заполняют водой, затем его пускают путем разгона. По достижении необходимой частоты вращения в него подают пиво. Первую порцию, состоящую из воды и небольшого количества пива, сливают в канализацию, вторую, содержащую некоторое количество воды, направляют в сборник исправимого брака. А следующую порцию – уже в сборник пива. Во время сепарирования поддерживают давление пива на входе 0,07МПа, на выходе 0,5МПа. Прекратив подачу пива, сепаратор промывают сначала холодной, а затем теплой водой и вымывают шлам до выхода чистой воды. После этого выключают электродвигатель и включают тормоз.

# **Карбонизация пива**

При недостаточном содержании в пиве диоксида углерода и потере его во время фильтрования дополнительно перед розливом насыщают им пиво (карбонизируют). Перед карбонизацией пиво необходимо охладить до температуры 0…1 °С и лишь затем направлять в карбонизатор.

# **Выдержка пива в сборниках**

Фильтрованное пиво поступает в сборники, из них далее – на розлив. Эти сборники одновременно служат мерниками Пиво подают в сборники снизу, постоянно поддерживая в них давление не ниже 0,05 МПа. Для сохранения диоксида углерода до направления в сборники пиво стремятся охлаждать до 0…0,5 °С. В c6oрниках создают противодавление диоксидом углерода. В них фильтрованное пиво выдерживают от 3 до 8 ч. Сборники устанавливают в хорошо охлаждаемом помещении температурой не выше 2,5 °С. При этих условиях выдержка пива способствует сохранению диоксида углерода в пиве и улучшению его качества.

# **Розлив пива**

Пиво разливают в деревянные и металлические бочки, автоцистерны и бутылки. Применяют также новые полимерные бутылки вместимостью 2 л.

Розлив пива предусматривает проведение следующих операций: подготовка стеклянной тары и ящиков, мойка тары; розлив пива в тару; укупорка бутылок; бракераж; наклейка этикеток; укладка бутылок.

# **Оценка качества пива. Основные показатели**

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 обусловлен наличием оксалата кальция и полностью устраняется фильтрованием.

Белковая опалесценция появляется при переработке солода пониженного качества, а также при нарушении режима затирания и кипячения сусла. При подщелачивании она исчезает.

Клейстерная опалесценция зависит от неполноты осахаривания затора и обнаруживается в пробе с йодом.

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 сусла и пива.

**Аромат.** Типичные сорта пива различаются между собой apoматом. 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 неполноценными ароматом и цветом. Если аромат фруктовый, банановый, парфюмерный, то в таком пиве избыточное содержание эфиров, что происходит из-за слишком низкого 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.

**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, обуславливаемая наличием сложного вкусового комплекса. Большое значение для вкуса пива имеет хорошее насыщение диоксидом углерода. Это придает ему освежающий вкус.

В светлом пиве преобладает тонкая хмелевая горечь, сочетаемая с едва уловимым вкусом экстракта солода.

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 ка она влияет на коллоидные вещества пива. Поэтому температура должна быть 8–12 °С. При такой температуре вкус проявляется лучше.

**Горечь пива**. Характерная горечь зависит от качества и свежести хмеля. Хмель с базисными нормами качества придает пиву приятную горечь, а хмель с ограничительными нормами 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 объясняетсяся низкой степенью дисперсности хмелевых веществ, повышенной концентрацией полифенолов хмеля и высокой карбонатной жесткостью воды. Длительное кипячение сусла с хмелем также способствует 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.

**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.

## Литература

1. Богомолова Б.Ф. Пивоварение. – М.: РИПОЛ Классик, 2005. – 64 с.

1. Ермолаева Г.А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. – М.: ИРПО; Изд.центр «Академия», 2000. – 416 с.
2. Соловев Ю.А. Основы пивоварения и виноделия. – М.: РИПОЛ Классик, 2004. – 246 с.
3. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. – М.: Колос, 1998. – 448 с.
4. Фараджева Е.Д., Федоров Е.А. Общая технология бродильных производств. – М.: Колос, 2002. – 408 с.