

Министерство образования Российской Федерации  
Северо – Кавказский государственный технический университет  
Оноприйко А.В., Оноприйко В.А.

## ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПИВА

Учебное пособие

Ставрополь 2002

УДК [664 + 663.86] (075.22)  
ББК 36.87я 722 + 36.85я 722

**Оноприйко Алексей Владимирович, доктор технических наук**

**Оноприйко Владимир Алексеевич, инженер-технолог**

**Основы технологии пива.** Учебное пособие. – Ставрополь, 2002. – 82 с.

Печатается по решению Ученого Совета факультета биотехнологии  
пищевых продуктов СевКавГТУ.

Учебное пособие составлено сотрудниками кафедры «Прикладная биотехнология» в соответствии с программой подготовки студентов высших и средних специальных учебных заведений по специальности 27.05.00 – технология бро-дильных производств и виноделия, применительно к курсам «Введение в специ-альность» и «История пивоварения»

В учебном пособии в систематизированном виде изложены основы выбора, оценки состава и качества и сырья, его подготовки для пивоварения, технология получения солода и сусла, особенности современного промышленного изготовле-ния и оценки качества пива разных видов.

Оно может быть полезно широкому кругу читателей для совершенствования технологии получения солода и пива, в том числе в мини-цехах и в домашнем производстве.

Научный редактор: д.т.н., проф. Оноприйко А.А.

Рецензент: академик Международной академии холода,

д.т.н., проф. Евдокимов И.А.

© Оноприйко А.В., Оноприйко В.А.

## ВВЕДЕНИЕ.

Пивом называется легкий хмелевой напиток, получаемый осахариванием крахмальных веществ или других сахаров ферментами проросших зерен с последующим их сбраживанием до спирта и углекислого газа специальными пивными дрожжами. Для создания в пиве соответствующего вида и аромата к нему добавляют горькие и ароматические начала хмеля или других растений.

Производство пива в основе своей представляет биотехнологический процесс ферментативного разложения экстрагированных водой исходных продуктов растительного происхождения: крахмала, сахаров, белков и др. Технология пива близка по своей сложности к производству вина, хлеба, сыра, однако имеет существенные отличия.

Все существующие виды пива и возможные способы его приготовления можно отнести к 5-ти категориям:

- пиво, для изготовления которого применяются только зерновые культуры (ячмень, пшеница, рожь, кукуруза);
- пиво на основе крахмалосодержащего сырья (картофель, кукуруза, рис);
- пиво из сахарных растворов без употребления солода;
- пиво, для изготовления которого применяются смешанные материалы (солод из зерновых культур, картофель или крахмал, фрукты или ягоды, либо их соки, сиропы);
- пиво из молочной сыворотки или в смеси сыворотки с солодом.

Пиво до тех пор имеет живой вкус и качество, пока оно находится в состоянии хотя и медленного, но постоянного брожения. Прекращение брожения изменяет состав пива, портит его вкус, аромат, блеск и прозрачность.

### 1. ИСТОРИЯ ПИВА. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Изготовление пива и кваса является одним из древнейших ремесел. Есть основание полагать, что в Вавилоне за 7 тыс. лет до н.э. уже варили пиво из ячменя

и пшеницы. Постепенно способ приготовления пива распространился в Древнем Египте, Персии, Греции, на Кавказе, а затем и по всей Европе.

Славянские племена, а в последствии и Вольный город-Новгород усовершенствовали способ производства пива, введя в него хмель. Готовили крепкие алкогольные напитки, перегоняя спирт из смеси пчелиного меда и пива. За пользование земель, крестьяне платили даже оброк пивом, солодом, хмелем.

На Руси готовили хмельные меды разной крепости: слабые, легкие 2-4 % алкоголя, средние 5-8 % и крепкие (выдержанные) 17-30 % и даже более. Это были напитки княжеских дворов, ритуальные напитки монастырей.

Великий князь Иоанн III в годы своего царствования установил казенную монополию на производство пива, запретив варить этот напиток, как сейчас говорят – «частным лицам». В 1715г. по указанию Петра I в Петербург начали прибывать из Европы пивовары и солодовники, что способствовало развитию пивоварения в России. Пиво постепенно становилось привычным и популярным напитком знати, а со временем и простых людей. Хорошей репутацией славилось Петербургское, Московское, Львовское, Калужское и другие пивоваренные заводы. В Петербурге еще при Екатерине II в 1795г был основан старейший пивоваренный завод, в последствии носивший имя Александра Невского. Позже было налажено производство пива у Калинина моста (Калининский пивзавод), специализировавшийся на выпуске высококачественных видов элитного пива. С 1923г. этот пивзавод носит звание Степана Разина.

В 1863г. на Петровском острове был построен пивзавод российско-баварского пивоваренного общества «Бавария - поставщик пива ко двору Его Императорского Величества, производивший лучшие сорта пива в России. В 1872г. Российско-австрийским акционерным обществом был основан пивзавод «Вена».

Пивоварение в России постепенно развивалось, хотя иногда приходило в полный упадок, из-за высоких налогов, чиновничьих поборов, частых неурожаев зерна, в том числе и ячменя.

Со второй половины XIX века на пивзаводах начали внедряться паровые машины и холодильные установки, что улучшило качество пива, сократило трудоемкость производства. Такой завод в 1871г. был построен в Москве - Трехгор-

ный пивоваренный завод, который на всероссийских промышленных выставках 1882 –1886 гг за высокое качество пива был удостоен награды «Золотой орел».

К началу первой мировой войны по объему производимого пива на первом месте была Петербургская губерния, на втором Московская, затем можно назвать Лифляндскую, Варшавскую, Самарскую, Казанскую, Смоленскую и др. Первая мировая война, а затем революция, гражданская война препятствовали развитию отечественного промышленного пивоварения.

В результате Россия сильно отстала в этой области от передовых Европейских стран. И только в последние десятилетия пивоваренная промышленность начала постепенно развиваться, технически перевооружаясь и осваивая передовые технологии производства отечественного пива. Качество отечественного пива все еще отстает от пива Западной Европы (Немецкого, Чешского, Английского и др.). Причиной этого часто являются: невысокое качество отечественного пивного сырья, упрощенная технология, нарушение режимов производства, низкая санитария, приспособленное оборудование, низкая квалификация кадров.

### 1.1. Состав, гигиеническое значение и питательность пива.

Пиво состоит из воды, сахаров, белков, спирта и диоксида углерода.

Материалы, из которых изготавливаются разные виды хлебного пива, по химическому составу приблизительно одинаковы, отличаются не качеством, а количеством сухих веществ, спирта и углекислоты.

Другие виды пива (сахарное, фруктовое и пр.) отличаются от хлебных видов в основном химическим составом вытяжки.

Вытяжка из солода представляет собой растворимые вещества, извлеченные водой из солода и других материалов, применяемых для изготовления пивного сусла. Вытяжка состоит из белков, крахмала, сахаров, пектинов, декстринов, хмелевой смолы, дубильных и хмелевых кислот, алкалоидов, эфирных масел, витаминов, биологически-активных веществ, минеральных веществ, микроэлементов. Все это растворено или находится в виде суспензии, эмульсии. Около половины вытяжки составляют сахара, затем следует декстрин, содержание которого колеблется от 15 до 25%. Часть веществ образуется при брожении.

При брожении значительная часть сахаров превращается в спирт и диоксид углерода. В легком пиве остается 3-4 %, в среднем 5-7 % и в крепком 8-10 % сахаров. Поэтому в вытяжке пива преобладает не сахар, а декстрин, до 50%. На все остальные вещества вытяжки приходится 20%. Они примерно те же, что и в сусле, но и к ним прибавляется образующиеся при брожении глицерин, молочная и уксусная кислота, белки и другие продукты.

Клейкость или вязкость вытяжки обусловлена содержанием в ней декстрина, растворимых и диспергированных белков, ячменной камеди, пектина и хмелевой смолы. Вязкая концентрация способствует задержанию в пиве углекислого газа, и его игру.

Пиво высокого качества, является полезным напитком и хорошо переносится желудочно-кишечным трактом человека.

Во время производства сусло подвергается длительной термической обработке и поэтому не содержит в себе клеток болезнетворных микроорганизмов.

Содержание спирта в пиве невелико, поэтому пиво не может быть отнесено к опьяняющим напиткам, по крайней мере, при умеренном потреблении. Наблюдается легкое возбуждение организма и, в первую очередь, нервной системы.

Содержащаяся в пиве молочная кислота и диоксид углерода способствуют пищеварению, улучшает перистальтику кишечника.

Питательные вещества пива – сахар, декстрин, белки, кальциевые, фосфорные и углекислые соли легко усваиваются организмом. Наиболее питательным является пиво, приготовленное отварочным способом и верховым брожением. Остальные виды пива, содержащие больший процент спирта, являются освежающими, но мало питательными напитками. Исключение составляет английский портер и эль, богатые не только спиртом, но и густой вытяжкой. Поэтому в Англии эти виды пива считаются питательными напитками.

В пиве содержится большое количество биологически активных веществ, благоприятно действующих на весь организм, препятствуя его старению.

К пиву, как к молоку, кумысу, вину, сыру надо привыкать постепенно, употребляя его сначала в ограниченных дозах.

## 1.2. Общие сведения о производстве пива

Производство пива состоит из последовательно осуществляемых стадий. В первой стадии производятся подработка и дробление солода и несоложенных материалов; во второй стадии осуществляется получение пивного сусла; в третьей стадии происходит сбраживание приготовленного сусла специальными дрожжами с последующим дображиванием пива; в четвертой (последней) стадии производятся осветление и розлив приготовленного пива.

В зависимости от сорта пива используют разные количества и виды несоложенных материалов (ячмень, обезжиренную кукурузную муку, рисовую сечку, сахар).

Первостепенное значение в выборе технологической схемы имеет применение интенсивных и малоотходных технологий в производстве солода и пива.

На рис. 1.1. приведена общая блок-схема алгоритма производства пива.

Соложение злаков (чаще всего ячменя) способствует образованию в зернах очень активного фермента – диастазы, способного разложить крахмал и крахмалоподобные вещества до простых сахаров. От качества солода зависит в дальнейшем весь процесс соложения, качество и состав сусла. Хороший солод обеспечит получение сусла с высокой концентрацией сахаров и растворимых белков. От этого зависит содержание сухих веществ в сусле, а, в конечном счете, и в пиве.

Правильно проведенное выщелачивание из солода и несоложенных продуктов растворимых веществ (сахаров и белков), создает предпосылки для получения густого сусла и в дальнейшем, его хорошего осветления, блеска, бархатистости.

Варка сусла с хмелем обеспечивает дальнейшую концентрацию сухих веществ, создание соответствующего вкуса и аромата.

Брожение сусла и дальнейшее дображивание после отделения дрожжей, создает неповторимый вкус и аромат, цвет, бархатистость и пенистость, свойственные этому напитку.

Далее производится доведение пива до требуемых кондиций: фильтрование, дображивание, выдержка и карбонизация пива. Этими основными операциями завершается фабрикация продукта.

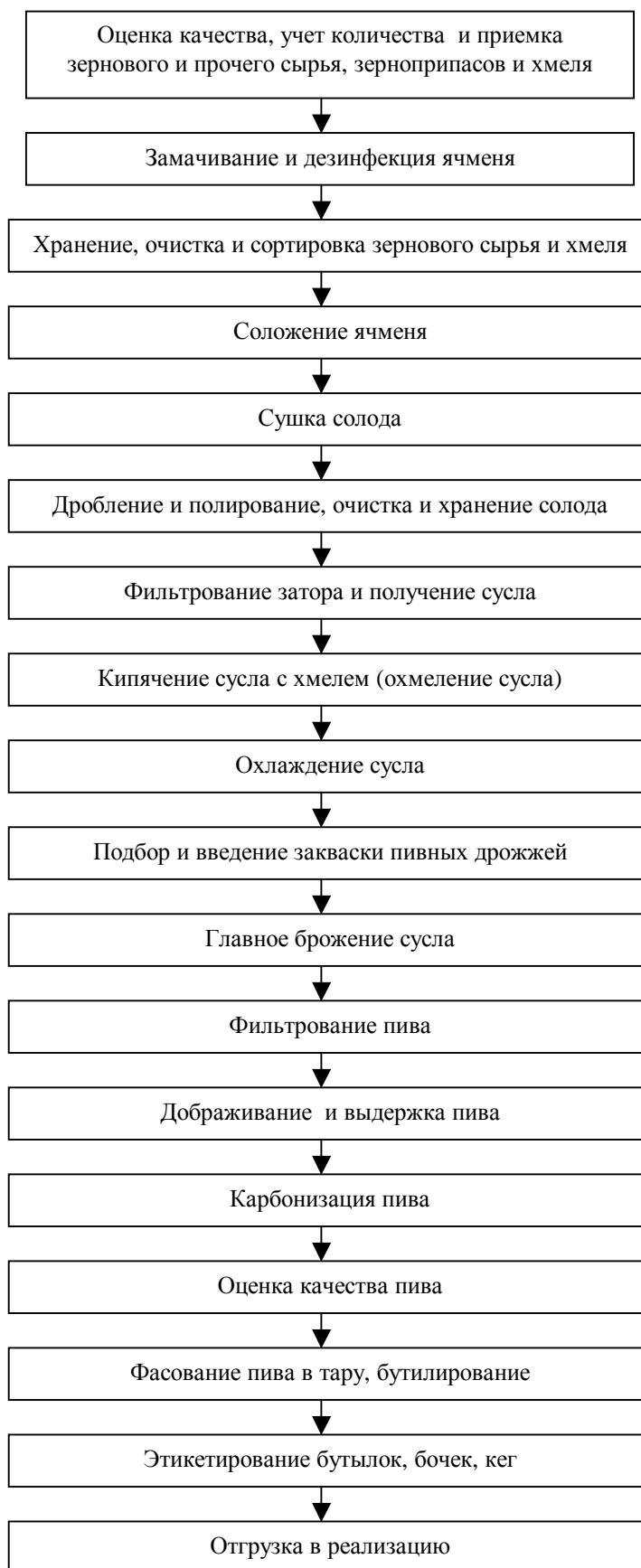


Рис. 1.1. Блок-схема алгоритма производства пива



Домашнее пивоварение в России развито слабо и далеко не повсеместно. В южных регионах вместо пивоварения развито виноделие и, частично, самогонование. В центральных районах вместо пива готовят брагу и опять же самогон. И только в северном регионе (Ярославская, Вологодская, Архангельская, Вятская и некоторые другие области) еще варят домашнее пиво, наряду с брагой и самогоном. Но настоящее пиво, к сожалению, варят все реже и реже.

Варка пива в деревнях и сельских поселках Севера и Центра России практиковалась очень давно. Его варили к праздникам, к семейным торжествам и пили с большим удовольствием. Домашнее пиво по стоимости обходилось в несколько раз дешевле, чем покупное, а качество было, как правило, выше. Советская власть не поощряла домашнее пивоварение, как и виноделие, наводняя страну низко-сортными винами и водкой с плохой очисткой спирта. Впрочем, в последние годы некоторые пивзаводы разработали рецепты и технологию отдельных видов пива под разными местными названиями («Ипатовское», «Кавминводы», «Казачье», «Тверское»)

Из оставшегося после отделения суслу затора готовили квас, употребляемый и ныне повсеместно. Качество кваса из отфильтрованного от суслу затора было достаточно высокое. Квас отличается от пива, главным образом тем, что для его изготовления требуется меньше солода и холода. Он бродит при более высокой температуре и доводится до меньшей степени сбраживания. В квасе меньше содержание сухих веществ и спирта, но выше содержание молочной, лимонной, уксусной кислоты. Это создает соответствующий кисло-сладкий вкус и аромат ржаного хлеба. Диоксид углерода, насыщающий квас, обеспечивает его освежающий эффект, а раствор жженого сахара – темно-коричневый цвет.

## 2. СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПИВОВАРЕНИЯ.

### 2.1. Характеристика ячменя.

Ячмень относится к семейству злаковых, роду *Hordeum Sativum*. Имеется 2 вида: двурядный и шестирядный колос. Двурядные ячменя это в основном яровые, шестирядные – яровые и озимые. Для производства солода используются зерна двурядного колоса более крупные, нормально развитые (пивоваренные сор-

та). У пивоваренного ячменя оболочка тонкая, содержание крахмала выше, а белка меньше.

Шестирядные, мелкие, имеют неправильную, изогнутую форму и используются в качестве фуража на корм животным.

Качество пивоваренного ячменя регламентируется ГОСТ 5060.

Для пива более пригодны мучнистые сорта ячменя, так как такой ячмень быстрее замачивается и прорастает.

Выполненность зерна – это показатель, характеризующий законченность его налива и созревания, при котором произошло накопление сухих веществ. Такое зерно имеет гладкую блестящую поверхность, оно тяжелое (полновесное).

Щуплые и морщинистые зерна ячменя для изготовления не пригодны – в них недостаточно питательных и экстрактивных веществ.

Экстрактивностью считают сумму всех веществ, выраженную в процентах к общей массе ячменя, которые под действием ферментов солода переходят в растворимое состояние. Чем выше экстрактивность, тем больше выход и качественное пиво. Экстрактивность ячменя составляет от 65 до 83 % и для хорошего ячменя не должно быть ниже 75 %.

Хороший пивоваренный ячмень должен иметь не менее 60 % крахмала в сухом веществе, и чем выше этот показатель, тем лучше экстрактивность его и, в конечном счете, больше выход и качество пива.

Содержание белков в ячмене колеблется от 9 до 12 % в сухом веществе. Белки придают пиву необходимую пенистость, однако при большом содержании белка в ячмене, уменьшается содержание крахмала, что нежелательно, т.к. из крахмала образуются сахара. Ячмень высокобелковый лучше использовать для приготовления темного солода и пива. При выборе ячменя для пивоварения следует руководствоваться следующими показателями:

- зерно должно быть светло-желтого цвета;
- зерна должны быть полновесными, одинаковой светлости, толстокожими;
- внутренность зерен должна быть рыхлая, белого цвета, мучнистая;
- спелые зерна, помещенные в воду, опускаются на дно, а незрелые всплывают на поверхность;

- зерно должно быть сухим и не содержать примесей земли, куколя, зерновых вредителей (долгоносика и пр.) и других загрязнителей, способных придать пиву неприятный вкус, запах и мутность;
- ячмень должен быть не старше одного года.

Азотистые вещества ячменя – это белки и свободные аминокислоты.

Содержащийся в ячмене азот во всех формах называется общий азот. Он состоит из белкового и небелкового. В технологии пива важнейшим является водорастворимый азот.

В ячмене содержится от 7 % до 26 % (чаще от 9 до 22 %) белка, из них 92 % - простые белки, остальные протеиды. При приготовлении сусле в раствор переходит около 35 % белковых веществ. Остальные остаются нерастворимыми в дробине.

Пленчатость – содержание мякинной оболочки, составляет 8-17 %. Увеличение пленчатости снижает экстрактивность ячменя, ухудшает вкус пива. Но пленчатость, одновременно, способствует улучшению фильтрационных свойств затора.

Ячмень является наилучшим сырьем для изготовления солода – проросшего в искусственных условиях зерна, высушенного и дробленного.

Взаимосвязь количественных показателей ячменя приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1. – Средние количественные показатели ячменя в зависимости от содержания белка в нем

Белок, %	Крахмал, %	Твердость по арбиметру	Танины, мг %
10,1	66,0	534	47
10,8	65,4	520	37
11,2	62,3	595	20
11,5	62,7	658	20
12,4	61,0	676	10
13,0	59,6	690	10

В полной физиологической зрелости ячмень содержит полифенол (нежелательный компонент) и значительное количество ферментов в активной или скрытой форме.

Твердость (стекловидность) ячменя зависит от содержания в нем белков; чем больше, тем выше твердость и меньше крахмала.

Кроме белков в ячмене имеются свободные аминокислоты, пептоны, пептиды и другие продукты распада белков.

Жиры ячменя составляют 2-3 %, они представляют собой сложные эфиры глицерина и жирных кислот. Располагаются они в алейроновом слое. Часть жира расходуется зерном на прорастание, остальное остается в зерне. При приготовлении суслу, жир остается в дробине и удаляется из технологического процесса.

Полифенольные (дубильные) вещества содержатся в оболочке зерна и переходят в суслу. Эту пленку снимают с поверхности суслу и удаляют.

Ферменты – это биологически активные вещества белковой природы. Ферменты обеспечивают жизнедеятельность зерна при повышенной аэрации в период его хранения. При замачивании и аэрации ферменты, составные компоненты зерна, обеспечивают прорастание и развитие зародыша.

Витамины – органические соединения, необходимые для развития зародыша при проращивании зерна. Содержатся они в зародыше и алейроновом слое. В процессе изготовления пива витамины частично разрушаются и частично переходят в пиво.

## 2.2. Солод

Главным сырьем, из которого приготавливают пиво, является солод. Кроме того, используют хмель, дрожжи и воду. От качества этих составляющих, строгого соблюдения санитарии и технологии изготовления зависит качество пива.

Наибольшее значение имеет солод. Его готовят преимущественно из ячменя, проса и реже из пшеницы и овса. Ячмень употребляется для пивоварения потому, что имеет следующие преимущества перед другими хлебными зёрнами:

- в зёрнах ячменя содержание крахмала более постоянно при незначительном содержании клейковины;

- зерно ячменя, подобно другим хлебным злакам, содержит под оболочкой (шелухой), росток, немного белковины, камеди, а также углекислых и фосфорно-кислых солей, которые, однако, для пивоварения особого значения не имеют;
- зерна ячменя содержат белки, в том числе и растворимые, за счет которых повышается содержание сухих веществ и которые служат азотистым питанием для дрожжей.
- растворимые в шелухе вещества и масло ростков существенного влияния на пивоварение не оказывают;
- ячмень дает высокие урожаи зерна и он сравнительно дешев.

Из всех этих составных частей зерна наиболее важным является, крахмал из которого с помощью горячей воды образуется клейстер, способный бродить от внесенных дрожжей вместе с примесью азотистых веществ, клейковины и др. Наряду с крахмалом для пивоварения имеют значение и другие свойства ячменного солода:

- превращение засушенного и поджаренного крахмала в растворимую даже в холодной воде камедь, причем одновременно образуется и поджаренное масло зерна;
- образование нерастворимого соединения с дубильными веществами хмеля при охлаждении раствора;
- изменения, которые претерпевает крахмал под действием ферментов (диастаз), состоящие в том, что крахмал при температуре 60-80°C превращается сначала в декстрины, а затем в камедь и, наконец, в сахара;
- индикация присутствия углеводов (крахмала, декстрина, клейстера и др.) может быть осуществлена при помощи йодного раствора, который окрашивает эти вещества в синий цвет.

### 2.3. Основные сведения о крахмале и продуктах его гидролиза.

Крахмал ( $C_6 H_{10} O_5$ ) имеет следующий состав: углерода 44,4 %;

водорода 6,20 %;

кислорода 49,40 %.

Состоит из 2-х углеводов – амилазы и амилопектина. Температура клейстеризации крахмалов: ячменного – 63-70°C; ржаного 50-56°C; пшеничного 54-62°C; картофельного 59-64°C; рисового 65-73°C; кукурузного около 80°C.

Гидролиз крахмала проходит ступенчато, через промежуточные декстрины, сложные по составу так же, как и крахмал. Под действием фермента диастазы солода крахмал превращается в мальтозу и глюкозу. Наиболее быстрый солодовый гидролиз происходит при температуре 62,8°C и pH 5,4.

Если из крахмала и воды приготовить жидкий клейстер и развести горячей водой, а затем охладить до 62°C, прибавить концентрированный раствор из свежего ячменного солода и оставить, поддерживая эту температуру, то крахмал претерпевает важные для пивоварения изменения. Сначала клейстер будет разжижаться, превращаясь в жидкость неприятного вкуса, а затем, при дальнейшей выдержке, приобретает сладкий вкус сахарного раствора. В процессе такой обработки из крахмала сначала образуется растворимое в горячей воде вещество, которое одновременно образует превращение крахмала в камедь, называемую мидулином. Декстрин затем постепенно превращается в одну, также растворимую в холодной воде, декстриновую камедь, которая и превращается в крахмальный сахар-смесь: глюкозу, мальтозу, амилазу, амилопектин.

Превращение крахмала в декстрины и сахара проходит в процессе затира-ния. Оно вызывается ферментом солода – диастазой. Этот фермент образуется в зерне при его прорастании. Диастаза действует на крахмал быстро при температуре 58-63°C. При нагревании до более высоких температур диастаза теряет свою активность, полностью инактивируется при кипячении.

Таким образом, наиболее важными свойствами клейковины для пивоварения являются изменения, которые она претерпевает при проращивании зерна. Нерастворимая в воде клейковина при прорастании зерна превращается в особые нерастворимые вещества под действием фермента диастазы.

Некоторые белки растворимы в холодной и теплой воде, но если этот раствор нагреть до 70°C, то они превращаются в нерастворимую форму. Это свойство белков очень важно при варке сусла, так как белки, свертывающиеся под действием температуры, захватывают другие нерастворимые частицы и, всплывая на

поверхность, увлекают их с собой, способствуя осветлению сусла. Белки коагулируют также под действием этанола, кислот и некоторых солей ( $\text{Ca Cl}_2$ ). Все зерна злаковых, как известно, содержат одни и те же составные части, но в разных количественных соотношениях. Даже в одном и том же зерне, выращенном в разных местах, в разных условиях и в разные годы, эти соотношения могут изменяться довольно значительно. Так в ячмене содержание крахмала может меняться от 55 до 62 %, клейковины от 3 до 6 %. В зерне пшеницы содержание крахмала изменяется от 42 до 60 %, клейковины от 9 до 35 %.

#### 2.4. Аминокислоты ячменя.

В биохимии производства пива существенное влияние оказывают качественные и количественные соотношения низкомолекулярных азотистых веществ. Классификация аминокислот может быть разной. Упрощенно аминокислоты белков можно представить в виде 3-х групп:

##### 1. Алифатические аминокислоты:

- моноаминокарбоновые (глицин,  $\alpha$ -аланин,  $\beta$ -аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота);
- аминокислоты, содержащие серу (цистеин, цистин, метионин);
- кислые аминокислоты дикарбонов, их амиды (аспарагиновая кислота, аспарагин, глутаминовая кислота, глутамин,  $\alpha$ -аминоадипиновая кислота);
- основные аминокислоты (лизин, аргенин, гистидин, который относится к гетероциклическим аминокислотам).

##### 2. Ароматические аминокислоты:

- фенилаланин;
- тирозин.

##### 3. Гетероциклические аминокислоты:

- триптофан;
- пролин;
- пипеколиновая кислота;
- гистидин.

Влияние содержания белка в ячмене на качество солода и аминокислот, образующихся при созревании ячменного зерна, приведено в табл. 2.2.

Таблица 2.2. – Влияние содержания белка в ячмене на качество солода

Основные показатели солода	Содержание белка в %					
	10,1	10,8	11,2	11,5	12,4	13,0
Экстрактивность, %	81,7	81,0	80,5	80,3	79,0	72,2
Степень растворения, %	2,0	2,6	2,4	3,0	4,6	5,1
Число Кольбаха	39,4	38,8	38,2	36,5	31,8	32,4
Экстрактивность при 45°С	43,0	38,1	40,6	32,8	28,0	28,4
Диастатическая способность, °WK	269	315	327	286	358	345
Конечная степень сбраживания, %	77	78,6	77,2	75,1	77,4	77,6
Твердость по мюрбиметру	261	340	304	333	378	415
Мучнистость, %	96-4-0	96-2-2	96-4-0	94-2-2	90-6-4	88-8-4

## 2.5. Другие виды зернового сырья.

В производстве пива используются также несоложеное зерновое сырье. Обычно это кукуруза, рис, рожь и реге пшеница.

Кукуруза применяется в виде муки или крупы, изготовленных после отделения зародыша. Это необходимо для снижения в них содержания жира. Кукурузный жир легко пропадает, поэтому срок хранения муки в темном прохладном месте не более 3-х месяцев.

Рис добавляют к дробленому солоду в виде сечки.

Ржаную муку и крупу, влажностью не выше 15 %, используют при производстве пива и кваса.

## 2.6. Хмель

Хмель (*Humulus lupulus* L.) относится к семейству коноплевых (*Cannabaceae*) и является двудомным растением. Мужские и женские соцветия находятся на разных растениях. Для пивоварения используют шишки хмеля – женские неоплодотворенные соцветия. В посевах хмеля мужские растения с плантациях удаляют. Хмель в производстве пива начали использовать в Сибири и юго-восточной части России. Во всем мире насчитывается более 100 сортов культурного хмеля. Обычно выращивают сорта с тонким вкусом и ароматом с содержанием горьких



веществ около 15% и  $\alpha$ -кислот 3-5%. Его используют для охмеления сусла. Сор-та с грубым вкусом и содержанием горьких веществ 20 и более % и  $\alpha$ -кислот 8-12% служат для изготовления экстрактов, концентратов, гранул. Для многих сортов пива хмель также является одним из основных вкусовых и ароматических компонентов пива. В нашей стране выращивают десятки культурных сортов хмеля: Клон – 18, Клон 30 – 6, Клон 29 – 38, Клон 5 – 36, Житомирский 5, Житомирский 8, Украинский 38, Украинский 55 и многие другие.

Вытяжка из хмеля придает «хмельной» приятно горьковатый привкус, улучшает биологическую стойкость пива, способствует пенообразованию и пеностойкости пива.

Для пива используют женские соцветия растений. Средний химический состав их следующий (%):

Экстрактивные безазотистые вещества	25-30
Азотистые вещества	15-25
Хмелевые кислоты и смолы	16-26 ( $\alpha$ -кислоты 2-9; $\beta$ -фракция 6-8; $\gamma$ - твердые смолы 2-3)
Целлюлоза	12-16
Вода	10-17
Эфирные масла	0,3-1,0
Минеральные вещества	6-9
Дубильные вещества	2-5

Наиболее ценными составными частями хмеля для пива являются горькие и дубильные вещества, эфирное масло.

В домашнем пивоварении чаще всего используют дикий хмель, заросли которого встречаются на территории нашей страны в лесах и садах. Хмель желательно использовать свежего сбора. Хмель может сохраняться несколько лет, но в особых условиях и герметически упакованным. Дома хмель хранят до следующего урожая, но лучше использовать свежий. Сборы этого года, сохраняются спрессованным в пластиковом ящике, деревянных ящиках, бочках.

Хмель придает пиву приятную горечь, стойкий аромат, делает его более прочным и здоровым.

На пиво действуют следующие компоненты хмеля:

- хмелевое эфирное масло, придающее пиву аромат и вкус;

- горькие вещества – лупулоны, придающий пиву приятную горечь и полезные для организма, в том числе и для желудка;
- дубильные вещества, способствующие осветлению и сохранению пива;
- смолистые вещества, содействующие сохранности пива, придающие пиву неприятную едкую горечь. Концентрируются в виде пленки на поверхности пива после главного брожения. Подлежат удалению.

Доброкачество хмеля зависит от многих причин: сорта хмеля, места произрастания, погоды, времени сбора (спелости), условий и тщательности хранения снятых шишек.

При выборе хмеля следует руководствоваться следующими признаками:

- шишки должны быть блестящими, зеленовато-желтого или светлокрасноватого цвета. Густозеленый и грязно-зеленый цвет бывает у недозревшего хмеля и такой хмель для пива непригоден. Коричневый цвет служит признаком переспелости хмеля, а темно-красные или черноватые прожилки – признак плохого хранения;
- между чешуйками и листками должно быть много желтой пыльцы (зернышки лупулина), т.к. в этой пыльце и содержится, главным образом, действующие на пиво составные части хмеля;
- при растирании шишек в руке на ладони должна оставаться желто-зеленая смола, пахнущая остро и приятно;
- хмель не должен быть старше 1 года. Его возраст можно определить, если взять несколько шишек и потереть их в горсти. Из старых шишек лупулин легко высыпается. У свежих он держится между листками.

Лучшим считается хмель из Чувашии. Много хмеля выращивают в Белгородской области и других местах. После сбора, его сушат, прессуют. Хмель часто используют в гранулированном или порошкообразном виде. Такой хмель удобнее в применении, но значительно дороже.

## 2.7. Определение пивоваренной ценности хмеля

Горечь хмеля обусловлена хмелевыми смолами, которые во многом определяют его пивоваренную ценность.

Для расчета пивоваренной ценности свежего хмеля можно использовать формулу, учитывающую величину горечи  $\beta$  в 1 г хмеля:

$$\beta = \alpha + \beta/9, \quad (2.1.)$$

где  $\alpha$  - содержание горьких - кислот, %;  $\beta$  - содержание  $\beta$  - фракций, %.

Для оценки старого хмеля, у которого содержание твердых смол превышает 15 % можно применять следующую формулу (для расчета горечи 1 г хмеля):

$$\beta = \alpha (100 - 0,4 \text{ в}) / 100 - 2,2 \text{ в}, \quad (2.2.)$$

где  $\alpha$  - величина горечи 1 г хмеля по предыдущей формуле; в – содержание твердых смол, % от общего количества горьких веществ минус 15; 0,4 и 2,2 – коэффициенты.

Горечь  $\beta$  - фракции равна 1/3 горечи горьких  $\alpha$  - кислот. Тогда формула для расчета горечи 1 г хмеля имеет следующий вид:

$$\beta = \alpha + \beta/3 \quad (2.3.)$$

Количество эффективных горьких веществ хмеля (А) можно рассчитать по формуле:

$$A = MP + \delta, \quad (2.4)$$

где MP – содержание мягких смол в исходном образце, %;

$\delta$  - содержание  $\delta$ -смол в исходном образце, %.

Расчет количества  $\delta$ -смол можно провести по формуле:

$$X = (\log y - 0,65402) / 0,0534, \quad (2.5)$$

где X – содержание  $\delta$ -смол, % от общего количества смол;

y – содержание твердых смол, % от общего количества смол.

Расчет абсолютного количества  $\delta$ -смол можно осуществить по формуле:

$$a = X \text{ CP} / 100, \quad (2.6.)$$

где a – абсолютное количество  $\delta$ -смол, %;

X – содержание  $\delta$ -смол, % от общего количества смол;

CP – общее содержание смол в исходном образце, %.

Новейшим способом является оценка пивоваренной ценности хмеля по универсальной горечи. Она указывает, какое количество (в мг) горьких веществ перейдет в раствор из 1 г хмеля. Для этого сусло кипятят с измельченным хмелем в лабораторных условиях в фосфатном буферном растворе при pH 5,55 в течение 60

мин. Охлаждают до 20°C и фильтруют. Из фильтрата хлороформом экстрагируют горькие вещества и определяют их количество спектрофотометрически.

Универсальную горечь  $X$  (мг/г) рассчитывают по формуле:

$$X = E_{278} * 115/n, \quad (2.7)$$

где  $E_{278}$  – поглощение экстракта хлороформа при длине волны 278 нм;

$n$  - навеска образца, г.

## 2.8. Дрожжи.

В пивоварении используются только культурные пивные дрожжи, относящиеся к семейству *Saccharomycetaceae* и роду *Saccharomyces*. Различают дрожжи верхового брожения *Saccharomyces cerevisiae* Hansen и дрожжи низкого брожения *Saccharomyces uvarum* или *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen. В практике пивоварения распространено множество разнообразных видов и рас (штаммов) пивных дрожжей, которые возникли и возникают без активного вмешательства микробиологов – стихийно. «Закваска» передавалась и сохранялась от одного брожения к другому. При этом выживали наиболее жизнеспособные и ферментативно-активные расы, обеспечивающие хороший результат в условиях конкретного предприятия и на применяемом сырье.

Поэтому до недавнего времени названия видов пивных дрожжей соответствовало месту их использования (берлинские, пльзенские, баварские и т.д.). По классификации это чаще всего *S. carlsbergensis* разных рас.

В коллекциях чистых культур НИИ и лабораторий крупных предприятий имеются производственные расы дрожжей, систематизация которых затруднена, т.к. не обнаруживаются существенные различия между ними. Новой расе присваивается обычно индекс или порядковый номер и дается характеристика наиболее важных для производств отличительных признаков. Поэтому под разными названиями могут быть мутанты с одинаковыми свойствами, выделенные на разных заводах в разное время.

При жизнедеятельности в нормальных условиях в клетках дрожжей происходит от 500 до 1000 разнообразных биохимических реакций с участием ферментов. Свойства отдельных ферментов строго специфичны, т.к. каждый фермент

действует только в определенных условиях (температура, рН, содержание солей и т.п.). Нарушение этих условий приводит к различным, часто непредсказуемым, изменениям в ходе обмена веществ. Основными показателями являются скорость сбраживания сахаров и качество готового пива. Увеличение скорости сбраживания (только при условии получения пива высокого качества) – один из важнейших факторов, позволяющих при прочих разных условиях повысить эффективность производства без ввода в действие дополнительных мощностей.

Качество готового пива – это прежде всего способность дрожжей придавать пиву хороший вкус и аромат, а также стойкость его в хранении. Важную роль имеет и способность дрожжевых клеток к флокуляции (слипанию). Необходимо, чтобы к концу главного брожения низовые дрожжи самостоятельно оседали на дно резервуара достаточно плотным слоем.

Поскольку в настоящее время нет достаточно простых и точных методов определения всех химических соединений дрожжей, точно характеризующих их влияние на вкус и аромат пива, то общепринятой считается определение стойкости, пенообразующая способность, содержание спирта, сухих веществ и органолептическая оценка качества. Но и в этих условиях специалисты способны выделять семейства, виды и расы дрожжей, способные улучшать качество пива и ускорять процесс брожения.

Для полной характеристики производственных свойств дрожжей низового брожения следует оценивать следующие показатели:

- скорость размножения односуточной культуры клеток в жидком охмеленом сусле при 20°C (коэффициент размножения);
- размер взрослых клеток двухсуточной культуры, выросшей на жидком охмеленом солодовом сусле с содержанием сухих веществ 11 %;
- бродильную активность (скорость сбраживания), характеристику скорости переработки мальтозы (солодового сусле), отнесенной к единице биомассы или к числу дрожжевых клеток.
- способность к флокуляции при достижении концентрации сухих веществ в сусле в конце главного брожения порядка 4,5 – 4,3 %;

- способность к формированию требуемых вкусовых качеств и стойкости готового пива.

Пивные дрожжи способны выделять ферменты, разлагающие углеводы с образованием спирта.

Во влажном состоянии дрожжи содержат также сахара, белки, декстрины и другие примеси. Они имеют светло-коричневый цвет и мажущуюся сметанообразную консистенцию.

В зависимости от температуры брожения (12-14°C) или ниже 10°C, при которых проходило брожение сусла, различают верховые и низовые (осадочные) дрожжи.

Хорошие дрожжи должны иметь приятный, свежий запах, желтовато-белый цвет, густой и пузырчатой консистенции. Если из дрожжей начали выделяться газовые пузырьки – это служит признаком разложения и порчи дрожжей.

На 100 весовых частей сахара необходимо 10-12 частей свежих, густых или по весу 2-3 части сухих дрожжей. Количество вновь образовавшихся дрожжей также находится в определенном количественном отношении к образующемуся из сахара спирта. Каждые 100 л. спирта образуют 11кг сухих или 50-60кг водянистых дрожжей.

Дрожжи, отделяемые от пива, при долгом хранении подвергаются порче, поэтому их необходимо должным образом сохранять. При коротком времени хранения дрожжи можно разбавлять чистой холодной кипяченой водой. Меняя воду дрожжи можно сохранить в течение нескольких недель и даже месяцев.

Более продолжительное время дрожжи можно сохранить в высушенном или в замороженном виде. В таком виде дрожжи можно хранить больше года. Дрожжи можно смешать с отрубями и мукой и высушить. Дрожжи можно хранить на пакле, намочив ее в густой дрожжевой массе и высушив. В таком виде дрожжи высушивают и хранят несколько лет в сухом прохладном месте.

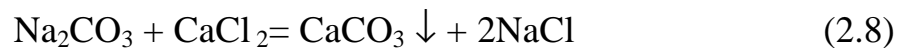
## 2.9. Вода.

Народная мудрость гласит: «качество пива зависит от воды, которой его разбавляют». И это действительно так: от качества воды, в конечном счете, зависит вкус пива. Поэтому качеству питьевой воды уделяется особое внимание.

Вода в пивоваренном производстве используется для мойки, замачивания и затирания зерна, приготовления сусла, для разведения дрожжей, мойки емкостей, инвентаря и посуды. Все процессы приготовления пива проходят в водной вытяжке, да и само пиво на 90% состоит из воды.

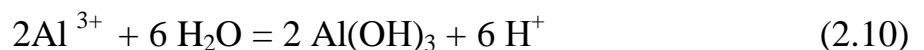
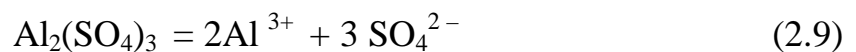
Используемую на технологические нужды воду фильтруют, обеззараживают и умягчают. Присутствие в ней карбонатов не должно превышать  $50 \text{ мг/м}^3$ , содержание гипса ( $\text{CaSO}_4$ )  $150 - 300 \text{ мг/м}^3$  и  $\text{NaCl}$  -  $75 - 100 \text{ мг/м}^3$ . Магниевых солей не должно быть более  $100 \text{ мг/м}^3$ , азотнокислых солей не более  $30 \text{ мг/м}^3$ .

Применяют разные способы снижения жесткости: кипячение, известкование, подкисление, обработка ионитами, электродиализ, обратный осмос и проч. Содержащийся в воде карбонат натрия осаждают хлоридом кальция по уравнению:



Соли магния удаляют известкованием, добавляя  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . При этом образуется малорастворимый  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , который выпадает в осадок.

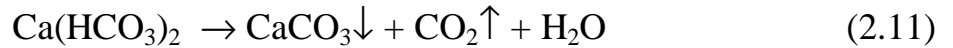
Широко применяется отстаивание в течение 6-12 часов неорганических и коагуляция органических веществ. Коагулянтами являются сульфаты: алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ , железа  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  или  $\text{FeSO}_4 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  в смеси с гашеной известью. Сульфат алюминия при растворении в воде гидролизуется.



Гидролиз алюминия малорастворим и представляет собой положительно заряженные частицы с большой активной поверхностью. Они адсорбируют частицы примесей с положительным зарядом и вместе осаждаются. При этом образуются также крупные агрегаты частиц, которые при осаждении чисто механически захватывают другие взвешенные частички, тем самым, осветляя воду. Образовавшиеся ионы водорода реагируют с ионами гидрокарбоната, образуя диоксид углерода и воду. Появляющаяся при гидролизе серная кислота разлагает бикарбонаты в сульфит, воду и диоксид углерода. Таким образом, часть временной жесткости ( $0,7 - 1,0 \text{ мг-экв/дм}^3$ ) переходит в постоянную жесткость. Оптимальным условием является рН 7,5-7,8, расход сульфата алюминия 20-200 г/т воды. При использовании сульфита железа осветление ускоряется (рН 8,2-8,5). Доза коагулянта

от 50 до 180 г/т воды. Коагулянт вносят в виде 5%-ного раствора и после перемешивания выдерживают 6-8 часов в отстойниках.

Временная (карбонатная, устранимая) жесткость обусловлена присутствием растворимых в воде гидрокарбонатов  $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2]$ , которые при кипячении переходят в нерастворимые в воде карбонаты и диоксида углерода:



Карбонаты выпадают в осадок, диоксид углерода улетучивается и вода умягчается. Соли временной жесткости осаждают без нагревания гидроксидом кальция из свежегашеной извести. Образующийся гидрокарбонат магния – монокарбонат, легко растворим и только при взаимодействии с гидроксидом кальция образуется труднорастворимая соль  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Это требует двойной дозы извести. Применяют также известково-содовый, электродиализный и ионообменный способы умягчения воды.

Речная вода редко в наших местах пригодна для пивоварения. Она часто загрязнена промышленными и сельскохозяйственными стоками, мутью. Для приготовления пива следует тщательно выбирать источник, из которого планируют брать воду.

### 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА.

Производство солода на отечественных солодовенных и пивоваренных заводах осуществляется отдельным ведением замачивания, ращения и сушки и статическим методом. Последний, более прогрессивный способ, предусматривает совмещение процессов замачивания, проращивания ячменя или ращения и сушки солода (или всех процессов приготовления солода) в одном агрегате вместимостью до 300 т ячменя (обычно 40 - 100т.).

Раздельное ведение солодоращения можно представить в виде блок-схемы (рис. 3.1).

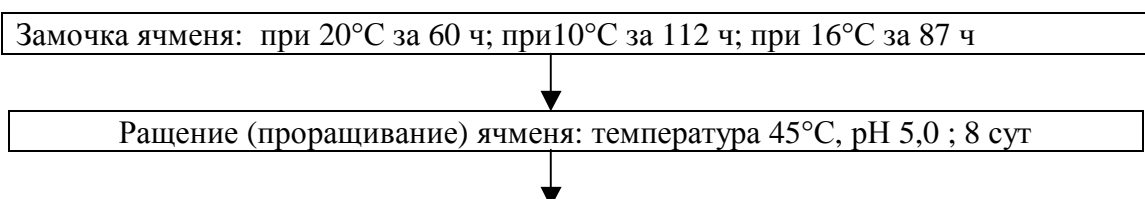






Рис. 3.1. Технологические процессы изготовления солода

### 3.1 Замачивание зерна отдельным способом.

Эта операция служит для очистки зерна от грязи, пыли, отделения от легких, глухих, негодных для соложения зерен. Кроме того, при замачивании зерно набухает, их оболочки выщелачиваются вещества, способные придать солоду, а, следовательно, и пиву неприятный вкус.

При замачивании зерно следует насыпать понемногу, при постоянном размешивании. Через 3-4 часа всплывшие на поверхность легкие зерна и сорные травы снимают решетом. После этого часть воды сливают, оставляя ее на уровне 5-10см. Через некоторое время на поверхность воды всплывут еще некоторые зерна и мусор. Их также следует удалить. Остаться должны только вполне здоровые, зрелые зерна, способные прорасти.

Проникающая в зерна вода выщелачивает из них растворимые вещества, в том числе в шелухе, от чего она при длительной выдержке окрашивается в коричневый цвет и может даже приобретать неприятный запах. Такую воду нужно слить и заменить свежей. Воду следует сливать в теплое время года через каждые 1-2 часов, в холодное – через 24 часа. Последняя вода должна удаляться, когда зерна уже хорошо размякли, а стекающая вода должна быть чистой и прозрачной.

Меняя воду, следует иметь в виду, что слишком частая смена невыгодна, т.к. наряду с вредными веществами из зерна будут извлекаться и полезные – сахар, камедь, муцин, растворимые белки и др.

Продолжительность замачивания должна быть такой, чтобы зерна полностью разбухли, что достигается за 2-5 суток. Здесь следует руководствоваться таким правилом: тонкокожий ячмень замачивается быстрее толстокожего и полнозернистого. Свежесобранный с поля ячмень замачивается быстрее долго хранившегося.

На скорость замачивания влияет и качество воды. Мягкая вода быстрее проникает в зерна. При соложении зерна вредна как перемочка, так и недомочка. Первая вредна потому, что может прекратиться растительный процесс, а недомочка замедляет и даже вовсе останавливает растительную силу, шелуха не размокает, не растрескивается и росток не может пробиться наружу. Считается, во всяком случае, что вреднее для зерна перемочка, чем недомочка. В недомоченном зерне зародыш, не имея достаточной силы, чтобы разорвать покров, замирает. Перемочка же совершенно уничтожает растительную силу зерна.

Характерными признаками для остановки замачивания зерна являются следующие:

- шелуха легко отделяется от мякоти;
- когда зерно сгибают между ногтями, оно при изгибе не ломается;
- на том конце зерна, к которому близко прилегает росток, кожица надтреснула;
- когда раздавленным зерном можно провести черту, подобную меловой.

Практикой установлено, что не следует смешивать ячмень, выращенный в разных местах, а тем более не замачивать вместе лежалое зерно с свежим. Иначе солод будет неравномерным, что отразится на качестве пива. С достаточно намочшего ячменя спускают воду, наливают свежую, спускают и эту, а затем после стекания зерно помещают на растительный ток.

### 3.2. Образование и активация ферментов

Во время проращивания у зерна в том месте, где оно было прикреплено к колосу, появляется зародышевый корешок (глазок). Он проникает через плодую, семенную оболочку и цветочные пленки наружу. Разрывая зародышевый ко-

решок появляется несколько новых корневых, которые покрываются капиллярными волосками.

Одновременно с корешком начинает развиваться и зародышевый стебелек, прорывающий плодую и семенную оболочки и, удлиняясь, проникает между семенной оболочкой и цветочными пленками. Зародыш должен развиваться только до определенной длины, не достигая вершины зерна.

Питание зародыша зерна обеспечивается потреблением имеющихся в зерне сахаров, аминокислот, минеральных и ростовых веществ, которыми окружен зародыш. При замачивании они растворяются в воде и в виде раствора доступны для усвоения их зародышем. Дальнейшее питание зародыша и зародышевого корешка происходит веществами, образующимися при действии гидролитических ферментов.

Наличие в зерне свободной влаги и доступ воздуха обеспечивают набухание крахмала, белков, пектиновых и других веществ. В таком виде эти вещества подвергаются действию ферментов, растворяются. Эндосперм размягчается, в результате зерно становится гибким и легко растирается между пальцами. Одновременно с этим уменьшается плотность зерна, и оно становится легче воды. Ростки зародыша к концу солодоращения достигают 1,5-2 кратного размера длины зерна. В сухом спелом зерне малая часть ферментов находится в активном состоянии, а основная, связанная с белками, не активна.

Во время прорастания зерна в первую очередь растворяется белковое окружение крахмальных зерен. Это открывает доступ гемицеллюлозным стенкам, которые под действием фермента гемицеллюлазы разрыхляются и открывают доступ ферменту  $\alpha$ -амилазе к крахмалу. Белки под действием протеолитических ферментов расщепляются и освобождают связанные с ними ферменты, которые переходят в активное состояние. Существенное значение имеет интенсивность аэрации зерен. При недостаточной аэрации рост корешков замедляется и растворение эндосперма ускоряется. Интенсивная аэрация ускоряет рост корешков и зародыша. На это расходуется больше питательных веществ зерна. Существенную роль в накоплении и активизации ферментов играет гибберелловая кислота, обра-

зующаяся в прорастающем зерне. Она является движущим началом образования ферментных систем.

При солодоращении активность амилолитических ферментов возрастает в 2,5 раза, фосфатаз в 5-7 раз,  $\alpha$ -глюкозидаз – в 2 раза.

Наряду с солодом хмель и его концентраты являются основным и ничем незаменимым сырьем для пивоварения.

### 3.3. Производство солода статическим способом

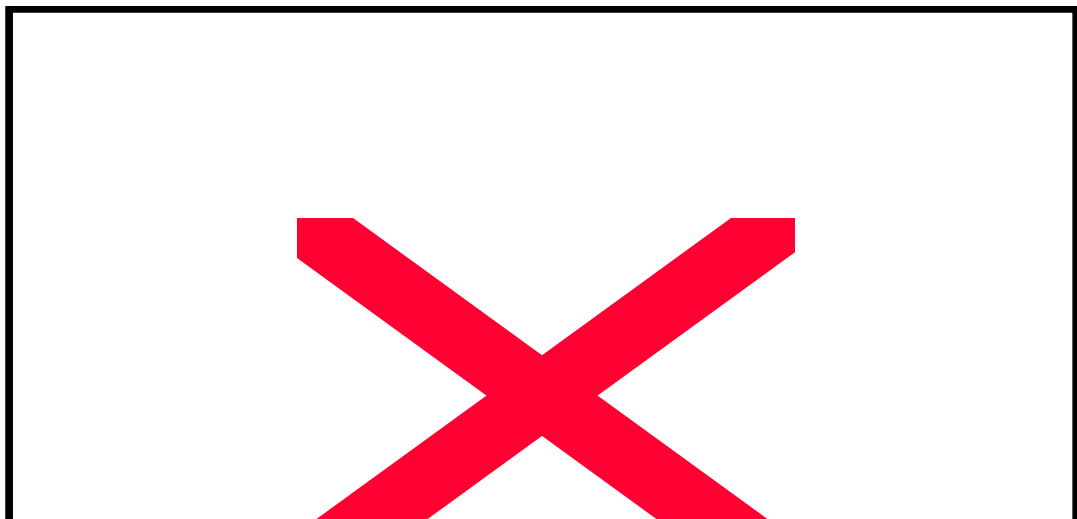
Проращивание зерна статическим способом. Для нормального проращивания и протекания биохимических процессов особо важное значение имеет продувка зерна сжатым воздухом. При влажности воздуха 96-99 % максимальный расход воздуха составляет при этом способе 900 м<sup>3</sup>/ч на 1 т проращиваемого ячменя. Давление воздуха в подситовом пространстве 392-784 Па (40-80 мм. вод. ст.). Температуру в слое зерна поддерживают изменением температуры и объема подаваемого воздуха.

Режимы проращивания ячменя приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Режимы проращивания ячменя

Сутки рращения	Число ворошений в сутки	Температура в слое зерна, °С	Температура продуваемого кондиционированного воздуха, °С
1	2	15-16	12-14
2	3	16-17	12-14
3	3	17-18	13-15
4	2	17-18	13-15
5	2	17-16	12-14

Технологическая схема изготовления солода при совмещении основных



процессов и операции в одном аппарате показана на рис. 3.2.

Рис. 3.2. Технологическая схема производства солода статическим способом:

1- бункер; 2- чан для мойки и дезинфекции ячменя; 3- гидротранспортер; 4- клапан проходной для наружного воздуха; 5- клапан проходной для рециркуляционного воздуха; 6- ворошитель; 7- желоб для воды; 8- система орошения солода; 9, 10- транспортеры; 11- ящик; 12- сито; 13- стенка разгрузочная; 14- камера смешения; 15- охладитель воздуха; 16- осевой вентилятор воздуха; 17- вентилятор агента сушки; 18- нагреватель воздуха; 19- шахта воздухоборная.

Обычно используется 2 схемы:

- совмещение в 1 аппарате процессов замачивания и проращивания зерна;
- совмещение всех процессов изготовления солода (замачивания, ращения и сушки).

Очищенный и рассортированный ячмень после взвешивания на автоматических весах попадает на мойку и дезинфекцию в моечный резервуар (чан). Моют зерно в соответствии с принятыми режимами, после чего дезинфицируют известковым молоком или раствором марганцовокислого калия ( $\text{KMnO}_4$ ). Дезинфекционные растворы готовят в отдельном резервуаре. Продезинфицированное зерно промывают чистой, свежей водой с температурой 12-14°C, в которой зерно выдерживают 6-8 ч при интенсивном продувании через него сжатого воздуха. За это время влажность ячменя дополнительно повышается на 20-25%.

Промытое зерно располагают на ситах аппарата для ращения, где его замачивают, проращивают и сушат.

Выгруженный на сита ячмень распределяют равномерным слоем из расчета 450 кг на 1 м<sup>2</sup> поверхности сит. Здесь его оставляют в покое на 4-6 часов.

Зерна периодически орошают водой с температурой 14-16°C при помощи форсунок или других оросительных устройств. Замачивают до содержания влаги в зерне 44-45%. График орошения зерна разрабатывают в зависимости от качества зерна, вида, места проращивания, свежести и др. показателей. При этом стремятся возможно сильнее напитать зерно водой в первые 8 часов, а не в конце замачивания. Если содержание белка в зерне более 12%, замачивание зерна осуществляют до более высокой степени, а ращение проводят при более высокой температуре.

Такой ячмень плохо набирает влагу, что затрудняет доступ к крахмалу протеолитических и амилолитических ферментов.

Первое орошение и ворошение зерна проводят через 4-6 часов после выгрузки ячменя на сита аппарата. Последующие – через 6-8 часов в течение всего времени замачивания. В зависимости от состава и качества ячменя воздушные паузы могут быть увеличены.

Расход воды на замачивание ячменя статическим способом составляет  $1,5\text{ м}^3$  на 1т ячменя. Объем подаваемого с воздухом кислорода должен превышать объем выделившегося углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в 3 раза. Для этого массу зерна интенсивно продувают влажным (96-99%) воздухом с температурой 14-16°C. Первый раз воздух продувают через 2 часа по 15 минут после замачивания, последующие продувают через каждые 2 часа по 15 минут, в течение всего времени замачивания. При этом температуру в слое поддерживают в пределах 16-18°C.

В зависимости от качества ячменя и скорости его замачивания, период продувки воздухом, орошения водой и ворошения можно изменять, стремясь сократить, без ущерба для качества, эту стадию.

Воздушно – оросительный способ замачивания в относительно невысоком слое позволяет хорошо аэрировать зерно, быстро и полно отводить углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ). Это ускоряет физиологические и биохимические процессы. Через 26-30 часов наблюдается интенсивное «проклевывание» зерна и повышение его влажности. Зерно начинает прорасти при влажности 35-38 %. До требуемой 44-45% влажности продолжительность замачивания составляет 32-34 ч.

Эффективность такого способа замачивания выражается в ускоренном накоплении в зерне влаги (43,5% за 35 ч), в сравнении с отдельным способом замачивания до 42,4% - за 56 часов.

По достижению зародышем (за 32-35 часа) начала физиологического роста замачивание переходит в стадию ращения. Начинается биохимическое растворение эндосперма зерна и накопление гидролитических, амилолитических, протеолитических, цитологических и многих других ферментов ( $\alpha$ - и  $\beta$  - амилазы, декстриназы,  $\beta$  - глюконазы, пентозаназы, эндо и экзопептидазы, аминоксидлазы).

Момент окончания проращивания зерна определяют принятыми в лаборатории методами.

Таким образом, совмещение единых с физиологической точки зрения операций замачивания и ращения ячменя в одном аппарате значительно (на 1,5-2 суток) ускоряет технологический процесс получения сырого солода.

#### 3.4. Проращивание зерна отдельным способом

Целью ращения зерна является образование в зерне возможно большего количества фермента, способного разлагать крахмал до простых (моно) сахаров.

Здесь успех зависит от опытности мастера и удобного растильного помещения, называемого солодовней. В солодовне поддерживают высокую влажность и хорошую вентиляцию. Температура поддерживается до +15°C. При отсутствии условий, обеспечивающих такой режим, допускается максимальная температура ращения 20°C. Окна должны быть со ставнями, чтобы свет не слишком сильно действовал на зерновые пучки. Пол в солодовне должен быть на сухом грунте, ровным, без щелей. Он может быть из кирпича, дощатым или бетонным.

Зерна на полу следует рассыпать плотным слоем одинаковой высоты (толщина слоя должна быть не более 10-15 см), а не ссыпать в кучки (как это делают некоторые мастера). Для проращивания нужен воздух, а в кучках его недостаточно, что приводит к неравномерности проращивания зерен.

Во время проращивания зерна нужно время от времени ворошить через 5-8 часов. После 3-4 таких переворачиваний некоторые зерна должны дать ростки. Зерна проращивают до тех пор, пока развитие корешков во всем слое не делается равномерным и в большей части зерен можно будет различить 3 корневых отпрыска. До этого момента не следует допускать в слое большого повышения температуры. После появления корневых ростков ращение должно идти быстрее и поэтому повышение температуры между зернами необходимо. Толщину слоя зерен увеличивают до 25-30 см, температура внутри слоя достигает 18- 20°C. Такое повышение температуры отразится на самих зернах: вследствие испарения влаги из нижних зерен и задержания ее верхними. Последние становятся совершенно мокрыми. Это явление называется потением зерна и чем обильнее выступает пот, тем

лучше выходит солод, т.к. зерна во время испарения много теряют сырого и травянистого вкуса. Когда на зернах появится пот, необходимо наблюдать, чтобы температура в слое не повышалась выше 20°C, что достигается равномерным ворошением зерна в грядках.

### 3.5. Продолжительность проращивания

Из практики отечественного пивоварения выведены следующие правила. Из более проросшего ячменя получается более светлое пиво. И наоборот – из мало проросшего ячменя пиво будет крепкое и прочное. У светлого солода от долгого ращения большая часть сахаров израсходована ростком, а у менее проросшего эта потеря менее значительна. При затирании последнего оставшийся в нем крахмал превращается в сахар, отчего пиво будет менее светло, но зато крепко, хлебно и душисто.

Конец проращивания солода определяют следующими показателями:

- когда корневые ростки достигли  $1; 1/3 - 1; 1/2$  длины зерен;
- когда перышко под кожицей достигло одной второй – одной трети зерна;
- когда корешки настолько сцепились между собой, что, взяв одно зерно в пальцы, вместе с ним будут сплетены 4-8 других зерен;
- когда зерна посолодели и совершенно утратили мучной вкус.

О хорошем проращивании зерна можно судить по следующим признакам:

1. Цвет зерна не изменился;
2. Зерна проросли равномерно;
3. Из солодовой кучи исходит приятный (огуречный) запах;
4. Ростки свежие, имеют завитки и сцепляются друг с другом.

К концу солодоращения необходимо подсушить зерна и уже их нельзя опрыскивать водой. Соложение светлого солода заканчивают примерно на седьмые-восьмые сутки. К этому времени длина корешков должна быть примерно в 1,5-2 раза больше длины зерен, а зародышевый листок должен находиться около верхнего конца зерна. Не допускается появления листочков («гусариков»).

В этот момент зерна легко растираются между большим и указательным пальцами, а на пальцах остается полусухой крахмал бархатистого оттенка.



Темный солод проращивают 9 суток, и длина корешков достигает 2-2,5 длины зерна, а зародышевый листок равен длине зерна.

При изготовлении темного солода стараются создавать условия для большего, чем в белом солоде, накопления растворимых сахаров и аминокислот и хорошего растворения эндосперма. Присушке такого солода получится больше ароматических и красящих веществ, переходящих затем в пиво.

При изготовлении темного солода обычно не препятствуют схватыванию зерен своими корешками.

В разных деревнях России, даже в соседних, расположенных в 10-15 км одна от другой, технология соложения существенно отличается. Технология солодоращения в Чехии, Германии, Великобритании и других странах также различается. Причина – использование разных сортов ячменя.

Кроме белого и черного солода иногда готовят красный солод, солод диафарин и прочие, применяемые в производстве специальных видов пива.

Пророщенные влажные зерна обычно называют зеленым солодом (сырым солодом) и в таком виде для приготовления пивного сусла он абсолютно непригоден. К тому же он крайне нестоек в хранении. Зеленый солод необходимо высушить, освободить от ростков, дать ему выдержку для более полного ферментирования составных частей зерен. Это очень важные технологические операции для получения качественного пива.

### 3.6. Сушка солода отдельным способом.

Когда ростки достигли требуемого размера, дальнейший их рост следует остановить. Зерна охлаждают сквозняком свежего воздуха или высушивают. Для этого проросшие зерна рассыпают под навесом или на чердаке, где осуществляется их сушка свободным потоком воздуха. Воздух уносит влагу, необходимую для развития ростков и их рост прекращается.

Сушку солода окончательно проводят в сушилке горячим способом.

В зависимости от принятого способа сушки различают: зеленый, белый или воздушный.

Для некоторых видов белого пива используют солод, высушенный только на воздухе. Такое пиво нельзя долго хранить.

Летнее и зимнее пиво (баварское) варят из солода, высушенного в горячей сушилке при довольно высокой температуре. Наряду с этим, просушивание и проветривание целесообразно и для солода, предназначенного для последующей горячей сушки. При этом экономится значительное количество тепла и весьма полезно для равномерного отвердевания крахмала. Если крахмал излишне затвердеет, то он станет непроницаем для воды, а, следовательно, будет превращен в сахар. Если влага выделяется из зерна постепенно и равномерно, то температуру сушки можно повысить до 70-80°C без повреждения солода. Фермент диастаза инактивируется при высокой температуре только в присутствии воды. Продолжительность сушки солода зависит от вида пива, для которого он предназначен.

Прекращают сушку и убирают солод из сушилки, когда он приобретает особый, характерный для солода запах и при трении зерен в ладонях ростки будут легко отделяться от зерен.

Признаки хорошего солода следующие:

1. Солод должен быть полон и так легок, что погруженный в воду, он не опускается на дно;
5. При раскусывании он должен хрустеть, быть сладковатого вкуса и внутри белым;
6. Легко отделяться от ростков;
7. Должен иметь приятный запах.

Ростки солода следует отбить от зерен и отделить, поскольку они создают в пиве муть, само пиво при хранении может быстро закиснуть. Ростки отделяют в сетчатом барабане, куда засыпают порции солода. При быстром вращении барабана ростки отделяются и просеиваются через сито.

В процессе соложения и сушки ячмень теряет около 20% своей массы, объем же его увеличивается на 6-8%. При долгом хранении на открытом воздухе солод отсыревает и портится. Поэтому хранить солод следует в сухом помещении.

### 3.7. Сушка солода статическим способом.

Сушку солода этим способом осуществляют в том же аппарате. Условно сушку можно подразделить на 2 этапа: обезвоживание и отсушку. На первой стадии при высокой влажности солода ферментативные процессы продолжаются, на второй – протекают химические, биохимические и физико-химические процессы между имеющимися и вновь образованными веществами солода. Конечную высшую температуру процесса сушки называют температурой отсушки.

Физиологическая фаза первого этапа длится 4-7 часов, проходит до достижения зерном температуры 45°C. Затем усиливается ферментативная фаза в интервале температур 45-70°C, продолжительность ее 18-20 часов.

Далее осуществляют фазу отсушки – подвяливание зерна, путем интенсивного продувания воздуха при температуре 45С, продолжительностью 3-4 часа. В этом интервале происходит ароматообразование солода.

Сушку солода проводят, постепенно повышая температуру с одновременным понижением его влажности до конечной (3,5%). Заканчивается сушка солода при 85С. Регулируют режим сушки изменением высоты слоя солода, изменением температуры и расхода продуваемого через слой горячего воздуха. Длительность сушки светлого солода этим способом 24-36 часов. Примерные режимы сушки солода приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Этапы сушки	Продолжительность этапа, ч	Время от начала сушки, ч	Интервалы температур воздуха, °С	Расход воздуха на 1т. готового солода м <sup>3</sup> /ч
1	6	0-6	40-55	2500
2	6	6-12	55-65	2500
3	6	12-18	65-78	2100
4	8	18-26	80-82	1350
5	4	26-30	85	1250

Давление воздуха в подситовом пространстве при высоте слоя солода в 1 м составляет 784-980 Па, а при высоте 1,5 м – 1176-1470 Па, расход воздуха 1200 до 2000 м<sup>3</sup>/час на 1т солода.

В процессе сушки часть ферментов под действием высоких (70-85°C) температур сушки инактивируется. Остаются активными только термостойкие ферменты. По окончании сушки солод охлаждают до 40-50°C, после чего перегружают в бункер, откуда подают на росткоотбивную установку. Отсев ростки очищенный солод взвешивают и перегружают в бункер.

После выгрузки солода все технологическое оборудование тщательно очищают, моют и дезинфицируют 2% раствором хлорной извести. Через 2 часа выдержки раствор смывают. Сравнительные данные качества солода, полученного разными способами, приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. – Сравнительные данные качества солода

Показатели	Образцы					
	I		II		III	
	Статическо-го способа	Раздельного способа	Статическо-го способа	Раздельного способа	Статическо-го способа	Раздельного способа
<i>Солод</i>						
Влажность, %	4,6	4,0	3,9	4,0	3,6	3,7
Экстрактивность, % на абсолютно сухое вещество						
Тонкий помол	79,2	77,9	79,0	77,9	79,3	78,8
Грубый помол	76,5	74,9	75,7	74,9	77,1	75,7
Степень растворения, %	2,7	3,0	3,3	3,0	2,2	3,1
Стекловидность, %	4	2	2	2	2	4
<i>Сусло, полученное в лабораторных условиях.</i>						
Продолжительность осахаривания, мин	25	30	20	30	25	27
Кислотность, мл. 1н. Раствора щелочи на 100 мл сусла	1,2	1,2	1,0	1,2	0,9	1,0
Аминовый азот, мг/100г.	229,5	223,0	238,0	223,0	241,9	192,7
Конечная степень сбраживания, %	85,8	84,0	85,5	84,0	80,1	77,9
Цветность, мл 0,1 н	0,20	0,16	0,18	0,16	0,28	0,26

раствора йода на 100мл воды						
--------------------------------	--	--	--	--	--	--

### 3.8. Получение солода других видов

Наряду со светлым солодом в пивоварении и квасном производстве используют карамельный, жженный и высокоферментированный солод диафарин.

Карамельный солод готовят по следующей технологической схеме: свежепросушеное ячменное зерно (светлый солод) многократным орошением водой доводят до 50-60 % влажности и помещают в обжарочный барабан на 2/3 его вместимости. При вращении его с частотой 30 мин<sup>-1</sup> солод нагревают до 70°C и выдерживают 40-50 мин, затем прогревают до 120-170°C. В это время солод высыхает и обжаривается до нужного цвета в течение 2,5-4 ч. Для светлого карамельного солода его обжаривают при 110-120°C, для средней цветности 130-150°C, для темного 150-170°C. Обжаренный солод выгружают из барабана на металлические сита, быстро охлаждают и складывают.

Карамельный солод должен иметь ярко выраженный, приятный солодовый запах, сладковатый, но не горький, вкус, цвет от светло-желтого до буроватого с глянцевым отливом. Физико-химические показатели приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4. – Физико-химические показатели специальных видов солода

Наименование показателя	Показатели для солода		
	Карамельного		Жженого
	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 – Ln), не менее	20	20	100

Жженный солод готовят из сушеного солода или ячменя. Зерно увлажняют, опрыскивая водой или замачивая при 70°C, складывают в кучу и выдерживают 11-12 ч. Обжарочный барабан загружают на 2/3 вместимости и за 0,5 ч нагревают до 150-160°C. Затем медленно, за 1,5 ч, нагревают до 220°C и опрыскивают водой из расчета 1,5 % воды к массе солода. Обжаривают солод до темно-коричневого

цвета эндосперма зерна. Затем выгружают из барабана, охлаждают и складывают. Перед употреблением солод должен быть выдержан (отлежаться) не менее 14 сут. Нормального качества жженый солод (табл. 3.4.) не должен иметь обуглившихся зерен, а при раздавливании должен рассыпаться; запах приятный, напоминающий поджаренный кофе, но не пригорелый.

Солод диафарин готовят из ячменя, имеющего высокую (не менее 97 %) способность к прорастанию. Зерно замачивают, усиленно аэрируя, при 10-12°C в течение 3-х суток до влажности 43,5-47,0 %. Проращивают солод при 15-16°C и интенсивной аэрации в течение 5 суток, а затем продолжают до 8-9 суток.

Зародышевый листок должен быть 4/5 длины зерна. Сушат солод при сильной тяге и температуре не выше 50°C до влажности 4-6 % (свежевысушенного).

#### 4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУСЛА.

Приготовление сусла складывается из операций:

- взвешивание и дробление солода;
- затирание дробины и несоложенных материалов с водой;
- осахаривание затора;
- фильтрование сусла и выщелачивание затора (отделение от дробины);
- промывка дробины водой для выщелачивания оставшегося экстракта солода;
- кипячение и охмеление сусла;
- отделение хмеля от сусла и перекачка охмеленного сусла на охлаждение.

##### 4.1. Дробление солода

Для возможно более полного и быстрого извлечения из солода полезных веществ необходимо, прежде всего, разрушить оболочку зерен, которая препятствует доступу воды и выщелачиванию растворимых веществ. Образующаяся из оболочек шелуха ухудшает вкус пива.

Дробление солода осуществляют между чугунными валками, один из которых может поджиматься к другому с помощью пружины или винтов. Можно использовать и другие дробилки для зерна. Однако лучшее дробление такое, когда зерна не перемолоты, а расплющены. Для облегчения дробления и чтобы дробину

не превратить в муку, зерна можно слегка увлажнить, сбрызнув водой. В зависимости от сухости солода воды следует взять 10-20% от массы зерна. При переработке солода высокого качества и фильтровании затора в фильтрационном аппарате рекомендуется следующий состав солода, %: шелуха 15-18, крупной крупки 18-22, мелкой крупки 30-35, муки 25-35.

#### 4.2. Затирание солода или приготовление затора.

Целью затирания солода является обильное смачивание дробины водой, растворение находящихся в солоде углеводов, растворимых белков, камеди и ферментативный гидролиз крахмала с образованием растворимых сахаров и декстрина (осахаривание).

Затор (смесь солодовой массы и воды) должен быть доведен до такой температуры, при которой наиболее быстро и полно проходит это преобразование. Для полноты извлечения растворимых веществ и гидролиза крахмала процесс необходимо проводить по определенным режимам, которые установлены для каждого вида пива. Эти режимы не следует нарушать, но подходить к этому следует творчески, сообразно со своим опытом и знаниями,

Затирание является операцией обработки солодовой дробины водой при температуре, обеспечивающей возможно полное растворение и выщелачивание веществ и превращение крахмала под действием фермента диастазы в камедь (декстрин) и простые сахара. Затирание дробины – одна из важнейших операций, от которой в дальнейшем зависит выход и качество пива, его прочность.

Основным способом является затирание солода с добавлением повышенных количеств несоложенного сырья (свыше 15%). В этом случае используют различные ферментные препараты микробного происхождения, табл. 4.1. Наиболее распространены Амилоризин Пх, Цитороземин Пх, Амилосубтилин Г10х и др.

Таблица 4.1. – Активность микробных ферментных препаратов.

Ферментный препарат	$\alpha$ -Амилазная	Глюкоамилазная	Эндопептидазная	Пептидазная	Гемиллюлазная	$\beta$ -глюкозная		Целлобиогидролазная	$\beta$ -глюкозидазная	Общая пектолитическая
						эндо	экзо			
Амилоризин Пх	200	10	1	2	70	170	28	0	4	1
Амилоризин П10х	2000	80	7	13	500	1000	180	0	30	7
Амилосубтилин Г10х	3000	0	50	0	150	2000	0	0	2	0
Протосубтилин ПОх	800	0	100	7	300	800	0	0	1	0
Цитороземин Пх	3	0	0,3	0,1	110	120	80	0	27	0,2
Целлоконингин Пу	0	30	17	30	900	1800	800	800	8	4
Целловиридин Г10х	10	6	5	2	200	60	40	120	10	0

Оптимальными температурами для разложения крахмала являются, °С: Амилоризин Пх – 65; солод – 70 при рН 6. Для осахаривания крахмала:  $\alpha$ -амилаза Амилоризина Пх и  $\beta$ -амилаза солода – 50 при рН 4,4-5,6;  $\alpha$ -амилаза солода 60-65; Амилосубтилина ПОх 70-75 при рН 5,6-6,2.

Затирание производят в специальных заторных чанах или емкости из нержавеющей стали. Приготовление затора, как мы уже отмечали, проводится по-разному, в зависимости от пива. Условно можно эту операцию представить в виде двух способов.

По первому способу на каждые 100 кг солода берут 800 л воды. Половину из этого количества воды используют холодной для смачивания дробины, другую нагревают до кипения. Затор предпочтительнее сделать вечером и дать ему постоять до утра. Утром в затор добавить кипяток так, чтобы температура его достигла 30°C. Во время добавления кипятка затор непрерывно и интенсивно перемешивают. Затем 1/3 часть заторной смеси перелить в котел и закипятить, после чего обратно перелить в общую массу, хорошо вымешав. Температура общей массы должна достигнуть 38-40°C. Отобрать 1/3 часть или половину густой массы в котел, довести до кипения и вернуть в общую массу. Температура в ней должна дос-



тигнуть 50°C. Затем в третий раз отобрать жидкую часть затора и кипятить 0,5 часа. Снова вернуть в общую массу затора. Температура его должна достигнуть 58-60°C. Массу перемешать и оставить в покое на 1 час.

После этого сусло отфильтровывают от затора (распаренной дробины), затем спускают в котел для варки с хмелем. Это одна из сложных операций.

#### 4.3. Фильтрация затора.

Фильтрация затора (отделение сусла от дробины) в промышленности проводится в фильтрационных аппаратах или в фильтр-прессах. В фильтрационных аппаратах сусло фильтруют через 2 слоя (нижний состоит из грубых частиц, верхний – из мелких). Основанием для фильтрующего слоя дробины является сетчатое (ложное) дно, аппарат также имеет фильтрационную батарею, гидродъемник и другие устройства. Рабочий цикл фильтрации длится около 7 ч, поэтому фильтрационный аппарат способен совершать 3,5 оборота в сутки и часто является «узким» местом предприятия, т.к. остальные аппараты способны делать 5-6 оборотов в сутки. Вместо фильтрационного аппарата часто используют фильтр-пресс. Это сложный и трудоемкий в эксплуатации аппарат, но он может делать 5-7 оборотов в сутки. В домашних условиях фильтрация сусла от разваренной дробины осуществляют через слой соломы.

Когда основная часть сусла будет отделена от разваренной дробины, последнюю промывают кипятком и отфильтровывают еще некоторое количество сусла, но менее крепкого.

В зависимости от вида пива (летнее или зимнее), количество промывной воды бывает разным. При варке летнего пива (более крепкого) на 100 кг дробины берут 30 л кипятка, для зимнего – вдвое больше. Следует отметить, что это более трудоемкий способ варки пива, но в то же время самый надежный, обеспечивающий получение прочного пива. В промышленности используют утвержденные регламентом режимы затиарания солода.

По второму способу дробину заливают водой с температурой 40-50°C. Температура общей массы понижается до 30-40°C. Доливают крутым кипятком при интенсивном вымешивании, доведя температуру массы до 50°C. Вымешивают и оставляют в покое 1-1,5 часа, а затем спускают первое сусло. В оставшуюся массу

наливают новую порцию кипятка, интенсивно размешивают и оставляют на полчаса – час. Спускают второе сусло, а дробину в третий раз заливают кипятком. Сколько брать воды для каждой заливки, обычно решает сам мастер. Общие рекомендации таковы: воды для затирания солода берут в 4-6 раз больше (по массе), чем солода, но это зависит от вида пива.

Все полученные сусла варят вместе или третье сусло варят отдельно для изготовления более слабого пива.

#### 4.4. Варка сусла с хмелем (охмеление)

Целью этой операции является сгущение сусла и придание ему большей крепости, возможно более полное выделение азотистых соединений (коагуляция белков, которые вредят прочности пива). Одновременно с этим в самом пиве наблюдается изменение составных частей под действием высокой температуры, в присутствии органических кислот. Декстрины при этом превращаются в патоку, что заметно по потемнению пива и изменению вкуса.

Варка сусла заключается в следующем. После введения части сусла в сусловарочный котел, температуру поднимают до 70-75°C и вносят часть 1/4 общего количества хмеля. В этот период  $\alpha$ -амилаза осахаривает крахмал, перешедший в сусло в процессе выщелачивания дробины.

Половину общего количества хмеля вносят в начале кипячения сусла с хмелем и последнюю 1/4 хмеля вносят за 30 минут до окончания кипячения.

Общая продолжительность кипячения сусла с хмелем составляет 2 часа. При этом достигается полное использование ценных для пивоварения веществ хмеля при оптимальных соотношениях компонентов экстракта солода. Это обеспечивает повышение качества и вкуса пива.

Хмель может вводиться в виде экстракта, который вносят за 0,5 часа до окончания кипячения, вливая тонкой струйкой. Возможно использование дробленых шишек, гранулированного или брикетированного порошка хмеля. Это позволяет экономить до 15-20 % хмеля.

Нормы расхода хмеля определяются типом и сортом изготавливаемого пива, а также периодом его изготовления (лето, зима), содержанием в хмеле  $\alpha$ -кислоты.

На 1 дал готового пива расходуется хмеля (в г/дал): для Жигулевского 22; Рижского 30; Мартовского 22; Ленинградского 45; Московского 36; Портера 45; Бархатного 10.

В весенне-летний период расход хмеля увеличивают на 10%, а в зимний период на столько же сокращают. Показатели сусла приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Показатели охмеленного сусла

Продолжительность охлаждения охмеленного сусла, ч	Общее содержание горьких веществ	Потери, %	Изосоединения, мг/л	Потери, %
0	87,3	-	42,8	-
1	84,3	3,4	41,3	3,5
2	81,5	6,6	39,3	8,2
3	80,6	7,7	39,1	8,6
4	78,4	10,2	37,3	12,9
5	75,4	13,6	36,3	15,2
6	75,0	14,1	35,6	16,8
7	73,9	15,3	35,0	18,2
8	71,4	18,2	34,1	20,3
9	71,0	18,7	34,0	20,6

Таким образом, с повышением времени охлаждения охмеленного сусла, потери горьких веществ растут. Следовательно, продолжительность охлаждения охмеленного сусла следует снижать.

Велики потери (до 30%) горьких веществ при главном брожении, они удаляются с декой и вместе с дрожжами. При дображивании пива потери горьких веществ составляют 1-3% и зависят от температуры.

Во время варки прибавляют немного молочной кислоты и выносят хмель: хмель придает суслу аромат и особую приятную горечь, способствует осветлению пива. Дубильные вещества, экстрагируемые из хмеля, охлаждают белки, не подвергавшиеся гидролизу крахмал и декстрин. Хмель замедляет брожение сахаров в пиве своими смоляными веществами. Эти вещества частично соединяются с сахарами, находящимися в сусле. Соединение сахара со смолистыми веществами хмеля трудно поддается сбраживанию, чем регулируется скорость брожения. Без такого регулирования спиртовое брожение быстро превратилось бы в молочно- или уксуснокислое брожение. Хмель улучшает дрожжи, способствует их развитию (действует как биологически активное вещество).

Продолжительность варки сусла зависит от свойств и качества самого сусла и вида пива, для которого оно предназначено. В общем, сусло следует варить до тех пор, пока оно не сделается прозрачным (не осветлится) и плавающие на поверхности белковые вещества частично не опустятся на дно. Остальную часть свернувшегося белка следует собрать с поверхности тонкой сеткой.

Чем дольше варится пиво, тем оно становится темнее и прозрачнее. Поэтому пиво, предназначенное для длительного хранения, варят дольше, чем пиво для непосредственного потребления.

Количество хмеля, выносимого в сусло, зависит от вида пива, от привычки потребителей, от качества самого хмеля. Чем дольше предполагается выдержать пиво, тем больше нужно добавить к нему хмеля. В среднем на 100 кг солода идет 2 кг хмеля старого и в половину меньше – свежего.

Уваренное до надлежащей частоты сусло процеживают сквозь частую сетку для отделения от хмеля и других примесей. Это лучше сделать через верх сифоном или насосом. Осевший на дно осадок процедить через 2 слоя серпянки. Фильтрат из осадка не должен быть мутнее, чем основное сусло. Понятно, что фильтрующие материалы должны быть чистыми и продезинфицированными, например, предварительным промыванием кипятка.

#### 4.5. Охлаждение сусла.

Брожение пива должно происходить при низкой температуре. Это необходимо для того, чтобы в сусле не развивались кислотообразующие микроорганизмы, а только дрожжи, сбраживающие сахара до спирта.

Вот почему, прежде, чем будет внесена дрожжевая закваска, сусло следует охладить до 4-6°C. Охладить можно постепенно в сухом холодном помещении в сосуде для брожения с крышкой или любым проточным охладителем. При этом основное внимание следует уделять исключению возможности загрязнения сусла посторонней микрофлорой как из оборудования, инвентаря, так и из воздуха.

При охлаждении на воздухе сусло может потерять 0,7-0,8 % своего объема.

Температура, до которой должно быть охлаждено сусло, зависит от его вида пива, размера бродильной емкости, вида брожения (верховое или низовое) и некоторых других факторов.

Сусло охлаждают и осветляют в 2 стадии в 2-х отстойных аппаратах. Продолжительность первой стадии охлаждения сусла (до 60-70°C) составляет 1,5-1ч. Она осуществляется в отстойном аппарате. Вторую стадию (до 6-7°C) проводят быстро в пластинчатом теплообменнике. Осветляют сусло либо в отстойных аппаратах, либо на сепараторах-очистителях.

## 5. ПРОИЗВОДСТВО ПИВА

Технология производства пива приведена в виде блок-схемы на рис. 5.1.

\*\*\*\*\*рис. 1 с. 11 «Дипл. проект.....»

Продуктовые расчеты производства солода и пива приведены в приложениях 1 и 2, расчет тары и вспомогательных материалов при производстве солода и пива приведен в приложении 3.

### 5.1. Брожение сусла.

Брожение сусла и превращение его в пиво проходит под действием дрожжей. Сваренное и охлажденное до заданной температуры сусло является хорошей средой для размножения дрожжей. При брожении сахара разлагаются на спирты и диоксид углерода, а также другие вещества придающие свойственный ему вкус, аромат, пенистость, бархатистость.

Стадии развития дрожжей. Дрожжевые клетки размножаются почкованием, при этом материнская клетка образует почку – отросток, которая вырастает в дочернюю клетку. В среде с хорошими условиями питания, благоприятной реакцией среды быстро образуются новые клетки. При неблагоприятных условиях (нехватке питания, холод, высокая концентрация углеводов или кислот и т.п.) внутри клетки образуются перегородки и клетка расщепляется ими на отдельные споры.

Пищевое сырье, подготовленное для брожения, имеет хорошие условия для роста и размножения дрожжей. После введения в сусло закваски дрожжей наблюдается их быстрые количественные и качественные изменения. Количество их возрастает в несколько сотен и даже тысяч раз. Размножение дрожжей проходит в несколько стадий (фаз). На кривой роста (рис. 3.2.) можно выделить 4 фазы.

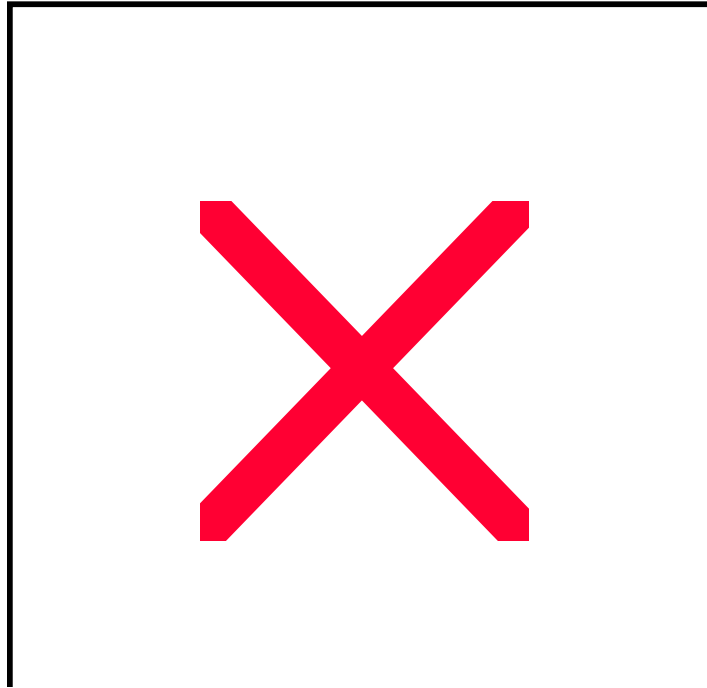


Рис.

В начальной (латентной) фазе, называемой лаг- фазой, наблюдается задержка роста. В этот период дрожжи адаптируются к среде обитания и подготавливаются к размножению. Обычно различают два периода. Период действительного покоя – адаптационный и период начала постепенного размножения. Продолжительность лаг-фазы спиртовых дрожжей составляет 1÷1,5 суток. В это время клетки увеличиваются в объеме, удлиняются, начинается рост дочерних клеток.

В наступающей следующей – логарифмической фазе скорость размножения дрожжей увеличивается в логарифмической прогрессии. Все клетки активно разлагают углеводы и находятся в сусле во взвешенном состоянии.

Затем наступает стационарная фаза, когда замедляется размножение дрожжей, причем скорость образования новых клеток равна скорости отмирания старых. В этой фазе общее количество дрожжевых клеток в сусле остается примерно постоянным.

И, наконец, в фазе затухания снижается общее количество клеток и их активность. Это обычно обусловлено либо уменьшением содержания в сусле углеводов, увеличением концентрации спирта либо изменением температуры, кислотности и другими причинами. Отмирающие клетки оседают на дно бродильной емкости, где образуют осадок. В этом осадке под действием собственных ферментов происходит автолиз, т.е. распад составных веществ клеток. При этом разлагаются высокомолекулярные вещества (жир, белки, углеводы и др.) с образованием низкомолекулярных продуктов распада, в том числе этилового спирта.

Сбраживание пивного сусла традиционными способами. В пивоварении наибольшее распространение получили два способа брожения: низовое при температуре 6-10°C и верховое при 14-25°C.

В отечественном пивоварении наиболее распространено низовое брожение. Традиционно брожение осуществляют в две стадии: главное брожение и дображивание. Во время главного брожения сахара солода превращаются в этиловый спирт и диоксид углерода. Это брожение протекает в открытых, либо в закрытых резервуарах или в железобетонных бассейнах при температуре 6-10°C, продолжительностью 2-10 суток. В результате получается молодое пиво, мутное, со своеобразным вкусом и ароматом.

Дображивание пива проводят в закрытых резервуарах, где медленно сбраживаются остатки сахаров, пиво созревает, осветляется и насыщается диоксидом углерода. Этот период длится 21-100 суток при температуре 1-2°C и давлении 0,14-0,15 МПа. В промышленности сбраживание пивного сусла осуществляют разными способами: периодическим, полунепрерывным, непрерывным, в одну фазу, в цилиндрико-конических резервуарах и др.

Образующийся в пиве спирт придает пиву легкие опьяняющие свойства, а растворенный в нем диоксид углерода сообщает ему освежающий вкус, пенность, способствует утолению жажды.

Неразложившиеся составные части пива (сахара, белки) делают пиво питательным продуктом. Аромат хмеля придает ему ароматную горечь, вызывающую аппетит.

Сахара сбраживаются постепенно и восполняют содержание диоксида углерода и спирта, улетучивающихся при брожении. Образующиеся из клеток дрожжей азотистые вещества предохраняют пиво от порчи.

Чем темнее сусло, тем быстрее проходит брожение, но при этом существует опасность превращения части спирта в уксусную кислоту. Кислота не только портит вкус пива, но воздействует на протеины и препятствует их осаждению. Если сусло охлаждено до достаточно низкой температуры, то брожение проходит медленно и равномерно, выделение азотистых веществ также медленное и правильное, а, следовательно, получаемое пиво при надлежащем хранении – стойкое. Дрожжи, употребляемые в качестве закваски, действуют на сусло по-разному. Дрожжи, образующиеся при быстром брожении, быстро возбуждают брожение и в свежем сусле и наоборот. Первые всплывают на поверхность сусла и поэтому называются верховыми, последние почти не достигают поверхности, а собираются на дне и называются осадочными, низовыми, либо поддонные.

В зависимости от вида употребляемых для брожения дрожжей и само брожение будет верховое или низовое. Низовое брожение проходит при возможно более низкой температуре и ему подвергнуты те сусла, где содержится меньше сахаров, но из которого желательнее получение прочного пива (например, Баварского). При этом и сам род дрожжей и низкие температуры брожения служат сдерживающими факторами для быстрого и полного разложения сахара в сусле.

Верховые дрожжи и верхнее брожение используется для получения пива непосредственного употребления, не предназначенного для длительного хранения, или в котором достаточно высоко содержание сахаров. Этот род брожения используется реже, чем низовое. Иногда бывает смешанное брожение.

В процессе брожения как верхнего, так и нижнего следует выделить 3 главных периода.

Первый период занимает время от заквашивания дрожжами до их интенсивного развития. В это время температура сусла значительно повышается.

Во втором периоде продолжается разложение сахаров, но дрожжи начинают концентрироваться внизу или вверху. Пиво заметно осветляется, приобретая свойственный ему вкус и аромат.



Третий период брожения характеризуется тем, что отделение дрожжей замедляется или практически прекращается, а разложение сахаров резко замедляется, но не прекращается. Стадии развития дрожжей при брожении приведены на *рис. 66 (см. выше)*.

Температура бродильного помещения не должна 14°C даже кратковременно. Воздух должен быть чистым и свежим.

Поскольку дрожжам для развития необходим воздух, то следует его накачивать в сусло. Для этого отбирают ведром часть сусла и вливают с некоторой высоты тонкой струйкой. Можно использовать воздушный аквариумный компрессор или любой другой, обеспечивающий подачу чистого воздуха.

Низовое брожение. Предназначенное для низового брожения сусло необходимо охладить до 4-8°C, в зависимости от вида пива (летнее или зимнее) и массы сусла. В большом объеме брожение начинается быстро и интенсивно развивается, т.к. температура повышается и держится длительное время. Поэтому не следует для брожения принимать большие объемы (более 3-5т) или, по крайней мере, сусло необходимо во время брожения охлаждать.

Закваска дрожжей подготавливается таким образом: дрожжи развести суслом и оставить на несколько часов или сутки для активизирования при 10-12°C (в холодильнике). Затем влить эту смесь дрожжей в общую емкость с суслом и тщательно перемешать. На 100 л сусла достаточно 1л дрожжей. Здесь существует простое правило: чем дольше должно храниться пиво, тем меньше нужно взять закваски дрожжей. Избытка дрожжей всегда стоит избегать, чтобы пиво не приобрело неприятный привкус.

Правильность прохождения брожения определить просто. Через 8-12 ч после заквашивания вследствие выделения диоксида углерода на поверхности сусла должна образоваться легкая белая пена, объем которой в дальнейшем увеличивается и в виде завитков собирается в центре. Через 2-4 суток образуется густая пенная масса, которая затем, в связи с ослаблением брожения, понемногу исчезает и на поверхности жидкости остается только тонкая желтоватая пленка едко-горького вкуса. Это поднялась хмелевая смола. В этой пленке дрожжей мало, т.к. основная их масса опускается на дно. Период сильного брожения длится 6-10 суток.

Пиво сливают так: сначала обязательно снимают образовавшуюся пленку, а затем медленно сливают жидкость с помощью сифона для дображивания в резервуар или в бочки. Разлитое по бочкам пиво помещают в подвал. В это время шпунты бочки не затыкают, а оставляют открытыми для выхода пены и газа. Когда пиво перестает бродить, бочки закупоривают, а выделяющийся диоксид углерода под давлением растворяется в пиве, насыщая его. С понижением температуры пива растворимость в нем диоксида углерода увеличивается, поэтому бочки с пивом хранят в холодном помещении.

Верховое брожение. При использовании верховых дрожжей следует различать род пива: назначенного для хранения впрок или для непосредственного употребления уже через несколько дней после варки.

Для пива предназначенного впрок, сусло охлаждают (в зависимости от крепости пива) и температуры бродильного помещения до 10-12°C. Первый период брожения проводят в резервуаре, как и при низовом брожении. Процесс брожения совершается также как при низовом брожении, но значительно быстрее и заканчивается за 3-4 суток. Такое пиво, если его хорошо отделить от дрожжей, также может долго сохраняться. Для пива, которое через несколько суток должно быть готово к употреблению, сусло охлаждают до 14-20°C. Сусло после охлаждения заправляют дрожжами в количестве 1-2% от объема сусла. В бродильной емкости пиво оставляют до тех пор, пока не начнется интенсивное брожение, на что указывает пена появляющаяся на поверхности. Обычно через 2 суток его можно слить в бочки, которые сразу же следует закупорить.

Пиво, полученное верховым брожением, менее прочное, чем низовое пиво, вследствие высокой температуры брожения и недостаточно полного осаждения азотистых соединений.

Дрожжи для верхового брожения применяют верховые, собранные с пива предыдущей варки. Сусло же обычно приготавливают настойным способом. При этом условия для образования сахаров более благоприятные, вследствие чего сусло будет содержать больше сахаров, но меньше декстрина. В результате полученное пиво – более жидкое и отличается винным запахом. Возможно исключение: при производстве черного русского пива верховому брожению подвергают сусло,

приготовленное отварочным способом. При этом достигается большая густота, которая должна быть в черном пиве.

Дображивание пива. Молодое пиво обычно дображивают в отдельных резервуарах, бочках или бутылках при температуре 4-6°C. Чем ниже температура, тем медленнее будет идти дображивание, тем пиво будет добротнее и дольше сохраняться.

При переливе в бочки молодое пиво опять взбудораживается, перемешивается с остатками находящимися в нем дрожжей, насыщается воздухом и брожение возобновляется. Поэтому бочки слегка наклоняют в одну сторону для стока вытекающих дрожжей. Через шпунты вместе с пивом вытекает желтоватая пена. По мере ее вытекания бочки следует доливать пивом с целью возможно более полного удаления дрожжей. Через 2-3 суток ускоренное дображивание переходит в спокойное брожение. В это время бочки выравнивают шпунтами вверх, обтирают снаружи от загрязнений и закупоривают (не плотно) пробками. Через несколько суток бочки укупоривают герметично для накопления в пиве диоксида углерода, который создает пену и игру пиву. Чем более зрелое пиво, тем позже приступают к герметизации бочек. Иногда для придания пиву большей прочности и лучшего осветления, после дображивания пиво можно профильтровать, переливая из одних бочек в другие или расфасовать в бутылки.

## 5.2. Полунепрерывное и непрерывное брожение пива.

Полунепрерывное брожение пива заключается в том, что сусло сбраживают в закрытых вертикальных резервуарах, соединенных так, что образуются отдельные бродильные линии. В линии имеется один резервуар для предварительного сбраживания и пять бродильных резервуаров. Число линий соответствует максимальному числу варок пива в день. Главным является резервуар предварительного брожения, в котором дрожжи развиваются в логарифмической фазе роста, непрерывно во время одного бродильного цикла.

Продолжительность цикла составляет 6 недель, т.е. период между двумя внесениями технической культуры дрожжей. Концентрация дрожжей в завитках в процессе брожения должна быть постоянной, поэтому необходимо поддерживать

с одной стороны их регулярный отток, с другой регулярный долив резервуара свежим сушлом, при постоянной гомогенности среды. Целесообразно завитки снимать один раз в сутки. Температуру поддерживают такую, которая обеспечивает удвоение концентрации клеток дрожжей. Минимальная температура брожения для удвоения объема сухой биомассы должна быть 9,5°C. Средние результаты, полученные при разных температурах, приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. – Показатели роста биомассы пивных дрожжей

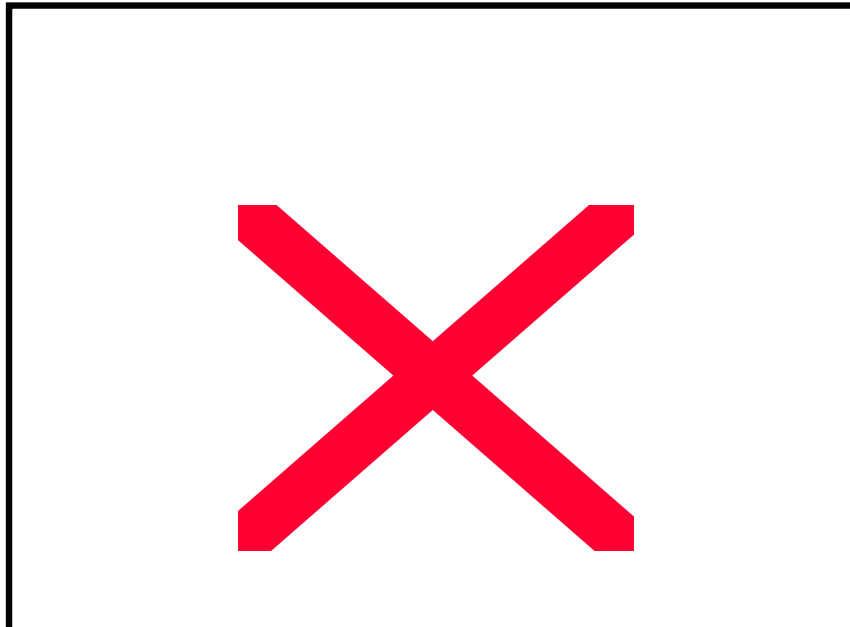
Температура при брожении, °С.	Удельная скорость роста, 1/ч
7,7	0,0196
8,8	0,0228
9,8	0,0280
11,8	0,0356
20,0	0,1080

На процесс брожения решающее влияние оказывает физиологическое состояние дрожжевых клеток. Поэтому на практике принято через определенное время выводить дрожжи из производства и заменять их свежими, из заквасочника. Такое полунепрерывное брожение обеспечивает хорошее физиологическое состояние культуры дрожжей достаточно долго. Использование этого способа уменьшает трудоемкость обслуживания бродильного отделения. Общая продолжительность брожения также сокращается в результате высокой активности дрожжей.

Непрерывное брожение пива. Полунепрерывные процессы являются промежуточной стадией между периодическими и непрерывными процессами. При непрерывном брожении рост дрожжевых клеток происходит в условиях постоянного состава субстрата. Поэтому, с точки зрения физиологии дрожжей, непрерывные процессы более эффективны (лучше используется продуктивная способность клеток, лучше условия для полной автоматизации управлением, сокращение сроков изготовления пива и др.). Основными препятствиями являются: различие в качестве конечного продукта, возможность инфицирования дрожжей, трудность поддержания постоянного состава среды и др.

Существует много разных систем непрерывного брожения пива, которые получили распространение в разных странах. В Новой Зеландии это система Котса, в Канаде – АБМ – система, в Германии – способ Био-Брю и др.

Схема линии для непрерывного брожения приведена на рис. 5.1.(13). ДТС с. 170



\*\*\*\*\*

Рис. 5.1.

### 5.3. Интенсификация производства пива.

В последние десятилетие в России получил развитие ускоренный способ производства пива в цилиндрико-конических резервуарах (ЦКР), установленных вне производственных помещений.

Коническое днище имеет угол  $60-70^\circ\text{C}$  и наружные пояса охлаждения. Вместимость ЦКР от 30 до  $1000\text{ м}^3$ , высота 8-20 м, охлаждение рассольное, имеется теплоизоляция.

Технология производства пива в ЦКР различна:

- брожение и созревание в одном резервуаре;
- брожение и созревание в разных резервуарах;
- проведение в ЦКР только главного брожения, а дображивание в разных.

Использованием ЦКР обеспечивается сокращение длительности процесса, упрощение технологии, легкость обслуживания, дезинфекции, снижение затрат и

улучшение условий труда. Переход на выработку пива в ЦКР значительно сокращает капитальные затраты и позволяет монтаж технологического оборудования вне производственных помещений, что приводит к более эффективному использованию полезной площади предприятий. Вместе с тем, резко повышается производительность труда, т.к. сокращается продолжительность брожения и дображивания пива.

Сокращение технологического цикла, проводимого в ЦКР, обусловлено следующими факторами. Конструкция ЦКР такова, что обеспечивает значительное самопроизвольное перемешивание сбраживаемого сусла в результате тепловой конвекции и более интенсивного подъема пузырьков диоксида углерода, чем в обычных условиях. Это способствует усилению брожения, т.к. дрожжи в ЦКР находятся во взвешенном состоянии до полного сбраживания сусла. По окончании сбраживания дрожжи оседают в нижнюю коническую часть резервуара, откуда легко могут быть выведены из зоны брожения.

Следующим, важным фактором ускорения технологического процесса изготовления пива является повышенная доза введения закваски (1л/гл), а также использование специальных, более активных рас и даже видов.

Использование ЦКР позволяет более полно использовать также несоложеное сырье (кукуруза, пшеница, рис) в виде муки или сечки (от 5 до 30-40 %). Это, в свою очередь, требует применения ферментных препаратов преимущественно Амилоризина Пх и П10х, Амилосубтилина ГЗх и Г10х, Цитороземина Пх и П10х или препарат Мультиэнзимная композиция (МЭК).

Брожение сусла в ЦКР проводится при температурах 12-12,5°C (24 часа), после чего резервуары охлаждают. Диацетильная пауза не применяется, т.к. достаточно высокая температура брожения обеспечивает нормальное образование диацетила и достаточный аромат пива.

Отечественная технология получения пива ЦКР заключается в следующем. Хорошо осветленное и охлажденное до 8-10°C сусло подается в ЦКР через нижний патрубок в коническую часть. Заполнение ЦКР проводится на 80-85 % его вместимости. Для этого достаточно 4 варок сусла, которое должно быть получено в течение одних суток.

Первую половину сусла насыщают воздухом так, чтобы содержание растворенного кислорода в сусле было не менее 4-6 мг/л. В это же время подается и закваска дрожжей или производственная закваска предварительно активизированных дрожжей. Норма введения в пересчете на прессованные дрожжи составляет 300 г на 1 гл сусла.

Брожение проводится при 12-12,5°C и продолжается до окончания редукции диацетила. Оптимальная температура брожения поддерживается охлаждением верхней части ЦКР для более активной конвекции сброживаемого сусла.

Момент окончания сброживания определяют по прекращению роста содержания сухих веществ в пиве в течении последних 24 часов. После этого включают охлаждение нижней части ЦКР для уплотнения осадка дрожжей. После охлаждения пива в конической части ЦКР до 0,5-1,5°C подачу хладагента в конус прекращают. В это время в цилиндрической части ЦКР температуру поддерживают 12-13°C до завершения редуцирования диацетила (6-7 суток). Затем включают охлаждение во всех рубашках цилиндрической части постепенно снижая температуру пива до 0,5-1,5°C, что достигается через 1-1,5 суток. Избыточное давление составляет 0,05-0,07 МПа. В таком состоянии пиво выдерживают еще 6-7 суток. Через 10-11 суток от начала брожения дрожжи медленно спускают из конической части через нижний кран. Перед фасованием пива дрожжи выпускают повторно. Снятые дрожжи используют для повторного посева в сусло не более 8 раз. Прирост дрожжей – 3-5 кратный по сравнению с внесенной дозой закваски.

В ЦКР по этой технологии возможно изготовление не только Жигулевского пива, но также и пива сортовых марок с содержанием сухих веществ в сусле 12-13 %. Длительность производства такого пива 18-20 суток по сравнению с принятыми в России 38-50 сутками по традиционной технологии. Получаемое в ЦКР по указанной технологии пиво имеет достаточно высокое качество.

#### 5.4. Немецкая технология изготовления пива в ЦКР.

Охлажденное сусло подают в ЦКР вместимостью 250-350 м<sup>3</sup>, куда предварительно уже внесена дрожжевая закваска. После заполнения на 85 % вместимости ЦКР включают насос для циркуляции раствора. Вспенивание предотвращают созданием в резервуаре избыточного давления 0,01 МПа.

Температуру сбраживаемого сусла устанавливают до  $9,5^{\circ}\text{C}$ , регулируя охлаждением в теплообменнике. За 24 часа до окончания брожения, с целью ускорения созревания пива, температуру повышают до  $12-12,5^{\circ}\text{C}$ , перекачивая пиво, минуя теплообменник. В результате созревание пива происходит при большой концентрации дрожжей во взвешенном состоянии. Максимальное давление во время созревания пива в ЦКР поддерживается до  $0,09$  МПа. Окончание созревания пива определяют по содержанию в нем летучих дикетонов.

Созревшее пиво охлаждают до  $2-2,5^{\circ}\text{C}$  в теплообменнике, после чего дополнительно выдерживают в ЦКР 1,5 суток для более полного оседания дрожжей, которые удаляют через нижний кран. Оставшееся в ЦКР пиво осветляют и направляют на фасование.

Общая продолжительность процесса приготовления пива по этому способу составляет 14 суток для полного светлого пива с начальным содержанием сухих веществ 13%. Для пива Немецкого, Пльзенского и Берлинского с содержанием сухих веществ 18-20 % - 23-24 суток.

Все крупные немецкие пивзаводы готовят пиво по вышеописанной технологии, качество которого всегда высокое.

Подобная технология с учетом немецкого опыта была разработана и в нашей стране. Результаты и эффективность производства пива по этой технологии также высоки и она нашла применение в промышленности.

### 5.5. Осветление пива.

Для осветления пива на мелких предприятиях часто используют вещества, оклеивающие муть в более крупные частицы, которые затем опускаются на дно. Для этих целей чаще всего используют рыбий клей и желатин.

Рыбий клей нарезают и замачивают в воде 1 сутки, из расчета 10 г клея на 1 литр воды. Вместо воды можно использовать слабый раствор винной кислоты. Раствор клея процеживают через льняное полотно или частое сито.

Желатин растворяют в воде при  $40^{\circ}\text{C}$ , при этом получается студенистая, клейкая масса. На 10 л пива необходимо от 4 до 10 г рыбьего клея хорошего качества. Приблизительно столько же потребуется и желатина.



Раствор клея или желатина разводят сначала равным объемом пива, хорошо перемешивают, а затем вносят в пиво, которое тщательно перемешивают и дают отстояться. Клей и желатин, осаждаясь, увлекают вместе с собой плавающие в пиве нерастворимые частицы, отчего пиво заметно осветляется. Остается только слить чистое пиво с осадка и разлить в бочки или бутылки.

Раствор клея или желатина не может долго сохраняться, а поэтому его следует приготавливать каждый раз свежий перед употреблением. Для необходимости длительного хранения растворы клея и желатина следует готовить не на воде, а на винном спирте или растворе винной кислоты.

Чем дольше отстаивается пиво, тем оно лучше отделяется от осадка, особенно, если оно приготовлено из доброкачественного материала. Такое пиво обычно не нуждается в осветлении клеем или желатином, т.к. оно достаточно прозрачно.

Чаще всего для осветления пиво фильтруют, что иногда совсем не обязательно. При всякой фильтрации, переливании, интенсивном перемешивании теряется много диоксида углерода, одного из важнейших компонентов пива. Одновременно пиво теряет аромат, свойственный этому напитку. Фильтрация даже через бумажные и асбестовые фильтры не отделяет дрожжевые клетки и другие микроорганизмы. И они могут быть источником микробиологического загрязнения. Поэтому, по возможности, на мелких пивоварнях следует воздержаться от применения фильтров, центрифуг, сепараторов и т.п.

На крупных пивоваренных заводах осветление пива от мелких взвешенных частиц, белка, микроорганизмов, хмелевых веществ и других достигается фильтрованием и центробежным сепарированием. Фильтруют пиво через намывную фильтровальную подушку из вспомогательных веществ (диатомита). Для этого используют намывные, пластинчатые или патронные фильтры со смешанными элементами. Отфильтрованное через диатомитовый фильтр пиво имеет высокую степень осветления. Производительность таких фильтров составляет 30-50 дал пива на  $1\text{ м}^2$  фильтрующей поверхности в час. Расход порошка диатомита для образования фильтрующей подушки около 500 г. Текущая дозировка около 50 г на  $1\text{ м}^2$  поверхности фильтра.

Сепарирование пива. Осветление пива на сепараторах эффективнее, чем на фильтрах, т.к. оно не связано с трудоемкими вспомогательными операциями. Осветляют пиво на сепараторах разных марок производительностью от 100 до 1000 дал/ч. Для осветления молодого применяют отечественные сепараторы ВСО-2М и А1-ВСО, шведской фирмы Alfa-Laval, или немецкой фирмы Westfalia. В этих сепараторах обеспечена герметичность потока, что предотвращает окисление пива и потери диоксида углерода.

## 6. РАСФАСОВКА ПИВА

Из емкостей для дображивания и отстаивания пиво разливают автотермоцистерные бочки, бочонки и кеги, фасуют в бутылки, банки.

Розлив пива, как в бочки, так и в бутылки должен вести непрерывно до конца, т.е. до уровня спускного крана, так как всякая остановка закрытием этого крана всегда вызывает помутнение пива в результате внезапного расширения углекислого газа в емкости. При длительной остановке теряется много диоксида углерода из-за нагревания пива. Эта потеря может быть столь велика, что пиво может совершенно потерять игру и пенистость, а внесение диоксида углерода из баллонов удорожает производство пива.

Первая порция вытекающего из емкости пива всегда бывает мутная, поэтому ее следует сливать отдельно, а затем смешать с пивом из осадка, остающегося после розлива. Остающийся в емкостях после розлива пива осадок, состоящий преимущественно из смеси пива и дрожжевых клеток, слить, смешать вместе с первыми порциями в отстойную емкость, куда следует добавить молодое пиво. Смесь можно осветлить щепками, нарезанными из орехового или букового дерева. Эти щепки перед употреблением вывариваются в растворе соды. Перед розливом пиво отцеживают от мути. Количество собранного таким образом пива составляет 2-3,5%. После отцеживания пива из уплотнившегося осадка можно отогнать спирт-сырец.

## 7. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ПИВА.

В любом, даже хорошо осветленном пиве всегда имеются дрожжевые клетки и посторонние микроорганизмы, попадающие из воздуха, оборудования, инвентаря и др. Поэтому прочность даже самого лучшего, хорошо отстоявшегося пива всегда ограничена некоторым сроком. Цистерны, кеги, бочки и бутылки с пивом, налитые до верху и плотно укупоренные, должны храниться при температуре летом не выше 10°C, а зимой не выше 6°C.

Обычно традиционные виды пива, приготовленные особенно верховым брожением, портятся быстрее, чем пиво низовое.

Прочность пива зависит от следующих факторов:

- чем доброкачественнее было использовано сырье для пива, тем оно прочнее;
- чем лучше были дрожжи, лучше и совершеннее проходило брожение, тем лучше и прочнее пиво;
- чем сильнее насыщено пиво спиртом и диоксидом углерода, тем прочнее пиво;
- чем меньше в пиве присутствует воздуха и посторонней микрофлоры, тем оно прочнее.

Пиво прочнее, если изготовлено в чистых емкостях, чистым инвентарем, чистыми руками.

Холод это лучшее средство для сохранения пива, если не считать иногда употребляемых химических консервантов.

Транспортируют пиво на дальние расстояния в холодное время года в обычных вагонах, в теплое время в рефрижераторах, вагонах-ледниках, теплоизолированных цистернах. Для дальних перевозок пригодно только хорошо устоявшееся и достаточно крепкое пиво.

Пиво, предназначенное для дальней транспортировки, варится гуще и с большим содержанием хмеля, а брожение его проводят длительнее, чем традиционного пива. Приготовленное таким образом пиво менее вкусно, но крепче по содержанию спирта, оно будет и дольше храниться. Кроме того, отстой пива проводят значительно дольше и под конец дображивания в пиво кладут немного отборного сухого хмеля, а перед самой отгрузкой добавляют немного чистого спирта.

Из консервантов используют двусернистую известь или натрий, салициловую кислоту, сахарин и другие вещества.

Двусернистую известь или натрий растворяют в воде из расчета 1 часть по объему на 1000 объемов пива.

Салициловую кислоту растворяют в спирте и прибавляют на 1 декалитр пива не более 15-20 г. в зависимости от предполагаемого времени хранения.

Сахарин хорошо растворяется в воде и обладает такими же антисептическими свойствами, как и салициловая кислота. Его берут из расчета не более 8 г. на декалитр, большее количество сахараина придает пиву неприятную приторность.

Прибавление консервантов к пиву, хотя и не оказывает вредного воздействия на желудок потребителей пива, не портит его вкус, однако передозировка их может оказаться вредной. Поэтому во многих европейских странах использование консервантов запрещено законодательством.

Совершенно безвредным и в то же время весьма эффективным средством является пастеризация пива. Для этого пиво нагревают до 50°C в течение 2-х часов, что считается достаточным для сохранности пива на продолжительный срок. Пастеризация, однако, ухудшает вкус пива, может быть потеря углекислого газа.

## 8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА. ПОРОКИ ПИВА

Качественное пиво должно иметь нежный и чистый вкус, быть прозрачно, хорошо пениться и долго сохраняться, играть выделяющимся газом, слегка опьянять. Всякое отклонение от этих качеств является недостатком или пороком пива. Пороки, которые приводят пиво в полную негодность, составляют болезни пива.

Причины болезни пива могут быть разными, но в большинстве своем они имеют микробиологическое происхождение. Слишком горький вкус – результат большой дозы хмеля или хмеля плохого качества. Вкус пива портится, если образующаяся к концу брожения грязно-коричневая пленка не будет своевременно удалена, ибо тогда эта пленка осядет и увлечет за собой хмелевую горечь и хмелевую смолу.

Дрожжевой вкус свойственен всякому молодому пиву, плохо устоявшемуся. Для исправления этого недостатка пиво следует выдержать в холодном месте.

Кислый вкус пива – результат уксуснокислого брожения и это уже болезнь пива, приводящая пиво в непригодность. Пиво может прокиснуть от низкого санитарно-гигиенического состояния предприятия и работников.

Недостаток в пиве углекислого газа делает пиво безвкусным, при этом резче проявляются и другие пороки.

Мутность пива считается недостатком, а не пороком, хотя иногда появление мути служит признаком настоящей болезни, делающей его непригодным для употребления. Муть бывает клейстерная или крахмальная, дрожжевая, клейковинная и смоляная. Чаще всего встречается клейстерная и дрожжевая, реже смоляная муть. Особенно опасной бывает бактериальная муть. Она сопровождается заметными изменениями вкуса и аромата пива и может приводить к полной его порче. Поэтому пиво, помутневшее от присутствия в нем бактерий, не может быть реализовано и употреблено в качестве напитка.

Быстрая потеря пивом газа и недостаток в пиве игры, чаще всего, результат плохо проведенного дображивания пива в отстойных емкостях.

Недостаточная прочность пива зависит от многих причин, в том числе и указанных выше. Главная из них – низкое содержание спирта, плохое осветление пива от дрожжевых клеток, высокие температуры брожения и дображивания, заражение пива посторонней микрофлорой.

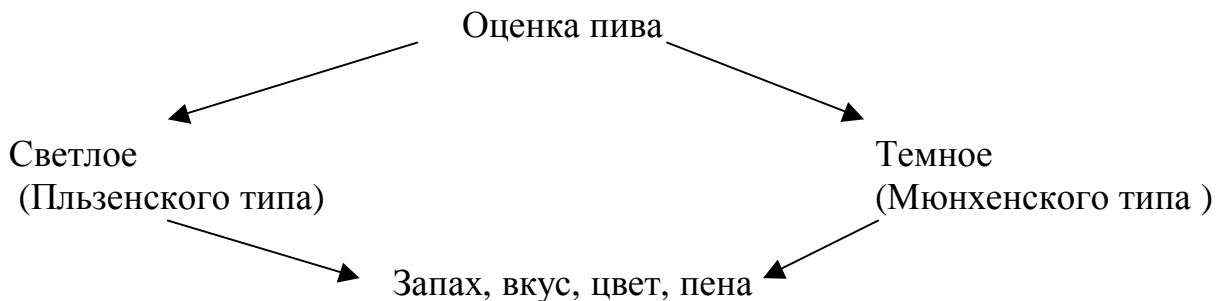
Прочность пива можно несколько повысить добавлением чистого питьевого спирта или консервантов.

В промышленности органолептическую оценку качества пива проводят по 100 бальной системе. Пиво следует оценивать охлажденным до 12 °С налитым в чистый пивной бокал. Пиво должно быть прозрачным без осадка и мути, иметь устойчивую, густую пену и медленно выделять пузырьки углекислоты. Оценивают следующие показатели, на которые отводится следующее максимальное количество баллов:

Прозрачность	10
Пенообразование и насыщенность углекислым газом	30

Вкус и аромат	50
Внешнее оформление (бутылки)	10

Домашнее и полученное в лабораторных условиях пиво можно оценивать (при необходимости) по этой же бальной системе. Отличного качества считается пиво, набравшее в сумме 96 – 100 баллов, хорошее пиво – 90 – 95 баллов и удовлетворительное 85 – 89 баллов. При оценке ниже 85 баллов пиво считается неудовлетворительного качества (плохое) и реализации не принадлежит. Кроме того, оценивают стойкость пива в хранении при 20°С. Чем дольше пиво может храниться без заметного ухудшения качества, тем выше его стойкость. Домашнее и лабораторное имеет стойкость 7 – 20 суток.



1. Запах – хмелевой, чистый, свежий, слабый хмелевой, дрожжевой, цветочный, виннокислый, тухлый, затхлый, плесневелый. Оценивается вдыханием через нос и выдыханием ртом. Если запах вам понравился – это ваше пиво.

2. Вкус и послевкусие (т.е. тот, привкус которого остается во рту после проглатывания пива). Сладкий, горький, соленый, также множество видов (терпкий, маслянистый, жгучий и т.п.). Большинство марок пива содержит сочетание вкусов и привкусов (букет), ощущения не мгновенного, а растянутого во времени с переходом от одного вкуса к другому. Длительное ощущение горечи в послевкусии свидетельствует о низком качестве пива. У светлого пива – тонкая хмелевая горечь, а вкус экстрактивных веществ почти незаметен. У темных сортов наоборот – вкус сладковатый и не оставляет хмелевой горечи во рту, его вкус более «плотный» и полный.

3. Цвет – важен не только характерным оттенком, но и прозрачностью, наличием цветовой гаммы, золотистостью. Светлое пиво должно блестеть. Оценивают, сравнивая цвет раствора йода или стандартных стеклянных дисков. Темное

– может не блестеть, быть коричневым и даже не быть прозрачным. Определить качество пива только по внешнему виду, цвету не сможет ни один профессионал.

4. Пиво хорошего качества должно иметь обильную, густую, стойкую пену. Если подуть на пену и она исчезнет, значит, пиво плохое. Если после опорожнения на стенках бокала осталась пена – пиво хорошего качества. Если положить на слой пены однокопеечную монету и она не утонет - пиво хорошее.

*Известен курьезный древний способ оценки качества пива, практиковавшийся в Германии. Члены специальной комиссии надевали кожаные штаны, предназначенные для этой цели. На длинную скамью выливали пиво, доставленное на проверку его качества, а затем сюда же усаживались члены комиссии. Просидев определенное время, по команде старшего дружно вставали. И..., если пиво было качественное, вместе с ними должна была подняться скамья. Зафиксированный рекорд – приклеенную таким образом скамью «контролеры» на себе перенесли около пяти метров. Пивоваров-бракоделов приковывали на 3 дня на площади к столбу цепью с высоким железным ошейником, имеющим острые края. Каждый прохожий (если хотел) мог вылить на голову прикованного кружку плохого пива.*

## 9. ПРОДУКТОВЫЙ РАСЧЕТ

### 9. СБОР ВЕРХОВЫХ ДРОЖЖЕЙ.

По мере всплывания на поверхность верховые дрожжи собирают в бродильной емкости или их собирают при вытекании из бочки, во время дображивания пива. Дрожжи снимают с поверхности плоскими съемными ковшом или черпаками с сетчатым дном. Через это дно их протирают в воду. Когда дрожжи осядут на дно сосуда, отстоявшуюся воду сливают. Для ускорения просушки дрожжей их перед прессованием смешивают с крахмалом или рисовой мукой.

Такая отпрессованная масса реализуется под названием прессованных дрожжей. Они обычно содержат до 75% воды.

Дрожжей обычно собирают в 5-6 раз больше, чем было внесено в сусло.

В качестве закваски применяют дрожжи, собранные с пива в период его наиболее сильного брожения или в период образования дрожжевой пены.

При надлежащем хранении в высушенном виде дрожжи могут сохраняться в активном состоянии без признаков порчи до 10 лет.

Прессованные дрожжи в холоде можно хранить 5-7 суток. При комнатной температуре они могут испортиться через несколько суток. Начинающие портиться дрожжи сначала делаются рыхлыми, рассыпчатыми, а затем масса становится мягкой, клейкой и расплывчатой, приобретая запах сыра.

## 10. ВИДЫ ПИВА.

### 10.1. Хлебное пиво.

К хлебным видам пива относятся все те виды этого напитка, которые производятся отечественными пивзаводами в больших количествах и к которым привык наш потребитель. Изготавливают это пиво обычно из одного ячменного солода или с добавлением несоложенных материалов ячменя, рисовой сечки, муки, крупы, крахмала и др.

Применяемый солод может использоваться как светлый, так и темный. Он может быть приготовлен из ячменя, пшеницы, ржи, кукурузы, овса, риса.

Операция приготовления сусла проводится по разным режимам, а отсюда и состав сусла бывает весьма различным. Брожение сусла может проводиться верховое, низовое или смешанное. В некоторых случаях и вовсе не добавляются дрожжи, а брожение вызывается подобно тому, как это имеет место при изготовлении вина. Пример тому – бельгийские сорта пива.

#### Пиво, приготовленное низовым брожением.

Наиболее распространенные виды такого пива выпускаются немецкими пивоварнями, а также в других странах Европы, в том числе и в России. Все эти виды пива близки по технологии, а свойственные каждому пиву характерные органолептические показатели в том числе крепость, содержание сухих веществ и спирта обусловлены разницей в густоте сусла, дозы хмеля, подготовки и момента внесения хмеля, а также степени сбраживания сахаров (40, 50 или 60%).

Густота сусла контролируется по плотности ареометром или сахариметром. В Баварии для приготовления Schenkbiere (зимнего пива) на 16 кг солода при плотности 11-12 %, добавляют 130-160 г хмеля. На 100л солода это составляет



около 0,9 кг хмеля. При плотности 12-13 % для приготовления летнего пива (Lager bier) на 16 кг солода добавляют 200-270 г хмеля. На 100 л солода это составляет 1,2-1,6 кг. Если плотность сусла доведена до 14% (как это имеет место в двойном пиве Doppelbier, то на 16 кг солода берут хмеля 328 г. На 100л солода это составляет 2кг. Эти соотношения сусла и хмеля в разных пивоварнях видоизменяются в зависимости от качества и свежести хмеля, от момента внесения хмеля в сусло, от способа кипячения хмеля и др. Баварское (Мюнхенское) пиво должно иметь слегка сладковатый аромат, солодовый вкус которого маскирует горечь хмеля. Поэтому брожение сусла не доводится до высокой степени сбраживания. За среднюю степень сбраживания принимается 50-60 %, низкую – при сбраживании менее 50 % и высокую – более 60%.

Сбраживание выражает количество сброженных сахаров от общего их количества. Поэтому, при прочих равных условиях, чем выше процент сбраживания, тем менее сладкое и более жидкое получается пиво, и наоборот.

Для мюнхенского пива вносится меньше хмеля, чем, например, для венского или богемского. Низкая степень сбраживания сусла, обуславливается по видимому родом употребляемых дрожжей и качеством употребляемого солода.

Венское пиво варят также, как и баварское, но из более светлого солода и с большей прибавкой хмеля. Венское пиво менее сладкое, чем баварское и, тем не менее, горечь хмеля в нем мало заметна. Концентрация сусла 10,5 – 11,5 % для легких сортов и 12,5 – 13 % для более крепких. Хмеля добавляют несколько больше, чем для баварского и венского пива (на 16 кг затертого солода добавляют 299-350 г).

Пльзенское пиво имеет светло-желтый цвет со слегка зеленоватым оттенком. По вкусу оно имеет легкий винный привкус, а большое количество хмеля придает пиву некоторую горечь, которая нравится не всем, особенно если используется не богемский хмель, а его более грубые сорта.

Некоторые пивоварни готовят баварское пиво из одного только солода, другие добавляют несоложенные материалы. Однако такая прибавка не может быть безграничной, так как может существенно изменить вкус пива. Обычно

считается допустимой добавка до 40 % несоложенных материалов к солоду хорошего качества.

Еще заметнее изменяется качество пива, когда к ячменному солоду примешивают картофель или крахмал. С такой примесью готовят гогенмейское пиво. Его приготавливают по баварскому способу, но от последнего оно сильно отличается по вкусу. Брожение сусла в этом пиве проводится при помощи низовых дрожжей. Главное брожение длится 6-8 суток. Таким образом, переливают молодое пиво в бочки еще зеленым, т.е. с большим содержанием дрожжевых клеток. Разливают это пиво в бочки или бутылки осторожно, чтобы не увлечь с пивом и слой дрожжей.

#### Хлебное пиво, приготовленное верховым брожением.

Из многих сортов пива, изготовляем верховым брожением, рассмотрим английский портер и эль, русское черное и берлинское светлое, русский портер.

В Англии сусло для портера и эля готовят настойным способом, причем условия сахарообразования благоприятные и выщелачивание сахаров проводится полнее. От этого сусло содержит больше сахара и меньше декстрина, а получаемое пиво также имеет винный характер.

Заторные чаны служат так же и для выщелачивания, а поэтому имеют второе дырчатое дно.

Все необходимое количество воды нагревается до 62°C и смешивается в заторном чане с полным количеством солода. К концу замешивания температура снижается до 25-55°C. Чан закрывают крышкой и укутывают мешками и соломенными матами для теплоизоляции. Оставляют на несколько часов, пока не закончится процесс гидролиза крахмала. Температура смеси постепенно понижается, а сахара спокойно выщелачиваются водой. Для приготовления английского портера применяется именно этот способ настаивания. Сусло варится из ячменного солода с примесью большого количества сахара. Иногда сюда же добавляют несоложенные зерна кукурузы, овса, риса. Добавление несоложенных материалов проводится с целью удешевления производства. Лучшие же сорта портера готовят с прибавлением только одного сахара.

Сусло русского портера, черного пива, берлинского пива готовится как настойным, так и отварочным способом из одного солода без примеси сахара и несоложенных хлебных зерен.

#### Английский портер.

Сусло готовится из 2 или 3 сортов ячменного солода, в том числе черного поджаренного. Пример: взять светлого солода 135 кг и черного поджаренного 15 кг. Последний служит для подкрашивания портера в черный цвет. Желтого сахарного песка взять 27 кг и растворить в 50 л горячей воды. Полученный сахарный сироп развести 350 л воды. Подогреть заторный чан (можно вливанием и выливанием кипятка) и влить в него 200 л приготовленного сахарного раствора, нагретого до 60°C, при непрерывном перемешивании. Всыпать 130 кг смеси солода, заранее дробленного. Делать это надо быстро, чтобы температура смеси не понизилась ниже 54°C. Продолжая размешивать добавить еще 50 л сахарного раствора, нагретого до 60°C. Снова все тщательно вымешать. После этого переводят затор в цедильный чан, который закрывают и обвязывают изоляцией для того, чтобы поддержать температуру 50°C. Через 1,5 часа первое сусло черного цвета (плотностью 23 %) спустить из цедильного чана. Через 1-1,5 часа стекание его замедлится. Закрыв кран налить в чан остальной сахарный раствор 90 л., разбавленный 30 л горячей воды и подогретый до 60°C. После 5 минутного размешивания дать отстояться, сцедить второе сусло и смешать с первым. Одновременно проводят выщелачивание остатков сахара. В лейку набирают горячую воду и проливают через дробину. Второе сусло должно иметь крепость 15,5 % по сахариметру и окрашено в черный цвет.

Во время отцеживания и выщелачивания второе сусло (около 400 л. плотностью 17-18%) переводят в котел. Слив 3/4 этого количества вносят в котел 2,5-2 кг хмеля. Затем прибавляют остальную четверть сусла и, прокипятив около 1 часа, прибавляют еще 1 кг хмеля. Сусло уваривают до массы 350 кг и плотности 19,5 %. Затем сусло отцеживают от хмеля и охлаждают. После охлаждения плотность этого первого сусла будет 20,5 %. В котел перепускают из спускного чана еще 350 кг сусла плотностью 8,5 %. Его также отцеживают от хмеля и переливают в холо-

дильный чан. После охлаждения, перед поступлением в бродильный чан, плотность второго сусла составляет 9,2 %.

Пока кипятят первое и второе сусло, продолжается выщелачивание остатков до тех пор, пока плотность выходящего из цедильного чана слабого сусла не уменьшится до 2,3 %. Полученное выщелачиванием третье сусло переводят в котел и кипятят с хмелем, который служил для первого и второго сусла, дополнительно прибавив 200-250 г. свежего хмеля. Когда смесь закипит, прибавляют 8 кг желтого сахарного песка и уваривают 2 часа до концентрации 4,4 % по сахариметру. Если хотят получить однообразный портер средней крепости, все три сусла смешивают. Чаще, однако, изготавливают 3 разных портера: крепкий (стаут), когда первое крепкое сусло разводят до плотности 20 % вторым суслом. Третье сусло в смеси с остатками второго подвергают брожению для получения слабого столового портера.

Крепкий портер, вследствие большого содержания в нем спирта, может храниться довольно долго. Столовый портер менее прочен.

#### Английский эль.

Его варят из светлого ячменного солода также с сахаром, причем сахар добавляют не при затирании, а в готовое сусло, при кипячении его с хмелем. В остальном приготовление этого пива подобно технологии приготовления портера.

В России портер и черное пиво готовят обычно из сусла, приготовленного отварочным способом, без добавления сахара. Оба вида изготавливают из одного и того же затора. Сортировка (разделение) сусла на портерное и пивное производится уже в котле.

*Баварское темное и белое пиво.*

*Способы приготовления этих видов пива наиболее распространены в России.*

*Портер затирается при 60С. Для сусла берут белого солода 8 кулей ( ), портерного бурого 2,5 куля ( ) и черного жженого  $\frac{3}{4}$  куля ( ). Сусло кипятят с 30кг. хмеля и настаивают на 15кг. такого же хмеля. В бродильный чан вливают экстракт с 27%. Заквашивается верхними дрожжами.*

### 5.7 Полупортер.

*Этот вид пива затирается так же. Для него идет белого солода 4,5 куля ( ), Шотландского 3,25 куля. Сусло кипятят с 25кг. хмеля и настаивают на 10-11кг. хмеля. В бродильный чан поступает с 20% экстракта. Забраживают верховыми дрожжами.*

### 5.8 Черное пиво.

*В заторный чан наливают 6 бочек воды и затирают при 60С: белого солода 6,25 кулей красного солода 2 куля и черного 0,125 куля. Затем прибавляют еще 2 четверика ржаного солода и оставляют в покое на 2-2,5 часа. Сусло кипятят 1,5 часа с 4кг. хмеля. Охлаждают до 15С и переливают в бродильный чан, где подвергается верховому брожению.*

### 5.9 Эль.

*Солод затирают в 6 бочках воды, нагретой до 60С, 8 кулей белого шотландского солода. Затор оставляют в покое на 2 часа, затем сусло спускают и кипятят 1,5 часа с 15кг. хмеля. Настаивают на 15кг. того же хмеля. В бродильный чан поступает 26% экстракта. Подвергают верховому брожению.*

#### Изготовление пива из сахарных растворов.

Если в сахарный раствор добавить дрожжей, то при низкой температуре сахар разлагается на спирт и диоксид углерода. При дальнейшем брожении получается водный раствор спирта, а углекислый газ частично растворится, частично улетучится.

Если брожение приостановить раньше, чем будет сброжен весь сахар, то получится напиток, похожий на пиво. В данном случае сусло заменяется сахарным раствором. По окончании брожения этот сахарный раствор превращается в молодое пиво, в котором имеются дрожжевые клетки и поддерживается медленное брожение. Это обеспечивает игру и пенность пива.

Чисто сахарное пиво готовится редко, т.к. оно не имеет приятного вкуса. Чаще всего к сахарному пиву добавляют соки, фрукты, пряности. Таким образом, различают чисто сахарное пиво, пряное сахарное, фруктовое сахарное.

В общем виде приготовление сахарного пива следующее:

Готовится сахарный раствор определенной концентрации. Его заправляют пряностями или смешивают с фруктовыми соками. Прокипятив, дают смеси охладиться до 17-20°C. Прибавляют верховые дрожжи и оставляют бродить 1-3 суток, пока не закончится главное брожение. Затем пиво разливают и закупоривают.

Фруктовое сахарное пиво готовят на брусничной, земляничной, малиновой и т.п., воде с прибавлением сахара. Проще такое пиво готовить на фруктовых сиропах, которые разводят крутым кипятком до желаемой плотности. Однако пиво из фруктовых сиропов обычно малоароматное, т.к. часть аромата улетучивается еще при варке сиропов.

## 10.2. Технология сывороточного пива

Подсырная сладкая сыворotka (ОСТ 10-02-02-3-87) наиболее пригодна для производства сывороточного пива. Она имеет следующий состав и физико-химические показатели (табл. 10.1).

Таблица 10.1. – Состав и физико-химические показатели

Наименование	Содержание, %	Органолептические показатели
Сухие вещества, % в т.ч. белки жир углеводы, в т.ч. лактоза минеральные вещества	6,4 – 7,0 0,6 – 0,8 0,05 – 0,1 4,3 – 5,2 4,0 0,6 – 0,0	<p><u>Внешний вид и цвет:</u> Однородная жидкость зеленоватого цвета, без посторонних примесей. Допускается наличие белкового осадка. Сыворotka, полученная после частичного удаления белка методом ультрафильтрации (филтрат), - однородная, прозрачная жидкость зеленоватого цвета, допускается слабая опалесценция.</p> <p><u>Вкус и запах</u> Чистый, свойственный молочной сыворотке, допускается слегка кисловатый без посторонних привкусов и запахов</p>
Кислотность: Титруемая, °Т Активная	15-25 6,3	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1023	
Вязкость, 10 <sup>-3</sup> Па с	1,55 – 1,66	
Точка замерзания, °С	– 0,598	

Как видно из приведенной таблицы 10.1. подсырная сыворотка по составу близка к суслу, получаемому из ячменного солода при производстве солодового пива. Основное отличие заключается в низком содержании сухих веществ и в т.ч. углеводов. Мешает также высокое содержание белков, минеральных солей и жира. Поэтому, при использовании подсырной сыворотки в качестве сырья для производства разнообразных напитков, в т.ч. и пива, сыворотку необходимо очищать от белков и жира, повышать содержание в ней углеводов.

Обезжиривание легко проводить с помощью сепараторов – сливкоотделителей до остаточного содержания жира 0,04 %. Очистку сыворотки от белков обычно проводят термокислотным осаждением, нагревая ее до 95-97°C и подкисляя пищевой кислотой до pH 4,6 с выдержкой 20-30 мин. Эффективность выделения белков можно повысить внесением хлорида кальция. Разработаны и другие способы выделения белков [     ].

Деминерализовать сыворотку можно добавлением фосфатов калия и натрия ( $K_3PO_4 \cdot 7 H_2O$  и  $Na_2PO_4 \cdot 12 H_2O$ ) и нагреванием до 63-65°C с выдержкой 30 мин. В результате образуется нерастворимая соль фосфата кальция, которую можно удалить центрифугированием. Возможны и иные способы деминерализации.

Повышение содержания углеводов можно осуществить сгущением сыворотки, добавлением лактозы, сахарозы и других сахаридов. Другая особенность сыворотки заключается в свойствах животного углевода – лактозы (молочного сахара.) лактоза обычными расами пивных дрожжей не сбраживается до спирта и диоксида углерода, т.к. это сложный сахар, состоящий из глюкозы и галактозы. Для этого лактозу необходимо гидролизовать до простых сахаров, использовать специальные дрожжи или другие микроорганизмы.

Концентрировать сыворотку можно удалением части исходной воды, добавлением лактозы, сухой или сгущенной сыворотки.

На рис. 10.1. приведена блок-схема производства пива из сыворотки.

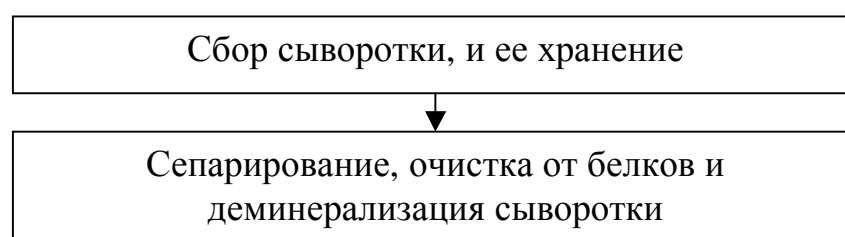


Рис. 10.1. Блок-схема производства пива из подсырной сыворотки

В общем виде технологический процесс производства сывороточного пива заключается в следующем.

Сбор сыворотки проводят в резервуары – термосы соответствующей вместимости. Целесообразно эту сыворотку сразу же просепарировать и направить на очистку от белков и солей. Для этого ее нагревают до 90-95°C и вносят кислотный дестабилизатор. После 25-30 мин выдержки отстоявшуюся горячую сыворотку перекачивают в резервуар – термос. Путем сгущения или иным способом повышают концентрацию сухих веществ до 12-14 %. Возможно добавление лактозы, сахарозы, ячменного суслу.

При необходимости сывороточное сусло нагревают до кипения и вносят хмель из расчета 3 г на 1 л. Кипячение продолжают в течение 1 часа, после чего фильтруют и охлаждают до 15-17°C. Вносят жидкие дрожжи (3-5 %), причем по-



ловина из них молочные, другая часть – пивные. Продолжительность главного брожения 2-3 суток. Затем молодое пиво охлаждают до 5-6°C, оставляют для оседания дрожжей на 3 суток, сливают с осадка дрожжей и охлаждают до 2-3°C. Дображивание продолжают от 15 до 30 суток (в зависимости от вида пива).

Готовое пиво очищают от дрожжей центробежным способом или фильтрованием. При необходимости его насыщают диоксидом углерода и фасуют. Насыщение диоксидом возможно также в процессе расфасовки и/или во время реализации пива.

Разработаны другие способы изготовления пива, как из сыворотки, так и из смеси сыворотки с ячменным или другим солодом, с добавлением сахарозы, глюкозы, ароматизаторов и вкусообразующих веществ [ ].

Наряду с пивом возможно производство концентратов пива (сгущенных и сухих), а также разнообразных пивоподобных напитков, в том числе «безалкогольного» пива, детского пива и т.п.

10.3. Домашние виды пива, изготавливаемые без предварительной обработки.

#### Английское пиво.

В большой чугунок положить 25 кг разрезанного и высушенного ржаного хлеба, 1 кг ржаного солода, 200 г сахарной картофельной патоки, 10 г разведенных в стакане воды дрожжей, 1 ст. ложку истолченной корицы, кусочек жженого сахара, 10 зерен гвоздики, 10 зерен черного перца, 300 г ошпаренного сухого хмеля. Все хорошо перемешать, влить 15 л кипяченой воды и поставить в вытопленную печь.

Через трое суток слить настоявшееся пиво, а в чугунок влить 2 л воды и поставить на ночь в печь. Этот настой слить в ранее слитый, процедив через холщовую салфетку. Разлив в пивные бутылки, закупорить и обвязать пробки проволокой. Поместить бутылки на 15 дней в холодное место.

#### Баварское темное пиво.

В большой чугунок положить 15 кг разрезанного на мелкие куски и высушенного заварного кисло-сладкого хлеба, 0,5 кг ржаного солода, 1/4 чайной ложки поваренной соли, 10 зерен истолченного черного перца, 15 г дрожжей, разведен-

ный в стакане теплой кипяченой воды, 200 г мелкого сахарного песка и 0,5 кг сухого хмеля, ошпаренного крутым кипятком. Влить столько кипяченной воды, чтобы масса была консистенции густой сметаны. Накрывать теплым покрывалом и поставить в теплое место. На следующий день влить 15 л кипяченой воды и 200 г сахара, разведенного в крутом кипятке. Все хорошо размешать, закрыть крышкой и поставить в хорошо вытопленную печь. Через двое суток чугун вынуть из печи, дать охладиться и сцедить в емкость. В оставшуюся густую смесь влить 5 л крутого кипятка, дать остыть и процедить в ранее перелитый настой. Емкость с жидкостью вскипятить, снять пену и процедить через холщовую салфетку, а затем через бумажный фильтр. Разлить в бутылки из-под шампанского, закупорить ошпаренными пробками, обвязать тонкой проволокой. Поставить в холодное место на 15 суток.

#### Венгерское крепкое пиво.

В емкость положить 0,5 кг сухого хмеля и залить 30 л крутого кипятка. Добавить 0,5 кг ржаного солода и 15 г разведенных дрожжей в стакане теплой воды. Влить 200 г сахарного песка, растворенного в литре воды и прокипяченного. Через 2 часа всыпать 0,5 кг толченых и просеянных сухарей, влить 20 л кипяченой воды. Массу разлить в 2 чугуна, накрыть и поставить в хорошо вытопленную печь. Через трое суток вынуть из печи, охладить и осторожно слить настой, а в оставшуюся массу положить по 2 столовых ложки двууглекислой соды, влить 30 л кипяченой воды, размешать и поставить в вытопленную печь. На следующий день аккуратно слить настой и смешать с ранее отлитым. Процедить через чистую холщовую ткань 2-3 раза. Расфасовать в бутылки из-под шампанского, закупорить и обвязать пробки тонкой проволокой. Поставить на 5 суток в теплое место, после чего перенести в ледник на 15 суток.

#### Виленское пиво.

В емкость положить 1,5 кг ржаного солода, немного соли, 400 г чистого промытого изюма, 400 г истолченных сухарей, 200 г липового меда, 15 г разведенных в стакане кипяченой водой дрожжей и 800 г ошпаренного хмеля.

Добавить кипяченой воды столько, чтобы масса стала густая, как сметана. Накрывать салфеткой и поставить в теплое место. На следующий день влить 40-50 л

кипяченой воды, хорошо размешать, положить 10 зерен истолченного горького миндаля и поставить на сутки в теплое место. Добавить 7-10л кипяченой воды, перелить в чугунок, накрыть крышкой и поставить на ночь в хорошо вытопленную печь. Утром положить 50 г двууглекислой соды, дать 2 часа выстояться, чтобы гуща осела на дно. Осторожно слить настой, процедить сквозь чистую холщовую салфетку, а затем через бумажный фильтр. Разлить в пивные или шампанские бутылки. Оставить в тепле на 5 суток, после чего перенести на 15 суток в холод.

#### Кроновское белое пиво.

Три белых батона разрезать на тонкие ломтики, разложить на противне, посыпать сверху солью, черным перцем и 200 г сахарного песка. Зарумянить в духовке, затем потолочь и просеять в емкость. Положить туда 400 г ошпаренного крутым кипятком хмеля и 15 г разведенных в кипяченой и охлажденной воде дрожжей. Влить 100 г крепкого 96 % спирта, положить 400 г хмеля и 30-50 л холодной кипяченой воды. Оставить на 2 суток в хорошо вытопленную печь, после чего остудить, перелить настой в бродильную емкость, добавить 3 столовых ложки двууглекислой соды, хорошо размешать, дать выстояться, процедить через чистую салфетку и разлить в пивные бутылки. Пробки обвязать тонкой проволокой, обложить соломой и поставить в кастрюлю с холодной водой. Воду в кастрюле довести до кипения и вынуть бутылки сразу же после закипания воды. Остудить до 10-12°C и выдержать 2 недели.

#### Крымское светлое пиво.

Положить в емкость 1,5 кг нарезанного, высушенного белого хлеба, 0,5 кг ржаного солода, 10 зерен толченой гвоздики, 400 г ошпаренного кипятком хмеля, 10 г разведенных в стакане кипяченой и охлажденной воды дрожжей и 3 размельченных палочки корицы. Влить 3-4 л кипяченой воды, размешать и, накрыв крышкой, поставить на ночь в хорошо вытопленную печь. Утром слить сусло, а содержание емкости повторно залить таким же количеством воды и повторно поставить в вытопленную печь. Слить сусло и смешать, все процедить через бумажный фильтр. Разлить по бутылкам, закупорить и обложив соломой поставить в кастрюлю с холодной водой, в которой воду довести до кипения. Температура в бу-

тылках должна подняться до 28-30°C. Бутылки вынуть из кастрюли и дать остыть. Поставить в холодильник на 10-14 суток.

#### Малороссийское темное пиво.

Высушить 1 кг белого хлеба и 0,5 кг серого хлеба, предварительно нарезав на куски, слегка посыпав солью и толченной гвоздикой. Сложить в луженую кастрюлю, всыпать 0,5-0,7 кг дробленого солода, 1 чайную ложку истолченной гвоздики. Добавить разведенных в воде 10 г дрожжей, влить 3-4 л теплой прокипяченной воды, хорошо размешать и поставить в теплое место. Спустя двое суток положить 200 г сухого хмеля, ошпаренного 1л крутого кипятка и добавить 2 ст. ложки сахара-песка. 200 г сахара прокарамельизовать на сковороде до светло-желтого цвета, и растворить, добавив 1л крутого кипятка, размешать и влить в общую массу. Добавить 10 л кипяченой воды, все перемешать, всыпать 2 ст. ложки двууглекислой соды. Все перелить в чугунок, накрыть крышкой и поставить в вытопленную печь. На следующие сутки процедить сквозь чистую холщовую салфетку, дать выстояться и повторно профильтровать через бумажный фильтр. Все разлить в бутылки, которые закупорить и обвязать тонкой проволокой. Вынести на трое суток в теплое место. Оставить на холоде на 2 недели.

#### Мартовское легкое пиво.

Взять 15 кг посыпанного солью и тмином, а затем высушенного кисло-сладкого хлеба, добавить 300 г ошпаренного кипятком хмеля, 1 столовую ложку сухих березовых почек, 0,5 кг ячменного солода, 15 г сухих дрожжей, разведенных в стакане прокипяченной и охлажденной воды. Добавить 1 столовую ложку сахарного песка и 1 стакан сахарной картофельной патоки, влить 5 бутылок холодной кипяченой воды, все хорошо размешать, закрыть крышкой и поставить в вытопленную печь. На другой день слить настой и смешать с 3-4 л кипяченой воды, размешать и повторно поставить в вытопленную печь на сутки. Слить второй настой и смешать с первым, добавить 100 г двууглекислой соды и влить 7-8 л кипяченой воды, все размешать и поставить в вытопленную печь. Спустя двое суток процедить сквозь холщовую салфетку, слегка подогреть и повторно процедить через бумажный фильтр и разлить по бутылкам. Закупорить пробками, обвязать проволокой. Бутылки обернуть соломой и поставить в высокую кастрюлю с хо-

лодной водой. Поставить на плиту и дать воде прокипеть 10 мин., после чего бутылки вынуть из кастрюли, дать остыть и вынести в ледник на 10 суток.

#### Московское трехгорное пиво.

Взять 1,5 кг черного ржаного хлеба и 0,5 кг белого, порезать на мелкие ломтики и посыпать слегка солью и 400 г сахарного песка. Высушить. 0,6 кг ячменного и 0,4 кг ржаного солода и 10 г дрожжей, разведенных в бутылке воды, влить в сухари и добавить еще 1 литр воды, чтобы масса стала, как густая сметана. Добавить 800 г сухого, ошпаренного крутым кипятком, хмеля, размешать и, накрыв толстой тканью, поставить на 5 часов в теплое место. Добавить 15 л кипяченой воды, накрыть крышкой и поставить в хорошо вытопленную печь. На следующий день осторожно слить настой, а в гущу влить 4-3 л кипяченой воды, размешать, накрыть крышкой и снова поставить на сутки в вытопленную печь. Слить второй настой, смешать с ранее слитым, добавить 100-200 г двууглекислой соды, выдерживать 1 час, процедить 2-3 раза через чистую холщовую салфетку и разлить в бутылки из под шампанского. Закупорить бутылки, пробки обвязать тонкой проволокой, поставить в холодное место или закопать в землю на две недели.

#### Столовое дурдинское пиво.

Положить в чугунок по 0,5 кг ячменного и пшеничного солода, 1 чайную ложку истолченной и просеянной корицы,  $\frac{1}{4}$  чайной ложки мускатного ореха,  $\frac{1}{4}$  чайной ложки истолченного фиалкового корня, 400 г липового меда, 10 г сухих дрожжей, разведенных в стакане охлажденного кипятка и 800 г сухого, ошпаренного крутым кипятком, хмеля.

Влить 4-5л теплой прокипяченной воды и поставить на 5 часов в теплое место. Затем влить 10-15 л холодной кипяченой воды, положить 50 г двууглекислой соды, все размешать и поставить в вытопленную печь. Спустя двое суток вынуть из печи и дать выстояться. Процедить 2-3 раза сквозь частую холщовую салфетку (лавсановую фильтр-сетку), а затем через бумажный фильтр (фильтровальную бумагу). Расфасовывать в шампанские бутылки, закупорить и обвязать тонкой проволокой. Отправить в ледник для хранения на 10-15 суток.

#### Черное кисло-сладкое пиво.

Взять 20 кг высушенного и истолченного заварного кисло-сладкого хлеба, 1кг ржаного и 1кг пшеничного солода, 10 г дрожжей, разведенных в стакане теплой воды, 1 чайную ложку толченой корицы, 400 г темной сахарной патоки, 200 г изюма и 800 г сухого хмеля, ошпаренного кипятком. Влить столько воды, чтобы масса напоминала густую сметану, накрыть толстой салфеткой и поставить на 5 часов в теплое место. Добавить 15-20 л кипяченой воды, размешать, накрыть как можно плотнее крышкой и поставить в хорошо вытопленную печь. На следующий день вынуть из печи, слить настой, а в гущу влить еще 3л воды и поставить на 5-7 часов в вытопленную печь. Слить второй настой и смешать с ранее слитым. Процедить 2-3 раза сквозь частую холщовую салфетку (лавсановую фильтр-сетку), дать отстояться, расфасовать в шампанские бутылки, пробки обвязать тонкой проволокой. Бутылки обернуть мягкой соломой, поставить в высокую кастрюлю, наполненную доверху холодной водой и дать воде вскипеть. Бутылки сразу же вынуть из кастрюли, остудить и вынести в ледник для хранения. Употреблять через 10-15 суток.

#### Медовое пиво.

Очень здоровый, вкусный и освежающий напиток можно приготовить из меда. Он будет подобен пиву, изготавливаемому из ячменного солода. Для этого готовят раствор меда в воде. На 90 л чистой воды берут 11-12 л медовой патоки и после тщательного размешивания варят на равномерном огне, пока не перестанет выделяться пена на поверхности жидкости. Во время варки доливают столько же воды, сколько ее испаряется. Это будет называться свареная сыта. Она будет содержать 11-12 % меда, как и до варки. Более густая сыта для варки не годится, т.к. напиток получается слишком сладкий. При содержании сахара менее 12 % пиво получается слишком легкое, быстро окисляющееся.

На 10 л сыты берется 200 г хмелевых шишек лучшего качества. Хмель можно сложить в просторный и редкий мешочек или же высыпать непосредственно в сыту. Огонь слегка усиливается, чтобы жидкость еще раз закипела. Собрать выступающую пену, но только после 30 минутной варки. Затем оставляют жидкость охлаждаться до 30°C и переливают в емкость для брожения, при необходимости процедив через ткань.

В жидкость для ускорения брожения добавить 300 г свежих верховых дрожжей (или 20 г сухих) из расчета на 100 л сыты. Сухие дрожжи растворяют в 1 литре сыты при 30°C. Когда на поверхности жидкости с дрожжами начнут обильно выступать пузырьки, их перелить в жидкость бродильной емкости. Эта жидкость не должна иметь температуру выше 30°C, т.к. это может погубить дрожжи.

Жидкость охлаждают до 14-16°C и накрывают толстой тканью. Жидкость в бродильной емкости не должна доходить до края на 10 см. Через 3-5 суток, когда окончится бурное брожение и довольно сильный шум перейдет в тихий шелест, пиво можно перелить в бочки, закупорить и перевернуть их вверх дном. Бочки перемещают в холодное помещение на 2-3 суток. Затем пиво можно расфасовывать в бутылки, которые закупоривают и ставят в холодный подвал. Через несколько суток пиво готово к употреблению, а со временем приобретает большую крепость и лучший вкус. Этот напиток легок и сильно шипуч, поэтому откупоривать следует осторожно, чтобы не выбросилась часть жидкости.

При неплотной закупорке пиво может быстро скиснуть.

Для длительного хранения бутылки с пивом следует держать в лежачем положении, в противном случае диоксид углерода улетучится через пробки и пиво испортится. Легкие сорта пива хорошо сохраняются исключительно благодаря консервирующему свойству диоксида углерода. Если диоксид углерода улетучивается, то пиво начинает портиться.

#### Можжевеловое пиво.

Оно готовится точно так же, как и медовое, только после первой варки, кроме 200 г дрожжей прибавляют 100 г свежих можжевеловых ягод на 100 л сыты, которые варятся вместе с хмелем. Хмеля можно и не класть, а только можжевеловые ягоды, однако такое пиво не всем нравится. А вот пиво, приправленное хмелем и можжевеловыми ягодами, весьма вкусно и здорово, очень похоже на гродинское пиво, которое изготавливают в Познани и считают целебным.

## 11. КАК ПИТЬ ПИВО.

Посуда: бокал, стакан, кружка 0.5 л из стекла, керамики, твердого дерева, фарфора с гладкими стенками (металл и пластмасса недопустимы!), без следов жира, посторонних запахов.

Пиво должно быть охлажденно до 5 – 10° С.

Пиво наливается в центр кружки с высоты 2,5 см над краем сосуда. После загустевания пены при первом наливе пена дошла до уровня 3/4 высоты бокала (или до специальной отметки). Должна быть «шапка» пены, она отделяет пиво от кислорода воздуха.

Пить вы должны в три приема: выпивается половина бокала; половина оставшегося; остаток (не обязательно до дна.)

Хорошо подавать охлажденное пиво ко всем видам блюд, в том числе горячим жирным мясным, к копченостям. Особенно вкусно пиво с солеными булками, соленой рыбой, острым сыром. Вкус пива не должен забиваться едой. Пиво изумительно приятно пить в жаркую погоду.

Не следует злоупотреблять количеством выпитого пива. Пусть будет больше приятной беседы, общения, встречи с друзьями.

Если вблизи нет туалета или перед поездкой в автобусе, на массовых гуляниях пиво лучше не пить, дабы не испытывать дискомфорт. Пиво может быть профилактическим и лечебным средством. Существует множество народных рецептов лечения простуды подогретым пивом, улучшения цвета кожи, лица, волос, выведения камней из почек, снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний, повышения аппетита и др. Это влияние слабых доз алкоголя, биологически-активных веществ и других компонентов пива. Не следует только злоупотреблять количеством выпитого пива, помня, что этот достаточно калорийный напиток может способствовать ожирению и болезни называемой в народе «пивное пузо».

К пиву могут быть поданы соленые сушки, сухарики. Любые сыры, зелень, редиска, редька. В России распространено подавать к пиву раков, воблу, копченую рыбу. Для Западной Европы это не практикуется, а скорее осуждается. Например, ценители пива немцы, чехи, англичане, никогда не будут портить вкус пива, заедая рыбой.



Контрольные вопросы и задания:

1. Перечислите основное сырье, используемое в пивоварении.
2. Какое зерновое сырье, кроме ячменя применяется в пивоварении?
3. В чем заключается роль хмеля при производстве пива?
4. Назовите основные составные элементы хмеля.
5. Какие подсластители допускается применять в пивоварении?
6. Дайте классификацию заменителей сахара.
7. Роль дрожжей в производстве пива.
8. Какие виды дрожжей используют в пивоварении?
9. В чем различие пивных дрожжей верхового и низового брожения?
10. Колер и его приготовление для пивоварения.
11. Основные технологические приемы изготовления высококачественного колера для пива.
12. Основные принципиальные схемы получения солода.
13. В чем заключается замачивание ячменя?
14. Какие превращения происходят в ячмене при замачивании?
15. Какие способы замачивания применяют в промышленности?
16. Для чего сортируют ячмень перед замачиванием?
17. Какими признаками характеризуется правильность замачивания ячменя?
18. Укажите основные промышленные способы проращивания ячменя.
19. Какие режимы проращивания солода на солодовнях разных типов?
20. Какие типы промышленных солодовен вам известны?
21. Какие активаторы используют для ускорения солодоращения?
22. Укажите основные режимы ускоренного солодоращения.
23. Каким требованиям должен отвечать свежепроросший солод?
24. Зачем сушат свежий солод?
25. Назовите и охарактеризуйте основные три стадии сушки солода.
26. Охарактеризуйте режим сушки светлого солода.
27. Чем отличается режим приготовления темного солода?
28. Особенности приготовления карамельного и жженого солода.
29. Изложите основные требования к качеству солода высоких кондиций.

30. Затириание солода и основные режимы.
31. В чем суть осахаривания затора?
32. Укажите режимы и способы фильтрования сусла
33. Охарактеризуйте режимы охмеления сусла.
34. Способы приготовления сусла для различных видов пива.
35. Какие способы охлаждения и осветления пивного сусла применяются в промышленности?
36. Какие концентраты пивного сусла вы знаете и особенности их приготовления в промышленности?
37. Изложите общие понятия о брожении пива.
38. Что такое главное брожение пива?
39. В чем заключается дображивание и созревание пива?
40. Изложите особенности производства пива по ускоренной технологии.
41. В чем особенность приготовления пива в цилиндроконическом аппарате?
42. Как проводится осветление пива в промышленности?
43. Как готовят пиво к расфасовке?
44. Укажите основные способы повышения стойкости пива.
45. В чем основные особенности производства пива на мини-пивоваренных заводах?
46. Изложите методы контроля состава и качества пива.
47. Качественные показатели ячменя, солода и кондиционного пива.
48. Как проводится органолептическая оценка пива?
49. Укажите основные показатели высококачественного светлого пива.
50. Изложите основные качественные показатели темного пива.

Приложение 1.

Приложение 2.

Приложение 3.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков. К.А. Калунянц, Р.А. Колчева, Л.А. Херсонова, А.И. Садова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.

Инструкция по технохимическому 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.

Мальцев П.М. Технология бродильных производств (общий курс). – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 560 с.

Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, В.Л. Яровенко, В.А. Домарецкий, Р.А. Колчева. – М.: Колос, 1992. – 446 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. Калунянц, А.И. Садова. – М.: Пищевая промышленность, 1998. – 272 с.

Химико-технологический контроль производства солода и пива / П.М. Мальцев, Е.И. Великая, М.В. Зафирная, П.В. Колотуша. – 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.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. История пива. Общие сведения .....	3
1.1. Состав, гигиеническое значение и питательность пива .....	5
1.2. Общие сведения о производстве пива .....	7
2. Сырье и материалы для пивоварения .....	9
2.1. Характеристика ячменя .....	9
2.2. Солод .....	12
2.3. Основные сведения о крахмале и продуктах его гидролиза .....	13
2.4. Аминокислоты ячменя .....	15
2.5. Другие виды зернового сырья .....	16
2.6. Хмель .....	16
2.7. Определение пивоваренной ценности хмеля .....	18
2.8. Дрожжи .....	20
2.9. Вода .....	22
3. Технология производства солода .....	24
3.1. Замачивание зерна отдельным способом .....	25
3.2. Образование и активация ферментов .....	27
3.3. Производство солода статическим способом .....	28
3.4. Проращивание зерна отдельным способом .....	31
3.5. Продолжительность проращивания .....	32
3.6. Сушка солода отдельным способом .....	33
3.7. Сушка солода статическим способом .....	34
3.8. Получение солода других видов .....	36
4. Приготовление сусла .....	38
4.1. Дробление солода .....	38
4.2. Затиранье солода или приготовление затора .....	39
4.3. Фильтрование затора .....	41
4.4. Варка сусла с хмелем (охмеление) .....	42
4.5. Охлаждение сусла .....	44
5. Производство пива .....	45

5.1. Брожение сусла .....	45
5.2. Полунепрерывное и непрерывное брожение пива .....	51
5.3. Интенсификация производства пива .....	52
5.4. Немецкая технология изготовления пива в ЦКР .....	55
5.5. Осветление пива .....	56
6. Расфасовка пива .....	57
7. Хранение и транспортировка пива .....	58
8. Оценка качества. Пороки пива .....	59
9. Сбор верховых дрожжей .....	62
10. Виды пива .....	63
10.1. Хлебное пиво .....	63
10.2. Технология сывороточного пива .....	69
10.3. Домашние виды пива, изготавливаемые без предварительной обработки	72
11. Как пить пиво .....	79
Приложение 1 .....	
Приложение 2 .....	
Приложение 3 .....	
Рекомендованная литература .....	80
Содержание .....	81