

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВОВАРЕНИЯ

*Утверждено Главным управлением
пивоваренной промышленности
Наркомпищепрома СССР
в качестве учебника
для технических курсов*



ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга „Технология пивоварения“ коллективный труд ряда работников пивоваренной промышленности. Особенно заслуживает быть отмеченным труд редактора первого издания этой книги покойного инж. Г. Ф. Худокормова, много сделавшего для подбора, проверки и систематизации материала.

Предлагаемая технология охватывает все стадии приготовления пива и дает в сжатой форме практические указания.

Книга может служить руководством для учащихся школ и курсов начинающих пивоваров и для старых работников, желающих повысить свою квалификацию.

Главный инженер Главпиво
НКПН СССР

А. Каганов

19 октября 1945 г.

I. СЫРЬЕ

Важнейшим сырьем для пивоваренной промышленности являются ячмень, хмель, вода и дрожжи. Применение в производстве пива других, кроме ячменя, хлебных злаков считается нецелесообразным, так как они:

- 1) изменяют основные свойства и аромат пива;
- 2) не имея подобно ячменю оболочек, играющих существенную роль в технологическом процессе производства, рожь и пшеница мало пригодны для этой цели, а овес дает пиво незначительной стойкости;
- 3) солод, получаемый из других хлебных злаков, имеет очень слабую осахаривающую способность, что не только осложняет процесс производства, но и снижает качество пива; пшеница, в частности, содержащая много клейковины, затрудняет фильтрацию сусла.

1. ЯЧМЕНЬ

Существует много различных сортов ячменя, выращиваемых в широкой климатической зоне. Однако для выработки пива пользуются лишь некоторыми специальными сортами так называемого „пивоваренного ячменя“.

Приводим характеристики каждого вида и сорта ячменя и требования, которые предъявляет ему промышленность.

A. Сорта ячменя

По расположению зерен в колосе ячмень разделяется на: а) шестирядный; б) четырехрядный и в) двухрядный.

В колосе шестирядного ячменя у стержня звездообразно расположено шесть неодинаково развитых зерен. Шестирядный ячмень с шестью хорошо развитыми зернами встречается очень редко: обычно четыре зерна развиты в нем слабее, вследствие чего шестирядные ячмени более щуплы и имеют низкий вес гектолитра. Четырехрядный ячмень является разновидностью шестирядного, но зерна у него несколько сдвинуты по оси по отношению одно к другому. Вследствие различной величины зерен шестирядный и четырехрядный ячмени для пивоварения

не пригодны, так как зерна различной величины замачиваются и прорастают неодинаково, и солод получается неоднородным.

У двухрядного ячменя только два хорошо развитых зерна, он наиболее пригоден для пивоварения. Это—типичный яровой ячмень, тогда как шестирядный и четырехрядный ячмени могут быть и яровыми и озимыми.

В СССР распространены следующие сорта ячменя: „Ганна Лоосдорфская“, „Верхняцкий“ 04 и 06, «Винер» 01163, «Золотой», «Европеум 0353/133» и «Колхикум 01031».

Основными районами по производству культурного ячменя являются Украина, западные районы Союза и Кировская область.

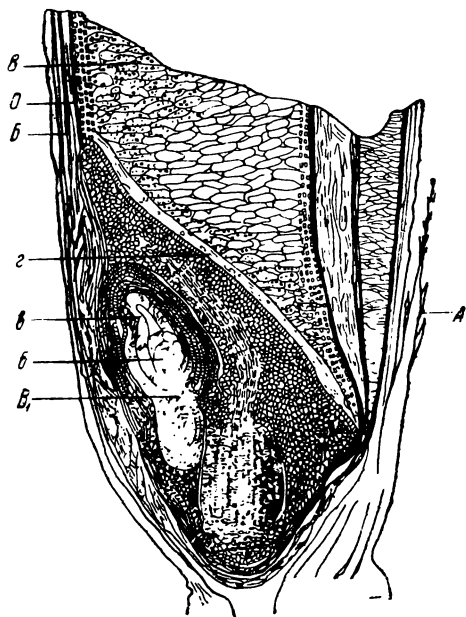


Рис. 1. Структура ячменя

Б. Наружное строение зерна ячменя

Зерно ячменя имеет продолговатую, заостренную с обоих концов, форму, причем один конец более острый, а другой притуплен.

Зерно ячменя окружено внешней толстой оболочкой, так называемой мякиной. Мякинная оболочка состоит из двух частей, лежащих на верхней и нижней («спинной» и «брюшной») сторонах ячменного зерна. Оболочка, лежащая на спинной стороне, заходит на брюшную; на заостренном конце зерна она удлинена и образует ость. К стеблю зерно ячменя прикреплено тупым концом. Брюшная, или нижняя, сторона ячменного зерна более плоска, чем спин-

ная, или верхняя. Вдоль брюшной стороны проходит бороздка, в которой на плоском конце находится щетинка, снабженная волосками *A* (рис. 1).

В. Внутреннее строение зерна ячменя

За мяккими оболочками следуют оболочки плодовая и семенная (рис. 1, Б), сросшиеся между собой. Внутри этих оболочек расположены мучнистое тело (В) и зародыш (В₁).

Мучнистое тело (эндосперм) состоит из клеток, наполненных крахмалом, и отделено от плодовой и семенной оболочек клейберным (алеуроновым) слоем (а). Клетки, содержащие крахмал, тесно спаяны между собой углеводами и белковыми веществами.

Алеуионовый слой состоит из толстостенных клеток (в несколько рядов), которые содержат белковые вещества—клейковину и жир.

Зародыш (эмбрион) содержит все части молодого растения, развивающегося впоследствии из зерна. Различают зародышный корешок (б), из которого развиваются у солода корешки, и зародышевый листок (в), из которого развиваются зачатки— впоследствии листья растения. Верхней частью зародыша, граничащей с мучнистым телом, является щиток (г). Через щиток проникают в зародыш питательные вещества, необходимые для его роста в первой стадии развития. Они содержатся в мучнистом теле.

Г. Влияние климата, почвы и способа уборки на качество пивоваренного ячменя

Пивоваренный ячмень необходимо разводить в пригодных климатических и почвенных условиях. Под влиянием климата свойства ячменя изменяются. Ячмень не переносит очень влажного климата: для него необходимо равномерное распределение осадков в течение всего вегетационного периода. Вредна и засуха, особенно продолжительная, в результате которой ячмень обогащается азотом. В случае большого количества осадков перед жатвой ячмень становится вялым и темным, при нормальной влажности—мягким, мучнистым. При засухе ячмень становится жестким, стекловидным, и нормальная зрелость зерна не достигается. Такой ячмень получает способность к нормальному прорастанию лишь после длительного хранения.

Уборка ячменя должна происходить при полной его зрелости. Сухой ячмень после жатвы немедленно складывают в сарай, влажный—оставляют в поле, но связывают и ставят в копны. Сложенный в поле влажный или попавший под дождь ячмень в значительной степени теряет свою ценность: он приобретает плохой цвет, легче плесневеет; способность к прорастанию у него ослабевает.

Большое влияние на свойство ячменя оказывает почва. Самыми лучшими почвами являются мягкие, рыхлые, содержащие известь и достаточное количество гумусовых веществ. Тяжелые черноземы, глинистые и кислые почвы не пригодны для культуры пивоваренного ячменя.

Д. Химический состав пивоваренного ячменя

Ячмень в основном состоит из углеводов и белков. Содержание различных веществ в ячмене колеблется в следующих пределах (в %): воды 7—21; белковых веществ 6,2—17,5; жиров 1—4,9; клетчатки 2—17; золы 0,6—6,8; крахмала 51—65; веществ, переходящих в раствор при осахаривании экстрактивных веществ или экстракта, 71—82.

Рассмотрим отдельно составные части ячменя и разберем их значение для пивоварения.

1. Вода. Количество воды в ячмене имеет очень большое значение, так как она влияет на стойкость при хранении, а также на содержание в нем экстракта. Каждый лишний процент воды означает в среднем уменьшение выхода экстракта на 0,76%. Влажность ниже 10% также недопустима, так как такой ячмень, как подвергавшийся искусственному подсушиванию, обычно имеет пониженную способность прорастания. Ячмень с высокой влажностью плохо переносит хранение, имеет затхлый запах, низкую способность прорастания и легко плесневеет. Активность ферментов повышена, в результате чего ячмень греется и теряет всхожесть.

2. Белковые вещества. Белки, или протеины — сложные органические вещества, состоящие из углерода, водорода, кислорода, азота, а иногда и серы. Для белков характерно содержание азота. Известно большое количество разных протеинов. Построены они из 19 различных так называемых аминокислот. Протеины разлагаются под действием ферментов, распадаясь на свои составные части. Образующиеся продукты называются продуктами распада белка. Ячмень содержит определенное количество продуктов распада белка, растворимых в воде.

Количество белков имеет важное значение для качества зерна. Установлено, что в ячмене с большим содержанием белка выход экстракта понижается. Ячмень с большим содержанием белка плохо поддается соложению, очень легко греется, плохо растворяется. Из такого ячменя пиво получается менее стойкое, при охлаждении мутнеет, грубо на вкус. Стойкость пива, приготовленного из ячменя, бедного белком, значительно повышается. Слишком низкое содержание белка в ячмене тоже нежелательно, так как известное количество его в пиве необходимо для достижения хорошего пенообразования и полноты вкуса.

3. Крахмал и экстракт. Крахмал образуется в зеленых частях растения (под влиянием солнечного света) из углекислоты и воды. Он находится в растении в виде мелких зерен величиной от 0,0016 до 0,033 мм, — их можно видеть только под

микроскопом. Зерна крахмала неодинаковы по форме— круглые, трех- или четырехугольные, нередко имеют вид бобов. Если ячмень обрабатывать горячей водой, то крахмальные зерна (при определенной температуре) теряют свою форму, разбухают, увеличиваются до объема, в 100—200 раз превосходящего первоначальный. Это явление называется клейстеризацией крахмала. Температура превращения крахмала ячменя в клейстер—80°; при обычной температуре крахмал в воде не растворим. Раствором иода крахмал окрашивается в синий цвет. Этой цветной реакцией в пивоварении пользуются для определения конца процесса осахаривания.

Чистый крахмал содержит 44,4% углерода, 6,2% водорода и 49,4% кислорода. Он является углеводом и состоит из большого количества молекул глюкозы. При нагревании с кислотами крахмал расщепляется на свои составные части—отдельные молекулы глюкозы. Глюкоза—растворимый в воде простой вид сахара. Под влиянием расщепляющих крахмал ферментов (амилазы или диастаза) образуется воднорастворимый углевод—мальтоза, который состоит из двух молекул глюкозы. При разложении крахмала кислотами или ферментами образуются еще декстрины. Декстрины—промежуточные продукты распада крахмала, не растворимые в воде. Декстрины отличаются от мальтозы тем, что они не сбраживаются дрожжами. При расщеплении крахмала синяя окраска, получаемая в присутствии иода, постепенно становится фиолетовой и красной и при полном осахаривании приобретает нормальный цвет иодного раствора.

Кроме крахмала в ячмене находятся в небольшом количестве и другие растворимые углеводы, преимущественно сахароза. Ячмень содержит еще пентозаны, представляющие собой, как и крахмал, углеводы. В пивоваренном процессе они, однако, не имеют значения, так как не растворимы в воде. В незначительном количестве в ячмене находятся еще амилан, галактан и пектин. Эти вещества имеют большое влияние на стойкость пены пива.

К углеводам относятся также целлюлоза (клетчатка) и гемицеллюлоза. Главная масса целлюлозы находится в оболочке ячменя. Целлюлоза, как и крахмал, состоит из глюкозы. Как основная составная часть оболочек целлюлоза играет очень важную техническую роль в процессе фильтрации как фильтрующий материал. Под влиянием ферментов ячменя или солода целлюлоза не переходит в раствор. Гемицеллюлоза, служащая материалом для стенок клеток, под влиянием ферментов в процессе прорастания распадается. Она имеет значение при растворении солода.

Пивовара меньше интересует содержание крахмала как такового, чем содержание экстракта, хотя экстракт и образуется главным образом из крахмала. Если размолотый ячмень осахаривать при помощи солода или солодовой вытяжки (об этом процессе будет сказано ниже), то некоторые составные части ячменя растворяются. Эта растворимая часть называется **экстрактом** ячменя и состоит из растворимых углеводов, которые находились в ячмене или образовались в процессе **осахаривания** белков, продуктов их распада и минеральных составных частей.

4. Зола. Зола находится в ячмене частично как минеральные (неорганические) составные части, частично—в виде органических соединений. При проращивании, т. е. в процессе соложения, фосфорная кислота отщепляется ферментативным путем и переходит в неорганическое соединение. В золе ячменя ее в среднем содержится около 35%. Находится она в ячмене и солода отчасти и в виде различных щелочных солей. Минеральные составные части ячменя определяют кислотность солода и пивного сусла.

Е. Ферменты ячменя

Биологические процессы, протекающие в растениях, особенно в период прорастания ячменя, основаны в первую очередь на деятельности веществ, находящихся в растениях в незначительном количестве. Эти вещества называются **ферментами**.

Это—органические вещества, которые в определенных условиях способны, не изменяясь сами, химически изменять другие органические вещества. Весьма малое количество ферментов может изменять большое количество органических веществ—таких, как углеводы, белки, жиры и т. д.

В настоящее время известно много разных ферментов, но здесь мы рассмотрим только те из них, которые имеют значение для ячменя и для пивоварения. Большая часть ферментов растворяется в воде. Все они чувствительны к температуре и поэтому могут быть разрушены путем нагревания. Действие ферментов зависит от условий, при которых они работают. Каждый фермент имеет для своего действия оптимальную температуру и оптимальную кислотность.

В ячмене находятся следующие важнейшие ферменты.

1. Диастаз (амилаза). Этот фермент обладает способностью расщеплять крахмал с образованием мальтозы и некоторого количества декстринов. Диастаз, осахаривая крахмал, дает необходимые для дыхания замоченного ячменя углеводы; с другой стороны, в процессе варки он позволяет перевести в раствор не растворимые ранее вещества солода.

Известны два вида диастаза: осажаривающий и разжижающий. В непроросших зернах содержится только осажаривающий диастаз, разжижающий образуется в процессе проращивания.

Осажаривающий диастаз не может перевести крахмал в жидкое состояние: он осажаривает только растворимый крахмал и дает сравнительно много мальтозы и мало декстринов. Крахмал, не превращенный в жидкое состояние, не осажаривается до конца, и иодная реакция не исчезает.

Разжижающий диастаз обладает способностью быстро переводить в раствор крахмал, т. е. превращать его в растворимое состояние или разжижать и затем осажаривать. При этом образуется относительно мало мальтозы, но зато в заторе остается много декстрина, и иодная реакция на крахмал быстро исчезает.

Действие диастаза становится заметным при 45° , но при этой температуре оно незначительно. При повышении температуры расщепление крахмала ускоряется. При температуре выше 70° диастаз быстро теряет свою активность, а при 85° действие его совершенно прекращается.

В присутствии больших количеств мальтозы диастаз теряет свою активность при повышении температуры в значительно меньшей степени, чем в разбавленных растворах. Таким защитным свойством по отношению к диастазу обладает только мальтоза.

Сухой диастаз без потери активности выдерживает температуру свыше 100° . Осажаривающий диастаз при 56° начинает разрушаться, и поэтому оптимальной температурой для него считается $50-52^{\circ}$.

Процесс осажаривания крахмала при более высоких температурах протекает быстрее, но при этом образуется много декстринов и мало мальтозы.

Оптимальная температура для разжижения 70° . На практике лучшие результаты по осажариванию получаются при $62-63^{\circ}$; при этой температуре осажаривание проходит достаточно быстро, причем получается нормальное количество мальтозы.

Неоаклейстеренный крахмал расщепляется диастазом медленнее.

Диастаз в зерне распределяется неравномерно. В непроросшем зерне хлебных злаков он накапливается вблизи зародыша. В процессе соложения, по мере растворения и образования солодового диастаза, он появляется во всем мучнистом теле.

2. Гемипеллюлаза. В зерне ячменя, особенно в зародыше и алеуроновом слое, по видимому, присутствует фермент, расщепляющий гемипеллюлазу, который называется цитазой. Гемипеллюлаза, как уже было указано выше, образует, по крайней мере частично, стенки клеток, особенно стенки клеток мучнистого тела, растворяющиеся в процессе соложения.

3. Фосфатазы. Фосфатазы обуславливают расщепление фосфорной кислоты, связанной с органическими соединениями. Такими соединениями являются фосфатиды (лецитин) и фитин. Оптимальная температура для фосфатаз 58°.

4. Протеолитические ферменты. В ячмене присутствуют только следы ферментов, расщепляющих белки. Протеолитические ферменты расщепляют белки с образованием продуктов распада, имеющих очень сложную структуру, но не обнаруживающих типичного свойства белков—способности переходить при нагревании в нерастворимую форму, т. е. свертываться. Расщепление может протекать как в щелочной, так и в очень кислой среде, однако характер расщепления в этих случаях различный. Оптимальная температура действия протеолитических ферментов 50—55°. Некоторые протеолитические ферменты расщепляют белки до аминокислот. Протеолитические ферменты играют наряду с диастазом важную роль при соложении и варке сусла. Для приготовления пива требуется не только осахаривание крахмала, но и введение определенного количества растворимых белков и продуктов их распада, которые способствуют образованию пены и полноте вкуса пива. Кроме того, для самого процесса брожения требуются вещества, содержащие азот. При соложении совершенно необходимо частичное расщепление белков для „растворения“ солода.

5. Ферменты дыхания. Зрелый ячмень обнаруживает некоторую жизнедеятельность, которую можно установить по дыханию зерна. Процесс дыхания состоит в том, что продукты питания зародыша ячменя под влиянием специальных ферментов окисляются кислородом воздуха. Освобождающееся при этом тепло служит для поддержания жизни зародыша. При дыхании в первую очередь окисляются растворимые углеводы до углекислоты и воды. Вместо окисленных в процессе дыхания растворимых углеводов образуется из крахмала новое количество их, что является следствием осахаривающего действия диастаза.

Если влажность ячменя значительно возрастает (например, в процессе замачивания), наступает необычайно сильное повышение активности всех ферментов, следовательно, и ферментов дыхания. Таким образом, дыхание ячменя связано с постепенной потерей крахмала, что является главным источником потерь соложения. Ферменты дыхания являются веществами, содержащими железо.

Ж. Оценка пивоваренного ячменя

Пивоваренный ячмень должен быть не только двухрядным, но и чистосортным.

Чистосортный двухрядный ячмень должен отвечать ряду определенных научных и практических требований.

Эти требования можно разделить на три группы: 1) внешние признаки; 2) механические свойства; 3) химические и биологические свойства.

Соответственно этим требованиям построена так называемая система бонификаций, которая дает возможность получить более или менее точную характеристику качества ячменя в цифровом выражении.

Внешние признаки. Цвет зерна. Нормальным считается светлый соломенно-желтый цвет зерна. Оно должно быть равномерно окрашено. Белый цвет свидетельствует о сильной стекловидности, о сильной сухости и о плохой зрелости ячменя. Темный цвет—о том, что зерно было сильно подмочено во время уборки, в избытке были внесены азотные удобрения, или имела место бактериальная инфекция (коричневые и черные кончики). Случается, однако, что и хороший пивоваренный ячмень бывает ненормального цвета. Поэтому нельзя браковать ячмень только вследствие его ненормального цвета.

Блеск тесно связан с цветом. При нормальном развитии и тонкой оболочке зерна имеют блеск. Матовый тон окраски—следствие сильной подмоченности зерна во время уборки.

Запах должен быть здоровый—напоминать запах свежей соломы. Зерно затхлое или с запахом плесени должно быть забраковано.

Оболочка (пленки) должна быть тонкой, нежной и морщинистой. Гладкая, без морщин, поверхность свидетельствует о толстой, грубой оболочке. Нежная оболочка составляет 7—10% общего веса зерна, грубая 10—12%, а иногда и больше. У незрелого ячменя оболочка гладкая. Названные требования к оболочке, помимо экономических соображений, основаны на том, что из нее в процессе варки выщелачиваются нежелательные вещества, характер которых еще точно не выяснен (тестен, дубильные вещества). Они ухудшают цвет и вкус пива: оно становится темным и приобретает неприятный, грубый и горький привкус.

Механические свойства. Натура зерна. Вес 1 л или 1 гл зерна выражается соответственно в граммах или килограммах.

Натура зависит от формы, величины, удельного веса и от степени чистоты зерна и поэтому за последнее время значительно утратила свое значение. Вообще ячмень с высокой натурой считается наиболее ценным. На основании натуры делается заключение о средней величине зерен.

Практические требования, предъявляемые к пивоваренному ячменю по его натуре, следующие:

натура до 65	легкий
„ 65—68	средний
„ свыше 68	тяжелый
„ около 75	очень тяжелый.

Вес 1000 зерен является действительной оценкой их величины.

У пивоваренного ячменя вес 1000 зерен колеблется от 32 до 50 г на сухое вещество. Наименьший вес 1000 зерен для высокосортного ячменя—36 г. Вследствие того, что у слишком крупных зерен изменяется толщина оболочки, ячмень, 1000 зерен которого весят больше 40 г, не имеет большого пивоваренного значения. Ячмень с высоким весом 1000 зерен дает при одинаковом содержании белка более высокий выход экстракта.

Форма и величина зерна являются одним из важнейших признаков ячменя. С технологической точки зрения выравненность зерна имеет исключительно важное значение.

Под величиной зерна подразумевается, собственно говоря, его толщина. По толщине зерна ячмени разделяются на три сорта: I сорт—2,8 мм, II сорт—2,5 мм и III сорт—2,2 мм. При сортировке необходимо, чтобы на ситах с шириной щелей 2,8 мм (I сорт), 2,5 мм (II сорт) и 2,2 мм (III сорт) оставалось на первом и втором или на втором и третьем ситах не менее 75% ячменя, а при высокосортном ячмене—не менее 80%. Эти цифры являются мерой выравненности зерна. Качество ячменя оценивается по количеству зерна, оставшегося на сите с шириной щели 2,8 мм. Третий сорт обычно не подвергается соложению. Отбросы (после третьего сита) составляют при высокосортном ячмене не больше 2%, а при нормальном пивоваренном ячмене—от 3 до 5%.

Степень чистоты пивоваренного ячменя определяется не только по числу семян сорняков и других примесей, но и по числу зерен других хлебных злаков (пшеницы, ржи, овса и др.).

Свойства мучнистого тела. Мучнистое тело может быть стекловидным или мучнистым. Считается, что мучнистый ячмень лучше стекловидного, хотя последний большей частью вполне нормально подвергается соложению. Раньше существовало мнение, что стекловидный ячмень при соложении растворяется хуже и дает меньший выход экстракта солода, однако оказалось, что стекловидность при замачивании ячменя часто исчезает. Такая форма стекловидности называется кажущейся, или временной. Существует также постоянная стекловидность, которую называют вредной, но пивоваренный ячмень должен содержать не свыше 12,5% белка, а при этих условиях постоянная стекловидность встречается редко. В связи с этим стекловидности сейчас не придают большого значения, однако ею не следует совсем пренебрегать, так как встречающаяся иногда стекловидность кончиков зерна может дать плохо растворяющийся солод.

Химические и биологические свойства. Белка в пивоваренном ячмене должно быть от 10,5 до 12,5%, но для

темного пива можно употреблять ячмень с 13,5% белка. Объясняется это следующим:

1) количество белка до некоторой степени определяет содержание экстракта;

2) бедный белком ячмень дает слабо пенящееся, неполного вкуса пиво, поэтому необходимо установить минимальное содержание белка;

3) богатый белком ячмень дает нестойкое и плохое (грубое) на вкус пиво;

4) чтобы получить пиво постоянного качества, необходимо употреблять ячмень, содержание белка в котором колеблется в очень узких пределах.

Экстрактом называют все те вещества, которые переходят в раствор при кипячении мелкоизмолотого ячменя с водой и при последующей обработке солодовой вытяжкой. Экстракт состоит не только из осахаренного крахмала, но также из растворимых углеводов и белковых веществ, органических и минеральных.

Между содержанием белка и экстракта существует обратная зависимость, однако она оказывается верной с большим приближением. Необходимо поэтому нормировать и содержание (или выход) экстракта. В пересчете на сухое вещество его должно быть не менее 70%. Хороший пивоваренный ячмень содержит свыше 80% экстракта.

Воды должно быть от 10 до 15%.

Прорастаемость. Весь процесс соложения основан на степени прорастаемости зерна. Во время прорастания развиваются все ферменты, необходимые для полного изменения структуры зерна, растворимости, полного осахаривания и соответственного расщепления белка в процессе варки. Большое количество непроросших зерен ухудшает качество солода и снижает выход экстракта. Плохое прорастание особенно неблагоприятно для темного пива, так как в этом случае солод требует очень хорошего растворения. Свежесжатый ячмень прорастает очень плохо, но спустя некоторое время в период хранения он достигает (путем дозревания) полной прорастаемости. Минимальная прорастаемость хорошего пивоваренного ячменя должна быть 95%; высокосортный пивоваренный ячмень дает 98% прорастаемости.

2. ХМЕЛЬ

Хмель применяется в пивоварении для того, чтобы придать пиву приятный горьковатый вкус и аромат. Кроме того, хмель повышает биологическую стойкость пива и прочность пены.

Почти во всем мире хмель распространен как дикорастущее и как садовое растение, но для пивоварения он культивируется специально.

Хмель—растение многолетнее. Он представляет собой кустарник, ежегодно развивающийся из корня. Из корня развивается до 40 лоз (побегов), которые обрезают, оставляя всего от 2 до 5 побегов. Обрезанные подземные побеги с почками применяются в качестве черенков для размножения хмеля.

Цветы хмеля—однополые, т. е. мужские и женские цветы распределены на разных индивидуумах. Хмель, который мы применяем в пивоварении, представляет собой соцветие женского растения хмеля.

Шишка хмеля (рис. 2) состоит из большого числа лепестков, которые сгруппированы вокруг так называемого стерженька. Стерженек покрыт волосками и зигзагообразно изогнут.



Рис. 2. Шишка хмеля: а—внутреннее строение и б—внешний вид (листочки с передней стороны удалены)

Шишка состоит из двух родов зонтичных лепестков: (а) кроющих лепестков, окраска которых, как правило, зеленоватая и (б) желто-зеленых прилистников. Кроющие лепестки и прилистники покрыты множеством блестящих светлых желто-зеленых точек (зерен), которые сравнительно легко отделяются. Это лупулиновые железы (лупулин), которые имеют очень большое значение для определения качества хмеля, так как они являются носителями ароматических и консервирующих веществ хмелевого масла и хмелевой смолы. У свежего хмеля лупулин отличается блестящей светложелтой окраской. В период хранения лупулин самопроизвольно осмоляется и принимает усиливающийся желто-красный цвет. У очень старого хмеля он переходит в красно-коричневый. Блеск лупулина при долгом хранении исчезает, а одновременно изменяется и его аромат. Свежий лупулин обладает ароматичным смолистым запахом, который с возрастом ослабевает. Испортившийся хмель обычно имеет сырный запах.

Химический состав хмеля (в %)

Воды	12—14	Масла хмеля	0,3—1
Общей смолы	16—26	Азотистых веществ	15—24
α -смолы	4—7	Дубильных	2—16
β -смолы	8—13	Клетчатки	12—6
γ -смолы	4—6	Минеральных веществ	6—9

Масло хмеля—эфирное масло, которое придает хмелю его характерный аромат. В пивоварении оно не играет роли, так как при варке сусла улетучивается.

Из хмелевых смол выделены два кислотообразных вещества: гумулон, или α -хмелевая горькая кислота, и лупулон, или β -хмелевая горькая кислота. Гумулон осмоляется в воздухе в α -смолу, а лупулон в β -смолу. Смолы α и β обладают интенсивно горьким вкусом и значительным консервирующим действием. γ смола безвкусна, без запаха и не обладает антисептическим действием.

Горькие кислоты растворяются, если вода имеет щелочную реакцию. Отсюда следует, что при меньшей кислотности сусла требуется меньшее количество хмеля.

Дубильные вещества осаждают часть белковых веществ сусла при кипячении с хмелем. Роль дубильных веществ хмеля весьма сложна и не совсем еще ясна.

Хмель легко портится во время хранения. Собирают его ранней осенью и высушивают при низкой температуре (35°) или просто раскладывают тонким слоем. Для консервирования хмель подвергается окуриванию серой.

Хмель доставляется на пивоваренные заводы большей частью запрессованным в двойных плотных мешках. Прессовка значительно уменьшает возможность окисления хмеля.

Хранение хмеля требует особых условий: а) низкой температуры, б) предохранения от влаги и воздуха. По большей части он хранится в сухих, прохладных помещениях. В специально охлаждаемых помещениях (при 0—2°) хмель может храниться годами, почти не изменяясь. Рекомендуются также хранение его без доступа воздуха или в атмосфере углекислоты. При оценке хмеля следует обращать внимание на следующее:

а) сортировка, чистота: желательна максимально возможная равномерность шишек по величине и форме, отсутствие стеблей, листьев и других примесей;

б) влажность: хмель должен быть не настолько сухим, чтобы терять листья и лупулин, но он не должен содержать и слишком большого количества влаги, так как тогда он будет склонен к самонагреванию и порче; нормальная влажность хмеля—14%;

в) цвет и блеск: зеленый цвет хмеля указывает на

недостаточную зрелость, золотистожелтый—на полную зрелость, коричневый оттенок или покраснение—на плохую сушку, разогревание или перезрелость; лучший цвет—желто-зеленый;

г) качество шишек: шишка должна быть по возможности плотной и закрытой; шишки должны хорошо сохраняться и лежать отдельно одна от другой; семена, по возможности, должны совершенно отсутствовать или не превышать 1%;

д) аромат: хмель* не должен обнаруживать запахов: сырного, чесночного (плохая сушка), затхлого (плесень), аммиака (бактериальное разложение), присутствия масляной и валериановой кислот (старый хмель);

е) повреждения сельскохозяйственными вредителями и болезнями не допускается.

Наряду с перечисленными качествами производится и количественное химическое определение, особенно смол. В СССР лучший хмель разводится на Украине (Житомир); кроме того, хмель разводится в Московской области (Гуслицы), Чувашии, Пензе, Кировской и Воронежской областях, в Казахстане.

3. ВОДА

Вода играет чрезвычайно важную роль в пивоварении, где ею пользуются и для замочки ячменя, и в процессе затирания.

Какого бы происхождения вода ни была, она всегда содержит большее или меньшее количество различных растворенных веществ. С этой точки зрения дождевая вода—самая чистая, так как она обычно бывает загрязнена лишь небольшим количеством пыли и газообразных веществ (аммиаком, углекислотой и т. п.). Всякая другая вода содержит значительно больше растворимых неорганических веществ. Вода может содержать и органические вещества. Такая вода не пригодна для употребления, а следовательно, и для пивоварения, так как она, как правило, заражена бактериями.

Нормальные составные части воды следующие.

Углекислый кальций (известь). Хотя он в воде и не растворим, но под влиянием углекислоты переходит в раствор в виде бикарбоната кальция. Так же, как бикарбонат, растворяется карбонат магния. Если вода протекает по местам земной коры, где встречается гипс, то труднорастворимый гипс тоже растворяется в небольшом количестве. Наряду с этими труднорастворимыми веществами в воде всегда имеется известное количество легкорастворимых солей: хлористый натрий (поваренная соль), хлористый магний, хлористый кальций, сульфат магния. Как следствие органических загрязнений, в воде встречаются аммиак и со-

ли аммония, при окислении которых образуются азотная кислота и азотнокислые соли.

Для характеристики количества растворенных в воде солей применяют специальный метод определения жесткости воды. Однако им учитываются только кальциевые и магниевые соли, так как большей частью эти соли действуют вредно. Если вода мягкая, она содержит мало солей кальция и магния, если жесткая—этих солей много.

Жесткость воды выражается в немецких градусах жесткости. 1° немецкой жесткости = 1 г окиси кальция или 1,4 г окиси магния на 100 л воды. Вода, имеющая общую жесткость 8° , — мягкая, от 8 до 12° — средней жесткости, от 12 до 30° — жесткая, выше 30° — очень жесткая.

Различают общую, временную и постоянную жесткость. Общая жесткость характеризует общее количество кальциевых и магниевых солей. При кипячении воды растворенная и связанная в виде бикарбонатов углекислота удаляется, причем часть кальциевых и магниевых солей выпадает в виде нерастворимых карбонатов. Жесткость, соответствующая количеству солей, которые перешли после кипячения в нерастворимое состояние, называется временной. ~~Постоянная~~ жесткость соответствует оставшимся в растворе солям.

С точки зрения процесса замачивания ячменя состав воды не играет существенной роли, так как оболочка ячменя не пропускает растворимых солей, и таким образом, они не могут оказывать влияния. Тем более существенное значение имеют свойства воды в процессе затиранья солода. При затираньи солода растворяются его минеральные составные части, главным образом, кислые фосфаты калия, отчего сусло приобретает кислый характер. Этому способствуют также некоторые содержащиеся в солоде органические кислоты. Все содержащиеся в воде соли калия и натрия, за исключением карбонатов, не изменяют кислотность сусла. Понижают кислотность все карбонаты и все остальные кальциевые и магниевые соли. Карбонаты воды нейтрализуют кислые фосфаты сусла. Карбонат и бикарбонат кальция выпадают в виде фосфата кальция. Осаждение происходит главным образом во время затиранья солода. Карбонат магния не осаждается в виде фосфата магния. В результате кислотность сусла уменьшается.

Сульфаты и хлориды кальция и магния имеют иное действие. Осаждаются нерастворимые фосфаты, но одновременно возрастает кислотность. Сульфат кальция (гипс) ухудшает пиво. Оно становится грубым на вкус, мягкость напитка пропадает.

Таким образом значение воды в производстве пива весьма существенно. Вода влияет и на вкус, и на цвет пива. Заводы, пиво которых принято за типовое, пользуются водой с особыми

характерными свойствами. Так например, всемирно известное пильзенское пиво изготавливается из очень мягкой, бедной карбонатами и гипсом, воды. На такой же воде работают и другие пивоваренные заводы, изготавливающие пиво типа пильзенского, не уступающего по качеству оригиналу. Мюнхенская вода — типичная карбонатная вода с жесткостью несколько выше средней. Для темного пива мюнхенского типа содержание карбонатов менее вредно, так как оно выравнивается более высокой кислотностью темного, карамельного и жженого солода, но темное пиво может быть также хорошо сварено и на мягкой воде.

Жесткая вода тоже пригодна для пивоварения, если влияние гипса компенсирует влияние карбонатов. Повышая крепость основного сусла и степень сбраживания пива и уменьшая количество задаваемого хмеля, можно получить хорошее пиво.

Влияние воды на качество пива навело на мысль изменять ее естественный состав химическим путем, т. е. препарировать воду.

Целью обработки является уменьшение щелочности воды, т. е. ее карбонатной жесткости. Для этого возможны следующие способы.

1. Добавление соответствующего количества известковой воды. При этом бикарбонат кальция и магния превращается в карбонат кальция и магния. Карбонат кальция осаждается, а карбонат магния остается в растворе. Избыток извести осаждает и магний. Также можно осаждать магний и кальций с помощью фосфата натрия.

2. Для компенсации карбонатного действия возможно гипсование воды, но оно влияет на вкус пива и пригодно разве только для его специальных сортов (портера и эля).

3. Самый простой способ — это прямая нейтрализация карбонатов кислотами, лучше всего молочной.

Следует еще указать, что вода, применяемая для затирания, должна быть безупречна с бактериологической точки зрения, т. е. не должна быть заражена микробами.

4. ПИВНЫЕ ДРОЖЖИ

Для проведения спиртового брожения на современных пивоваренных заводах применяется чистая культура дрожжей.

Дрожжи — одноклеточные микроорганизмы, которые обладают способностью превращать сахар в спирт и углекислоту с помощью имеющегося в их клетках фермента (зимазы). Существует бесчисленное множество различных дрожжей. Даже пивные дрожжи различаются по своим свойствам. Клетки пивных дрожжей можно хорошо рассмотреть только под микроскопом,

но и в этом случае нельзя распознать отдельных разновидностей. Внутренность клетки дрожжей сильно меняется как в различные стадии развития и возраста, так и в зависимости от питания. Клетка окружена очень тонкой оболочкой, внутри которой находится протоплазма — носитель всех жизненных функций, являющаяся в основном белковым веществом. В этой протоплазме помещаются зернышки, а также вакуоли, заполненные жидкостью (рис. 3).

Клетки дрожжей размножаются почкованием: почки, достигшие почти нормальной величины клетки, отрываясь от материнской клетки (или оставаясь и далее связанными), образуют новые почки (рис. 4). При старении клеток, а также при не-

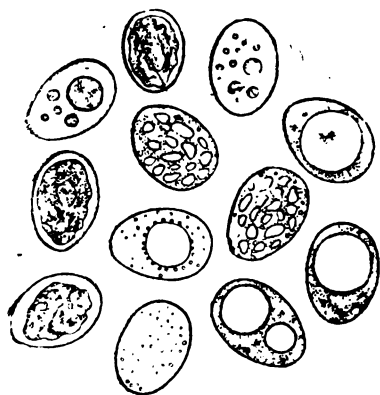


Рис. 3. Дрожжи, содержимое их клеток в различные моменты развития и возраста

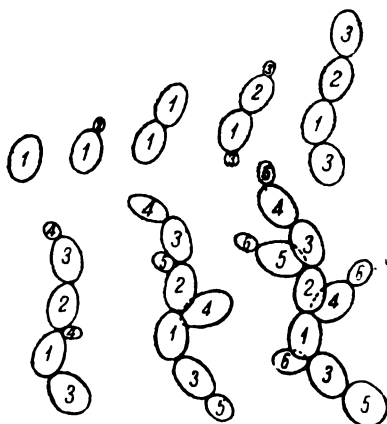


Рис. 4. Размножение дрожжей

благоприятных условиях (температура, недостаток питательных веществ) дрожжевые клетки отмирают. При отмирании содержание клеток разрушается под влиянием собственных ферментов (протеолитических). От этого внутренность клеток понемногу опустошается, остается пустая оболочка.

Размножение дрожжей в процессе брожения зависит от количества и качества питательных веществ, т. е. от содержания сбраживаемых веществ в сусле и от количества заданных дрожжей. Однако в суслах, одинаковых по составу и по количеству, размножение дрожжей не зависит от их количества. Коэффициент размножения пивных дрожжей равен приблизительно 4—5, т. е. по окончании брожения мы имеем в 4—5 раз больше дрожжей, чем в его начале.

Пивные дрожжи на практике делят на две основные группы: а) дрожжи верхового брожения и б) дрожжи низового брожения. Различие между этими группами заключается в том, что низовые дрожжи по окончании брожения быстро садятся на дно бродильного чана, в то время как верховые дрожжи в главном брожении под влиянием углекислоты поднимаются на поверхность пива и очень медленно осаждаются. Низовое брожение протекает при низких температурах (5—9°), верховое брожение—при более высоких (12—25°).

Каждая раса дрожжей обладает своей специфической способностью, вызывающей различную степень сбраживания сусла. Соответственно этому имеются высоко-, средне- и низкосбраживающие дрожжи. Они применяются в зависимости от типа вырабатываемого пива.

Главные продукты дрожжевого брожения—спирт и углекислота, возникающие в результате сложного ферментативного расщепления углеводов (мальтозы). Для питания и жизнедеятельности дрожжей требуются не только углеводы как источник энергии, но и белковые вещества в виде продуктов их распада. Все эти вещества, необходимые для питания дрожжей, содержатся в солодовом сусле.

II. ПРИГОТОВЛЕНИЕ СОЛОДА

Для того чтобы приготовить пиво, необходимо получить из ячменя солод, содержащий ферменты, осаживающие крахмал и расщепляющие белки, а также ароматизирующие и красящие вещества.

При осаживании солода экстрактивные вещества переходят в раствор. Образуется сусло, которое затем подвергается брожению. Солод представляет собой ячмень, подвергнутый проращиванию, последующей сушке и освобождению от ростков. Процесс проращивания называется соложением.

При проращивании происходит накопление ферментов, при сушке образуются вещества, придающие пиву характерные аромат и вкус. Высушенный солод приобретает способность к длительному хранению.

Процесс соложения распадается на следующие технологические стадии:

1. Приемка и транспортировка ячменя; его очистка и сортировка; хранение.
2. Замачивание ячменя.
3. Соложение.
4. Сушка солода, его очистка, хранение.

1. ПРИЕМКА, ТРАНСПОРТИРОВКА, ОЧИСТКА, СОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ ЯЧМЕНЯ

А. Приемка и транспортировка

Ячмень доставляется в железнодорожных вагонах россыпью. Пивоваренные заводы, имеющие свои железнодорожные ветки, доставляют ячмень непосредственно к приемной платформе (рампе) солодовни. Другие заводы получают ячмень с железнодорожных станций на грузовиках или гужом.

Ячмень выгружается из вагонов вручную, или при помощи ручных опрокидывающихся тележек, или пневматической передачи и доставляется прямо в зернохранилище или в помещение для очистки.

В настоящее время для передачи зерна пользуются следующими механическими приспособлениями: 1) ковшевым подъемником (элеватор); 2) червячной передачей (шнек); 3) ленточным

транспортером (бесконечные ленты); 4) самотрясками и 5) пневматической передачей.

1. Ковшковые подъемники, или элеваторы состоят из ковшей, прикрепленных к бесконечной ленте или бесконечной цепи, приводимых в движение от шкивов, расположенных в верхнем и нижнем концах подъемника. Они передают зерно в вертикальном или наклонном направлении на верхние этажи солодовни. Ячмень насыпают внизу в особые приемники, из которых ковши зачерпывают его и передают наверх со скоростью до 1,25 м/сек. Ковши наполняют до 60—75% их объема. На предельной высоте они опрокидываются, опорожняются и возвращаются вниз. Ковши движутся преимущественно в деревянных или железных шахтах. Расход силы небольшой: до 0,6 л. с. для подъема 10 т в час на высоту 10 м.

2. Шнек (червячная передача) состоит из железного или деревянного жолоба, в котором укреплена на вращающейся оси спираль (червяк). Червяк вращается и перемещает ячмень, находящийся в жолобе. Расход силы относительно большой: 0,4 л. с. на 10 т в час на расстояние в 10 м; коэффициент полезного действия, наоборот, небольшой. Поэтому шнек применяется только для передачи на небольшие расстояния. Кроме того, ячмень при передаче его шнеком часто повреждается. Шнек употребляется преимущественно для горизонтальной передачи, редко для наклонной (до 30°).

3. Ленточные транспортеры представляют собой бесконечные, шириной в 0,2—1,5 м ленты из прорезиненной ткани, которые передвигаются на роликах с относительно большой скоростью (от 2 до 2,5 м/сек). Расход силы незначительный (до 0,5 л. с. на 400 т в час на расстояние 10 м). Зерно не повреждается. Ячмень насыпается на ленту и в конце ленты сбрасывается или падает самотеком. Бесконечная лента употребляется для горизонтальной передачи, но может быть применена и при наклоне до 30°.

4. Самотряска состоит из горизонтальных или нескольких наклонных (до 10°) жолобов, которые приводятся в сотрясательное движение при помощи эксцентрика. Скорость движения очень небольшая—от 165 до 205 мм/сек при 70—320 колебаниях жолоба в минуту. Самотряску редко применяют для ячменя, хотя при барабанных установках для проращивания она очень удобна для передачи зеленого солода.

5. Пневматическая передача наименее выгодна экономически, но у нее есть ряд таких преимуществ, что в настоящее время она введена почти на всех пивоваренных заводах в комбинации с другими способами. Основное преимущество пневматической передачи заключается в том, что ее линия может быть выбрана произвольно и устроена даже в недоступных для

других передач местах солодовни. Принцип этого метода заключается в том, что зерно передается потоком воздуха. Скорость воздуха при этом должна быть не меньше 20 м/сек; достигается она давлением или вакуумом.

Б. Очистка и сортировка

Поступающий на завод ячмень, даже предварительно очищенный, все же подвергается очистке заново, так как содержит значительное количество балласта: он смешан с землей, пылью, соломой, камнями; в нем можно найти веревки, кусочки дерева, гвозди, винты, зерна сорняков и т. п. Одновременно ячмень должен быть рассортирован по величине зерен. Схема очистки и сортировки ячменя приведена на рис. 5.

Если ячмень состоит из сильно различающихся по величине зерен, то он не пригоден для процесса соложения. Зерна разной величины поглощают воду с различной скоростью, отчего некоторая часть ячменя перемачивается, а

другая, наоборот, замачивается недостаточно, вследствие чего проращивание протекает ненормально. У щуплых зерен зародыши развиваются быстро, у крупных — медленно. Нередко, когда процесс проращивания ячменя еще не закончен, у части зерен

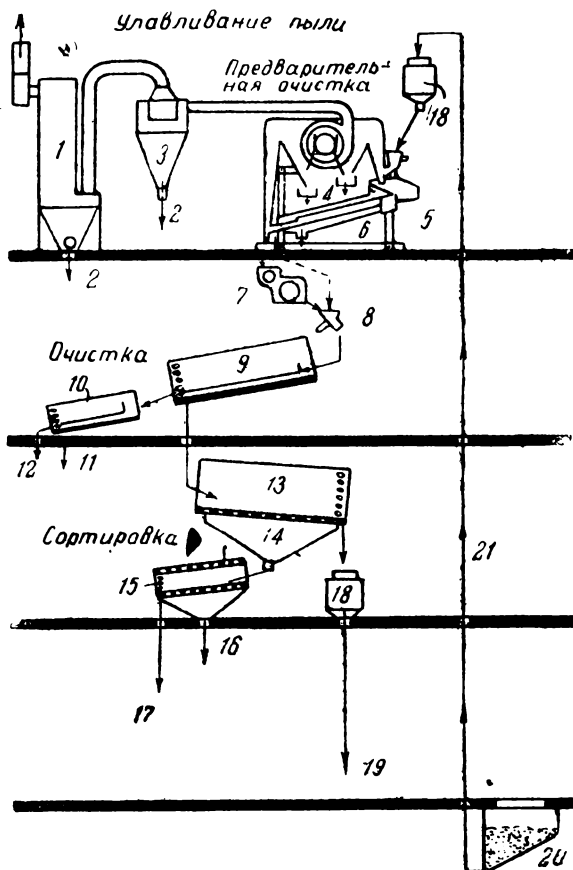


Рис. 5. Схема очистки и сортировки ячменя:

- 1—фильтр; 2—выпуск пыли; 3—циклон; предварительная очистка; 4—сито; 6—грубая примесь; 6—песок; 7—шалалка; 8—магнит; 9—главный трюер; 10—добавочный трюер; 11—выход очищенного зерна; 12—отходы товера; 13—сортировка I сорта; 14—II и III сорт; 15—сортировка II сорта; 16—III сорт; 17—II сорт; 18—весы; 19—I сорт; 20—приемник элеватора; 21—ковшовый элеватор

обнаруживается видимое на-глаз чрезмерное развитие зародышевого листка, образуются так называемые „гусары“, весьма вредно отражающиеся на процессе соложения. Получается солод с неодинаковыми свойствами, иногда не имеющий характерных свойств, требуемых от определенных сортов его.

Очистка начинается с удаления из ячменя различных железных частей (гвоздей, винтов и т. п.), так как они могут испортить аппаратуру. Для этой цели служит аппарат, состоящий из большого количества параллельно установленных постоянных магнитов. После магнитного аппарата ячмень поступает на шасалку. В ней зерно освобождается от остей. Кожух шасалки соединен с эксгаустером, который всасывает ости и разные мелкие примеси.

Предварительная очистка ячменя производится в специальной машине — сепараторе. Сепаратор должен удалить из ячменя все посторонние примеси, кроме зерен сорняков и зерен других хлебных злаков. Ячмень поступает в машину через автоматическую питательную установку. Тонкая струя зерна встречается с сильным током воздуха, получаемым из эксгаустера. Воздух выдувает из ячменя легкие и мелкие частицы грязи, которые попадают в обширную пылевую камеру, где осаждаются и, пройдя клапаны, падают в жолоб. Зерно поступает на первое сито с крупными отверстиями; на нем остаются более крупные примеси. Сито сотрясается, и примеси попадают в выводной жолоб, а зерно поступает на второе сито с мелкими отверстиями. Здесь снова отделяется часть грязи, и зерно передается на третье сито, отделяющее все примеси. Величина частиц которых меньше ячменного зерна. Очищенное зерно с помощью сотрясательного движения попадает в выходное отверстие, где оно продувается и освобождается от тонкой пыли.

При работе очистительных машин образуется очень много пыли. Воздух, насыщенный этой пылью, нельзя выпускать наружу, потому что вследствие присутствия в пыли вредных микроорганизмов в солодовне и в бродильне может возникнуть очаг инфекций.

Для удаления пыли из воздуха служат пылевая камера, пылеуловитель без фильтра и пылеуловитель с фильтром (рис. 6). В настоящее время применяются только пылеуловители с фильтрами, так как два первых аппарата удаляют пыль неполно. Наиболее распространенный пылеуловитель с фильтром — это рукавный фильтр. Различаются нагнетательные и всасывающие рукавные фильтры в зависимости от того, установлены они до или после эксгаустера. Для увеличения поверхности фильтра включается параллельно большое количество рукавов из плотной фильтрационной ткани. Пыль собирается на внутренней поверхности рукава и движением рамы сбрасывается вниз.

Количество пыли в зерне составляет от 0,2 до 0,3%.

Очистка ячменя от сорняков производится с помощью триера (рис. 7). Триер главным образом удаляет круглые примеси, а почти все зерна сорняков имеют круглую форму. Если ячмень засорен зернами других хлебных злаков (пшеницы, ржи, овса), необходим специальный триер. Триер удаляет и поврежденные зерна ячменя (половинки).

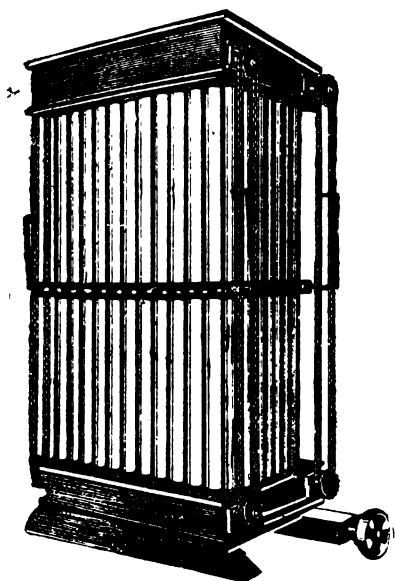


Рис. 6. Пылеуловитель с фильтром

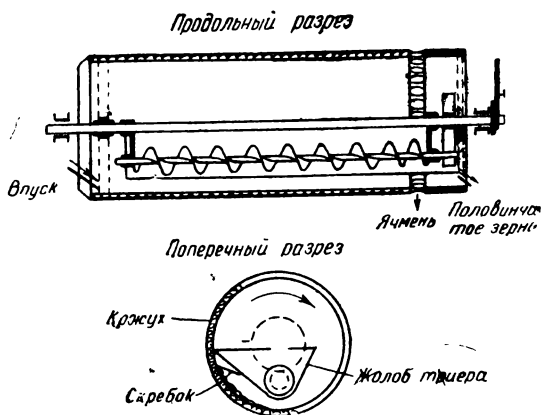


Рис. 7. Триер

Триер представляет собой медленно вращающийся цилиндр, имеющий закрытый кожух из цинковой жести или (что лучше) из стали. На внутренней стороне кожуха делаются углубления, так называемые ячейки, или карманы, имеющие форму удаляемых примесей. Количество ячеек очень большое—30 тыс. на 1 м². Величина ячеек—от 6,5 до 6,75 мм (в зависимости от характера сорняков).

Ячмень поступает в цилиндр через распределительную воронку. Здесь он попадает в ячейки, но зерна ячменя по своей величине и форме не соответствуют ячейкам. При небольшом повороте цилиндра они из ячеек вываливаются. Наоборот, зерна сорняков застревают в ячейках и только при большом подъеме падают в лоток, находящийся в середине цилиндра. Примеси из триера удаляются шнеком. Цилиндр поставлен под наклоном (6—10% к длине барабана), и ячмень высыпается из триера

самотеком. Число оборотов зависит от диаметра цилиндра. Окружная скорость вращения должна быть 0,3 м/сек. Производительность триера небольшая и сильно колеблется в зависимости от того, насколько засорен ячмень. Более высокую производительность дают триеры, которые отличаются большой окружной скоростью. Расход силы у триера составляет от 0,5 до 0,7 л. с. на 3000 кг в час.

Сортировка ячменя происходит в жестяных барабанах (цилиндрах) со щелями. Применение щелей различной величины дает возможность получить выравненные зерна. Так, можно взять для ячменя I сорта барабаны со щелями в 2,6 мм, для II—2,4 мм и для III—2,2 мм. Когда сортировочные барабаны начинают вращаться, зерна большего размера, чем щели, остаются, а меньшие выпадают. Щели делаются не круглой, а продолговатой формы, и для каждого размера щелей нужен особый барабан. Сортировочные барабаны имеют небольшой наклон (максимально 10%). Нормальная скорость вращения от 0,7 до 0,8 м/сек. Высота слоя ячменя должна быть очень незначительной, так как иначе не все зерна будут соприкасаться с поверхностью сита. Производительность сортировочного барабана невелика.

Во избежание засорения сит на внешней поверхности барабанов укрепляются жесткие щетки. Вращаясь, щетки вгоняют застрявшие зерна обратно в барабан.

На пивоваренных заводах зерно иногда сначала сортируется, а потом уже пропускается через триер.

Очищенное и отсортированное зерно взвешивается на автоматических весах и, в зависимости от общего порядка производства, передается на замачивание или в зернохранилище.

В. Хранение ячменя

После уборки урожая ячмень в течение 4—6 недель хранится в снопах. За это время в нем происходит дозревание, в результате которого достигается полная всхожесть зерна. Свежесжатый ячмень имеет очень плохую прорастаемость—в пределах от 6 до 20%. Если ячмень сырой или по каким-либо техническим причинам его приходится тотчас же молотить, то дозревание происходит уже во время хранения.

Нормально зрелый ячмень при влажности 12—15% устойчив при хранении. Влажность ячменя меняется в хранилище непрерывно в зависимости от содержания влаги в воздухе. В сыром воздухе влажность ячменя возрастает.

Хранение ячменя осуществляется двумя способами: 1) открытое хранение на полу, 2) закрытое хранение в силосах.

При открытом хранении зерно лежит на полу. Часто хранилища зерна располагаются этажами — один над другим. Недостатком открытого хранения является неэкономичное использование площади, так как при высоте засыпки в 50 см 100 кг ячменя требуют около 0,30 м² поверхности пола. Кроме того, при таком способе хранения уход за зерном требует большой работы вручную. Преимуществом открытого хранения является то, что ячмень находится в постоянном соприкосновении с воздухом, и зерно можно легко проветривать перелопачиванием и открыванием окон.

Удобным видоизменением этого способа является система течек. Полы хранилища снабжаются небольшими круглыми отверстиями, шиберами, которые могут открываться и закрываться заслонками. Под шиберами устроены жестяные крышки в виде двух соединенных скатов. Когда отверстия открывают, зерно падает вниз и рассеивается от удара о железные крышки. Падая, зерно соприкасается с воздухом, благодаря чему проветривается и охлаждается. Таким образом можно проветривать и транспортировать зерно без затраты рабочей силы.

Дальнейшее развитие системы течек — ящичная система или закромы. Пол разделен перегородками на небольшие ящики. Стенки у них вертикальные, высотой 1½—2½ м. На дне каждого ящика устроено выходное отверстие, которое является входным для другого ящика, лежащего ниже; если пол сделан соответственно углу скольжения зерна (35°), оно стекает вниз самотеком. Закромы — примитивная форма закрытого силосного хранения.

Силосы — это зернохранилища, построенные в виде высокой шахты. Они имеют большую емкость. Преимущество силосов заключается в том, что постройка их требует меньше места и строительных материалов. Недостатком силосов является то, что в них не может храниться сырой ячмень. Верхней границей устойчивости является влажность в 12%. Большие количества ячменя разогреваются значительно легче, поэтому и опасность прорастания и отмирания в этих случаях значительно большая. В больших хранилищах легко накапливается углекислота. Поэтому ячмень должен неоднократно перекачиваться из одного силоса в другой или поступать на открытое хранение, пока силос будет проветриваться и просушиваться. Частота перекачки зависит от влажности ячменя, высоты силоса и температуры. Значительным достижением является силос с проветриванием (вентилируемый силос), в котором проветривание происходит в горизонтальном направлении. Этот тип силоса позволяет хранить влажный или недозревший ячмень при минимальном использовании площади.

Силосы имеют круглое, квадратное или четырехугольное сечение. В качестве строительного материала для силосов в настоящее время используется почти исключительно железобетон.

2. ЗАМАЧИВАНИЕ ЯЧМЕНИ

Для прорастания требуется повышенное содержание влаги в ячменном зерне. Однако, чтобы правильно провести процесс прорастания и получить солод нужного качества, необходимо соблюдать определенные условия.

Жизнедеятельность в ячмене резко возрастает, если повышается влажность зерна, а этого можно достигнуть при помощи замочки. На практике прорастание протекает лучше всего при 44—45% влаги (полная замочка). При этой влажности начинают работать ферменты. Зародыш получает все необходимые питательные вещества, углеводы и белки. Потребная энергия обеспечивается дыханием.

Вода проникает внутрь зерна, главным образом, у кончика зародыша через внутреннюю плодовую оболочку. В зерне вода распределяется неравномерно: даже при полной замочке в зародыше содержится всегда больше воды, чем в мучнистом теле. Скорость поглощения воды зависит от величины зерна: маленькие зерна замачиваются скорее, чем большие. Вначале вода поглощается быстро, затем медленнее. В первые 24 часа влажность возрастает, примерно, до 35%, через 48 час.—до 40% и через 96 час.—до 46%. Чрезмерного замачивания допускать нельзя, так как оно приводит к отмиранию зародыша.

Скорость замачивания зависит от температуры воды. Нормальной температурой считают 10—12°; минимальная температура 4°, время замачивания составляет при этом 96 час. При температуре 10—12° достаточно 72 часов.

Одного только замачивания недостаточно для обеспечения ~~развития зерна~~. Для того чтобы зерно могло дышать, необходим кислород. Современные способы замачивания предусматривают одновременное продувание зерна воздухом (аэрацию) и введение в него таким образом кислорода. Аэрация исключает перемачивание зерна, весь процесс его прорастания значительно ускоряется и сокращается. При старом способе, без аэрации, замоченный ячмень внешне отличался от сухого лишь большим объемом. Ячмень, продутый воздухом, начинает давать ростки уже при замочке. Таким путем удастся сократить продолжительность замачивания на 28—36 час.

В процессе замачивания растворяются некоторые составные части зерна в количестве от 0,6 до 1% его веса. Эти вещества выделяются в первую очередь из оболочки.

Для уничтожения микроорганизмов к воде добавляют известь в виде известкового молока ($1\frac{1}{2}$ —2 кг извести на 1 м³ воды).

на современных заводах замачивание ячменя производится только с проветриванием. Преимущества этого способа заключаются в следующем:

1) исключается перемачивание ячменя;
2) быстрее достигается полная замочка (иногда за 28-36 час);

3) ячмень выходит из замочек уже наклюнувшимся, что в дальнейшем может быть связано со значительным выигрышем во времени при его проращении;

4) зеленый солод развивается совершенно равномерно; проращение происходит не сразу с большим выделением тепла, так как оно начинается уже при низких температурах (которые особенно благоприятны для растворения белка солода) и протекает без задержек.

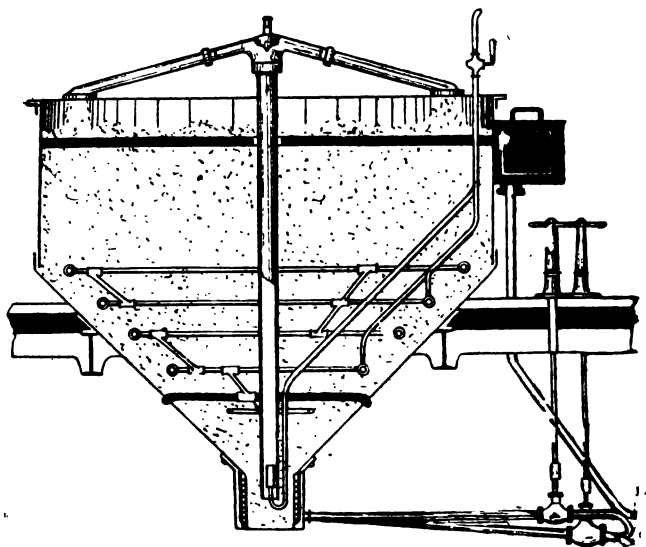


Рис. 8. Замочный чан

В замочных чанах (рис. 8) производят следующие операции:

1) удаление сплава, т. е. легких, большей частью мертвых зерен ячменя, которые не были удалены при очистке и сортировке;

2) промывку ячменя при перемешивании;

3) проветривание ячменя в присутствии и в отсутствии воды;

4) легкую выгрузку по достижении требуемой степени замочки.

Современные замочные чаны не имеют внутренней механической арматуры, что исключает возможность повреждения чувствительного к ударам набухшего ячменя. Необходимое для промывки ячменя движение вызывается исключительно воздухом и, таким образом, промывка и проветривание тесно связаны одно с другим. Поэтому замочные чаны снабжены воздушной подводкой и приспособлением для распределения воздуха. Эти приспособления также служат для перемешивания зерна воздухом. Кроме того, чаны снабжены водопроводными и водоотводными отверстиями и отверстиями для выгрузки замоченного ячменя.

Замочный чан построен в виде цилиндрического сосуда, книзу переходящего в конус. Вода подводится снизу. Поднимаясь вверх, она проходит через ячмень, захватывает с собой грязь и стекает через ящик, устроенный сбоку чана. Ячмень всегда содержит легкие пустые зерна, которые плавают на поверхности воды. Вода вместе с грязью увлекает с собой и эти отходы, называемые с л а в о м; они собираются в корзинке, помещенной в боковом ящике. Через центр чана проходит вертикальная труба. На нижнем коническом конце чана устроен спускной ventиль для ячменя. Между этим ventилем и вертикальной трубой столько места, что ячмень может беспрепятственно уходить через ventиль или поступать в вертикальную трубу. Труба служит для промывки и пневматического перемешивания ячменя. Для этого в трубу (через входящую в нее снизу узкую трубку) нагнетается под давлением воздух, который захватывает воду и ячмень и поднимает их вверх по вертикальной трубке. К верхнему концу вертикальной трубы примкнуты под небольшим углом две вращающиеся трубы, которые приходят в движение при вытекании из них смеси (ячмень—вода—воздух), поступающей обратно в замочный чан. При этом зерно сильно перемешивается, происходит сильное трение и, таким образом, ячмень хорошо промывается и одновременно проветривается. Кроме центральной вертикальной трубы в коническом дне устроены кольцеобразно поставленные дюзы, так что поступающий под давлением воздух может проветривать все сечение чана. Проветривание можно производить в присутствии и в отсутствии воды. Когда замочка заканчивается, ячмень выгружается. Он выпускается через нижний ventиль или центральную вертикальную трубу в открытый жолоб или в закрытый трубопровод и направляется в аппаратуру для проращивания. Такое приспособление может быть использовано для перекачки ячменя во второй замочный чан.

Одна тонна ячменя требует около $2,23 \text{ м}^3$ емкости чана. Высота цилиндрической части чана должна быть не больше 1 м, коническая часть — не глубже 2 м. Общая высота чана —

не более 3 м. Угол конической части должен быть больше 35° , иначе выгрузка через нижний вентиль будет связана с рядом трудностей. Емкость одной партии замачиваемого ячменя не должна превышать 20 т, но лучше всего 12,5 т.

Процесс замочки протекает следующим образом. Ячмень подается на замочку каким-либо транспортным приспособлением. Предварительно ячмень взвешивают на автоматических весах. На первоначальное замачивание 1 т ячменя потребляется от 1,8 до 2 м³ воды. Промывную воду через определенное время спускают и заменяют свежей. Через регулярные промежутки ячмень перемешивается и продувается с помощью центральной трубы и нижних дюз. Воздух продувается и в те периоды, когда ячмень остается без воды. При каждой смене воды на 1 т ячменя потребляется 1,2 м³ воды.

В настоящее время применяются следующие режимы замочки:

1) воздушно-водяная замочка с проветриванием через каждый час;

2) мокро-сухая замочка с проветриванием через каждый час.

При воздушно-водяной замочке смена воды производится через каждые 6 час. Проветривание (по 5 мин.) производится через каждые 2 часа. Общее время замочки 72 часа. При мокро-сухой замочке зерно лежит попеременно 2 часа в воде и 4 часа без нее. Продувка (по 5 мин.) воздуха производится через каждый час. Общее время замочки—60 час. (42 часа без воды, 18 час. в воде).

Наилучшие результаты по сравнению с этими режимами дает режим замочки непрерывным током воды и воздуха, разработанный во Всесоюзной научно-исследовательской лаборатории пивоваренной промышленности Главпиво НКПП СССР (тов. Булгаковым) в 1938 г.

Для осуществления этого режима требуется незначительная переделка в трубопроводе замочного чана: в воздушный змеевик подводится вода, а в водяную трубу врезается воздушная. Смесь воды и воздуха непрерывно поступает в замачиваемый ячмень снизу через отверстия змеевика; избыток воды удаляется сверху. Такой режим замочки обеспечивает зерну большое количество кислорода, зерно наиболее быстро замачивается, ускоряется развитие зародыша, и зерно поступает на проращивание наклюнувшимся. Процесс замочки сокращается при этом режиме на 12—15 часов, а проращивания—на 2—3 суток. Солод получается лучшего качества с высокой диастатической активностью.

На заводах, работающих со старыми чанами, не имеющими подводки воздуха, для получения лучших результатов по замочке и проращиванию зерна необходимы тщательная промывка

и хорошая дезинфекция зерна в начале процесса замочки и строгое соблюдение режима смены воды в чане.

Конец процесса замочки определяют по следующим признакам:

1) при сдавливании кончиков зерна между двумя пальцами оно не должно колоть, должно сжиматься; оболочка при этом слегка отходит от мучнистого тела;

2) при надавливании ногтем зерно перегибается, не разламываясь; при этом оболочка должна легко отделяться;

3) зерно при разрезании его тупым ножом должно раздвигаться в ширину; при неполной замочке зерно расщепляется на две части;

4) разрезанное зерно должно оставлять на дереве меловую черту;

5) зерно должно гладко разделяться в направлении бороздки, поверхность раздела должна быть равномерно смочена вплоть до маленького островка в середине;

6) зерно должно поддаваться расщеплению его вкось ногтем; перекусывать зерна не рекомендуется, так как на ячмене зачастую живут лучистые грибки, которые проникают в десны и вызывают в них болезненные явления.

Продолжительность процесса замачивания не может быть указана схематично, ее надо подобрать для данного сорта ячменя и требуемого рода солода. Для светлого солода ячмень замачивают умеренно (около 44% воды). При более сильном замачивании происходит слишком глубокое растворение, и получается темный солод. Для темного солода работают поэтом на полном замачивании, т. е. при содержании влаги до 46%.

Для свежего ячменя в начале соложения применяется короткое замачивание, особенно, если ячмень был сырой. Ячмень засушливого года, стекловидный, замачивается длительно.

Потери при замочке складываются из:

1) потерь на сплав; хорошо очищенный ячмень дает не более 0,2% сплава, плохо очищенный — до 1,2%;

2) вымачивания прилипшей грязи;

3) выщелачивания ячменя, главным образом оболочки, которая в среднем составляет 0,8%;

4) потерь на дыхание.

Общие потери составляют в среднем около 2,0%.

3. ПРОРАЩИВАНИЕ ЯЧМЕНЯ

А. Общие сведения

Интенсивная жизнедеятельность ячменя начинается в процессе замачивания. При правильной замочке у ячменя показываются ростки (глазки). Дальнейшее развитие ростка наблюдается в процессе соложения. Развивается не только зародыше-

вый корешок, но и зародышевый листок; однако, он не должен выходить из оболочки. Целью проращивания является получение не длинного ростка, а как можно более высокой ферментативной силы и хорошего «растворения».

Зародышевый корешок и листок увеличиваются сначала под оболочкой, затем мякинная оболочка лопается у основания зародыша, и росток выходит на поверхность: ячмень «дает глазок», или «наклеывается». Через некоторое время из влагалища выходят от двух до пяти корешков. Корешки начинают разветвляться (разваливаться). Зародышевый листок растет в противоположном направлении; он находится под оболочкой и обычно не виден. Если же он появляется, то это указывает на неравномерный рост, излишнее замачивание или слишком высокую температуру при проращивании. Зерна с показавшимися листьями называют «гусарами»; они очень нежелательны для пивоваров.

В зависимости от условий развития (влажность, температура, кислород, высота солодовой кучи, перелопачивание кучи и т. д.) зародышевые корешки имеют различный вид: при плохих условиях ростки тонки и вытянуты, при благоприятных — крепки и загнуты.

На срезе зерна под микроскопом наблюдаются не только изменения зародыша, но и глубокие изменения в мучнистом теле. Зерна крахмала заключены в клетки и белковую массу. При

проращивании, под влиянием фермента цитазы, клеточные стенки постепенно исчезают. Исчезновение клеточных стенок распространяется от зародыша в направлении к верхнему кончику зерна. Это явление — внешняя картина «растворения». На него надо обратить особое внимание при практическом соложении. Растворение зерна схематично представлено на рис. 9.

Как следствие жизнедеятельности, особенно дыхания, возникает тепло. Так как при проращивании ячмень лежит в более или менее больших кучах, то тепло не уходит наружу, и температура в куче повышается. В ходе проращивания развитие тепла неравномерно. На первый или на второй день ячменные кучи нагреваются мало. Сильное разогревание начинается на третий день и длится до пятого дня. В последующие дни теплообразование падает.

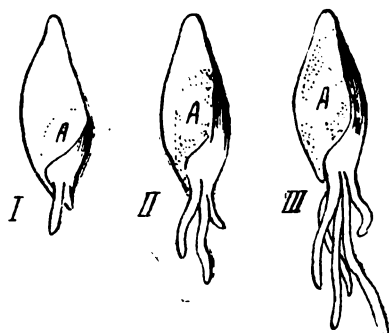


Рис. 9. Проращивание ячменя:
I — второй день, II — четвертый день, III — восьмой день, А — растворение

Количество выделяемого тепла зависит от сорта ячменя, от величины зерен, от содержания белка. Мелкие зерна содержат больше белка, больше греются и богаче ферментами. Ячмень с большим содержанием белка трудно солодится, так как он очень быстро греется и при малейшей неосторожности развивается неравномерно. В этом случае наблюдается образование «гусаров». Ферменты при этом сильно страдают: возникает много растворимых продуктов распада белка, которые снижают качество пива.

Развитие ферментативной деятельности представляет собой сложный процесс, тесно связанный с растворением ячменя. При низких температурах весь процесс протекает очень медленно. С возрастанием температуры кучи все процессы ускоряются, в том числе и развитие ферментов. Однако высокая температура неблагоприятна для ферментов.

Ферментативные процессы связаны между собой. Как уже указывалось выше, в ячменном зерне имеется цитаза (гемилцеллюлаза), которая растворяет клеточные стенки мучнистого тела. Вследствие этого путь внутрь клетки становится доступным протеазам и диастазу, и начинается интенсивный распад белков и крахмала. Продукты распада, образующиеся в мучнистом теле, потребляются зародышем. Так как потребление питательных веществ протекает всегда несколько медленнее, чем их образование, то в зерне накапливается определенное количество продуктов распада.

На практике определяют развитие фермента по длине зародышевого корешка. Однако важнее, чтобы солодовщик ориентировался не на длину ростков, а на их внешний вид. Можно получить хорошо растворенный солод с высокой ферментативной силой без образования длинных ростков. Это зависит от способа ведения проращивания, в основном — от температуры проращивания. Низкая температура (ниже 15°) в первый период проращивания приводит к хорошему и равномерному распаду белка, причем ростки отрастают не слишком быстро. Лишь на пятый день температуре дают подняться на короткий срок (17—20°), чтобы получить соответствующую степень растворения. Однако, чтобы не вызвать перерастворения и слишком длинных ростков, на шестой день кучу снова охлаждают.

Под действием диастаза крахмал мучнистого тела распадается, и в зеленом солоде возрастает количество растворимых углеводов. Несмотря на то, что углеводы тратятся ростком на дыхание, они все же накапливаются в ячмене. Если ячмень слишком сильно проветривать, то потери углеводов на дыхание увеличиваются. Подобным же образом действует и более высокая температура: при ней потери соложения увеличиваются.

При нормальном проращивании на дыхание расходуется от 6 до 7% крахмала. С этой точки зрения следовало бы считать наиболее целесообразным ведение холодного проращивания. При так называемом способе проращивания в атмосфере углекислоты (смысл которого заключается в торможении дыхания накоплением углекислоты) уменьшаются потери на дыхание. Это сокращает потери при солодоращении и удешевляет стоимость солода.

Таким образом для ограничения дыхания мы имеем два способа: 1) понижение температуры проращивания, 2) ограничение подачи кислорода.

Понижение температуры возможно лишь в первые дни проращивания. На пятый день надо повысить температуру, чтобы увеличить растворение солода. Прежде проращивали светлый солод при 20°; теперь для светлого солода температура в куче не должна быть выше 17,5°. В результате при более холодном ведении проращивания потери на дыхание уменьшаются. Растворение становится недостаточным, но для светлого солода это желательно. Для темного солода принуждены повышать температуру часто до 20°, а для труднорастворимого ячменя даже до 21°. В итоге имеют место высокие потери на дыхание и глубокое растворение. Чтобы регулировать температуру солодовой кучи, ее различными способами охлаждают воздухом.

Таким образом ячмень получает всегда больше кислорода, чем это необходимо для дыхания.

В начале проращивания углекислота оказывает вредное действие на зеленый солод. На пятый день эта чувствительность становится меньше, появляется возможность, ограничивая проветривание и накапливая таким образом углекислоту, уменьшить дыхание. Солод греется тогда тоже медленнее, но деятельность ферментов не подавляется, распад крахмала и белков продолжается. Именно на этом основан способ проращивания в атмосфере углекислоты. Этот способ следует применять с большой осторожностью, так как избыточная ферментация приводит к мажущемуся перерастворению. Кроме того, образуются спирт и различные эфиры, которые плохо влияют на аромат солода.

Качество получаемого по этому режиму солода весьма непостоянно и, несмотря на соблюдение одного и того же режима, может колебаться в широких пределах.

Процесс растворения самым тесным образом связан с распадом белка. Ячмень, богатый белком, растворяется значительно труднее, чем бедный белком. У него должно раствориться значительно большее количество белков для того, чтобы он достиг такого же состояния, как ячмень, бедный белком.

Важным процессом является также образование кислот — в первую очередь — при расщеплении органических фосфорнокислых соединений. Образуются при этом и неорганические кислые фосфорнокислые соли. Однако этот процесс в большей степени развивается при последующем затирании. При расщеплении углеводов во время дыхания в качестве промежуточных продуктов образуются органические кислоты (например молочная).

Б. Практика проращивания

Для получения хорошего, годного к употреблению солода необходимы большой опыт, наблюдательность и очень добросовестное отношение к делу. Однако решающим моментом все же является хорошая слаженность в работе солодовщика и пивовара. Иначе хорошего пива не получить.

В современных пневматических солодовнях легче получить хороший солод, чем на токах. Работа на току не может проводиться по раз навсегда установленной схеме, а на пневматических солодовнях это может быть до известной степени осуществлено.

Из изложенных нами общих сведений о проращивании можно сделать следующие выводы:

- 1) потери веществ должны быть снижены до минимума;
- 2) потери веществ могут быть ограничены в известных пределах путем регулирования температуры кучи и проветривания;
- 3) для различных сортов солода требуется различное растворение: для светлых — умеренное, для темных — сильное;
- 4) растворение лучше протекает при низких температурах.

Отклонения от этих общих правил могут иметь место лишь по техническим соображениям (подробно о них будет сказано ниже), например, для высокобелковых греющихся ячменей или для ячменей, трудно растворимых на холоду.

Наряду с этими основными моментами важную роль играет также влажность зеленого солода. Во время проращивания солод теряет воду и подсыхает; ростки, особенно при недостаточной замочке, вянут и отмирают. Зеленый солод перестает дышать, куча остывает, и развитие солода прекращается.

При проращивании самый важный фактор — это температура. Основным руководящим правилом в настоящее время является ведение процесса проращивания при возможно более низких температурах. Только для темных солодов температура немного повышается для того, чтобы получить большее растворение.

Приводим схему температурного режима, который в зависимости от сорта ячменя может изменяться и является максимальным.

				Светлый солод (в °С)	Темный солод (в °С)
1-й день	проращивания	до	.....	15	15
2-й	"	"	.....	16	16
3-й	"	"	.....	17	17
4-й	"	"	.....	18	18
5-й	"	"	.....	19	19,5
6-й	"	"	.....	20	20,5
7-й	"	"	.....	19	21
8-й	"	"	.....	18	20
9-й	"	"	.....	—	19
10-й	"	"	.....	—	8

Для того чтобы поддерживать определенную температуру, зерно должно охлаждаться, так как иначе оно нагревалось бы до нежелательных размеров (выше 30°). Охлаждение производится различными способами (в зависимости от системы оборудования): можно увеличить естественную теплоотдачу или искусственно снизить температуру путем подачи холодного воздуха в кучи зеленого солода. Последний способ является принципом пневматической солодовни.

При охлаждении зерна воздухом из него одновременно удаляется углекислота, образовавшаяся вследствие дыхания.

Содержание влаги в зеленом солоде во время проращивания изменяется в зависимости от испарения воды и образования воды из углеводов при дыхании ячменя. Эта вода выступает на поверхность ячменя — он «потеет». Если ячмень сильно греется, то вследствие большого выделения тепла испаряется больше воды. Это наблюдается и при охлаждении ячменя; в последнем случае вода уносится током воздуха. Если вследствие этого зеленый солод слишком сильно подсыхает, его необходимо слегка spryskивать водой. Опрыскивание производится на пятый, самое позднее — на шестой день. В это время его можно повторно опрыскивать небольшим количеством воды (5—10 л/т). Вода должна попадать на зеленый солод в тонкораспыленном состоянии. Опрыскивание непосредственно из шланга или кружки губительно для солода, потому что вода распределяется неравномерно, а в таком случае неизбежно образование «гусаров». Распыление воды достигается с помощью дюз. Правильно замоченный ячмень, если он перерабатывается на светлый солод, не опрыскивается; если на темный солод, — обычно опрыскивается, так как вследствие более длительного проращивания наступает более сильное высыхание.

При проращивании очень важно наблюдать за постепенным растворением зерна. Нерастворенный зеленый солод обнару-

живает при растирании твердое и вязкое мучнистое тело. Растворенный солод легко растирается, но мучнистое тело при этом не должно размазываться. Последнее является признаком перерастворения или перемачивания. Особое внимание должно быть обращено на кончики зерна. У хорошо растворенного солода, особенно темного, должны быть растворены и кончики.

Нормальное время проращивания пивоваренного солода — 8 дней¹. Так называемый солод короткого ращения получается за 5—6 дней, но он плохо растворен и плохо осахаривается. Проращивание такого солода нельзя проводить при высокой температуре, так как в нем остаются продукты расщепления белков, которые вызывают помутнение пива и ухудшают пенообразование.

Правильным путем для повышения производительности и получения экономии является применение способа замачивания, описанного выше.

В практике заводской работы приняты следующие специальные обозначения. Свежезамоченный ячмень, поскольку он еще не дает глазков, называется «мокрым ворохом». Если он начинает давать глазки, начинается «стадия наклевывания». Если температура повышается и появляется пот, то ворох называется «молодым». На пятый или шестой день достигается самая высокая температура, ростки становятся длиннее и срываются; такой ворох называется «схватывающимся». Если температура падает, то ворох называется «старым». Тогда зеленый солод готов.

При проращивании объем зерна сильно увеличивается. Из 1 гл ячменя (66—70 кг) получается 2,2—2,4 гл зеленого солода. 1 т ячменя дает около 1,5 т зеленого солода.

При проращивании наблюдается характерный запах свежих огурцов. Если ворох сохнет и зерно вянет, то исчезает и запах. Если же, наоборот, наблюдается сильный запах эфира, — это говорит о недостатке кислорода.

На практике в основном применяются два вида установок для проращивания: 1) токовая солодовня и 2) пневматическая солодовня.

Токовая солодовня. Ток — закрытое помещение, на полу которого раскладывают для проращивания замоченный ячмень. Температура тока в значительной степени зависит от внешней температуры, поэтому в жаркое время на току нельзя проводить сололожение, а в очень холодную зиму зерно согревается

¹ Сокращения времени проращивания без ухудшения качества солода можно достигнуть применением продувки ячменя воздухом во время его замачивания.

здесь с большим трудом. Нагревание и охлаждение тока обходятся очень дорого и на практике не применяются. Чтобы поддерживать определенную температуру на токах, их иногда устраивают ниже уровня земли. Часто токи делаются на глубине в несколько этажей.

Пол тока состоит из слоя бетона, что облегчает его систематическую очистку и дезинфекцию. Ток должен содержаться в исключительной чистоте. По окончании проращивания пол сначала тщательно моют водой, а затем опрыскивают дезинфицирующими средствами: хлорной известью, гипохлоритом кальция (70%), хлораминс, а иногда формалином. Стены тока время от времени белят известью, к которой могут быть добавлены названные дезинфицирующие средства.

Кучи ячменя отделяются одна от другой стенками высотой около 20 см, так что грязная вода при уборке не протекает в соседние кучи. Такое разделение достигается с помощью деревянных перегородок или, лучше, с помощью грядок из бетона, которые одновременно могут служить и дорожками.

Токи снабжаются маленькими окошечками, чаще всего с синими стеклами, так как ячмень лучше всего прорастает в темноте. На 1 т ячменя приходится 3—4 м² поверхности тока. Это—максимально требуемая поверхность, в которую включены и дорожки, и возможные стоки для воды.

Нормальное время проращивания 8 дней. Замочное отделение обычно помещается над токами: замоченное зерно поступает вниз через спускной ventиль или перевозится в небольших опрокидывающихся тележках. Вообще замочные чаны стараются устраивать всегда над токами с тем, чтобы обеспечить наиболее быструю доставку зерна.

Высота кучи ячменя в течение процесса проращивания изменяется. Свеженасыпанный мокрый ворох содержит на поверхности зерен много воды, которая еще может быть поглощена зерном. Таким образом, происходит домачивание на токах. Высота кучи зависит от потребности в домачивании.

Зерно кладут в высокие ворохи в тех случаях, когда:

- а) замачивание было недостаточным, и требуется домачивание;
- б) ячмень поступает на ток слишком холодный;
- в) температура токов очень низка (ворох слишком медленно нагревается);
- г) ток сильно вентилируется (чтобы не вызвать слишком быстрого высыхания).

Зерно кладут в низкие ворохи, если оно:

- а) достаточно замочено или
- б) поступает из мочильных чанов с «глазками».

После того как ворох высох, начинается быстрое прорастание, которое сопровождается повышением температуры. Для того, чтобы уменьшить разогревание, ячмень разбрасывают более тонким слоем: при большей поверхности отдается и большее количество тепла воздуху. Высота кучи в конце второго дня проращивания составляет лишь около 10 см. На третий и четвертый день кучи достигают наименьшей высоты, от 8 до 9 см. В эти дни происходит особенно большое развитие тепла, но ворох должен быть холодным. На пятый день рашение ведут при более высокой температуре и ячмень поэтому кладут более высоким слоем (11—12 см). На шестой день высота кучи увеличивается приблизительно до 14 см; на седьмой день — до 15 см (температура падает). На восьмой день ворох должен быть охлажден, и высота слоя снижается до 12 см. Греющийся ячмень требует более низкой высоты слоя, трудно греющийся ячмень кладут в более высокие кучи. Ячмень должен быть под постоянным наблюдением и соответственно этому обрабатываться. Необходимо контролировать температуру кучи термометром. Для этой цели применяется коленчатый термометр, который прикрепляется к проволочному треножнику и вставляется в кучу.

Для регулирования температуры недостаточно регулировать только высоту слоя; ячмень должен охлаждаться также перелопачиванием, которое одновременно выполняет задачи: 1) охлаждения, 2) проветривания и 3) выравнивания куч. Перелопачивание производят с помощью ручных лопат или механических ворошилок.

Выполнение этих задач зависит от умелого перелопачивания. Солодовщик берет зерно деревянной лопатой (деревянная лопата применяется для того, чтобы не повредить зерна) сначала сверху (верхний удар) и бросает, придавая ему вращательное движение. Соприкасаясь с воздухом, зерно охлаждается и проветривается. Затем солодовщик берет зерно из нижней части кучи. Таким образом верхний слой попадает вниз, а нижний, более влажный, наверх. Благодаря этому влажность кучи постоянно выравнивается. По такому же принципу устроены и механические ворошилки.

Применение операции перелопачивания должно быть ограничено, потому что ячмень при этом слишком сильно высыхает, ростки вянут и отламываются. После выгрузки ячмень обычно перелопачивают в первый раз только через 6 час., второй раз — после следующих 12 час. На второй и третий день его перелопачивают через каждые 8 час.; во второй половине четвертого дня — после 12 час., на пятый и шестой день, — в период „схватывания“ и повышения температуры — только через каждые 14—18 час. Для темного солода схватывание повторяется еще

раз, при этом ворох 24 часа не перелопачивается. При схватывании корешки срастаются. Углекислота накапливается в кучах, вследствие чего дыхание и рост уменьшаются. Схватывание целесообразно только тогда, когда ячмень трудно растворяется или требуется сильно растворенный солод. Процесс схватывания нужно проводить осторожно, так как при этом может легко наступить свалаживание, а также инактивирование ферментов. Температура при этом возрастает до 22°.

Пневматическая солодовня. На токах можно приготовить любые сорта солода в зависимости от температурных условий.

Токовые солодовни, однако, имеют большие недостатки, так как требуют много ручной работы, много места и вызывают большие расходы на их строительство. Кроме того, работу в них можно проводить только в зимнее время.

Все эти недостатки можно устранить в пневматической солодовне. Основным моментом в ее работе является увеличение высоты кучи. Ворох, сильно разогревающийся, искусственно охлаждается током воздуха. Поэтому температура пневматической солодовни меньше зависит от внешних температурных условий. Вследствие большой высоты слоя потребность в площади по сравнению с токами значительно уменьшается. Производительность пневматической солодовни в пересчете на 1 м² поверхности пола в 4—6 раз больше.

Но и у пневматической солодовни есть свои недостатки. Через зерно необходимо пропускать большое количество воздуха, так как оно сильно греется. Хотя воздух и насыщен водяным паром, все же он поглощает влагу из ячменя вследствие нагревания в ворохе, поэтому ячмень очень сильно высыхает. Ростки ячменя не так сильны, как на токах. Этих недостатков избегают в разной степени в разных пневматических установках.

Пневматические установки делают возможным также солодование в атмосфере углекислоты.

Установки эти осуществляются в виде: 1) ящичной и 2) барабанной солодовни.

Ящичная солодовня. В принципе ящичная солодовня отличается от токовой тем, что имеет ситовое дно; кроме того, вся ее поверхность разделена на ящики промежуточными стенками. На этом принципе основана конструкция современных ящиков для проращивания.

Ящики устраивают в общем помещении для проращивания или каждый ящик ставят в совершенно изолированном помещении, что позволяет обслуживать его отдельно. В этом случае, благодаря полной изолированности зерна, возможно осуществить и способ проращивания в атмосфере углекислоты.

Ящик для проращивания солода представлен на рис. 10. Под ситчатым железным дном находится канал, который занимает всю длину ящика и служит для проветривания. Ситчатое дно не укреплено наглухо и может выниматься для очистки. Замоченный ячмень выгружается из чанов, падает на ситчатое дно и остается на нем, а вода стекает в вентиляционный канал.

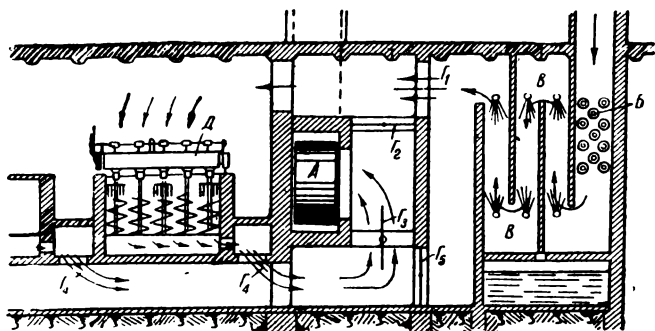


Рис. 10. Ящик для проращивания солода

Высота загрузки ячменя—от 60 до 80 см. При такой большой высоте слоя ячмень сильно греется. Воздух для охлаждения может просасываться через ячмень сверху вниз или в противоположном направлении. Для этого служит вентилятор А. Воздух засасывается снаружи. Зимой при очень низких температурах воздух проходит калорифер В, состоящий из нагревательных труб. Отсюда воздух попадает в установку для увлажнения В, которая в теплое время является охлаждающей. В ней помещаются распылительные дюзы. Дюзы устроены так, что все сечение увлажнительной шахты покрывается тонкораспыленной водой, и воздух имеет достаточную возможность насытиться водой и охладиться. Подготовленный таким образом воздух проходит через зерно отдельных ящиков, достигает канала под ситчатым дном, а отсюда — бокового вентиляционного канала. Отработанный воздух из всех ящиков собирается в общем вентиляционном канале и затем выпускается или частично вводится обратно. Направление воздуха регулируется перестановкой клапанов Γ_1 , Γ_2 , Γ_3 , Γ_4 . Проветривание довольно равномерно по всему сечению ящика. Так как в температуре верхней и нижней частей кучи все же возникает разница, кучу следует перелопачивать. Современные ящики снабжены механическими ворошилками Д. На рис. 11 показан общий вид кучу. Дойдя до конца ящика, ворошилка автоматически переключается в обратном направлении.

Ворошение и проветривание следует ограничивать, иначе ячмень очень сильно подсыхает. Опрыскивание кучи неизбежно. Температура воздуха должна быть лишь на 3—4° ниже температуры кучи. Если охлаждающий воздух насыщен водяными парами, то в зерне вследствие нагревания он становится ненасыщенным и будет поглощать влагу из кучи. Чем больше темпе-

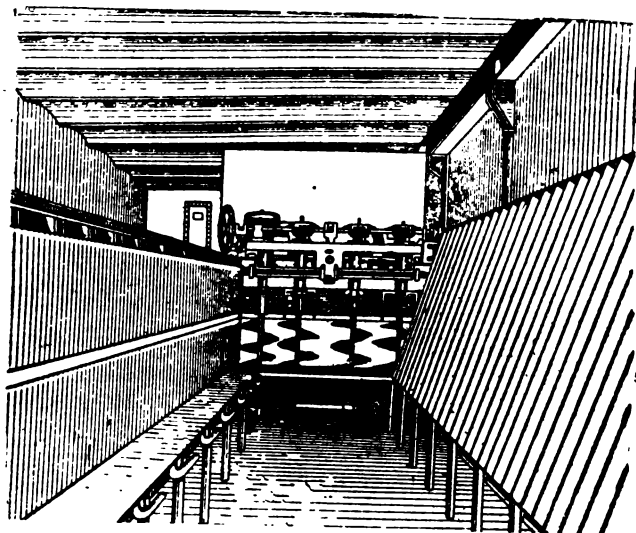


Рис. 11. Общий вид ворошилки

ратурная разница между кучей и воздухом, тем больше может быть отнято из кучи влаги. Вода для охлаждения не должна быть теплее 12°.

Для правильной работы дюз необходимо водяное давление приблизительно в 3 ат.

Подводка воздуха может осуществляться двумя способами. При открытых ящиках это достигается отсасыванием и нагнетанием воздуха, направление которого надо время от времени изменять. Закрытые ящики делают возможным проветривание только снизу. Подача воздуха может быть периодической или непрерывной. В первом случае дают возможность температуре кучи подняться до предельно допустимой, а затем снижают ее проветриванием. Температурная кривая неравномерна. При непрерывном продувании температура кучи может постепенно меняться, что будет способствовать равномерному и спокойному развитию ячменя. Обычно в первые 4 дня продувание должно быть непрерывным, затем (для проведения схватывания) периодическим.

Ящичное соложение в значительной степени приближается к токовому. Процесс проращивания протекает, как на току: температурный режим такой же. Ворошение производится два раза в день. Только при схватывании оставляют зерно без ворошения в течение 24 час.

При проращивании увеличивается объем зеленого солода, вследствие чего высота слоя возрастает примерно на 20 см. Ящики строят на производительность в 20—30 т. В среднем рассчитывают на загрузку 300 кг ячменя на 1 м² поверхности. Для светлого солода требуется 8 ящиков или кратное 8 ящикам, для темного солода — 10 ящиков или кратное 10. Строительный материал для ящиков — бетон.

Особым способом ящичного соложения является соложение в условиях ограниченного доступа воздуха, проращивание в атмосфере углекислоты. Обычно первые 4 дня ячмень проращивается на току или в ящиках, а затем подается в герметически закрывающиеся ящики Кропфа. Высота слоя составляет 1—1,2 м. На 1 м² загружают 0,5 т ячменя. Подачу воздуха в камеры роста почти прекращают.

Преимуществом способа проращивания в атмосфере углекислоты является уменьшение потерь соложения на 2%. Способ этот требует большого опыта и заботливого индивидуального наблюдения за прорастающим ячменем.

Барабанная система соложения. Другое направление в развитии пневматического соложения представляют барабанные системы, отличающиеся простотой механизмов, но вместе с тем имеющие (по сравнению с током и ящиками) много недостатков. Лишь в последнее время эта система получила благоприятное разрешение в комбинации барабанного и ящичного принципа в ящичном барабане Топфа.

Преимущество барабанных систем в том, что ворошение происходит в них без повреждения корешков. Их слабой стороной является продувание, так как кроме ящичного барабана ни одна из систем не обеспечивает равномерного продувания. Вследствие этого они требуют чрезмерного продувания и постоянного ворошения. Барабанный солод внешне отличается от токового или ящичного тонкими и прямыми корешками.

Основные типы барабанных установок — аппараты Галланда и Топфа и ящичный барабан Топфа.

Аппарат Галланда представляет собой совершенно закрытый барабан, который имеет воздушную проводку. Барабан вращается на четырех роликах. Воздух поступает в зерно через воздушную подводку, проходит через слой зерна и уходит из барабана через центральную трубу. Перемешивание зерна осуществляется вращением барабана (один оборот в 40—45 мин.). Воздух подводится через общий для нескольких барабанов ка-

нал. На рис. 12 стрелками показаны воздушные каналы, лежащие в толще зерна. Воздух высасывается через дырчатую центральную трубу с противоположной стороны барабана. Регулирование поступления воздуха осуществляется с помощью клапанов.

На кожухе барабана имеется ряд закрывающихся выдвижных дверок (лазов), которые служат для загрузки и выгрузки ячменя и наблюдения.

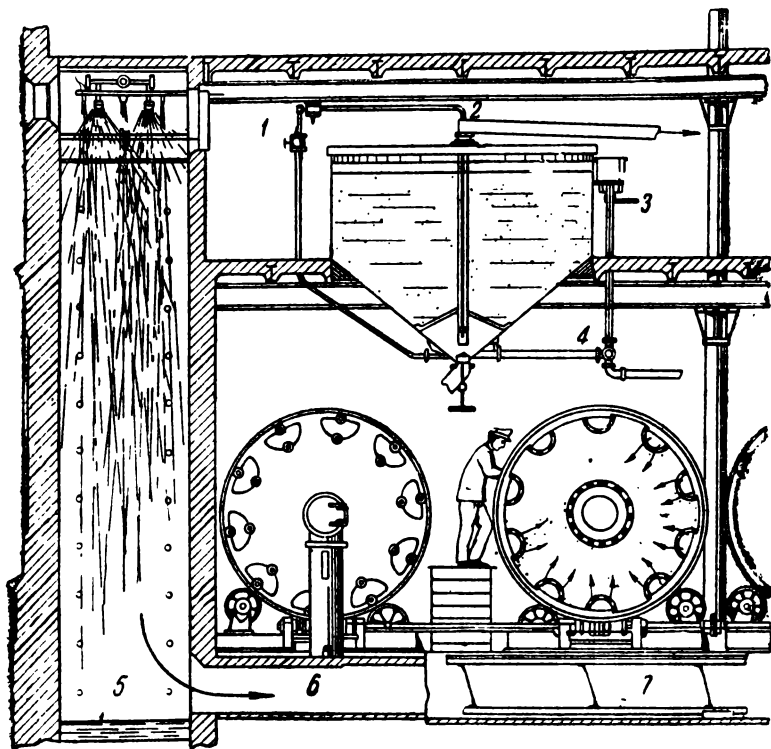


Рис. 12 Барабан Галланда:

1—воздухопровод; 2—сжатый воздух; 3—ящик для всплывающего ячменя; 4—водопровод; 5—камера для увлажнения воздуха и доведения его до необходимой температуры; 6—воздухопроводящий канал; 7—самотряска

Так же, как и при ящичном соложении, воздух предварительно насыщается водой и охлаждается. Для барабана Галланда используется общая увлажнительная шахта (которая в настоящее время считается устаревшей). Контроль температуры ведется при помощи термометра, погружаемого в толщу зерна (при вращении барабана его надо вынимать). При продувании наблюдают температуру поступающего и исходящего воздуха. В целях проведения „схватывания“ вороха вращение прекращают. Слишком сухое зерно увлажняется так же, как на току.

Режим рашения в барабанах имеет периодический характер.

Приводим примерные указания для ведения рашения ячменя в барабанах:

1-й день. Ячмень высушивают (5—6 час.) продуванием увлажненного воздуха, затем барабан оставляют в покое на 4—6 час. После этого продувают ячмень не чаще, чем через каждые 4—6 час. (по 1 часу).

2-й день. Барабан вращают 1 час после 3 часов покоя, при этом происходит продувание.

3-й день. После каждых 3 часов покоя барабан 2 часа вращают и проводят продувание.

4-й день. Барабан стоит 2—3 часа и вращается 1—2 часа. Часто приходится увлажнять солод.

5-й день. То же, что и в 4-й день.

6-й день. Барабан вращается 2 часа и затем остается в покое 5—6 часов. Если по ходу процесса необходимо схватывание, то период покоя можно продлить еще дольше.

7-й день. Барабан вращается 2 часа и затем стоит 10—12 часов. Период покоя может быть продлен до 24 часов.

8-й день. Барабан не вращается, а делает только полуобороты.

Приводим три температурных режима для барабана.

Температура воздуха
(°C)

Дни	Поступающего	Исходящего	Поступающего	Исходящего	Поступающего	Исходящего
1-й	10	11	10	11	10	10,5
2-й	10	13—14	10	12	10	11
3-й	10—12	15—17	10	13—14	10	12
4-й	14	18—19	10—11	15—16	10	13
5-й	15	20	12	16—17	10	14
6-й	15	10	11	15—16	10	14,5
7-й	15	10	10	15—14	10	14
8-й	15	18	10	14	10	14—13

Время проращивания составляет 8 дней для светлого солода и 10—для темного.

По окончании проращивания барабан выгружают. Для этой цели барабан поворачивают так, что одна из его раздвижных дверок оказывается снизу. Зеленый солод падает по рукаву в вагонетку, на самотряску или на транспортную ленту и подается к элеватору.

Емкость барабана Галланда нормально составляет 10—12 т. Расход силы барабанной установки для 8 барабанов 18,5 л.с./час.

Барабан Топфа с дырчатой рубашкой расходует вдвое меньше энергии и дает лучший солод. Недостаток этого аппа-

рата в том, что исходящий воздух выходит наружу через дырчатую поверхность барабана, отчего в помещении всегда имеется неприятная сырость. Барабан Топфа нашел незначительное применение на пивоваренных заводах.

Дырчатая рубашка барабана Топфа (конические продолговатые прорезы) создает естественную вентиляцию и охлаждение, но недостаточные. Если за 8 дней проращивания барабаны Галланда надо вращать и продувать 56 час., барабан Топфа требует только на вращение 38 час. и 26 час. на продувание.

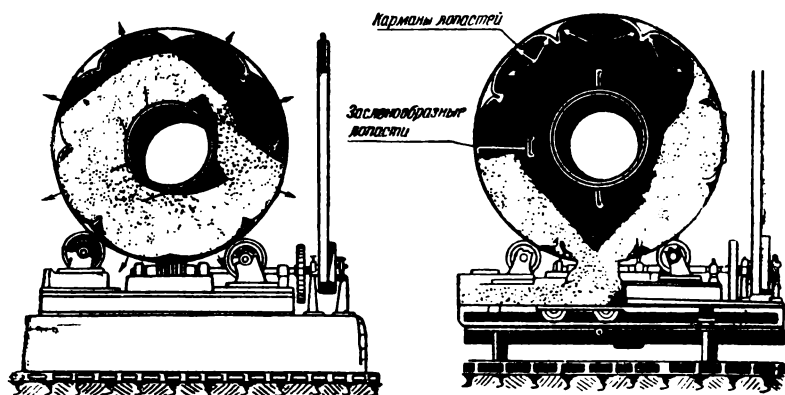


Рис. 13. Барабан Топфа

Конструкция барабана Топфа на рис. 13. Температурный режим и сущность проветривания те же, что в барабане Галланда, но каждый барабан снабжен отдельной увлажнительной башней.

Самый большой недостаток барабана Топфа — это неравномерная высота слоя и неравномерное продувание, вследствие чего приходится постоянно вращать барабан, чтобы выравнять ход процесса.

✓ Ящичный барабан сохраняет принцип продувания ящичной системы соложения, однако ящик установлен в самом вращающемся барабане. Барабан имеет сплошной кожух (рис. 14), который установлен на подвижных роликах. Ячмень лежит на горизонтальном железном ситчатом дне ровным слоем, как в ящиках. Высота слоя — от 1 до 1,20 см. Продувание ведут исключительно снизу с помощью воздуходувки. Для усиления продувания к барабану присоединяют отсасывающий вентилятор. Продувание происходит периодически или, лучше, непрерывно. Барабан делает один оборот в 45 мин.; вращают его три раза в день по 1—1,5 часа.

Ящичный барабан имеет одновременно преимущества и ящичного и барабанного соложения при отсутствии их недостатков, причем расход силы сокращается до 1,1 л.с./час. Емкость ящичного барабана — до 25 т. Для светлого солода требуются 8 барабанов.

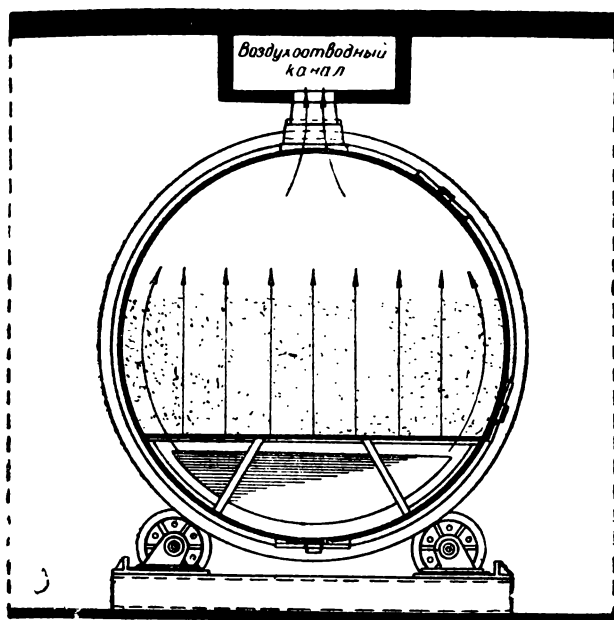


Рис. 14. Ящичный барабан

4. СУШКА, ОЧИСТКА И ХРАНЕНИЕ СОЛОДА

Зеленый солод, полученный в процессе проращивания ячменя, еще не пригоден для варки пива. Вследствие большого содержания воды зеленый солод долго хранить нельзя; кроме того, приготовленное из него пиво имеет неприятный горький привкус. Поэтому солод должен быть сначала высушен. Во время сушки солод теряет воду и приобретает способность переносить хранение. В процессе сушки, кроме того, в солоде протекают глубокие химические процессы, благоприятно влияющие на ферментативные свойства, вкус, аромат и цвет пива.

Зеленый солод содержит около 45% воды. В сушке он легко теряет большую часть ее. Сушка протекает легко и быстро до тех пор, пока в солоде не остается до 8% влаги. После этого сушка, доводимая при светлых солодах до 3,3—3,5% влаги и до 1,5—2% при темных солодах, протекает значительно труд-

нее. Дело в том, что вода в первую очередь отходит через ростки. При 8% влажности ростки становятся очень хрупкими и отламываются. Сушка до 8% влажности в солоде называется „подвяливанием“.

Сушка солода при температуре до 40° уменьшает в нем влагу до 30%. Вследствие более высокой температуры процессы, протекающие при проращивании, усиливаются. При повышении температуры до 70° зародыш отмирает, корешки сохнут. Наблюдается интенсивная деятельность ферментов в темных солодах (влажность 20—30%) и слабая—в светлых солодах (влажность 10%). При температуре от 70 до 105° образуются аромат, красящие вещества и разрушаются ферменты.

Солод употребляется двух сортов: 1) светлый и 2) темный. Кроме этих сортов применяются также жженный и карамельный сорта солода, но они имеют лишь вспомогательное значение.

Светлый солод после осахаривания дает светлое сусло, а темный — темное. Такое различие обуславливается: 1) степенью распада белковых веществ при проращивании, т. е. так называемым „растворением“ солода и 2) температурой сушки.

Светлый солод не должен быть сильно растворен, так как образующиеся при сильном растворении продукты распада белка обуславливают возникновение при сушке более темного цвета. Наоборот, темный солод должен быть сильно растворен, и только в этом случае можно получить при сушке желаемый темный цвет.

Сильнее растворяясь при проращивании, зеленый солод приобретает большую ферментативную способность для темных сортов солода, чем для светлых. Сушка светлого солода производится при значительно более низкой температуре, чем темного, поэтому готовый светлый солод содержит больше ферментов, чем темный. Для темного же солода необходима высокая температура сушки.

~~Светлый солод идет на приготовление светлого, а темный—темного пива.~~

Карамельный и жженный сорта солода, применяемые только вместе с одним из основных его сортов, имеют целью придать пиву вкус, аромат и соответствующий цвет; сами они ферментативной силой не обладают. Оба сорта готовятся из зеленого или готового сухого солода, подвергнутого процессу осахаривания (протекающему внутри солодового зерна), с последующей сушкой и поджариванием при высокой температуре.

Различные сорта солода сушат следующим образом.

✓ Светлый солод для Рижского и Московского пива (по ОСТ 357—Русский солод). Малорастворенный зеленый солод быстро высушивают в течение 10 час. до 8% влажности. Для более быстрого обезвоживания зеленый солод загружают на

решетки для сушки тонким слоем (12—16 см) и сушат при сильной воздушной тяге. При подсушивании до 8% влаги температура сушки не должна превышать 50%, ниже 8% температуру повышают до 80—90°, а иногда до 100°. Несмотря на это, светлая окраска солода сохраняется. Время сушки на двух решетках — по 12 час., а на трех — по 8 час.

Жигулевский тип солода — светлый, но темнее русского и, кроме того, он больше растворен. Температура сушки такая же, как для русского солода, но обезвоживание происходит медленнее, вследствие чего окраска темнее. Время сушки на двух решетках — по 12 час., а на трех — по 8 час. Для более темных сортов пива („Мартовское“) процесс сушки протекает на двух решетках по 24 часа, а на трех — по 12 час.

Темный солод, украинский тип. Солод должен быть очень темным и очень ароматным. Для этого сушка производится медленно. Солод с 20—30% влажности долго выдерживают при 40—55° без доступа воздуха, а затем отсушивают при более высокой температуре (100—105°). Время сушки на двух решетках — по 24 часа. Высота слоя — от 20 до 30 см. Рекомендуется перед сушкой зеленый солод подвергать подвяливанию в толстом слое (1 м).

Сушка солода происходит на сушилках с решетками или в барабанных сушилках. Последние встречаются очень редко, так как они дают солод плохого качества. Сушка производится нагретым воздухом.

На обычной решеточной сушилке солод сушится следующим образом: солод загружают на решетку тонким слоем; снизу через солод проходит нагретый воздух и высушивает его.

Новейшие конструкции сушилок имеют две или три решетки, установленные одна над другой. Воздух, нагретый до определенной температуры, проходит через тонкий слой зеленого солода и становится более или менее насыщенным влагой вследствие испарения воды.

Сушилки состоят из: 1) печи, 2) нагревательной установки для воздуха (калорифера), 3) решетки, 4) тяги (вентиляции).

Печь должна давать тепло, необходимое для нагревания воздуха. Для топki можно употреблять все виды горючего. Отопление может быть: 1) угольное, 2) дровяное, 3) торфяное, 4) нефтяное, 5) газовое, 6) паровое. Могут применяться все отопительные устройства, известные новейшей технике. Для угля, дров и торфа пользуются обычными топками с колосниковой решеткой. Уголь может применяться в виде сухого или смешанного с маслом порошка. Нефть распыляется с помощью форсунок. Самым удобным и чистым является паровое отопление.

Печь располагают всегда на нижнем этаже или в подвале сушилки (рис. 15). Тепловая камера для воздуха находится над топочным пространством и носит название „борова“. Калорифер для нагревания воздуха состоит из горизонтальных, реze из вертикальных, гладких жаровых — железных — или ребристых — чугунных труб. Топочные газы проходят через эти трубы и нагревают воздух в сушилке. Нагретый воздух поднимается наверх, его сменяет свежий воздух, подаваемый в калорифер из топочного пространства (через регулируемые отверстия). При сушке ростки солода постоянно отламываются и падают вниз, и если бы между бором и решеткой не было перекрытия, могла бы возникнуть опасность пожара. Падающие ростки могли бы воспламениться от сильно разогретых жаровых труб. Через перекрытие проходят трубы, снабженные колпаками и воздушными дюзами. Падающие с решетки ростки собираются в промежуточные пространства, а колпаки над трубами мешают дальнейшему падению их в боров. Если бы, однако, возник пожар, который возможен при изготовлении темного солода, должна быть прекращена топка, закрыты все подающие воздух каналы и моментально выключены вентиляторы. Вследствие недостатка воздуха пожар быстро прекратится. Проводящие воздух трубы обеспечивают равномерное распределение его повсей поверхности решетки.

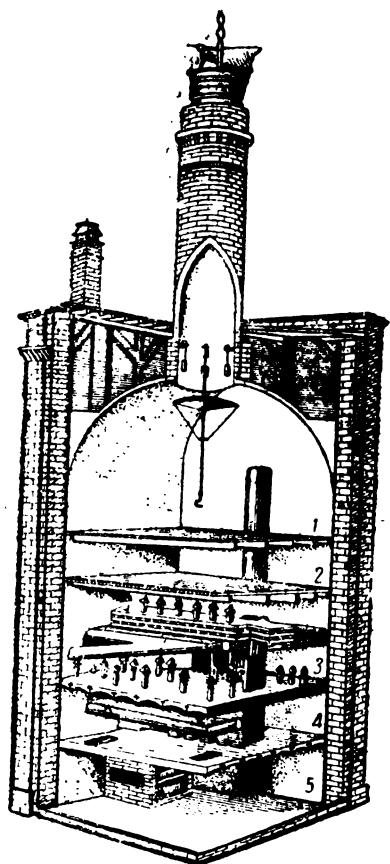


Рис. 15. Сушилка солода:
1—2—решетки для сушки солода; 3—
смесительная камера; 4—калорифер; 5—топка

В настоящее время решетки делаются из круглой или конической проволоки. Воздух поступает через щели и, проходя через солод всех решеток, выходит в вытяжную трубу. Решетки расположены на расстоянии 2—4 м одна над другой.

Воздушная тяга создается естественным или искусственным путем. Горячий воздух в сушилке идет вверх и уходит из нее

через вытяжную трубу, возвышающуюся над солодовней (до 8—10 м). Вытяжные трубы прикрывают вращающимся куполообразным колпаком (флюгером). Снизу вытяжная труба закрывается подвижным колпаком. Таким образом, создается возможность произвольного регулирования притока воздуха вплоть до прекращения его выпуска.

Производительность сушилки зависит от силы воздушной тяги. Для того, чтобы получить более высокую производительность, естественная тяга усиливается при помощи вентиляторов. При небольшой производительности овинов (солодосушки) в вытяжной трубе устраивают обыкновенный пропеллер. Для более высокой производительности употребляются центробежные вентиляторы.

Двухэтажная сушилка имеет две решетки, установленные одна над другой. Зеленый солод доставляется на верхнюю решетку. Высота слоя зависит от типа солода и от вентиляции. Как уже было указано, высота слоя для светлого солода при естественной тяге воздуха — от 12 до 16 см, для темного солода — от 20 до 30 см.

При искусственной тяге производительность сушилки увеличивается от одного до пяти раз. Сушилки высокой производительности, работающие с сильными вентиляторами, увеличивают слой солода до 60 см при производительности 150—200 кг/м² ячменя. По Главпиво как норма установлен съём солода в 100 кг с 1 м² нижней решетки овина в сутки.

Нагрузка решетки, считая на сухой солод и на замоченный ячмень, следующая:

Высота слоя (в см)	Количество отсушенного солода на 1 м ² поверхности (в кг)	Количество ячменя на 1 м ² поверхности (в кг)
12	25—30	33—39
16	33—39	44—52
20	42—49	56—65
24	51—60	67—79
30	63—73	84—97
35	73—85	97—113

На верхней решетке происходит подвяливание солода (до 8% влажности). На нижней решетке при темном солоде происходит дальнейшее подвяливание, так как с верхней решетки солод сбрасывается на нижнюю еще с 20—30% влажности. Время сушки для светлого солода составляет 12 час. на верхней и 12 час. на нижней решетке. Для темного солода — по 24 часа на двух решетках и по 12 час. на трех.

~~Температура сушки измеряется в солоде с помощью обычных ртутных термометров или электрических телетермометров. Последние приспособлены и для записи температуры.~~

Солод на решетках сохнет не совсем равномерно, особенно при большой высоте слоя. Нижний слой сохнет быстрее верхнего. Неравномерно и распределение горячего воздуха, несмотря на большое число воздушных труб. Солод поэтому необходимо ворошить.

Ворошение производится механически. Ворошилка имеет вал, на котором укреплены железные лопатки. Вал вращается и движется по рельсам; у края решетки ворошилка автоматически переключается и движется обратно. Расход энергии составляет при поверхности решетки 60 м² приблизительно 1,0—1,5 л. с.

Сбрасывание солода с верхней решетки на нижнюю производится вручную или при помощи механической лопаты. Верхняя решетка снабжена спусковыми люками, через которые солод сбрасывается на нижнюю решетку. Если сушка полностью закончена, то солод через люк попадает на транспортную установку и затем в помещение для очистки.

Расход тепла двухэтажной сушилки на 1000 кг очищенного светлого солода составляет 200—222 кг угля, для темного солода — от 220 до 240 кг угля.

С точки зрения теплового режима лучше работает трехэтажная сушилка, у которой есть третья решетка. Решетка для подвешивания называется верхней, решетка для сушки — средней и решетка для отсушки — нижней.

Время сушки в трехэтажной сушилке — по 8 или по 12 час. на каждой решетке. Производительность трехэтажной сушилки больше производительности двухэтажной. Расход тепла трехэтажной сушилки — от 140 до 170 кг угля на 1000 кг очищенного светлого солода.

В последние годы прививается новый вид вертикальных сушилок высокой производительности, которые при эксплуатации оказались самыми простыми, наиболее производительными и экономически наиболее выгодными. Расход угля на 1000 кг очищенного солода составляет у них только 135 кг.

~~Солод выходит из сушилки с влажностью от 1 до 3%. Сухой солод содержит еще некоторое количество разных примесей, которые не были удалены при очистке и мойке, и он должен быть еще раз очищен. При очистке удаляются оставшиеся ростки и пыль. Ростки, богатые микроорганизмами, придают пиву горьковатый вкус.~~

Солод подвергается очистке в теплом состоянии сейчас же после сушки потому, что ростки очень гигроскопичны и быстро теряют хрупкость. Солод попадает сначала на червячную передачу, движущуюся в лотке из проволоочной ткани. Эта передача

является первоначальным росткоотбивателем, так как отламывающиеся ростки проходят через проволочную ткань. Затем солод подается на специально росткоотбивную машину, которая состоит из ситчатого цилиндра, в котором вращается вал с крыльями. Вал с крыльями трет зерна солода одно о другое и о поверхность цилиндра, вследствие чего ростки отламываются и удаляются через сито. Для удаления пыли росткоотбивная машина соединяется с аспиратором.

Ростки являются полноценным отходом солодовни и применяются в качестве корма.

Дальнейшая очистка производится в полировочной машине с вальцевыми щетками из стальной проволоки, которые чистят и полируют солод. Полировочная машина совершенно очищает солод от пыли и придает ему блестящий вид.

После очистки солод охлаждают. Солод нельзя хранить при температуре выше 20° , так как в этом случае происходит сильное разрушение диастаза, солод темнеет и ухудшает вкус пива.

Солод хранится так же, как ячмень, на полу хранилищ различных систем или в силосах.

5. ПОТЕРИ ПРИ СОЛОЖЕНИИ

Изменения, происходящие в процессе соложения, можно охарактеризовать следующими цифрами:

В среднем из 1 т или 1 м³ ячменя получается:

	т	м ³
замоченного ячменя	1,45	1,45
зеленого солода	1,40	2,20
свежесушенного солода (2%-ной влажности)	0,75—0,77	0,98
солода после хранения (4%-ной влажности)	0,78—0,80	1,00

Соложение связано, как мы видим, со значительными потерями, источники которых достаточно объяснены выше. Они складываются из: 1) потерь при замачивании, 2) потерь при проращивании, 3) потерь при сушке.

Потери при замачивании получаются из сплава (0,1—0,2%) и от действительной потери от выщелачивания, составляющей в среднем 0,8%.

Сплав не считается потерей соложения, потому что он может быть использован после сушки.

Потери на дыхание составляют в среднем (в%):

для светлого солода	7
„ темного	10

Эти данные относятся к работе на токах. В барабанах и в ящиках потери на 1,0—1,5% меньше, а при проращивании в атмосфере углекислоты на 2—4% меньше.

Потери при сушке идут за счет ростков и воды. Ячмень содержит в среднем от 12 до 15% воды, солод только от 2 до 5%. Потери в виде ростков составляют приблизительно 3—6%. Средние потери при соложении составляют (в%):

потери при замачивании	0,8—1,0
„ на дыхание	5 —8,0
„ при отбивке ростков	3,0—6,1
„ воды	10,0

Плановые потери при 15% влажности ячменя и 5% влажности солода установлены в среднем по Главпиво в 24%.

По отдельным заводам плановая величина потерь колеблется, в зависимости от типа и состояния оборудования солодовни, от 22 до 25%.

6. СВОЙСТВА СУХОГО СОЛОДА

Готовый сухой солод должен обладать следующими показателями:

- 1) солод должен быть хорошо очищен, т. е. не должен содержать посторонних примесей и ростков;
- 2) цвет солода должен быть похож на цвет ячменя;
- 3) запах солода должен быть чистый и свежий; темного солода — ароматичный;
- 4) солод должен содержать выравненные зерна; если этого нет, значит, солодился плохо отсортированный ячмень;
- 5) мучнистое тело должно быть мягким, что является признаком хорошего растворения; жесткие кончики зерен допускаются в небольшом количестве только для светлого солода;
- 6) влажность свежего солода составляет от 1,5 до 3,5%, после хранения — от 4 до 5%;
- 7) выход экстракта в пересчете на сухое вещество колеблется от 67 до 74%;
- 8) время осахаривания для светлого солода 10—15 мин., для темного 20—30 мин.

7. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КАРАМЕЛЬНОГО И ЖЖЕНОГО СОЛОДА

Карамельным называется сильно растворенный и сильно осахарившийся солод, мучнистое тело которого при сушке окрашивается в темный цвет с одновременным образованием ароматических веществ. Карамельный солод готовят в специальных аппаратах или в сушилке из темного, сильно растворенного зеленого солода или из сухого увлажненного солода.

Солод помещают в овин и при закрытой тяге быстро нагревают до температуры 60—70°. Этот процесс, в зависимости от интенсивности требуемой окраски, протекает 1—4 часа. Отсушку светлого карамельного солода (для светлого пива) надо произ-

водить при сравнительно низкой температуре (до 80°), отсушка темного солода производится при 100—105°. Вследствие быстрой отсушки мучнистое тело превращается в стекловидную массу. Мякинная оболочка остается светлой.

Окраска сусла, приготовленного из темного солода, недостаточна для того, чтобы придать темному пиву его характерный цвет. Соответствующий цвет сусла достигается прибавлением жженого солода. Жженный солод это — темный солод, поджаренный при высокой температуре. Вкус его, однако, должен оставаться ароматичным.

Для приготовления жженого солода темный сухой солод замачивают в воде при температуре 70° и выдерживают при этой температуре в течение 12 час. После этого спускают воду и солод помещают в обжарочные вращающиеся барабаны. Обжарочный барабан нагревается обычно непосредственно на огне. Силу огня и число оборотов барабана надо выбирать так, чтобы сначала наступала быстрая сушка, а затем, при возрастающей температуре, начинался процесс обжаривания. Нагревание производится до 150—200°, в зависимости от желаемого цвета оболочки — темнокоричневой или черной. Из 100 кг солода получается лишь 80 кг жженого солода. Хотя жженный солод сам не осахаривается, но дает около 60% экстракта.

III. ЗАТИРАНИЕ СОЛОДА И ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУСЛА

Путем приготовления сухого солода ячмень приводят в такое состояние, которое позволяет перевести в раствор большую часть сухого вещества в процессе осахаривания при повышенной температуре. Этот процесс называется процессом варки, а образующийся раствор—суслом.

Для получения возможно большего количества экстракта солод измельчают. Для осахаривания солод смешивают с водой и осахаривают при определенной температуре. Осахаривание происходит под влиянием ферментов. Составные части, которые при осахаривании (или затирании) остались нерастворенными (дробина), отфильтровывают от сусла.

Сусло после фильтрации содержит активные ферменты и белковые вещества. Для удаления этих составных частей, мешающих в дальнейшем процессе брожения, сусло кипятят. При кипячении сусло попутно стерилизуется. Одновременно добавляют хмель, горькие вещества которого переходят в раствор. Полученное таким образом охмеленное сусло отфильтровывают от хмелевой дробины и охлаждают. При этом выпадают нерастворимые на холоду белковые вещества. По отделении нерастворимых веществ охлажденное сусло поступает в бродильню.

1. ДРОБЛЕНИЕ СОЛОДА

Чтобы обеспечить хорошую фильтрацию сусла, мякинная оболочка должна быть по возможности целой или, по крайней мере, состоять из крупных кусков. Наоборот, мучнистое тело должно быть тонко и равномерно измельчено, но большое количество муки нежелательно, так как в этом случае образуются комки и сусло плохо смачивается водой, а в дальнейшем затрудняется фильтрация.

Дробление, пригодное для фильтрационных чанов без разрыхлителей, называется крупным. Солод крупного дробления имеет следующий состав (в %):

оболочки	24
крупки	66
муки	10

При работе с фильтрпрессами дробление производится до мелкой крупки (мелкое дробление). Солод мелкого дробления имеет следующий состав (в %):

оболочки	15
грубой крупки	23
мелкой „	30
муки	32

Тонкий помол дает более высокий выход экстракта, чем грубый.

Для дробления применяются вальцевые дробилки. Хорошее дробление солода дают только многовальцевые дробилки. Дробилки с 2 или 4 вальцами дают очень неравномерное дробление, сильно разрушая также мякинную оболочку.

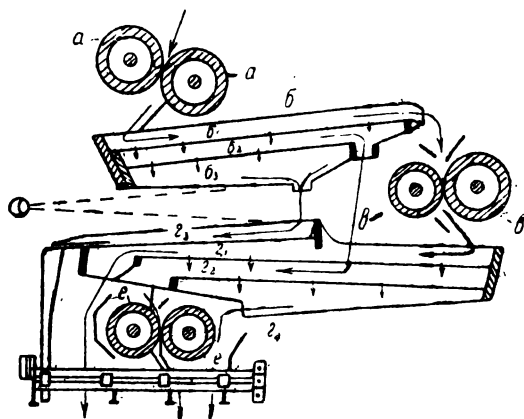


Рис. 16. Дробилка

Более совершенной является шестивальцевая дробилка. Схема ее работы представлена на рис. 16. Первая пара вальцев $a-a$ дробит солод на крупные куски, которые падают на сито $б$. Мука и крупка падают через сито $б_1$ на нижнее сито $б_2$, тогда как шелуха вместе с оставшимися частицами мучнистого тела проходит над ситом $б_1$ и попадает на вторую пару вальцев $в-в$. На сите $б_2$ смесь муки и крупки разделяется—мука падает на поверхность $б_3$, затем поступает в жолоб и отсюда выводится. Крупка проходит над ситом $б_2$, падает на сито $г_3$, а отсюда на сито $г_2$. Продукт, измельченный на второй паре вальцев $в-в$, падает на поверхность сита $г_1$, неразмолотая оболочка проходит над ситом $г_1$ и выводится наружу. Мука и крупка попадают на сито $г_2$, которое пропускает муку и мелкую крупку, выводимые через поверхность $г_4$. Крупная крупка проходит над $г_2$, попадает на пару вальцев $е-е$ и еще

раз измельчается. Сита b_1 , b_2 и b_3 или z_1 , z_2 и z_3 —сотрясающие сита. Тонину дробления мельницы устанавливают регулированием расстояния вальцев. Работу дробилок контролируют постоянной проверкой помола и отдельных составных частей с помощью лабораторных сит.

Расход энергии дробилками на 1 т в час—около 2 л. с. для грубого помола и около 5 л. с. для мелкого. Солод, поступающий на дробление, взвешивается на автоматических весах. Его вес является исходной величиной для расчета выхода экстракта в варке и учета всего пивоваренного цикла (исходная величина для расчета расхода зерноприпасов на 1 гкл готового пива). Поэтому необходима особая тщательность в уходе за весами, наблюдении за их работой и записях их показаний. Загрузка для каждой варки измельчается отдельно. Дробленый солод поступает в закрытый бункер или в вагонетку, подвозится к засыпной трубе и попадает в заторный чан.

Дробилку устанавливают обычно этажом выше варочного отделения. Таким образом, дробленый солод поступает в варню самотеком.

2. ЗАТИРАНИЕ И ФИЛЬТРАЦИЯ

Затирание имеет целью перевести составные части солода в воднорастворимый экстракт (сусло) с возможно большим выходом последнего. При затирании в раствор переходят в первую очередь осахаренный крахмал, а затем белковые вещества. Количество и химические свойства растворенных веществ (помимо свойств самого солода) зависят от условий затирания и имеют решающее значение для состава сусла, а вместе с тем и для пива. Задача затирания, следовательно, состоит в получении из солода сусла, соответствующего характеру изготавливаемого пива.

При осахаривании крахмала образуются мальтоза и декстрины. Мальтоза легко и быстро сбраживается дрожжами. Наоборот, декстрины не сбраживаются ни во время главного брожения, ни во время дображивания. Соотношение декстринов и мальтозы поэтому определяет так называемую степень конечного сбраживания и тем самым является одним из основных показателей свойств пива. Установление этого отношения есть важнейший момент при получении характерного, постоянного типа пива.

Если проращивание велось неправильно и разжижающая способность солода недостаточна, то осахаривание протекает вообще ненормально и иногда не заканчивается, т. е. затор получается с ненормальной идной реакцией.

Более быстрое осахаривание начинается лишь при температуре выше 50° , но с особенной скоростью оно протекает при

температуре выше 60°. При низких температурах образуется много мальтозы и мало декстринов, при высокой температуре, напротив, много декстринов и мало мальтозы. При 70° или при еще более высокой температуре крахмал очень быстро переходит в раствор, однако в сусле остается много декстрина. Самая благоприятная температура осахаривания та, при которой затор становится нормальным по иоду (окрашивание иодом исчезает) в кратчайшее время. Однако при этой температуре требуемое для данного типа пива наилучшее соотношение мальтозы и декстринов может не получиться. У нормального солода при наиболее благоприятной температуре осахаривание идет так быстро, что отношение между мальтозой и декстрином очень трудно регулировать. Самая благоприятная температура осахаривания лежит между 55 и 68°. При этих температурах получают в короткий срок самое большое количество мальтозы. Чтобы избежать слишком высокой степени сбраживания надо осахаривание (по крайней мере частично) проводить при температурах выше 68°. Для высокосбраживаемых сортов пива осахаривание целесообразно вести при низких температурах. Это достигается тем, что температуру затора медленно повышают или даже держат затор дольше при более низкой температуре, оптимальной для действия осахаривающей способности диастаза. Для низкосбраживаемого пива надо быстро перейти оптимальную температуру или совсем исключить ее.

✓ Светлый солод обычно богат диастазом и осахаривается быстро и нормально, поэтому можно вести осахаривание с быстрым переходом на температуру 70°. Темный солод содержит меньше диастаза, поэтому его целесообразно осахаривать с большей выдержкой при низких температурах и оптимуме осахаривания 60—62°, причем в этом случае не возникнет опасности избыточного образования мальтозы.

— Время осахаривания вообще мало меняется. Для темного солода его обычно несколько удлиняют, чтобы получить больше мальтозы в сусле. В ходе осахаривания затор становится кислее. Подкисление затора обуславливается образованием кислых фосфатов. После фильтрации первого сусла кислотность (после промывки дробины) вследствие щелочности воды снова уменьшается.

Задачей процесса затираания, помимо осахаривания крахмала, является получение в достаточном количестве продуктов распада белка в сусле. Хорошо растворенный или переработанный солод содержит обычно такое количество продуктов распада белка, что дальнейший распад должен быть несколько затерзан. Светлый, хорошо растворенный солод надо поэтому затирать быстро, минуя температуры, благоприятные для

распада белка. Плохо разтворенный солод, наоборот, требует дальнейшего распада белка, поэтому при затирании следует выдерживать наиболее благоприятную температуру. Оптимум распада белков достигается при 50°. При оптимальной температуре осахаривания (60—63°) распад белка значительно ослабляется.

Таким образом, мы имеем возможность до известного предела исправить недостатки соложения и приспособиться к свойствам ячменя и солода. Поэтому процесс затирания никогда нельзя вести по твердой схеме, он требует постоянного внимания и большой гибкости.

Кроме крахмала и белка в раствор переходят и другие вещества—пептин, пентозаны и т. п. Их мало, однако они оказывают влияние на пенистость пива.

При затирании происходит дальнейшее образование неорганических фосфорнокислых солей и, как следствие этого, кислотность увеличивается до оптимальной.

При высоких температурах затирания происходит усиленное выщелачивание горьких веществ оболочки. При более низкой кислотности выщелачивание увеличивается, например, при промывании дробины, когда кислотность сусла уменьшается. Почти при всех способах затирания затор весь или частично подвергают кипячению. Кипячение затора—немаловажный этап в процессе затирания, оно значительно влияет на характер пива. При кипячении ослабевают и частично разрушаются ферменты. Это изменяет и характер продуктов распада белков и соотношение мальтоза—декстрин. При кипячении в раствор переходят вещества, в других условиях не растворяющиеся. Разрываются клетки, заключенный в них крахмал превращается в клейстер и становится доступным для действия диастаза.

Важнейших способов затирания насчитывается три.

Затирание с тремя отварками. Затирание ведут при 35—37°. Одну треть затора спускают в заторный котел (первая—вторая отварки). Эту первую отварку медленно нагревают и, если это необходимо для усиления белкового распада, выдерживают при 50—60°, затем нагревают до 60—70° и **осахаривают**. После этого первую отварку кипятят. Продолжительность кипячения зависит от характера пива. Кипяченую отварку перекачивают обратно к основному затору, отчего температура последнего повышается до 50—54°. Затем берут вторую отварку (немногом больше трети) в заторный котел и поступают с ней как с первой, также после кипячения перекачивая обратно к главному затору. При этом для светлого солода температура должна повыситься до 70°, для темного до 62—65°. После второй берут третью отварку, которую быстро подогревают до кипения. При светлом солоде ее кипятят 20 мин., при темном

45 мин. При обратном перекачивании температуру для светлого солода повышают до 77—78°, а для темного до 75°.

Количество затора первой, второй и третьей отварок зависит от желаемого повышения температуры основного затора. Для спуска и обратной перекачки первой отварки надо приблизительно 2,5 часа, для второй—около 2 час. и для третьей только 1 час., т. е. всего около 5,5 час.

Готовый затор перекачивают в фильтрационные аппараты.

Этот способ применяется, главным образом, для темного солода. В последнее время вследствие его длительности им пользуются меньше.

2. Способ с двумя отварками. Более простым является затирание с двумя отварками. Оно проводится двояко. Затирание начинают при 35°. После спуска и кипячения первой отварки основной затор имеет температуру 50—54°, после второй отварки 65°. Окончательное отваривание осуществляется прямым нагреванием основного затора. Целесообразнее затирать при 50°, а затем вести затор как при способе с тремя отварками. Таким образом, отпадает или третья или первая отварка. Способ двукратной отварки экономит и время и топливо. Годится он главным образом для светлого и нормально растворенного солода.

3. Способ с одной отваркой. Этот способ применяется во многих вариантах. Кипятят только одну отварку. Повышение температуры достигается или прямым нагреванием затора или добавкой горячей воды. Так, затирают при 50° и, если требуется, держат эту температуру полчаса для распада белка, затем нагревают до 65—70°, берут отварку, доводят до кипения и затирание заканчивают.

Количество воды, потребляемой на затирание, зависит от желаемой крепости начального или первого сусла.

Для затирания можно дать следующие показатели:

Дробленый солод (в т)	Расход воды (в м³)	Крепость первого сусла (в ‰)
1	8	Около 8
1	6	" 12
1	4	" 17
1	3	" 23
1	2	" 32

~~Большой расход воды на затирание обуславливает меньший последующий расход на промывку дробины. Нормальная крепость первого сусла—от 17 до 20°, соответственный расход воды — от 4 до 3,5 м³ на 1 т солода.~~

Для затирания необходимо несколько аппаратов, а именно:

- 1) заторный чан;
- 2) гущевой (заторный) котел для кипячения затора и
- 3) фильтрационные приспособления.

В заторном чане (закрытом, с вытяжкой, рис. 17) происходит сильное испарение и образование водяных паров, ко-

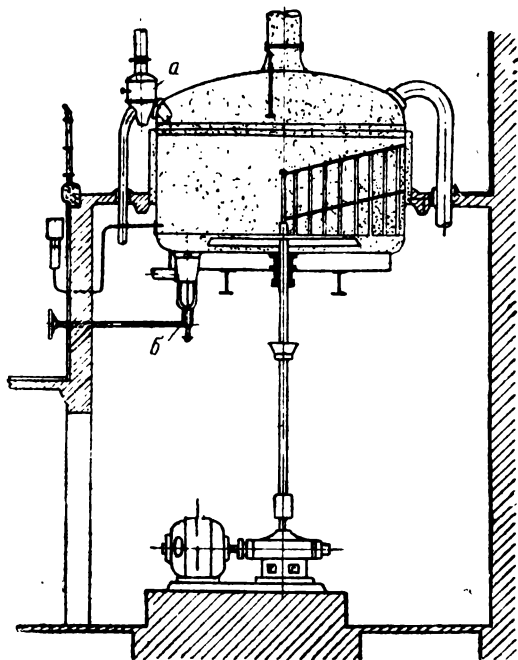


Рис. 17. Заторный чан

торые уводятся через вытяжную трубу. Вытяжная труба проходит через потолок варочного отделения. Заторные чаны снабжены мешалками, представляющими собой пропеллеры, посаженные у самого дна чана (4—6 см); нормальное число оборотов мешалки—от 33 до 46 в мин. Пропеллер приводится в движение электромотором, установленным под варочным агрегатом.

Для способа с тремя отварками строятся заторные чаны без нагревательного приспособления. Для способов с двукратной и однократной отварками и других способов затирания заторные чаны снабжены рубашкой и двойным дном. Нагрев производится свежим или отработанным паром.

Заторные чаны делают из железа или меди.

Дробленый солод поступает в заторный чан из бункера по широкой трубе, а соответственно подогретая вода поступает по трубопроводу, проведенному через кожух чана. Во время затирания все время работает пропеллер. Чтобы получить равномерное, быстрое смачивание дробленого солода, что обычно необходимо при тонком помоле, его пропускают через предзаторник *а*. Предзаторник состоит из широкой трубы, имеющей распылитель, к которому подводится теплая вода. Падающий вниз дробленый солод смачивается точкораспыленной водой. Необходимую для затирания теплую воду готовят из горячей и холодной воды в смесителе, снабженном термометром. Горячую воду получают в специальных баках в верхнем этаже варочного отделения путем подогрева острым паром.

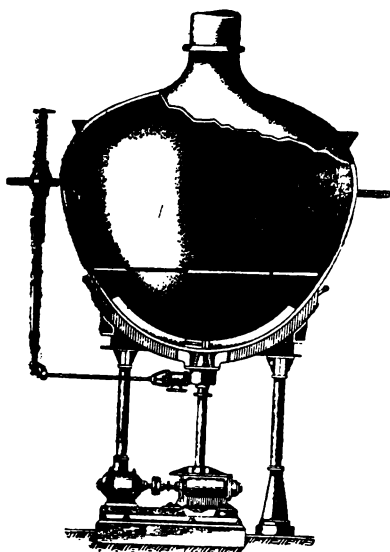


Рис. 18. Медный гущевой паровой котел с двойным дном

На дне чана находится вентиль *б*, через который затор перекачивается в гущевой котел. Поэтому заторный чан целесообразно устанавливать выше, чем гущевой котел. По окончании отварки затор перекачивается обратно в заторный чан по широкой трубе, проведенной через вытяжной зонт.

Во время затирания следят за температурой. Термометр должен быть длинным и иметь шкалу в своей верхней части, чтобы можно было отмечать температуру, не вынимая его из чана. Удобнее пользоваться термометром, укрепленным непосредственно в заторном чане.

Гущевой котел обычно имеет форму, изображенную на рис. 18. Он сделан из железа. Дно котла снабжено паровой рубашкой и мешалкой с нижним приводом от мотора. Мешалка плотно прилегает ко дну и имеет форму, соответствующую изгибу дна. Благодаря хорошему размешиванию и форме котла затор находится в постоянной циркуляции.

Если варка производится под давлением, время кипячения должно быть соответственно уменьшено. Новейшие котлы рассчитаны на давление до 10 ат.

На 100 кг затираемого солода необходима емкость в 5—6 гл заторного чана.

Фильтрация готового сусла производится или в фильтрационных чанах или на специальных фильтрах для сусла—майшфильтрах.

Майшфильтры, построенные по принципу фильтрпрессов, позволяют работать с мелким помолом, увеличивают выходы варочного отделения, ускоряют фильтрацию, а также облегчают переработку ненормальных солодов.

Несмотря на широкое распространение фильтрпрессов в других отраслях промышленности, в пивоваренной промышленности майшфильтры не имеют большого применения отчасти потому, что заводы работают на ранее установленном оборудовании, отчасти потому, что еще не налажено производство майшфильтров.

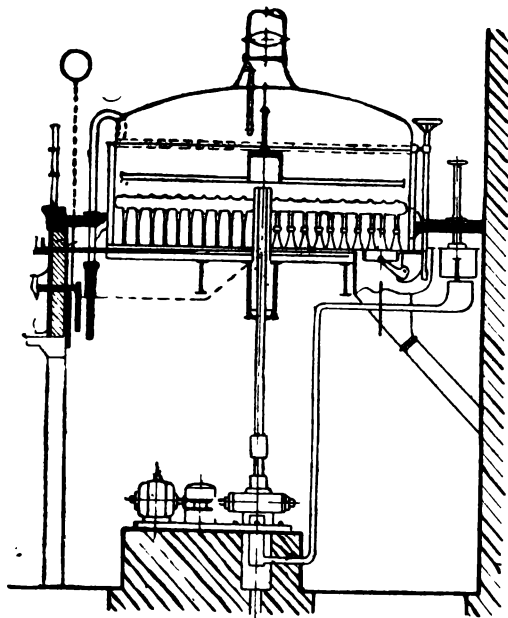


Рис. 19. Фильтрационный чан

Фильтрационный чан (рис. 19) построен так же, как заторный, но имеет двойное дно. Верхнее дно дырчатое. Дробина осаждается на верхнем дне чана. Нижний слой состоит из крупных частиц мякины, а верхний, более легкий, из муки и крупки. Эти слои вместе образуют фильтрующий слой, через который проходит прозрачное сусло. В образовании фильтрующего сита важную роль играет величина отверстий фильтрационного сита. Раньше употреблялись фильтрационные сита с круглыми отверстиями, теперь их делают с продолговатыми щелями. Нормальная ширина щели 0,6 мм, а длина 40 мм.

Сечение ситчатого дна чана с продолговатыми отверстиями примерно в три раза больше, чем с круглыми. Фильтрационные сита делаются обычно из пушечной бронзы. Они разделены на квадраты или секторы; каждую секцию, вывертывая винты, можно вынимать отдельно. Форма фильтрационного чана круглая, реже—четыреугольная. Ниже фильтрационного сита на некотором от него расстоянии находится настоящее дно чана, в котором равномерно распределены отверстия выводных труб. Промежуточное пространство между фильтрационным и настоящим дном чана разделено на секторы, соответствующие делениям фильтрационного дна. В каждом секторе находится одна или несколько труб, которые служат для спуска отфильтрованного сусла. На 1 м² фильтрующей поверхности требуется одна спускная труба. Все спускные трубы заканчиваются кранами

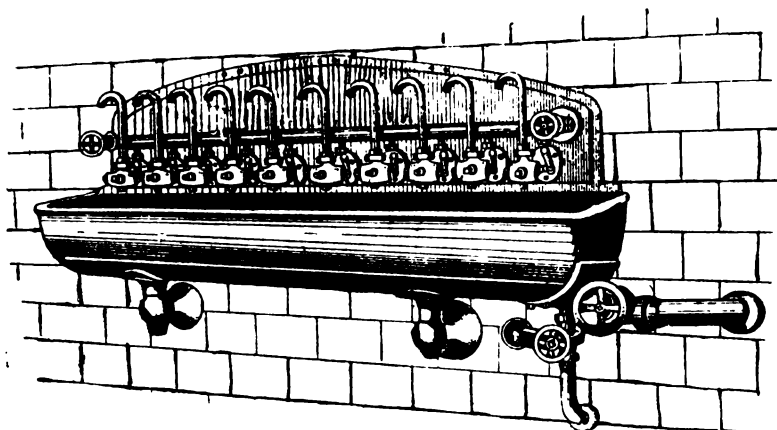


Рис. 20. Фильтрационная батарея

так называемой фильтрационной батареей. Фильтрационная батарея (рис. 20) состоит из ряда кранов. Под кранами находится корыто, которое называется „грандом“. Отсюда сусло течет в сусловаренный котел, описываемый ниже.

Если по открытии цедильных кранов начинает течь мутное сусло, значит, образование фильтрующего слоя еще не закончено и краны необходимо закрыть. Если сильной мути не наблюдается, постепенно открывают все краны. Мутное сусло не спускают в котел, а по особой трубе перекачивают обратно в чан до тех пор, пока оно не станет совершенно прозрачным.

Фильтрационная батарея состоит из обычных сифонных кранов, уменьшающих засасывание воздуха, попадание которого в фильтрационные трубы мешает дальнейшей фильтрации.

По окончании фильтрации в чане остается слой пивной дробины, который содержит в пересчете на 1000 кг загруженного солода около 1000 л сусла. Отделяют это сусло при помощи промывки дробины. Фильтрационную батарею закрывают и в чан наливают горячую воду. Для полного выщелачивания пивная дробина должна быть смешана с налитой водой. Для перемешивания служит особое приспособление—разрыхлитель. К двум плечам, вращающимся вокруг приводимого от нижнего привода вала, прикреплены вертикальные ножи. Ножи погружены в дробину. Они могут поворачиваться вокруг своей оси, вследствие чего положение их лезвий может изменяться. Ножи могут быть установлены касательно к плоскости вращения, что создает возможность легкого разрыхления дробины. Если ножи стоят перпендикулярно к плоскости вращения, то дробина разрыхляется сильнее. Для выбрасывания дробины из чана ножи необходимо повернуть на определенный угол к их оси. Разрыхлитель может гидравлически подниматься и опускаться, вследствие чего им можно перемешивать или весь слой дробины или только верхнюю часть его.

Подвод воды осуществляется при помощи дырчатой вращающейся трубы. Во время поливания водой разрыхлитель находится в движении. По окончании напуска промывной воды разрыхлитель останавливают и фильтрацию начинают снова. После стягивания первой промывной воды выщелачивают дальше, добавляя свежую воду. Выщелачивают обычно три раза, до тех пор, пока концентрация сусла не снизится до 0,5—1%.

Температура воды для фильтрации—от 75 до 78°.

Общая продолжительность фильтрации от 3,5 до 5 час. на современных установках может быть снижена приблизительно до 2,5 час. Расход воды при выщелачивании дробины 400—500 л на 100 кг солода.

По окончании выщелачивания дробину удаляют из чана; для этого открывают вентиль и люк для выбрасывания дробины, находящейся в дне фильтрационного чана. Косо поставленные ножи захватывают дробину и подгребают ее к люку для выгрузки; через него она падает в шнек и попадает в сборник.

На 1 т солода требуется 5—6 м² фильтрующей поверхности при высоте слоя дробин 30—35 см. В современных чанах высота слоя может достигнуть 40—45 см.

Второй способ фильтрации сусла—это использование заторных фильтров. Работает лишь с небольшим избыточным давлением.

3. ВАРКА СУСЛА

Стекающее из фильтрационного корыта прозрачное первое сусло соединяется с промывными водами и подвергается варке в сусловарочном котле. Одновременно туда добавляется хмель.

Варка сусла преследует несколько целей:

- 1) разрушение ферментов;
- 2) стерилизацию сусла;
- 3) выпадение белковых веществ (коагуляцию);
- 4) концентрацию сусла;
- 5) выщелачивание хмеля и
- 6) придание вкуса.

В процессе затириания стремятся к совершенно определенному соотношению между декстринами и мальтозой. Если бы в сусле остался активный диастаз, то во время брожения и выдержки пива было бы возможно дальнейшее расщепление декстрина в мальтозу. Поэтому диастаз должен быть разрушен при кипячении сусла.

Несмотря на то, что конечная температура затириания довольно высока (около 80°), все же в сусле остаются микроорганизмы. Для стерилизации (уничтожения микроорганизмов) сусло необходимо кипятить 15 мин. При варке сусло сначала мутнеет, затем выделяются и соединяются в хлопья белки. Этот процесс называют коагуляцией. Для коагуляции белков необходимо приблизительно двухчасовое кипячение. К полной коагуляции обычно не стремятся: определенное количество коагулирующих белковых веществ должно оставаться в сусле. Чрезмерная коагуляция придает пиву пустой вкус. Вследствие недостаточной коагуляции во время брожения и выдержки при наполнении бочек или бутылок происходит медленное, но постоянное выпадение коагулирующих белков. Оседающие белки заклеивают поверхность клеток дрожжей и замедляют брожение.

Кроме того, при оседании после розлива пиво становится мутным, излишнее же содержание белка ухудшает его вкус.

Сусло из нормального солода должно давать крупные хлопья и иметь огнистый блеск. Солод короткого ращения, плохо растворенный, невыдержанный не дает хорошего осаждения белков, сусло остается мутным.

При двухчасовом кипячении выпаривается от 5 до 10% сусла (в зависимости от интенсивности кипячения), что соответственно повышает содержание в нем экстракта. При кипячении сусла происходит изменение его вкуса. При прямом огневом нагревании и при кипячении под давлением изменение вкуса значительно сильнее вследствие большого перегрева сусла на поверхности нагрева. Главную роль играют при этом изменение белковых веществ и карамелизация сахара. Вследствие долгого интенсивного нагрева вкус пива становится грубым. Поэтому светлое пиво нельзя кипятить чрезмерно.

Из хмеля в раствор переходят в первую очередь горькие вещества. Хмелевое масло при кипячении улетучивается без

остатка. Переходящие в раствор дубильные вещества частично образуют нерастворимые соединения с белковыми веществами и выпадают при кипячении. Часть их, однако, выпадает лишь при охлаждении сусла. Малая часть может остаться в растворе, способствуя пенообразованию.

Количество задаваемого хмеля зависит от многих условий. Общепринятым правилом является: темное пиво надо охмелять слабо. Ароматическое темное и высокопроцентное светлое пиво не должно иметь много хмелевой горечи. Светлое пиво средней крепости обычно охмеляется сильнее, светлое пиво типа московского охмеляется сильно. Пиво с низкой конечной степенью брожения должно охмеляться слабо.

Сильно растворенный солод не переносит большого количества хмеля. Плохо растворенный или короткого рачения солод при большом количестве хмеля приобретает грубо горький вкус.

Мягкая вода требует большего количества хмеля, карбонатные воды—меньшего.

Количество загружаемого хмеля зависит от характера солода, типа пива, состава воды. Таким образом дозировку хмеля нельзя нормировать по шаблону для всех пивоваренных заводов.

В настоящее время применяют следующие дозы хмеля (в граммах на 1 гл) для пива:

Жигулевского	175—200
Рижского	250—300
Московского	360—400
Украинского	160—175
Ленинградского	420—500
Портера	450—500
Карамельного	90—100

Варка сусла производится в открытых или закрытых котлах такой же конструкции, как и гущевые. Огневой нагрев для кипячения применяют лишь на старых маленьких заводах. На современных больших заводах применяется исключительно паровое нагревание. Кипятить можно при атмосферном или при повышенном давлении; кипячение под давлением дает сусло, близкое к получаемому при огневом кипячении. Сверхдавление может достигать 10 ат.

На каждую тонну солода, т. е., примерно, на 1,25 т ячменя, требуется 7—8 м³ емкости сусловаренного котла. Поверхность нагрева составляет от 0,2 до 1 м² на 1 м³ сусла. Общий расход пара варочного отделения—2 т (минимум 1—2 т) на 1 т солода.

Когда сусло сварено, нагревание прекращают. По окончании бурления берут пробу и определяют количество сусла, погружая в него измерительную рейку (наметки). Для этого котлы должны быть предварительно прокалбированы водой. Затем сусло спускают, открывая вентиль, в хмелевой цедильник, где вываренный хмель задерживается.

Замер количества горячего сусла должен производиться очень тщательно, так как эта величина является решающей при расчете выхода экстракта затора и потери варочного отделения. Емкость сусловаренных котлов должна измеряться не реже одного раза в год. На измерение составляется специальный акт.

Во взятой и охлажденной пробе определяют плотность сусла ареометром Балдинга.

Хмелевой цедильник представляет собой закрытый сосуд, снабженный вынимающимися ситами (рис. 21). Хмель остается на поверхности сит. Для очистки поверхности сит, т. е. для ускорения фильтрации, в цедильнике имеется мешалка, приводимая в движение снизу. Освобожденное от хмеля сусло передается при помощи насоса на холодильные аппараты.

Отработанный хмель все же еще содержит сусло, которое вымывается горячей водой. 1 кг хмеля задерживает около 6,7 л сусла.

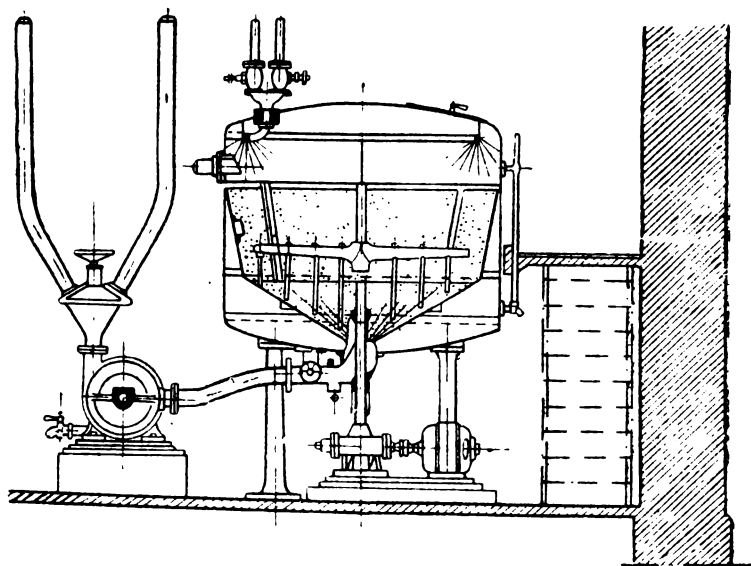


Рис. 21. Хмелевой цедильник с электрической мешалкой

4. ВЫХОД ЭКСТРАКТА В ВАРОЧНОМ ОТДЕЛЕНИИ

При затирании не все растворимые вещества экстракта получаются в виде сусла. Выход зависит от дробления солода и способа затирания. Кроме того, имеются источники механических потерь. В дробине после выщелачивания остается еще часть экстракта. Отработанный хмель тоже удерживает известную, хотя и небольшую часть сусла.

Качество процесса затиарания характеризуется в этом отношении установлением выхода экстракта в варочном отделении. Для установления выхода экстракта необходимы следующие данные: 1) количество дробленого солода, 2) количество полученного сусла, 3) содержание экстракта в сусле и 4) удельный вес сусла.

Однако количество замеренного в котле сусла требует поправки. В сусловарочном котле находятся хмель и другие извешенные вещества. Кроме того, сусло имеет почти температуру кипения, тогда как данные о количестве экстракта получены при комнатной температуре (20°).

Сам котел вследствие теплового расширения имеет больший объем, чем при измерении холодной водой. Согласно общим условиям поправка составляет 4,0% от найденного количества сусла: ее надо вычесть. Выход экстракта в варочном отделении высчитают по следующей формуле:

Выход экстракта (%) = количество гектолитров горячего сусла \times 0,96 \times удельный вес \times плотность сусла 100. Вес затертого солода в килограммах.

~~Необходимо этот выход сравнить на основании лабораторного анализа с максимально возможным выходом экстракта из того же солода. Только это сравнение и даст возможность обсуждать качество работы варочного отделения.~~

~~Плановые потери по варочному отделению устанавливаются в зависимости от конструкции особенностей оборудования (наличие разрыхлителя в фильтрчане и т. д.) для каждого завода или групп заводов одной мощности.~~

По Главпиво установлены потери в варке от 2,0 до 2,5%.

5. ОХЛАЖДЕНИЕ СУСЛА

Так как брожение происходит при низких температурах, то горячее сусло надо охладить до температуры брожения. При охлаждении сусла в его составе наблюдаются изменения: осаждаются растворяющиеся при высокой температуре белки, белковые дубильные вещества и т. д.

Наиболее распространенной охлаждающей установкой является холодильная тарелка. Она представляет собой плоскую сковородку (сделанную из гладких железных листов толщиной от 3 до 5 мм.) высотой в 20—35 см. (рис. 22). Высота слоя сусла принята в 10—15 см и только при недостатке места допускается ее доведение до 20—30 см. На холодильной тарелке сусло охлаждается, осветляется, проветривается и концентрируется. Охлаждение сусла происходит главным образом за счет испарения, которое вызывается пропусканием над суслом воздуха. При нормальных условиях концентрация сусла повышается вследствие испарения до 3%; это значит, что испаряется около 10% воды.

Сусло надо сразу охлаждать на $30—40^{\circ}$. Это благоприятно влияет на полноту осаждения мути. При стоянии на тарелке сусло насыщается воздухом, что важно для брожения. При этом сусло темнеет. Быстрое осаждение мути уменьшает потемнение. Находящиеся в сусле частички мути собираются понемногу в комочки и оседают на дно тарелки в виде плотного слоя. Сусло

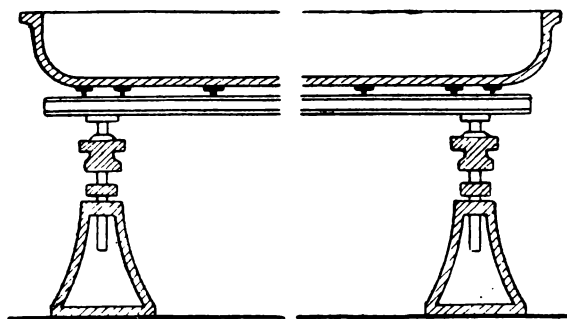


Рис. 22. Холодильная тарелка

поверх слоя мути прозрачно и имеет черное зеркало. Если муть осела не полностью, то сусло не прозрачно: оно выглядит не черным, а красноватым.

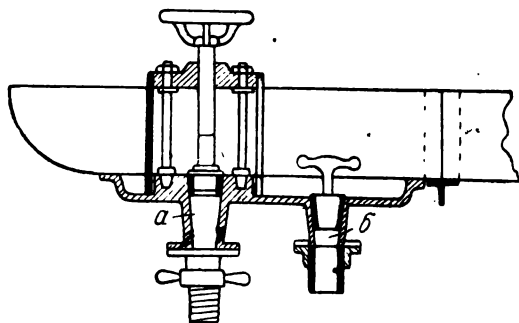


Рис. 23. Спускное устройство холодильной тарелки

Сусло выпускается через так называемую выпускную чашу из вентиля *а* (рис. 23), который защищен сеткой, имеющей назначение задерживать хмелевые частицы. После спуска сусла муть удаляют скребком и выпускают через особое отверстие *б*.

Сусло охлаждается на холодильной тарелке примерно до 60° и должно быть еще охлаждено до температуры, при которой начинается брожение (5°). Для этого служат специальные холо-

дильные аппараты, которые по своей конструкции могут быть открытыми и закрытыми. Применяются главным образом открытые холодильники, допускающие более легкую очистку. Эти открытые холодильники строятся с наружным орошением (рис. 24). Они состоят из прямых медных труб (расположенных параллельно), которые орошаются суслом. Чтобы предотвратить разбрыз-

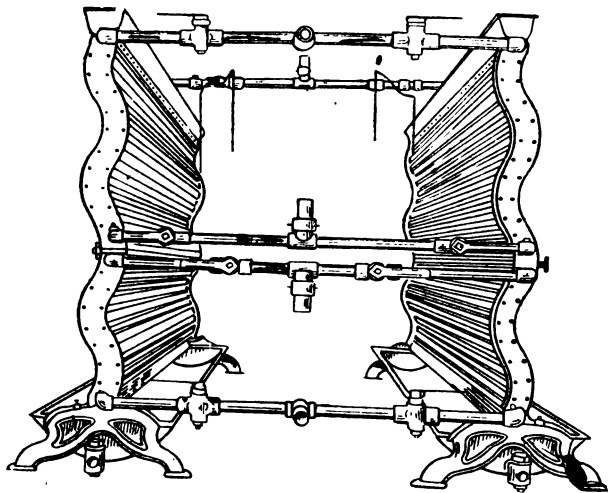


Рис. 24. Двойной холодильник с наружным охлаждением

гивание сусла при стекании и получить большую охлаждающую поверхность, трубы укладывают волнообразно. Отдельные трубы соединены по концам камерами. Внутри труб течет охлаждающая жидкость: в верхней части—холодная колодезная вода, в нижней—вода, искусственно охлаждаемая, так как для охлаждения сусла до 5° колодезной воды недостаточно. На 1 гл сусла нормально расходуется 2 гл охлаждающей воды. Уходящая теплая вода может применяться для мойки. Охлаждающее действие усиливается еще тем, что сусло при стекании испаряется. 1 м длины трубы может пропустить в час $1,4 \text{ м}^3$ сусла. Общая длина труб составляет максимально 8 м.

В закрытых холодильниках (рис. 25) сусло течет по медным трубам, которые снаружи омываются охлаждающей водой. Трубы соединены в группы, концы которых образуют открывающиеся обводные колпаки. Очистка труб производится щетками по открытию колпаков. Трубы могут устанавливаться вертикально или горизонтально. Потребная площадь меньше, чем у оро- сительных холодильников.

Недостатком закрытых холодильников является трудность их очистки, кроме того сусло в них не проветривается.

С холодильника сусло стекает (с температурой 5°) в чан бродили, где определяется его количество.

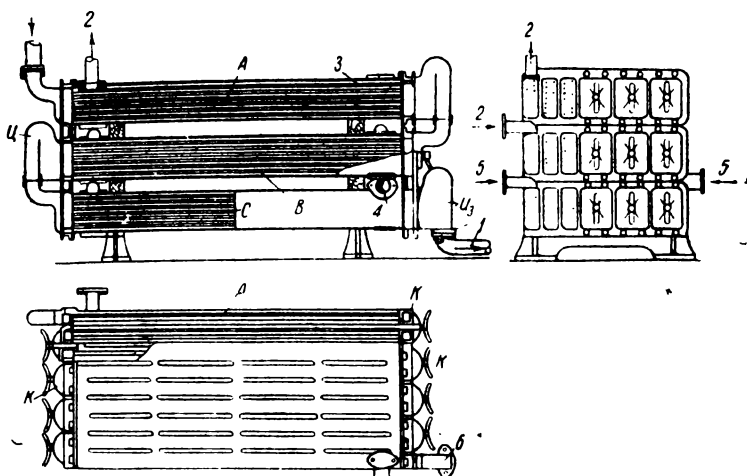


Рис. 25. Закрытый холодильник для сусла:
1—пивное сусло; 2—колодезная вода; 3—впуск колодезной воды; 4—
впуск ледяной воды; 5—ледяная вода; 6—выпуск сусла

Измеренное количество холодного сусла дает возможность вычислить потери при охлаждении и является исходной величиной для определения объемных потерь в бродилине.

Потери на тарелке колеблются от 9 до 11 объемных процентов.

IV. ГЛАВНОЕ БРОЖЕНИЕ

Готовое охлажденное сусло превращается в пиво путем алкогольного брожения.

Как уже говорилось, различают низовое и верховое брожение. Разница между ними заключается в том, что при низовом брожении дрожжи собираются на дне чана, в котором происходит брожение, а при верховом — сверху. Совершенно иную картину внешне, чем при верховом брожении, дает течение низового брожения.

Останавливаемся на низовом брожении, как наиболее у нас принятом.

✓ Низовое брожение почти всюду проводится совершенно одинаково. В первую очередь надо отметить ведение брожения при низких температурах. В практике брожения температуры различаются лишь в очень узких границах, все же мы говорим о холодном и о теплом ведении брожения. Нормальное холодное низовое брожение протекает для светлого пива при $5-9^{\circ}$. Для пива средней светлости на многих пивоваренных заводах допускают температуру $9,5^{\circ}$, а для темного пива даже $10,5^{\circ}$. Так называемое теплое брожение отличается более высокой температурой, при которой начинают брожение (7° или даже 8° вместо 6°), и максимальной температурой — до 11° .

Верховое брожение протекает при температуре от 12 до 25° .

Каждое отклонение от нормального процесса изменяет своеобразный характер пива низового брожения. Температура брожения оказывает влияние на полноту вкуса пива и на его пенистость.

Для проведения главного брожения в первую очередь нужна чистая культура дрожжей, так как только чистые дрожжи могут обеспечить нормальное, нужное пивовару брожение. Если применяется смесь разных дрожжей, то характер пива меняется в зависимости от их преобладающего вида. Дикие дрожжи вредно влияют на вкус пива.

На современных пивоваренных заводах на чистоту дрожжей обращают особое внимание.

Чистая культура дрожжей развивается из одной дрожжевой клетки. Эта клетка может быть выделена с помощью различных лабораторных методов. Клетку переводят в пробирку, наполнен-

жую стерильным пивным суслом (с желатиной). Через 2—3 дня размножившиеся дрожжи переводят в стерильную колбочку в $\frac{1}{4}$ л пивного сусла. Эту небольшую порцию чистой культуры дрожжей переводят в увеличиваемое количество пивного сусла до тех пор, пока не доведут его до величины, достаточной для загрузки одного производственного чана.

Полученная таким образом культура чистых дрожжей должна быть так введена в производство, чтобы она осталась возможно дольше чистой и могла бы быть использована повторно. Чтобы достичь этого, надо, чтобы сусло, попадающее в бродильню, было действительно стерильным.

Главное брожение происходит в бродильных чанах. Для достижения низких температур бродильни искусственно охлаждаются.

Для получения холода используются газообразные вещества, как, например, аммиак, сернистый газ, углекислота, которые поддаются сжижению при не слишком высоком давлении. При уменьшении давления полученные жидкости очень быстро испаряются и поглощают из окружающей среды тепло, необходимое для испарения, от чего происходит охлаждение. С целью достижения охлаждающего эффекта испаритель помещают в воду или в водный раствор соли, замерзающий лишь при очень низких температурах. При испарении газа соляной раствор охлаждается и с помощью насоса может быть направлен в охлаждаемое помещение, откуда он возвращается в нагретом состоянии и снова охлаждается. Удаляющийся из испарителя охлаждающий газ захватывается компрессором и сжимается до требуемого давления. Для ускорения конденсации конденсатор охлаждается холодной колодезной водой. Применяемый в пивоварении для охлаждения соляной раствор должен быть охлажден до минус 5—6°.

Охлаждение бродильни может совершаться двояко: 1) охлажденные рассолы направляются по трубопроводу прямо в бродильню и 2) в бродильню подводится охлажденный воздух. Воздух охлаждается с помощью рассола. В последнее время принят второй способ охлаждения.

При прямом охлаждении бродильные помещения всегда сырые. Воздушное охлаждение обеспечивает бродильню сухим воздухом, удаляет углекислоту и поддерживает в помещении низкую температуру.

В сырых, недостаточно проветриваемых бродильных помещениях быстро развивается большое количество бактерий и плесени, которые, помимо опасности инфекции, представляют еще источник неприятного затхлого запаха, воспринимаемого пивом. Пол и стены бройдилеи должны быть легко доступными для очистки. Пол большей частью делают асфальтовым, а стены по-

крывают тонкой цементной штукатуркой или кафелем. Для удаления остатков в сусла и скапливающейся грязи надо постоянно промывать пол достаточным количеством воды. Надо заботиться о хорошей канализации.

Для брожения раньше применялись исключительно дубовые чаны. Размеры деревянных чанов были ограничены. Нормальная емкость их составляла от 30 до 100 гл. Чаны на 150—200 гл с трудом можно сделать из дерева. Чтобы избежать проникновения пива и вредных организмов в швы чанов, последние покрываются изнутри слоем лака, смолы или парафина. Один раз в год этот слой обновляется. После каждого брожения чаны основательно вымывают водой, а затем обрабатывают дезинфицирующими средствами.

Современные заводы применяют бродильные чаны вместимостью в несколько сот гектолитров (до 1000 гл). Поэтому преимущественно применяют чаны эмалированные железные, покрытые лаком или смолой, железные, алюминиевые и железобетонные, которые покрывают специальной смолкой, силикатным покровным слоем, стеклянными пластинками и т. п.

Недеревянные бродильные чаны обычно имеют четырехугольную форму, так как она обеспечивает наилучшее использование помещения. Размеры бродильных чанов обычно выбирают с таким расчетом, чтобы вместить целую варку. Иногда емкость рассчитывают на две или больше варки.

Высота бродильных чанов обычно принимается в 2—2,3 м. Бродильные чаны устанавливают на железные подставки, что обеспечивает поддержание нужной чистоты. Между чанами оставляют проходы для наблюдения за ходом брожения.

Во избежание инфекции во время брожения и для использования углекислоты применяются закрытые бродильные чаны.

Бродильные чаны снабжены двумя спускными отверстиями. Одно отверстие—для спуска пива—находится сбоку чана, второе—для спуска дрожжей—в дне его. Каждый чан снабжен подводным медным трубопроводом для поступления свежего сусла.

Процесс брожения сопровождается образованием тепла. Чтобы удерживать температуру бродящего сусла в нужных границах, его надо охлаждать. В настоящее время для охлаждения применяют подвешиваемые в чанах карманные или трубчатые холодильники, по которым



Рис. 26. Трубчатый холодильник

течет искусственно охлаждаемая вода (рис. 26). На рис. 27 изображен общий вид современной бродильни с холодильниками.

Задача (загрузка) дрожжей в сусло может происходить различными способами.

1. Из холодильного аппарата сусло подается в сборный чан, который похож на бродильный чан и имеет емкость одного или нескольких заторов. В чан вводят необходимое количество дрожжей и оставляют на 18 час. забраживать. Затем сусло перекачивают в бродильные чаны.



Рис. 27. Алюминиевые бродильные чаны с холодильниками

2. Дрожжи для задачи в чаны берут из дрожжевых ванн и переводят в небольшой металлический резервуар, наполненный на $\frac{1}{3}$ холодным суслом, и энергично размешивают воздухом. Затем этот раствор передают сжатым воздухом в сборный чан и снова сильно размешивают, продувая через него стерильный воздух.

3. Бродильный чан до половины наполняют суслом и задают в него количество дрожжей, соответствующее полному чану. На следующий день, когда сусло уже забродит, добавляют вторую половину сусла.

Потребность дрожжей на 1 гл сусла можно ориентировочно считать от 0,35 до 0,5 л густых дрожжей. Чем крепче сусло, меньше бродильные чаны и ниже температура задачи дрожжей, тем больше должно быть их задано.

Температура задаваемых дрожжей колеблется от 4 до 5, однако каждый завод применяет свою собственную температуру, проверенную на основании опыта.

Нормальная продолжительность брожения зависит от температуры, от количества задаваемых дрожжей и от крепости сусла. При температуре 6—9° и задаче дрожжей в 0,4—0,5 л на

гл сусла она составляет 7—8 дней при плотности сусла в 10—13%. При плотности сусла в 14—18% и температуре брожения 6—10° продолжительность брожения достигает 8—10 дней.

В процессе низового брожения различаются 4 стадии.

1 стадия. Через 10—12 час. на гладкой черной поверхности сусла показываются белые пузырьки; количество их все время увеличивается, и наконец, они покрывают всю поверхность плотным белым слоем. Дрожжи начинают размножаться и бродить. Углекислота выделяется в виде пузырьков (первые 24 часа).

2 стадия. По краям чана образуется пена, которая все время расширяется. Пена становится плотнее и образует завитки. Брожение переходит в стадию „низких завитков“. Пена местами окрашивается в грязнокоричневый цвет от выделяющихся частичек хмелевой смолы и имеет интенсивный горький вкус. Заметно повышается температура. В день сбраживается 0,3 — 0,5% экстракта (вторые сутки).

3 стадия. Брожение протекает еще интенсивнее. Пена поднимается выше и становится рыхлее; эта стадия называется стадией „высоких завитков“. Размножение дрожжей подходит к концу. Пена сильнее окрашивается. Температура поднимается до максимума (8—9°). Ежедневно сбраживается 1—1,5% экстракта.

4 стадия. Пена окрашивается в темный цвет и начинает спадать. Брожение становится слабее, падает и температура. Дрожжи собираются в комочки и понемногу скапливаются на дне: пиво осветляется. Вместо пены на поверхности образуется грязнокоричневый слой, состоящий из смолы, белка и т. п. („крышка“).

За брожением должно вестись постоянное тщательное наблюдение и измерение плотности бродящего пива ареометром.

Охлаждение сусла должно начаться своевременно. Слишком рано начатое охлаждение задерживает правильное развитие дрожжей и свободное брожение, пена спадает. Особенно вредно в этом отношении внезапное охлаждение. Охлаждение начинают не тогда, когда уже достигнута наивысшая температура, а несколько раньше, чем обеспечивают гладкий, постепенный ход брожения.

Низкие завитки являются следствием плохого качества дрожжей, хмеля, состава сусла и неподходящей температуры сусла. Слабая задача хмеля, плохое качество его, перерастворенный, слишком высокоотсушенный солод, теплое брожение — дают слабую „крышку“, которая часто погружается в пиво, делает его горьким и загрязняет лежащие на дне дрожжи. Пузырчатое брожение обычно является признаком какой-либо ненормальности, как например, пересушенного солода, избытка жженого

солода, невылежавшегося или ненормально приготовленного солода, слишком высокой температуры брожения и т. п. Пузырчатое брожение особенно вредно, если вследствие плохого связывания пузырьки углекислоты выделяются из пива. Такое пиво обнаруживает плохой вкус и малую пенистость.

Прерывистое брожение характеризуется новым образованием пенистого кольца после того, как уже спадут высокие завитки. Это явление наступает, если слишком рано или слишком быстро начинают охлаждение, не дав дрожжам достаточно развиться.

Опасное явление представляет собой „мертвое брожение“, причины которого не совсем выяснены. Оно выражается в том, что брожение внезапно или постепенно приостанавливается раньше времени, когда дрожжи еще не осели на дно. Мертвое брожение, однако, встречается редко. Также редко встречается и кипящее брожение.

После спадения завитков, когда за 24 часа сбраживается только 0,1—0,2% экстракта, главное брожение считается законченным и пиво созревшим для перекачки в подвал. После осаждения дрожжей пиво должно быть совершенно прозрачным, с блеском.

Характер оседания бывает очень различен и зависит от расы дрожжей, состава сусла и температуры брожения. Говорят о „тонком“, „грубом“ или „недостаточном“ оседании. Те дрожжи, которые дают хорошие хлопья, называются „хлопьевидными“, а те, которые не собираются в хлопья, называются „пылевидными“. Последние очень трудно оседают.

Образование хлопьев не есть признак хорошего ведения брожения и не обуславливает хорошего качества пива. Теперь работают предпочтительнее с дрожжами, которые дают мелкие хлопья, или с пылевидными. При применении пылевидных дрожжей пиво должно через некоторое время осветлиться. Если пиво в пробном стаканчике остается все время мутным и светлеет лишь при нагревании, это указывает на так называемую „глютиновую“, белковую муть, которая возникает при выделении белков на холоду, при применении плохо растворенного или плохо высушенного солода и, как следствие, ошибочного затирания.

После того как главная масса дрожжей осядет, большее или меньшее количество их остается в пиве во взвешенном состоянии. Пиво с большим количеством дрожжей называют зеленым, с малым — осветлившимся. Перекачка пива в подвал зависит от 1) температуры подвала, 2) продолжительности выдержки, 3) степени сбраживания.

При перекачке пива в подвал необходимо придерживаться следующих правил. Пиво должно поступать в подвал: 1) с тем меньшим количеством дрожжей, чем выше температура подвала, 2) чем менее оно сброжено и 3) чем больше оно должно там храниться.

Во время главного брожения сбраживается большая часть экстракта. Если принять общее содержание экстракта до брожения за 100, то степень сбраживания дает в процентах количество сброженного экстракта. Следует различать кажущуюся и действительную степень сбраживания. Если, например, начальное сусло имеет 14% экстракта, а по окончании брожения сахарометр показывает 4,9%, то кажущаяся степень сбраживания будет 65%. Сахарометр не показывает действительного содержания экстракта пива, так как находящийся в нем алкоголь ~~делает пиво по удельному весу легче и показывает меньшее, чем в действительности, содержание экстракта.~~ Для большего удобства на практике пользуются всегда определением кажущейся степени сбраживания.

Так как общая степень сбраживания имеет решающее значение для характера пива, то регулирование степени сбраживания является наиболее важным и является главной заботой пивовара.

Степень сбраживания при главном брожении должна быть в совершенно определенном отношении со степенью брожения, получающейся во время дображивания. Не всякое пиво сбраживается до конца, т. е. до конечной степени сбраживания. Готовое пиво содержит еще вещества экстракта, способные к брожению. Темное пиво обычно имеет сбраживаемость, далекую от конечной степени сбраживания, в то же время светлое пиво по возможности сбраживается до конца.

Степень брожения во время главного брожения должна быть на 6—10% меньше выпускной степени в зависимости от содержания экстракта начального сусла.

По окончании главного брожения плоской мелкодырчатой ложкой с пива снимают „крышку“ (деку) и перекачивают его в подвал. Перекачивание производится центробежным насосом. Температура перекачиваемого пива—от 5 до 6°.

Спуская пиво, над дрожжами оставляют тонкий слой его, чтобы с пивом не увлечь и дрожжи. Затем открывают донный клапан чана и оттуда вытекает оставшееся пиво и немного дрожжей. Дрожжи должны оседать на дне чана плотным слоем. Количество осевших дрожжей составляет приблизительно 4—5-кратное количество от заданных дрожжей. При их оседании образуются три слоя, которые содержат дрожжи различной чистоты. В начале брожения и до тех пор, пока оно происходит свободно, осаждаются белки, мертвые клетки, клетки, заклеенные хмелевой смолой, и такие расы дрожжей, которые не способны к брожению в данных условиях. По окончании брожения хлопьями садятся дрожжи, способные к брожению, и образуется второй, средний, слой. За ним следуют клетки, не образующие хлопьев, а также дикие дрожжи, составляющие

третий, верхний, слой. Пивовар отделяет скребком верхний слой и отбрасывает его. Средний слой представляет чистые дрожжи, так называемые семенные, которые передаются в дрожжевое помещение. Нижний слой также отделяется.

Семенные дрожжи сначала пропускают через тонкое шелковое сито для освобождения их от таких грубых загрязнений, как смолы и белки, а затем хорошо промывают большим количеством воды в плоских деревянных, лакированных, эмалированных или алюминиевых ваннах. После тщательного перемешивания дрожжам дают осесть и сливают промывную воду. Этот процесс повторяют до тех пор, пока дрожжи не освободятся от сусла и иных загрязнений.

Промытые дрожжи сохраняют под холодной водой до новой задачи в следующие заторы.

Дрожжи верхнего и нижнего слоев поступают (после промывки) на сушку для выработки сухих дрожжей или непосредственно отпускаются в жидком виде для лечебных целей.

Пивные дрожжи содержат комплекс витамина В (антиневритического) и легко усвояемые белки и обладают высокой питательностью и весьма ценными лечебными свойствами.

Потери по бродильне учитываются по объему поступившего на брожение холодного сусла и переданного в подвал пива.

Потери по бродильне за месяц вычисляют следующим образом: остаток на первое число отчетного месяца, плюс принятое сусло, минус остаток по бродильне на первое число следующего месяца.

Плановая величина потерь по бродильне—от 3,3 до 4%.

V. ДОБРАЖИВАНИЕ

После главного брожения пиво подвергают более или менее длительной выдержке. В бродильне брожение пива еще не заканчивается, оно продолжается в подвале, хотя и очень медленно. Этот процесс называется дображиванием. Дображивание имеет значение не только как добавочный, медленно протекающий процесс брожения, но и как процесс дозревания пива, который вызывает улучшение его вкуса и аромата; кроме того, при этом накапливается углекислота.

Нормальное пиво при перекачке в подвал должно быть способным к дображиванию. Дображивание начинается вскоре после перекачки пива в подвал и постепенно усиливается во время хранения. Но для этого необходимо, чтобы пиво в бродильне не слишком сильно перебродило. Плохое дображивание дает перерастворенный солод, потому что он в процессе брожения сусла слишком перебраживается.

Очень плохо растворенный солод также дает плохое дображивание, особенно, если процесс варки был неправильным (очень быстрым).

Содержание углекислоты в пиве при дображивании повышается с 0,2% до 0,35—0,4%. Это значит, что при дображивании должно быть сброжено около 0,7—1,2% экстракта или что степень сбраживания должна повыситься на 6—10%.

Углекислота не только растворена, но частично и связана. Связывание углекислоты, при которой большую роль играют продукты распада белков, протекает очень медленно. Понятно поэтому, что при главном брожении связывается только небольшая часть углекислоты. С этой точки зрения очень важно, чтобы дображивание протекало как можно медленнее.

Нормально температура в подвале не должна превышать 3°, а по возможности она должна быть около 0,5°. При высокой температуре не происходит связывания образующейся углекислоты.

Для облегчения насыщения пива углекислотой его держат в подвалах при немного повышенном давлении. Этот процесс называется шпунтованием. Нормальное давление 0,3 ат. Очень важно не перешпунтовать пива, потому что пиво, очень богатое углекислотой, вызывает затруднения при его розливе.

Углекислота является важной составной частью пива. При выливании пива из бутылки или бочки углекислота выделяется в виде мелких пузырьков и образует пену. Углекислота также влияет на вкус пива: пиво, бедное углекислотой, безвкусно и не обладает освежающим действием.

При дображивании происходит выделение белковых веществ и горьких смол хмеля. Параллельно с выделением идет улучшение вкуса пива—неприятный, горький, остающийся во рту вкус незрелого пива постепенно исчезает. Одновременно при дображивании в пиве протекают еще какие-то сложные процессы, сущность которых неизвестна, но в результате которых образуется так называемый „букет“ пива.

Качество пива во время выдержки необходимо постоянно контролировать. Слишком продолжительная выдержка так же ошибочна, как и слишком короткая. Время выдержки для разных сортов пива различно. Существует правило, что чем крепче пиво, тем продолжительнее оно должно выдерживаться. В настоящее время соблюдается следующее время выдержки.

Сорта пива	Время хранения, дни	Действительная степень сбраживания
Жигулевское . .	не ниже 21	49
Рижское	„ „ 42	52
Московское . . .	„ „ 42	52
Украинское . . .	„ „ 30	48
Ленинградское .	„ „ 90	52
Портер	„ „ 60	46
Карамельное . .	„ „ 3—4	26,5

Дображивание производится в лагерных подвалах. Охлаждение подвалов производится так же, как охлаждение бродили, только температура первых ниже (0,5—3°). Здесь также преимущественно применяется воздушное охлаждение.

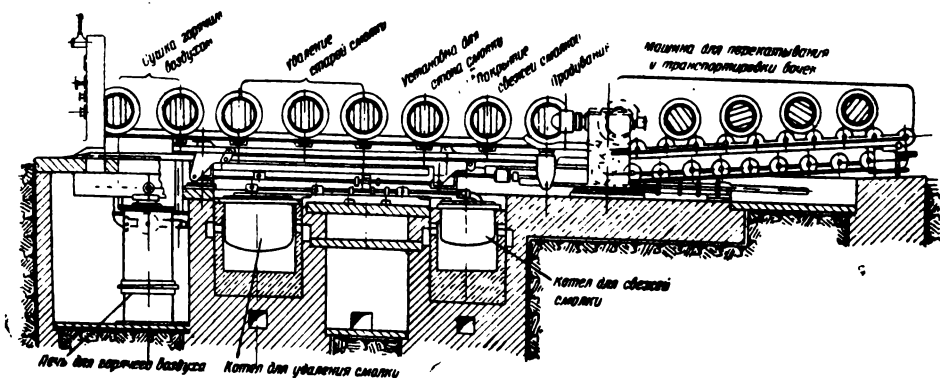
Лагерные резервуары представляют собой закрытые бочки, которые называются также танками, если они большой емкости и сделаны не из дерева, а из металла. Величина деревянных бочек ограничена, и они постепенно заменяются главным образом металлическими. С успехом применяются железо и алюминий. Как дерево, так и железо должны быть покрыты защитным слоем. Выше уже отмечалось, что деревянные бочки имеют швы, в которые проникает пиво; в них могут образоваться источники инфекций. Внутренняя сторона деревянных бочек покрывается поэтому сплошным слоем смолки, а железные танки—особым составом лака.

Пивная смолка готовится обычно из смеси канифоли с растительным маслом и парафином. Перед покрытием бочек смолкой необходимо удалить старый слой ее и сразу покрывать новым. Деревянные бочки должны быть совершенно сухими, иначе будут образовываться пузырьки и смола не будет прилипать к поверхности дерева.



Рис. 28. Труба с асбестовым цилиндром

Ручное удаление старой смолки из лагерных и транспортных бочек производится следующим образом. В хорошо высушенную бочку через люк или через выбитое дно вводят несколько чер-



• Рис. 29. Осмолочный автомат

паков расплавленной смолки и зажигают ее. Чтобы в бочке было достаточно воздуха, его непрерывно вдувают. Последнее производится с помощью особого приспособления (рис. 28), состоящего из железной трубы А, один конец которой соединен с трубопроводом для сжатого воздуха, а на другом находится пропитанный смолой зажженный асбестовый цилиндр Б, который гарантирует постоянное горение смолы, вследствие чего старый слой смолы расплавляется и стекает. Если густой дым, выходящий из люка, окрашивается в белый цвет и слышен слабый треск горящего дерева, то удаление смолки считается оконченным. После этого в бочку вливается свежерасплавленная смола. Люк закрывают и бочку катают до тех пор, пока

на стенках не образуется равномерный слой смолки. Для удаления дыма применяется дымовой колпак, который надевается на люк.

Новейшие аппараты для осмаливания удаляют старую смолку с помощью сильно нагретых отходящих газов, воздуха, перегретого пара или их смеси. Осмаливание бочек производится путем разбрызгивания расплавленной смолки с помощью форсунки. На рис. 29 изображен осмолочный автомат.

Расход смолки на 1 кг емкости бочки составляет от 0,18 до 0,40 кг; толщина слоя смолки—около 0,4 мм.

Так как железные бочки разъедаются смолкой, да и покрытие ею больших танков вызывает затруднения, перешли на употребление эмалированных железных танков. Емкость эмалированных танков может быть доведена до 500 гл. Если требуется большая емкость танков, изготавливаются лежащие или стоячие камерные танки, состоящие в сущности из нескольких отдельных танков (рис. 30 и 31).

Для алюминиевых танков защитный слой совершенно не нужен, если чистота алюминия достигает 98—99,5%. Величина алюминиевых танков практически беспредельна.

Маленькие танки не имеют шва, большие свариваются из нескольких частей.

Танки имеют люки для чистки и для пересмолки, шпунтовые отверстия, отверстия для сжатого воздуха, спускное отверстие и манометр.

Для шпунтовки применяют шпунтовые аппараты. В принципе они являются ртутными затворами, которые присоединяются к шпунтовым отверстиям. Состоят они из изогнутой стеклянной или целлулоидной трубки, в которой находится ртуть. Путем изменения количества ртути можно регулировать давление.

Количество поступившего зеленого пива в подвал должно быть измерено или путем пропускания через мерник, или учтено по емкости заполненной лагерной тары, емкость которой должна быть измерена.

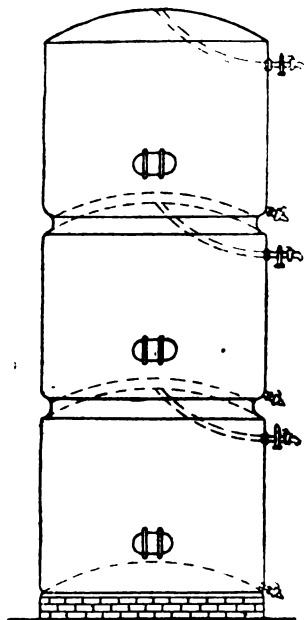


Рис. 30. Вертикальный
ячейковый танк

Потери по подвалу вычисляются как разность: остаток на первое число отчетного месяца плюс принятое зеленое пиво минус переданное на розлив минус остаток на первое число следующего месяца.

Плановая величина потерь по подвалу установлена от 1,5 до 2%.

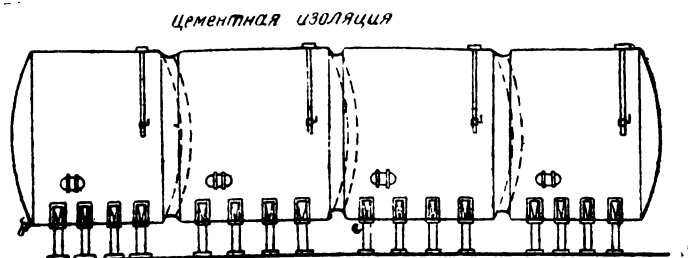


Рис. 31. Горизонтальный ячейковый танк

VI. РОЗЛИВ ПИВА

Готовое, зрелое пиво разливается в транспортные бочки и стеклянные бутылки.

Транспортные бочки емкостью от 60 до 350 л делаются исключительно из дубовой клепки. Перед наполнением бочки должны быть тщательно вымыты. Для этой цели служат моечные машины разной, иногда очень сложной конструкции. Сначала

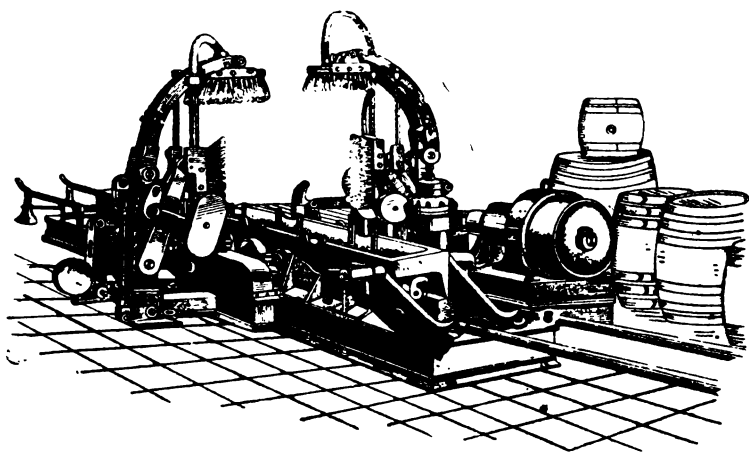


Рис. 32. Бочкомойная машина

необходимо испытать состояние бочек и, если нужно, осадить на них обручи. После мойки, освещая бочку изнутри, проверяют качество смолки и, если необходимо, покрывают бочку заново смолой.

Осадка обручей производится вручную, а на больших заводах — механически.

Бочки должны выдерживать давление углекислоты, которое при повышенной температуре может быть очень большим. Поэтому они испытываются на давление путем пропускания воздуха под давлением в 2—3 ат. Плотные бочки идут на мойку, неплотные — в ремонтные мастерские.

Мойка бочек производится с внутренней и внешней стороны сначала горячей водой (50—60°), затем они споласкиваются холодной водой. Вручную бочки моют только на небольших пивоваренных заводах. С внешней стороны бочку моют щетками. На специальных машинах для мытья (рис. 32) бочки захватываются роликами и попадают между щеток. Внутри бочки моются при помощи разбрызгивающих шприцев. Мойка бочек полностью автоматизирована. Расход силы на моечных машинах очень небольшой, около 1,2 л. с. на 100 бочек в час (приблизительно). Расход горячей воды составляет около 4,5 м³ и холодной 1,5 м³ в час.

Стекланные бутылки перед употреблением должны быть также вымыты. Для этой цели служит горячая вода, к которой можно прибавлять едкую щелочь, соду или другие моющие средства. Мойка бутылок производится механически.

Сначала бутылки отмачиваются 20—60 мин. в воде, которая меняется два-три раза. Стекающую грязную воду употребляют для еще более грязных бутылок. После отмачивания бутылки очищаются щетками с внутренней и внешней стороны. Щеточная машина состоит из быстро вращающихся щеточных веретен, на которые надеваются бутылки. После щеточной машины бутылки попадают на шприцы, которые споласкивают бутылки внутри и обливают их с внешней стороны холодной водой. После этого бутылки готовы к употреблению.

После мойки бутылки и бочки поступают к разливочным аппаратам.

Пиво из лагерных танков подается через закрытые аппараты и трубопроводы (под приблизительно одинаковым давлением) в бочки и бутылки. Такая разливная установка состоит из регулятора давления (друкрегер), фильтра и аппарата для розлива вместе с соединяющим трубопроводом.

Регулятор давления — насос для поднятия пива в отделение розлива. Для уменьшения выделения углекислоты пиво с помощью регулятора давления подвергается небольшому давлению. Регулятор давления поднимает пиво на любую высоту и через фильтр и разливочный аппарат подает его сейчас же в бочки или бутылки. Регулятор давления представляет собой поршневой или центробежный насос, который для выравнивания давления соединен с нагнетательным воздушным колпаком. Он приводится в действие поршневым насосом сжатого воздуха или с помощью электромотора...

Нагрузка разливочных аппаратов периодическая, особенно аппарата, наполняющего бочки, поэтому давление в пивопроводе постоянно меняется. Регулятор выравнивает давление в определенных пределах. Конструкция регулятора давления показана на рис. 33.

Пиво, поступающее из лагерных бочек, содержит тонкую муть, которая должна быть отфильтрована, потому что в употребление идет только прозрачное пиво. Но слишком тщательное фильтрование скорее вредно, чем полезно: пиво теряет вкус. Фильтрование пива производится через целлюлозную массу. Фильтровальная масса (в зависимости от конструкции фильтра) применяется слоем толщиной от 15 до 60 мм.

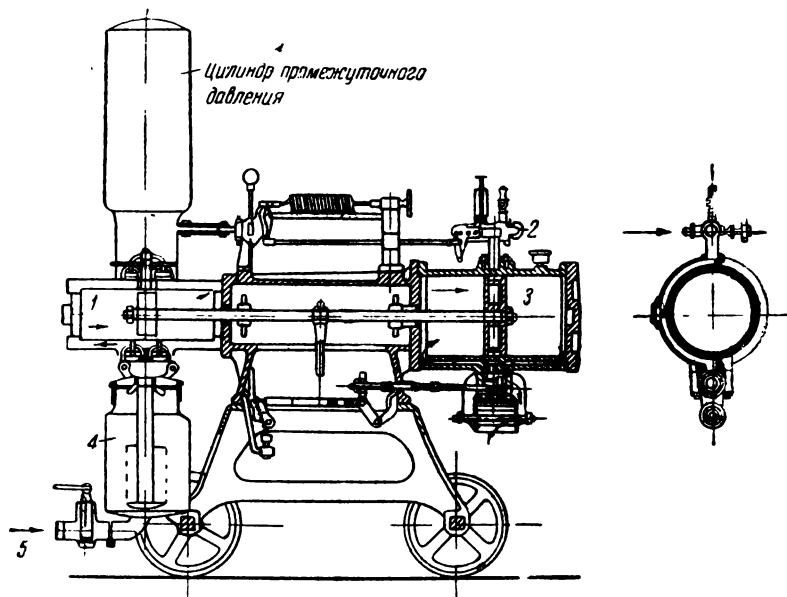


Рис. 33. Регулятор давления, приводимый в действие сжатым воздухом: 1—насос; 2—впуск воздуха; 3—воздушный цилиндр; 4—всасывающий цилиндр; 5—впуск пива

Наиболее распространенными фильтрами для пива являются рамочные. Фильтровальная масса помещается в зажатые рамы, разделенные перегородками и соединенные в батарею (рис. 34).

Фильтровальная масса в сухом виде имеет форму спрессованного картона. Перед применением массу замачивают горячей водой и хорошо перемешивают, пока все узелки и комки не распадутся (1,5 часа). Затем ее переносят на винтовой пресс со шпинделем, где с помощью соответствующих форм она спрессовывается в лепешки. Оработанную массу можно после промывки употреблять вновь. Промывка производится в деревянных или железных оцинкованных резервуарах, снабженных небольшой мешалкой и шлангом для горячей воды, или на специальных моечных машинах (рис. 35).

В настоящее время наполнение бочек (во избежание потерь углекислоты) производится с противодавлением. Противодавление обычно немного больше шпунтового давления—от 0,5 до 0,8 ат. Конструкция аппарата, действующего с помощью сжатого воздуха, показана на рис. 36. При поворачивании ручки *А* влево с помощью штанги *Б* рычаг *В* оттягивается вниз, вслед-

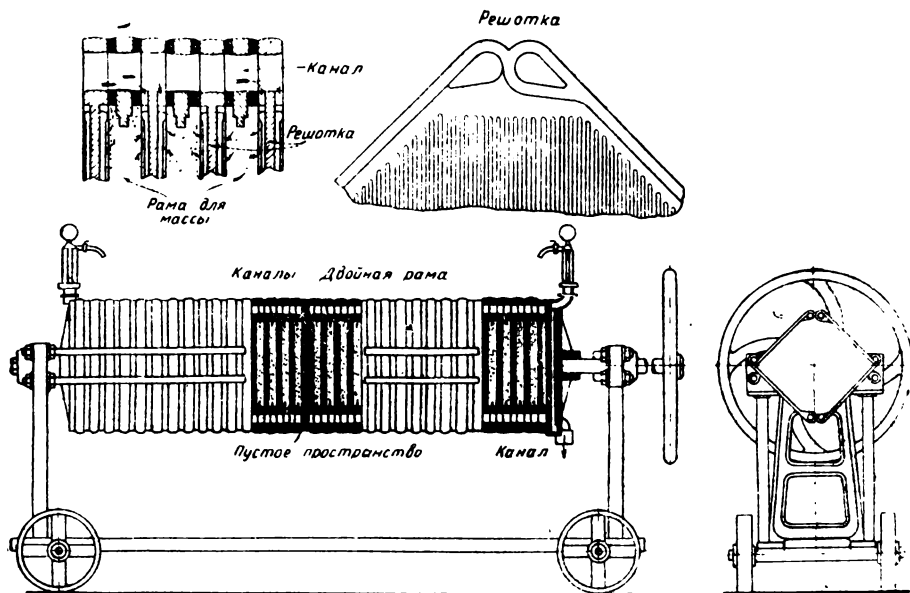


Рис. 34. Рамочный фильтр

ствие чего сжатый воздух через цилиндры *Г* и *Г*₁ поступает в колбы *Д* и *Д*₁. Зажимное кольцо вместе с наполняющей трубой *Е* движется вниз, пока не достигнет шпунтового отверстия, и затем крепко прижимается к кольцам с помощью обеих штанг *Ж*. Наполняющая труба опускается дальше, одновременно открывается вентиль *З* и через шланг *И* сжатый

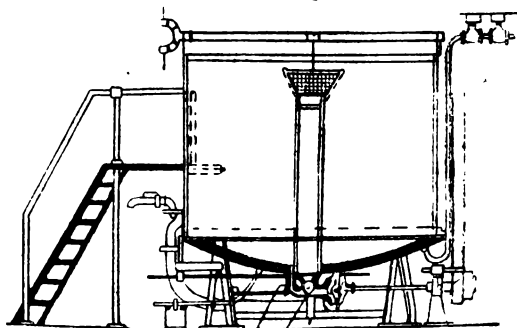


Рис. 35. Массомоечная машина

воздух из резервуара с пивом поступает в бочку. Немного раньше, чем наполняющая труба достигнет самого глубокого места, открывается всасывающий клапан и пиво начинает поступать через шланг 2. Воздух через трубку 3 проходит обратно в пивной резервуар. Как только пиво показывается в смотровом стекле этого обратного трубопровода, бочка

наполнена. Повертыванием вправо ручки А пивной вентиль закрывается и наполняющая труба с зажимным кольцом И поднимается вверх.

Параллельно можно установить 1—6 наполняющих труб.

Наполнение бутылок производится также с помощью противодавления. Наиболее простые аппараты небольшой производительности — колонные аппараты для наполнения бутылок. Они состоят из нескольких установленных рядом кранов, соединенных с цилиндром. Бутылки устанавливаются рабочим под наполняющей трубкой, так что вилкообразная рукоятка захватывает утолщение шейки бутылок и последние под давлением пружины прижимаются к резине кра-

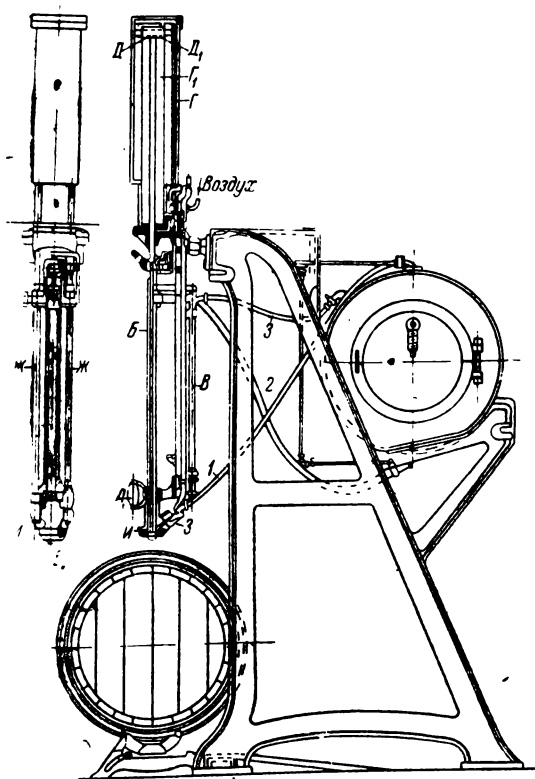


Рис. 36. Автоматический наполнитель бочек, работающий сжатым воздухом

на. Затем бутылка и кран повертываются слегка назад вокруг цапфельного шарнира. Вследствие этого верхнее воздушное пространство пивного цилиндра соединяется с бутылкой и она попадает под давление: пиво наполняет бутылку. Когда бутылка наполнена, то путем быстрого повертывания крана вперед воздушный и пивной каналы крана отделяются от резервуара с пивом и бутылка снимается.

Для большей производительности применяются сложные ротационные разливочные аппараты, которые также работают с противодавлением.

Наполнение с помощью давления потеряло бы цель и смысл, если бы бутылки и бочки немедленно не закрывались.

Бочки закрываются при помощи забивания шконтов. Бутылки закупориваются корковыми пробками, металлическими пробками кроненкорк и фарфоровыми затворами с резиновыми прокладками. Для закупорки требуются специальные аппараты.

Разливочные аппараты обычно соединены с аппаратами для закупоривания. Бутылки подаются на аппарат или рабочим или автоматически и моментально закупориваются. Хорошая укупорка имеет исключительно важное значение, так как иначе получается потеря углекислоты.

Отметим еще, что пиво иногда перед розливом насыщается углекислотой, т. е. карбонизируется. Для карбонизации служит аппарат, представленный на рис. 37. Углекислота под давлением в 6—10 ат попадает через тонкие отверстия в протекающее пиво и более или менее поглощается им.

Бутылочное пиво, если его надо далеко транспортировать или если по каким-либо другим соображениям от него требуется стойкость свыше 7—8 дней, подвергается пастеризации. Для пастеризации бутылочное пиво нагревается до 55—70° и выдерживается при этой температуре в течение 0,5—1 часа. Пастеризация вообще нежелательна, потому что она ухудшает вкус пива.

Потери при розливе равны: количество пива, принятое из подвала, минус количество разлитого пива, переданного в экспедицию, минус остаток в розливе, минус возвращенное подвалу количество марочного пива.

Плановая величина потерь при розливе 1,5%.

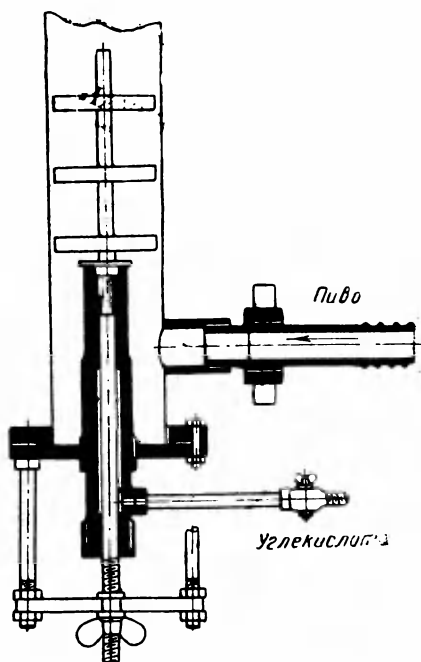


Рис. 37. Аппарат для насыщения пива углекислотой!

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
I. Сырье	3
1. Ячмень	3
А. Сорта ячменя	3
Б. Наружное строение зерна	4
В. Внутреннее строение зерна	4
Г. Влияние климата, почвы и способа уборки на качество пивоваренного ячменя	5
Д. Химический состав пивоваренного ячменя	6
Е. Ферменты ячменя	8
Ж. Оценка пивоваренного ячменя	10
2. Хмель	13
3. Вода	16
4. Пивные дрожжи	18
II. Приготовление солода	21
1. Приемка, транспортировка, очистка, сортировка и хранение ячменя	21
А. Приемка и транспортировка	21
Б. Очистка и сортировка	23
В. Хранение ячменя	26
2. Замачивание ячменя	28
3. Проращивание ячменя	32
А. Общие сведения	32
Б. Практика проращивания	36
4. Сушка, очистка и хранение солода	48
5. Потери при соложении	54
6. Свойства сухого солода	55
7. Приготовление карамельного и жженого солода	55
III. Затираание солода и приготовление сусла	57
1. Дробление солода	57
2. Затираание и фильтрация	59
3. Варка сусла	67
4. Выход экстракта в варочном отделении	70
5. Охлаждение сусла	71
IV. Главное брожение	75
V. Дображивание	83
VI. Розлив пива	88

Редактор А. В. Лучинская

Техн. ред. Е. И. Кисина

Л139681. Сдано в набор 13/XI 1944 г.
Формат бум. $60 \times 92 \frac{1}{16}$. Печ. л. 6.
Уч.-изд. листов 5,8.

Подписано к печати 30/XI 1945 г.
Знэк. в 1 печ. л. 49312.
Цена 5 руб.

Серпуховская типография

Home & page

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВОВАРЕНИЯ