

К. ЛИНТНЕР-Г. ЛЮЕРС
С. J. LINTNER-H. LÜERS

ОСНОВЫ ПИВОВАРЕНИЯ

(Grundriss der Bierbrauerei)

НАУЧНОЕ ХИМИКО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВСЕХИМПРОМ ВСНХ СССР
ЛЕНИНГРАД
1930

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие редактора	3
Предисловие автора	4
Сырые материалы для пивоварения	5
Ячмень 5. Пшеница 17. Рис и кукуруза 18. Хмель 18.	
Вода 29.	
Производство солода	34
Общие сведения о проращении 34. Практика солодования 41.	
Замачивание 42. Проращение солода 49. Сушка солода 65,	
Очистка и хранение солода 76. Приготовление карамель-	
ного солода 80.	
Варка пива	83
Дробление солода 84. Приготовление сусла 86. Варочное от-	
деление 89. Общие данные о процессе затирания 98.	
Практика затирания 108. Фильтрование 117. Варка сусла	
с хмелем 123. Охлаждение сусла 125. Пивное сусло 130. Выход	
экстракта из солода и его вычисление 132.	
Брожение	134
О брожении вообще 134. Спиртовое брожение 136. Брожения,	
вызываемые бактериями 155. Практика брожения 159.	
Низовое брожение 160. Бродильный подвал 161. Лагер-	
ный подвал 165. Главное брожение 168. Последующее бро-	
жение 174. Ненормальные явления при главном брожении	
181. Степень сбраживания 182.	
Изготовление пива по способу Натана	186
Верховое брожение	188
Дрожжи чистой культуры	192
Пиво и его составные части	207
Недостатки и болезни пива	210
Консервирование пива	215
Осмол бочек	216

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА.

Предлагаемая книжка представляет перевод 6-го издания „Основ пивоварения“ профессора К. Линтнера, вышедших при жизни автора в 5-ти изданиях. В настоящем издании она основательно переработана профессором Г. Люерсом, учеником и заместителем покойного как по кафедре в мюнхенском политехникуме, так и, по заведыванию научной лабораторией пивоварения в Мюхене. О достоинствах книжки распространяться не приходится: за них говорят и ряд изданий, и переводы на иностранные языки (был и русский перевод, давно разошедшийся). Только такой большой специалист как в теории, так и в практике пивоварения, каким был покойный Линтнер, мог в такой сжатой форме изложить основы столь сложного производства, каким является пивоварение; и изложить так, чтобы не оставить без внимания все процессы производства как с теоретической, так и с практической сторон.

Мне, как ученику покойного профессора К. Линтнера, особенно приятно было взять на себя труд редактирования русского перевода.

Проф. Л. Лялич.

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА.

Когда в 1919 году Линтнер подготовлял 5-е издание этой книжки, он словно предчувствовал, что оно будет его последней работой, так как выразил пожелание, чтобы последующее издание вышло в моей переработке. Линтнер скончался и мне, как его ученику и заместителю его кафедры, действительно пришлось готовить предлагаемое 6-е издание.

В течение прошедших со времени последнего издания 9 лет в области пивоварения произошли разнообразные изменения. Следует отметить прекрасные успехи в теории пивоварения, да и практика не осталась без движения. Время приготовления жидкого пива, совпавшее с выходом 5-го издания книжки и не доставлявшее радости ни пивоварам, ни потребителям, к счастью миновало, и мы опять вернулись к довоенным условиям народного хозяйства.

Изложенные обстоятельства потребовали значительных изменений в различных местах книжки. Опущено изложение отживших теорий и методов работы, описаны новые исследования и достижения. В соответствии с заданием книжки дать „Основы пивоварения“ многие детали в ней опущены, и обращено главное внимание на существо производства.

Надеюсь, что книжка, по примеру прежних изданий, найдет благосклонный прием.

Автор.

Основы пивоварения.

Под пивом понимают напиток, приготовленный брожением осахаренного крахмала солода с добавлением хмеля, содержащий спирт и углекислоту, который кроме этих растворимых веществ включает еще составные части сырых материалов, химическим путем переведенных в раствор.

Главным сырым материалом, употребляемым в пивоваренном производстве, является ячмень. Как случайная частичная замена употребляются рис, кукуруза, реже другие хлебные злаки и сахар. Для производства некоторых сортов пива верхнего брожения употребляется, главным образом, пшеница.

В дальнейшем мы коснемся производства пива преимущественно из ячменя.

Основные этапы работы пивоваренного производства следующие:

1) производство солода, заключающееся в замачивании, в проращивании ячменя и в сушке полученного зеленого солода;

2) затирание солода, отделение полученного сусла, кипячение его с хмелем и охлаждение до температуры брожения;

3) брожение сусла, которое разделяется на главное брожение, на дображивание и выдержку молодого пива.

Сырые материалы для пивоварения.

Ячмень. Ячмень разводится как озимый, так и яровой. В Германии для пивоваренного производства почти исключительно идет яровой ячмень. В военное время приходи-

лось временно употреблять озимый ячмень, трудно поддающийся обработке; пиво, изготовленное из него, было значительно худшего качества. Яровой ячмень употребляется, главным образом, двухрядный различных сортов *Hordeum distichum nutans* (с поникшим) и *erectum* (с приподнятым колосом). Четырех- и шестирядные сорта ячменя употребляются только в виде исключения, так как они вследствие неодинаковой величины зерен не однообразно прорастают, и поэтому полученный из них солод неравномерно осаживается. Особенно ценятся, как пивоваренный ячмень, сорта империял, Шевалье (названный именем англичанина, раздвигшего его) и происходящие от него разновидности; затем ценны венгерские, богемские, ганна и различные, так называемые, крестьянские сорта. Благодаря тщательной культуре ячменей, выработались известные сорта: франконский, баварский, богемский, моравский и т. д. На культуру ячменя уже много лет в Германии и Австро-Венгрии обращалось большое внимание; устраивались конкурсы и выставки ячменей, с выдачей премий за лучшие сорта ¹⁾.

Широко поставленные работы на опытных полях показали, что род культуры может оказать значительное влияние на количество и качество урожая; качество почвы и климат также несомненно влияют на урожай, однако, пригодный для пивоварения ячмень при известных условиях культуры может быть получен даже в таких местностях, которые до сего времени считались не подходящими. Особенно ярко последнее было доказано опытно-показательной станцией в Берлине. Дальнейшее развитие культуры ячменя стало целью недавно возникшего общества ячменеводства в Берлине.

Хороший пивоваренный ячмень должен прежде всего давать по возможности большое содержание экстракта, должен легко обрабатываться и при правильной обработке давать прочное пиво. Выход экстракта в первую очередь зависит от содержания крахмала; на ход

¹⁾ Н. Quantе. Die Gerste, ihre botanischen und brautechnischen Eigenschaften und ihr Anbau. Berlin, Verlag von Paul Parey.

переработки оказывает значительное влияние содержание белков, количество которых не должно превышать определенного предела; затем очень важна способность ячменя к прорастанию и спелость ячменного зерна.

Строение ячменного зерна. Зерно ячменя имеет на внутренней стороне боковой к стеблю поперечный надрез или бороздку. На нижнем конце зерна находится пучок волосков, как ответвления стебля, на противоположном верхнем конце зерна также имеются волосики, которые после обмолачивания зерна не остаются на нем или же остаются, но лишь частично.

Если разрезать зерно по длине вдоль бороздки, то можно различить следующие главные части (рис. 1):

А.—Оболочка.

Б.—Зародыш (эмбрион).

С.—Мучнистое тело (Эндосперм).

Наружная оболочка образуется из богатой кремневой кислотой мякинной покрывки, которая легко отделяется после разбухания зерна.

Различают внутреннюю и внешнюю оболочку. Под мякинной покрывкой следует плодовая и семенная оболочки зерна, состоящие из паренхимных клеток. Обе оболочки сросшиеся. Составная часть семенной оболочки (Testa) обладает свойством полупроницаемости, т. е. она пропускает воду, но не пропускает солей или других растворимых в воде веществ.

Зрелое зерно состоит почти целиком из эндосперма и зародыша, которые оба развивались в зародышевой сумке.

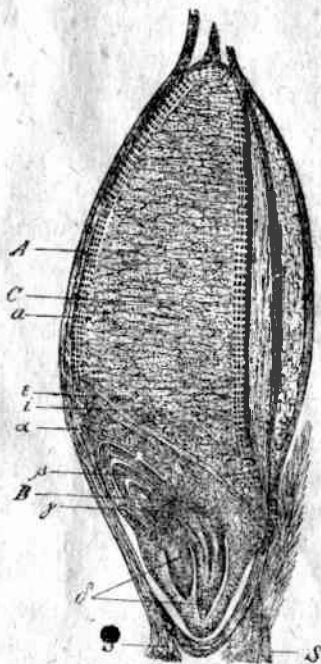


Рис. 1. Продольный разрез ячменного зерна

Эндосперм *C* состоит большею частью из тонких паренхимных клеток, в плазме которых находятся крахмальные зерна.

Между мучнистым телом зерна и его оболочками находятся три или четыре слоя клеток с толстыми стенками. Эти клетки в продольном и поперечном разрезе имеют большей частью прямоугольную форму и содержат, главным образом, белки и жиры в виде круглых телец, покрытых оболочками. Упомянутые клетки образуют, так называемый, алейроновый слой *A*. У зародыша он имеется только на передней стороне вверху в виде одноклеточного слоя.

Между тканью эндосперма, содержащего крахмал, и зародышем находится сравнительно толстый слой опустевших и сдавленных клеток, т. е. изменившийся слой эндосперма—*г*. Содержимое этих клеток, т. е. крахмал и плазма, служит пищей зародышу в стадии развития его, предшествующей зрелости, в то время как стенки клеток сохраняются. Опустевшие клетки разрастающимся зародышем прижимаются одна к другой и образуют толстый слой оболочки. Зародыш находится сбоку у нижнего конца зерна. Он содержит зачатки будущих осевых органов растения. Надземные органы растения развиваются из зародышевой почки, в которой различаются зачатки корешка и зачатки листа *з*. В практике солодования органы, развивающиеся из почки, называются—листовой росток, а из *Radikula δ*—корневой росток. Листовой росток развивается под оболочкой в то время, как корешки выходят из нижней части голыми.

В тесной органической связи с листовым и корневым зародышем находится щиток *а*, помещающийся возле эндосперма и служащий для того, чтобы доставлять растущему зародышу накопленные в эндосперме питательные вещества. На стороне, обращенной к эндосперму, щиток имеет слой клеток, удлинённых перпендикулярно к его плоскости в виде трубочек. Клетки с боков сросшиеся между собой и с тканями, находящимися под ними, в то время, как верхние концы, хотя и находятся в тесной связи с разрушенным слоем эндоспермы, однако, только в виде исключения

органически с ней соединяются. Образовавшаяся из них кожица эпителия, согласно исследованиям Брауна и Моррица, является местом развития энзим (главным образом, диастаза).

Химические составные части ячменя. Средний химический состав хорошего пивоваренного ячменя выражается в следующих цифрах:

	Я ч м е н ь	
	воздушно-сухой	безводный
Воды	14,5%	—
Белков	9,5%	11,11
Крахмала	54%	63,15
Жи́ра	2,5%	2,93
Клетчатки	5,0%	5,85
Золы	2,5%	2,93
Прочих безазот. веществ	12,0%	14,03

Содержание воды в пивоваренном ячмене не должно существенно превышать средних вышеуказанных данных. Высокое содержание воды увеличивает не только вес, благодаря не имеющей ценности составной части, но делает ячмень нестойким при хранении; он легко подвергается заплесневению и становится затхлым. Ячмень, собранный с поля в неблагоприятную погоду, имеет слишком высокое содержание воды; такой ячмень надлежит соответствующим образом высушить, чтобы сделать его прочным при хранении.

Вещества, содержащие азот, в здоровом пивоваренном ячмене состоят, главным образом, из белковых соединений. Кроме того, смотря по степени зрелости ячменя, в нем содержатся продукты распада белков, так называемые, аминокислоты, однако, в очень незначительном количестве. Белковые вещества ячменя, по исследованиям Осборна, состоят из альбуминов, водный раствор которых при 52°С свертывается в, так называемый, лейкозин; затем имеются небольшие количества протеозы, глобулина, называемого эдестином, и протеиновые вещества, растворимые в 75° спирте, которые по Риттгаузену идентичны с, так называемым, муцедином. Osborne дал для него название хор-

денн. Указанные белковые вещества содержат в среднем около 17% азота. Большая часть белковых веществ ячменя нерастворимы в наиболее употребляемых растворителях. Осборн в своих исследованиях пришел к следующим количественным данным относительно состава белковых веществ ячменя: общее количество белков — 10,75% (считая содержание азота в 17%); из них 4,5% нерастворимых, 4% растворимого в слабом спирте хордеина, 0,3% альбумина и 1,95% глобулина и протеозы.

Содержание белка в пивоваренном ячмене, вычисляемое по установленному конвенцией способу, по содержанию азота, умноженному на фактор 6,25 (соответствующий среднему содержанию азота в белках 16%), — дает колебания в очень широких пределах, а именно, от 7,5—18%, считая на сухое вещество. В пивоваренном ячмене количество белковых веществ бывает от 9% до 13%. Колебания общего количества белков в ячмене обуславливаются, главным образом, сильно изменяющимся содержанием резервных белков. Они встречаются во внешних клетках мучнистого тела, граничащих с алейроновым слоем.

Слишком высокое содержание белков в пивоваренном ячмене нежелательно. Ячмень, имеющий много белков, как общее правило, содержит мало крахмала. При переработке ячменя с содержанием белков больше, чем 12%, получаются неблагоприятные результаты. Такой ячмень имеет склонность, „разогреться“, т. е. при прорастании его наблюдается сильное повышение температуры, очень трудно регулируемое. Кроме того, сусло из богатого белками ячменя плохо осветляется, а приготовленное из него пиво часто получается мутным. Впрочем, путем известных приемов (замачивание ячменя при продувании воздуха, затираание сусла с накапливанием аминокислот и проч.) можно до известной степени уменьшить вредное влияние белков.

П. Бауэр установил соотношение между содержанием белка в ячмене и содержанием экстракта в солоде, заключающееся в том, что ячмень с содержанием белков больше чем 11% не может дать солода с содержанием экстракта более 76%, считая на сухое вещество.

Е. Гаазе поэтому требует, чтобы чистый 1-ый сорт пивоваренного ячменя содержал не более 10⁰/₀ белков, считая на сухое вещество.

Ячмень, предназначенный для приготовления темного баварского пива, может иметь большее содержание белков, так как белки способствуют образованию аромата солода. Более высокое содержание белков, при правильном солодовании, способствует образованию прочной пены и полного вкуса, что в особенности требуется от темного пива. При светлом пиве, предназначенном в особенности для пастеризации, предпочитают ячмень, более бедный белками.

Важными составными частями ячменного зерна является ряд энзимов или проэнзимов, которые обуславливают диастатические, протеолитические, кислотообразующие и окислительные процессы. Хотя о химической природе энзимов в настоящее время нет ничего достоверного, все же следует предположить, что они близки к белковым веществам.

Содержание крахмала обуславливает, как уже замечено, главным образом, ценность пивоваренного ячменя. Ячменный крахмал состоит из микроскопически малых зернышек: линзообразных или овальных, почкообразных и шаровых, имеющих концентрически слоистое строение.

Зернышки большею частью имеются лишь больших и маленьких размеров, средние же отсутствуют. В большинстве случаев диаметр зернышек равняется 0,02—0,03 мм и самых больших—0,035 мм. Содержание крахмала в ячмене, определяемое в лаборатории, по большей части выше действительного, так как по практикующимся методам исследования определяется не только крахмал, но и другие безазотистые вещества. Данные, получаемые поляриметрическим способом по К. Линтнеру (С. J. Lintner), во всяком случае довольно близки к истине. По этому способу получается 54—64⁰/₀ крахмала, при содержании белков в безводном ячмене в 18⁰/₀—8⁰/₀.

Остальные безазотистые вещества состоят большею частью из углеводов, общее количество которых мы до сих пор не можем определить; их количество можно найти только арифметически из разности, отнимая от 100

все другие, поддающиеся точному определению, составные части ячменя. Между ними находятся сложные углеводы, которые при расщеплении разбавленными кислотами дают пентозы (арабинозу и ксилозу) и потому называются пентозанами. Их количество можно определить приблизительно способом Толленс. Ячмень содержит в среднем 9% пентозанов, считая на сухое вещество. Они находятся, главным образом, в середине оболочек зерна; недавно удалось выделить почти чистый ксилан из клеток эндосперма мучнистого тела (Люерс). В последнее время Каррер доказал присутствие в ячмене запасного углевода лихенина (изомер крахмала, содержащийся в оленьем мху). Резиноподобное вещество, которое можно выделить из ячменя при помощи экстрагирования водою, переходящее в сусло и пиво, называется галатоксианом. По новейшим исследованиям—это смесь галактана и амилана (Линде). Упомянутые вещества до известной степени имеют влияние на качество пива. Между веществами, свободными от азота, находится дубильное вещество, которое отлагается в щитке и существенно влияет на его полупроницаемость (Рейхард).

Ячменный жир или остаток эфирной вытяжки из ячменя, который в анализах называют жиром или, вернее, „сырым жиром“, состоит приблизительно из 80% масляно-подобного нейтрального жира и содержит наряду с ним свободные жирные кислоты, воск (из оболочек) фитостерин (ситостерин и параситостерин), лецитин или лецитиноподобные фосфатиды. Вещества, получаемые экстрагированием ячменя эфиром, состоят из горьких смол оболочек, а также из эфирного масла с приятным, напоминающим мед запахом.

Сырая клетчатка является существенной составной частью оболочек ячменя. Она образована из целлюлозы, пропитанной инкрустирующими веществами (лигнин, кутикула). В инкрустирующих веществах встречаются и пентозаны. Содержание сырой клетчатки в ячмене колеблется от 3,5 до 7%. Чем тоньше оболочка ячменя, тем меньше в нем клетчатки. По Луфффу содержание мякины в среднем равно 9—10%.

Средний состав золы ячменя можно выразить следующими числами: в 100 весовых частях золы содержатся по Вольфу:

P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3
35,10	1,80	25,91	1,02	20,92	2,39	2,64	8,83	1,19

Таким образом, зола состоит преимущественно из фосфатов калия, кальция и магния. Состав золы ячменя подвергается значительным колебаниям, смотря по году, почве, удобрению и условиям произрастания.

Фосфорная кислота, имеющая особое значение в процессах пивоварения, встречается в здоровом не подмоченном и хранившемся в сухом месте ячмене почти только в органических соединениях, в виде лецитина, нуклеина и фитина. Последний представляет собою химическое соединение фосфорной кислоты с циклическим сахаром — инозитом. Она встречается также в виде солей магния и калия и распадается под действием энзима (фитазы) на свои компоненты.

Для определения качества пивоваренного ячменя служат следующие признаки:

1. Цвет ячменя. Он должен быть желтовато-белый, на концах светло-желтый, а не коричневый. Желтовато-коричневый или светло-серый цвет зерна считается плохим признаком; коричневые концы и темный цвет вообще указывают на то, что ячмень был собран или сохранялся в сыром виде; от этого страдает прорастаемость; однако, следует отметить, что часто обращают чрезмерное внимание на цвет, а на самом деле ячмень менее светлый иногда имеет безупречную прорастаемость, и перерабатывается беспрепятственно.

2. Запах должен быть свежий, похожий на запах соломы и ни в каком случае не должен быть затхлым и не должен отдавать плесенью.

3. Чистота. Ячмень должен быть свободен от всяких примесей, как то: семян сорных трав, половинок и поврежденных зерен. Рядом с засоренностью следует принимать во внимание и чистоту сорта. При смеси различных сортов

всегда следует считаться с возможностью неравномерного солодования. Чистота сорта узнается по виду основания зерна, по виду основной щетинки и по форме зерна. Двухрядный ячмень имеет зерна только симметрично построенные, а для четырех- и шестирядного ячменя характерны несимметричные, сплюснутые с одной стороны формы. В новейшее время стали для выяснения сорта и возраста ячменей пользоваться способностью различно окрашиваться в ультрафиолетовом свете.

4. Величина и вес зерен. Зерна должны быть по форме и величине по возможности одинаковы. Вес обыкновенно исчисляется на 1000 зерен. Вес 1000 зерен безводного ячменя большею частью колеблется между 37 и 50 г, в среднем составляет около 40 г. Вообще ячмень является тем более ценным, чем выше вес 1000 зерен, но это бывает не всегда. Значительное влияние на вес 1000 зерен имеет содержание воды в ячмене, и поэтому при сравнении следует всегда перечислять его на безводное вещество. Мелкие зерна набухают быстрее, нежели крупные, и при обработке смеси тех и других происходит неравномерное замачивание и прорастание.

5. Вес гектолитра. Так как из составных частей ячменя крахмал имеет наивысший удельный вес, то в общем ячмень с высоким весом гектолитра является особенно ценным; следует, однако, обратить внимание на то, что вес объема иногда может быть обманчив: так, например, полный и богатый крахмалом, но рыхлого сложения зерен ячмень может показать более низкий вес гектолитра, нежели более плоский, но плотный, стекловидный. В виду этого обстоятельства оценка ячменя только по весу гектолитра часто является недостаточной.

Вес гектолитра для тяжелого ячменя	=	69—72 кг,	редко выше
" " " среднего	=	66—68 "	
" " " легкого	=	62—65 "	

6. Тонкость оболочки. Чем тоньше оболочка ячменя, тем меньший процент мякины находится в зерне и тем больший экстракт должен дать ячмень. Следует,

однако, заметить, что тонкость оболочки является не всегда постоянным качеством сорта, а она обуславливается преимущественно климатическими влияниями. Так, наблюдалось, что сорта с особенно тонкой мякиной в следующем году имели толстую мякину.

7. Качество мучнистого тела. Различают мучнистый, полумучнистый и стекловидный ячмень смотря по тому, является ли зерно на разрезе матовым, схожим с мелом, или же прозрачным—стекловидным. Причину указанной разницы следует искать в характерном отложении крахмальных зерен в клетках. Клетки стекловидного зерна совершенно заполнены крахмальными зернами и плазмой, тогда как у мучнистого клетки эндосперма содержат наряду с твердыми веществами еще воздух. Часто, но не всегда, стекловидность идет рука об руку с высоким содержанием азота; вообще же качество мучнистого ядра зависит от химических и от физиологических причин. Для пивоварения мучнистый ячмень следует предпочесть стекловидному, так как он более равномерно и замачивается, и прорастает, и дает мучнистый солод. Но надо различать постоянную и непостоянную стекловидность. Ячмень доброкачественной стекловидности после суточного замачивания и после сушки при обыкновенной температуре становится мучнистым, т. е. разрез его—меловой. При солодовании такой ячмень ведет себя, как мучнистый. Доброкачественная стекловидность исчезает следовательно при коротком замачивании, но та стекловидность, которая остается после размачивания, считается очень сомнительной. При правильном солодовании, правда, можно из стекловидного ячменя получить хороший солод, стараясь выработать более сильно развитые листовые и корневые ростки, но с этим связана большая потеря крахмала на дыхание. Для приготовления солода с короткими ростками для светлого пива безусловно предпочитается мучнистый ячмень.

8. Прорастаемость и энергия прорастания. Прорастаемость следует считать важным качеством пивоваренного ячменя. Прорастаемость должна быть возможно высокая, и для гарантии необходимо производить пробные

проращивания и требовать, чтобы ячмень имел прорастаемость не менее 96%, т. е. из 100 зерен при обыкновенной температуре, по крайней мере, 96 должны прорасти. При прорастаемости 90% ячмень надо назвать плохим. В то время, как прорастаемость указывает процент всех проросших зерен, энергия прорастаемости выражается числом тех зерен, которые прорастают одновременно в определенные промежутки времени. Энергию прорастаемости устанавливают пробую проращивания в течение 24—48 или 72 часов по числу зерен, проросших в эти промежутки времени. Энергия проращивания указывает нам на равномерность, с которой проращивается ячмень. Обыкновенно энергия проращивания определяется через 3 дня. При хорошем пивоваренном ячмене число энергии проращивания и число проращивания должны быть по возможности близки, т. е. через 3 дня должны прорасти по возможности все зерна, которые вообще обладают способностью проращивания.

Ячмень после хранения в течение нескольких недель, как правило, приобретает нормальную прорастаемость или, так называемую, зрелость, при которой белковые вещества частью гидролизуются в аминокислоты, играющие в солодовании весьма важную роль. Их образование во время хранения находится в связи с потерей воды в зерне. Поэтому хранение ячменя в сухом проветриваемом помещении с перемешиванием его чрезвычайно важно. Ячмень сырых годов перед хранением целесообразно подвергнуть искусственной сушке, для чего можно пользоваться особыми сушильными аппаратами, или обыкновенными сушилками для солода. На приспособления, предназначенные для сушки зерна, в последнее время обращают особенное внимание ¹⁾. Ячмень в сушилке можно сушить в течение 12 часов при температуре 30° С. Другой способ состоит в том, что ячмень на ночь подвергается резкому проветриванию, после чего на 3—4 часа поднимают температуру до 38° С и затем охлаждают. На сушильную решетку насыпают только 1½ ц на кв. м. Наши (германские) ячмени достигают полной зрелости

¹⁾ Hoffmann, Dr. J. F. Das Versuchskornhaus. Berlin, Paul Parey.

в общем после 6—10-недельного хранения. Богемские, моравские и венгерские ячмени достигают полной зрелости после 4—6-недельного хранения. Благодаря систематическому отбору и культивированию сортов, удалось достигнуть более ранней зрелости и наших (германских) ячменей.

Иногда случается, что попавший под дождь с коричневыми кончиками ячмень не прорастает, хотя он и имеет зародыш, способный к прорастанию. В этом случае можно, как показал Рейхард, улучшить прорастаемость ячменя обработкой его спиртом и эфиром. Это наблюдение заслуживает особенного внимания при определении прорастаемости в лаборатории.

В производстве можно повысить прорастаемость ячменя путем тщательной промывки при замачивании и применяя при этом известковую воду. Для ячменя, собранного в сырую погоду, особенно важно целесообразное его хранение. Тщательным проветриванием надо стремиться к уменьшению содержания в ячмене воды. Для этой цели фирма Schurz и Kling в Мюнхене предложила целесообразно сконструированный тип силоса Зука с устройством вентиляции в каждом отдельном закреме.

Пшеница. Различают два рода пшеницы, а именно: собственно пшеницу, которая имеет несколько видов и бесчисленное количество вариаций, и полбу. Для пивоварения употребляется только собственно пшеница, главным образом, *Triticum vulgare*. Технически различают пшеницу, твердую или стекловидную с плотным роговидно-прозрачным зерном, сравнительно бедную крахмалом и, обильную клейковиной, непригодную для пивоварения, — мягкую с мягким матово-белым зерном, с высоким содержанием крахмала и полутвердую.

Пригодность пшеницы для пивоварения оценивается подобно оценке ячменя для этой цели.

В Северной Германии особенно излюбленным являются сорта светло-коричневого цвета.

Вес тысячи зерен колеблется между 36 и 42 г, а вес гектолитра 76—80 кг.

Средний состав пшеницы следующий:

Воды	Белков	Жи́ра	Кра́хм.	Экстрактивн. без-азотист. вещ.	Клетчатки	Золы
13,5%	12,5%	1,9%	57%	10,9%	2,3%	1,9%

Белковые вещества пшеницы (9—15⁰/₀, считая на сухое вещество) состоят по Осборну из глиади́на, глюте́нина, эдестина, лейкозина и протеозы. Глиадин и глюте́нин образуют клейковину, обладающую эластическими свойствами при замешивании теста из пшеничной муки с холодной водой.

Содержание крахмала в сухом веществе достигает 60—70⁰/₀. Пшеничный крахмал очень похож на ячменный и также относится к воде и к диастазу. Свободные от азота экстрактивные вещества, кроме крахмала, состоят из резино-подобных веществ (пентозанов и гексозанов) и сахара.

Рис и кукуруза. Эти злаки употребляются обыкновенно, как суррогаты солода́ без проращивания; рис чаще употребляется при выделке экспортного пива. Средний состав их следующий:

	Воды	Белков	Жи́ра	Кра́хм.	Пентозан.	Клетч.	Золы
Рис	13,11	7,85	0,63	76,75		0,63	1,01
Кукуруза	13,00	9,80	4,60	63,0	5,7	2,40	1,80

Для пивоварения может быть применен безмякинный колотый рис. Он богат крахмалом и беден растворимыми белками.

Кукуруза в сыром виде богата жиром, который находится преимущественно в зародыше. Так как жир для пивоварения не желателен, то зародыш вместе с внешнею частью зерна удаляется специальными машинами, а мучнистое тело измельчается.

Хмель. В пивоварении „хмель“ употребляют в виде спелых женских шишек растения хмеля (*Humulus lupulus*).

Хмель представляет собой вьющееся многолетнее растение из семейства Cannabineae (порядок Urticinae). Органы оплодотворения находятся на двух отдельных растениях. Образование мужских и женских цветов на одном и том же

растении явление ненормальное и очень редкое. Культивируется только женское растение. Чтобы избежать образования семян, мужское растение по возможности удаляют из хмелевых плантаций. Хмель, содержащий семена, считается менее ароматным, и он беднее ценными составными частями, но это не всегда верно.

Культура хмеля требует много забот и внимания. Очень большое влияние, на ряду с почвой и климатическими условиями, имеет количество тепла и, в особенности, распределение его во время вегетации. Пределы распространения культивируемого хмеля простираются в Европе от 40° до 60°, на востоке северной Америки—от 36° до 45° и на западе—от 36° до 55° северной широты.

Благодаря культуре, в различных местах образовался ряд сортов очень неодинакового качества. Лучший хмель собирается в Богемии в окрестностях Заац и Ауша. Затем не менее знаменит Баварский хмель из местечка Шпальт и из Галлертау; более низкого качества хмель культивируется в Герсбрукке, Альтдорфе, Лауфе и Бамберге. Затем следует упомянуть о хмеле из Познани, Вюртенберга, Бадена, Эльзаса и Лотарингии. Из иностранных известны Югославский, Кентский (Англия) и Калифорнский хмель.

Размножение культивируемого хмеля производится почти всегда отводками подземной части лозы, иногда пользуются отростками корней. Подпорками для развивающейся хмелевой лозы служат жерди, проволока или веревки.

Женские шишки (рис. 2) состоят из 40—60 цветков, расположенных вокруг многократно (8—10 раз) изогнутого, волосистого стебля; на изгибах его имеются слабые боковые стебельки, распадающиеся каждый на 2 стебля 3-го порядка; последние несут на себе, так наз., передние листочки, в основании которых расположены две покрытые нежными плод-листиками семяпочки и кроющийся листок. Тот и другой листок сходны и по форме, и по цвету. Они остро яйцеобразной формы, выгнутые наружу с сильно развитыми прожилками. Передний листок отличается от покровного тем, что он на внутренней стороне загнут и в образованной таким образом складке и заключается плод. Ко времени вызревания ось

(стебель) и нижний конец листочков покрыты, так называемыми, зернышками лупулина. Лупулин представляет собою выделения железок и является главным носителем ароматических и горьких составных частей хмеля. Он не представляет собою какого-нибудь определенного химического соединения, но состоит из различных веществ. Зернышки лупулина (рис. 3) принадлежат к волоскообразным образованиям кутикулы шишки хмеля, при чем образования эти бывают 3 видов:



Рис. 2. Женские шишки.

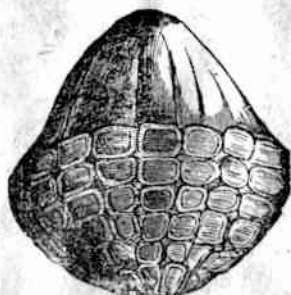


Рис. 3. Зернышко лупулина (увелич.).

1—простые волоски, 2—волоски с головками, 3—волоски с железками. Последние и содержат лупулин. De Baug описывает последние, как многоклеточные, щитообразные чешуйки, с чашевидным или бокалообразным углублением, в зрелом состоянии конусообразно покрытые пузырьком железы и представляющиеся поэтому как бы в виде двух конусов, сложенных основаниями.

Выделения собираются в углублениях зерен кутикулы и с внешней стороны раскрываются и образуют нежную окрашенную в желтый цвет покрывку.

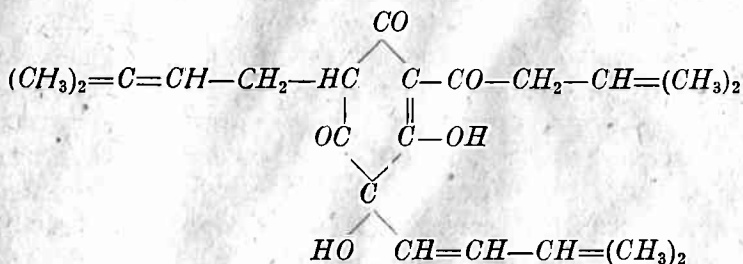
Химические составные части хмеля. В составе хмеля мы различаем общие составные части растений, как то: протеиновые вещества, жир, воск, свободные от азота экстрактивные вещества, целлюлозу, минеральные вещества и специфические составные части хмеля, на которых основано употребление хмеля для пивоварения,

а именно: хмелевое масло, горькие вещества хмеля и дубильные вещества, которые, главным образом, нас и интересуют. К сожалению, наши сведения об этой второй, очень важной группе тел еще очень ограничены. Причиной этого является их легкая изменчивость и трудность определения и отделения этих веществ друг от друга.

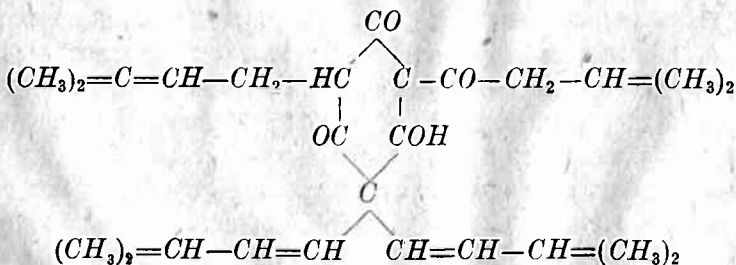
Хмель имеет двойное значение для пивоварения: во первых, он придает пиву приятный горький вкус и характерный аромат хмеля, во вторых, он повышает прочность пива; и то, и другое происходит от составных частей хмеля. Они, как уже сказано, содержатся преимущественно в лупулине, но встречаются за исключением масла и в листочках шишек; поэтому в пивоварении следует применять не только лупулиновую муку, но весь хмель целиком.

Масло хмеля. При дистилляции свежего хмеля с водой получается желтоватое масло, очень мало растворимое в воде. Из лучшего хмеля получается от 0,3% до 1% масла. Оно обладает характерным запахом хмеля, удельный вес его 0,880 до 0,885. Хмелевое масло имеет довольно сложный состав; по Шарпану оно содержит неактивный терпен $C_{10}H_{16}$, названный мурценом, далее неактивный линалоол, эфир изонониловой кислоты и гераниол, главная же составная часть его сесквитерпен — гумулен, который при обыкновенном давлении закипает при 263° — 266° ; удельный вес его при 20° —0,9001. Хмелевое масло улетучивается на воздухе при обыкновенной температуре, не окисляясь в скверно пахнущие кислоты. Сыроподобный запах старого хмеля происходит от окисления горьких веществ. При варке сула с хмелем, масло большею частью улетучивается, однако, незначительного количества масла, остающегося в пиве, достаточно, чтобы придать ему характерный аромат хмеля. Если хотят усилить запах, то кладут в бродащее пиво небольшое количество хмеля; это практикуется, например, при приготовлении английского портера; иногда кладут хмель и в транспортные бочки. По новейшим исследованиям, однако, масло хмеля не имеет такого влияния на вкус.

Горькие вещества. Горькие вещества хмеля содержатся, главным образом, в лупулине как в виде кристаллических тел, так и в форме смолы. Горькие смолы, названные М. Наудиск'ом α - и β -смолами, в свежем хмеле представляют смолистое изменение кристаллических веществ. Их назвали из-за их кислотного характера α - и β -хмелевыми горькими кислотами: это название неправильно, потому что здесь дело идет не об изменении одного и того же тела, а о двух веществах, различных по своему химическому составу, которые, кроме кислотных свойств, обладают еще кетоноподобным характером. Они называются теперь гумулоном вместо α - и лупулоном вместо β -кислоты (или лупулиновой). По новейшим исследованиям Волльмера и Виланда (Wöllmer и Wieland) гумулон $C_{21}H_{30}O_5$ имеет следующее строение:



в то время, как лупулон $C_{26}H_{38}O_4$ имеет след. формулу:



Эти тела выделяются из хмеля экстрагированием лупулина петролейным эфиром, кипящим при низкой температуре.

Лупулон кристаллизуется из полученного экстракта, после испарения большей части эфира, в виде ромбических призм с точкой плавления 92°C ; на воздухе осмоляется и издает запах жирных кислот.

Гумулон получается из маточного раствора лупулону или прямо из раствора в метиловом спирте в виде свинцового соединения. Он кристаллизуется ромбическими пластинками, плавящимися при $65-66,5^{\circ}C$ и не осмоляется так легко, как лупулон.

В обычных органических растворителях гумулон и лупулон легко растворяются, в особенности гумулон.

Эти вещества, обладающие в спиртовом растворе сильным горьким вкусом, в воде не растворяются, так что известная горечь пива не обуславливается их присутствием, как таковых. Лишь в виде смолистых веществ и лишь в тонко раздробленном состоянии они могут присутствовать в сусле и влиять на вкусовые нервы. Очевидно, здесь дело заключается в том, что горькие вещества при кипячении сусла изменяются и образуют коллоидные растворы.

Гумулон при этом растворяется в большей степени и изменяется сильнее, чем лупулон. На растворимость лупулону оказывает существенное влияние кислород воздуха. В общем, горький вкус пива обуславливается, главным образом, гумулоном или продуктом его разложения, т. е. α -смолю. Гумулон участвует также в образовании аромата благодаря изменениям, которым он подвергается во время кипячения сусла.

На растворимость горьких веществ оказывает влияние степень кислотности сусла, которая более или менее зависит от качества воды (жесткость). Чем меньше степень кислотности, тем больше растворяется горьких веществ и тем больше будет происходить изменений при кипячении хмеля с суслом.

На ряду с двумя мягкими смолами, соответствующими гумулому и лупулону, М. Гайдук доказал присутствие в хмеле еще третьей смолы, так называемой, γ -смолы. Твердая хрупкая, безвкусная темнокоричневого цвета, она не является однородным телом, а, по всей вероятности, образуется из лупулону и гумулоном, благодаря процессу полимеризации и окисления. Между хмелевым маслом и γ -смолой не существует никакой связи, как это предполагалось раньше.

Для весовых отношений трех родов смол, содержащихся в хмеле, имеются следующие цифры:

В свежем хмеле были найдены:

- 17,8% эфирного экстракта,
- 4,8% α -смола
- 8,0% β -смола
- и 5,0% γ -смолы.

Кристаллизующиеся горькие кислоты в хмеле растворяются в смолах. Кислые свойства в смолах выражаются в большей мере, нежели в кристаллизующихся кислотах, как показывает новая работа Виндиша. Общую горечь хмеля можно определить титрованием. Для определения гумулона можно воспользоваться образованием его свинцовых соединений.

Отдельные сорта хмеля, смотря по году и месту произрастания, сильно колеблются как в отношении общего количества содержащихся в них горьких веществ, так и в смысле содержания отдельных α - и β -смол и твердой смолы.

В встречающемся в пивоваренной практике хмеле некоторых местностей, обладающем сильной горечью, преобладает кислота α ; в более нежном хмеле, дающем мягкое пиво, в большом количестве присутствует кислота β . Так как требования горечи пива очень различны, то высокое содержание той или другой кислоты в хмеле соответственно считается или недостатком, или преимуществом.

Следующая таблица дает картину содержания кислот α и β в хмеле некоторых местностей урожая 1926 года.

Место произрастания	100 г сухого вещества хмеля содержат				В % к общему содержанию смол		
	Общее количество смол	α -кислота	β -кислота	γ -смола	α -кислота	β -кислота	γ -смола
Калифорния	20,20	6,51	12,22	1,47	32,24	60,48	7,28
Кент	16,61	3,30	12,48	0,83	19,85	75,12	5,03
Теттанг	20,57	6,67	11,48	2,42	32,42	55,81	11,77
Галлертау	17,59	6,27	10,46	0,86	35,63	59,45	4,92
Заац	16,42	4,66	10,34	1,42	28,59	62,76	8,65

Дубильные вещества. Дубильные вещества хмеля находятся во всех его частях и, в особенности, в листочках шишек. Этти выделил дубильное вещество в чистом виде, дал ему формулу $C_{25}H_{24}O_{13}$ и рассматривает его, как эфироподобное соединение. Это вещество легко растворимо в кипящей воде, спирте и в уксусной кислоте, трудно растворимо в холодной воде и в эфире. Оно осаждается минеральными кислотами и поваренной солью. При окислении дубильных веществ по Этти образуется флобафен. По Вагнеру дубильное вещество хмеля близко к морин-дубильным кислотам из желтого дерева. Дубильным веществом хмеля, равно как и другими дубильными веществами вообще, осаждаются белковые вещества. По Гайдуку флобафен образует в горячем и холодном сусле нерастворимые соединения с белковыми веществами сусла; соединения же дубильных кислот с белковыми веществами легко растворимы в горячем состоянии и плохо растворимы на холоду; поэтому они при охлаждении сусла выделяются. Выделение белковых веществ из сусла, происходящее при температуре кипения вследствие действия дубильных веществ хмеля, минимальное, едва заметное. Однако, незначительное количество соединений белков и дубильных веществ, находящихся в пиве и сусле, оказывает значительное влияние в коллоидно-химическом отношении на качество готового пива. По Гайдуку на вкус пива дубильное вещество хмеля не имеет влияния. Но новейшие исследования показывают, что при удалении дубильных веществ хмеля получается более мягкое, а иногда и слишком мягкое пиво. Выяснено также, что флобафены, встречающиеся в старом, красном хмеле, влияют неблагоприятно на цвет и вкус пива, особенно при варке пива на воде, содержащей много карбонатов.

Небезинтересно влияние содержащегося в хмеле хопина, который тоже имеет некоторое значение при варке сусла. Наконец, следует упомянуть про растворимый азот, которого по Бунгенеру имеется до 30% в виде аспарагина.

Сбор хмеля и обработка его после сбора. Кисти хмеля собирают до его естественного созревания.

Время сбора должно происходить при, так называемом, техническом его созревании, которое не всегда легко угадать. В это время шишки у конца еще не раскрылись, и цвет их лишь слегка переходит в желтоватый цвет. Лупулин имеет прекрасный светложелтый цвет. Если пропустить время технического созревания, то листочки шишек все более раскрываются, лупулин выпадает, и хмель теряет свои качества. В недозрелом же хмеле лупулиновые железы еще не достаточно развиты.

Хмель культивируется или на шестах, или на проволочных подпорках.

Созревание хмеля наступает в конце августа или в начале сентября. При сборе, чтобы избежать опадения листочков у конца стебля, последний срезается не слишком близко к кисти—примерно на $\frac{1}{2}$ см.

Только что собранный хмель содержит 60—75% воды. При таком высоком содержании воды он имеет очень ограниченную способность сохраняться, и потому следует возможно быстро уменьшить в нем содержание воды. Для этого хмель высушивают или на воздухе, лучше всего на жердях, или подогревая его в хмелесушилках. В последнем случае температура повышается постепенно до 25° — 30° С, и к концу сушки температура опять уменьшается.

Сухой хмель содержит около 12—15% воды. Тщательно высушенный хмель можно сейчас же прессовать в мешках и складывать на сухие чердаки.

Как бы хорошо ни был высушен хмель, все же его не следует хранить больше одного года. Чтобы предупредить большие изменения составных частей хмеля при долгом его хранении, употребляются специальные средства консервирования. Чаще всего для этой цели служит сернистая кислота, которая получается от сгорания серы на воздухе, и которую в виде газа пропускают через хмель, разложенный на жердях. Окуривание серой хмеля производится или самостоятельно, или же соединяется с сушкой его. Сернистая кислота, которую воспринимает хмель, защи-

щает хмелевое масло и хмелевую горечь от окисляющего влияния кислорода воздуха, уничтожает имеющиеся в хмеле микроорганизмы и делает его более сухим.

По Либиху окуранный серой хмель не так легко поглощает воду. Листочки от окуривания серой немного бледнеют. Окуранный серой хмель, как доказал Либих, при употреблении не имеет вредного влияния на пиво. Но хмель теряет часть аромата и потому не так ценится, как хмель не окуранный. Для тонких сортов пива последний безусловно предпочтителен.

Самый распространенный ныне способ консервирования это, так называемое, консервирование в жестянках, иногда соединенное с окуриванием серой. Оно основано на том, что хмель запрессовывается в герметически закрывающиеся сосуды из оцинкованного железа при помощи прессов и сохраняется до употребления в возможно холодном месте.

Лучшим средством консервирования является холод и сухость. Низкая температура (около 0°) хорошо задерживает химические и физиологические процессы, которые вызывают порчу хмеля. Для большого производства, где имеется ледоделательная машина, самый подходящий способ для консервирования хмеля—это патентованный способ Гумбера. Он основан на хранении хмеля в непрессованном виде в камерах, через которые пропускается при помощи вентилятора высушенный и охлажденный воздух. Во время хранения содержание ценных мягких смол в хмеле медленно уменьшается, а содержание твердых смол увеличивается. Хмель, в котором содержание мягких смол значительно ниже 10%, считается мало пригодным для пивоварения.

Другой метод консервирования хмеля, как опрыскивание его спиртом перед прессованием, не приобрел общего значения. Есть еще один способ консервирования, состоящий в том, что хмель экстрагируется сначала эфиром, потом спиртом и затем водой, при чем из него извлекаются составные части хмеля, необходимые для пивоварения. Полученный экстракт выпаривают в вакууме и сохраняют в закрытых жестянках.

Оценка хмеля. При оценке хмеля в настоящее время мы ограничиваемся рядом чисто эмпирических признаков. Главную роль при этом играет привычное чувство обоняния. Способность правильно разбираться в хмеле приобретается только упражнением и сравнением встречающихся в продаже сортов между собой. Признаками хорошего хмеля служат, как указывает Фру в пр т, следующие:

1. Погода для сбора должна быть хорошей. Шишки и листочки, покрытые мучнистой плесенью, а также шишки со слишком длинным стеблем или совершенно без стебля, или очень большие шишки (больше 4 см у раннего и 6 см у позднего хмеля) не должны встречаться.

2. Шишки должны быть хорошо сохранившимися и по возможности не поврежденными нагреванием; последнее узнается по присутствию коричневых и плохо окрашенных шишек. При сохранении хмеля в тюках согревание узнается таким образом: втыкают внутрь тюка железную иглу и определяют наощупь, нагрелась она или нет.

3. Отдельная шишка должна иметь хорошее строение. Листочки должны примыкать один к другому и не должны быть внизу раскрыты. Стержень должен быть тонкий, а ребрышки—нежны.

Плодолистики должны быть маленькими, съезжившимися и не должны содержать семян.

4. Шишки должны быть желтовато-зеленые и блестящие. Если хмель имеет зеленый цвет, то это значит, что он слишком рано собран; красный цвет говорит или за плохую сушку, или за слишком поздний сбор, или же за то, что хмель был взят с таких растений, которые испорчены медным купоросом. Отдельные красные пятна на кистях происходят от града и не влияют на ценность хмеля.

5. Запах должен быть безупречно тонкий. Он не должен быть ни слишком слабым (австралийский хмель), ни слишком сильным (лотарингский хмель) и не должен быть нечистым или смешанным с запахом яблок (лотарингский хмель), чеснока (зеленый хмель Дауба) или черной смородины (плохой американский сорт).

6. Хмелевая мука (лупулин) должна быть в изобилии. Это узнается разламыванием нескольких шишек и растиранием на бумаге. Толстая, жирная светло-желтая черта указывает на хорошую муку и большое ее количество; чем больше цвет черты переходит в коричневый, тем старше хмель; чем тоньше черта и чем менее она жирна, тем меньше содержится хмелевой муки.

Для этого эмпирического исследования, которое опытному наблюдателю дает надежные отправные пункты, хмель раскладывают на синей бумаге при сильном освещении сверху.

Произведенное окуривание хмеля серой можно доказать химическим путем, прибавив к водной вытяжке кусочек химически чистого цинка и немного соляной кислоты. Благодаря образуемому водороду, сернистая кислота восстанавливается в сероводород, который и окрашивает в черный цвет свинцовую бумажку и таким образом легко узнается.

Вода. Под водой для пивоварения в широком смысле подразумевается вода, которая идет для производства солода и сусла и для чистки аппаратов и сосудов, приходящих в соприкосновение с суслом и пивом.

Хорошая вода не должна содержать таких составных частей, которые неблагоприятно влияют на проращивание, на диастатический процесс и на брожение.

Само собою разумеется, что исключается из употребления вода затхлая и загрязненная отбросами производства.

Употребляемая для пивоварения вода должна быть вкусной и без всякого запаха и вообще должна соответствовать, по крайней мере, тем требованиям, которые мы предъявляем к питьевой воде. Вода негодная для питья негодна и для производства пива.

Составные части, которые чаще всего имеются в воде, это бикарбонаты и сульфаты кальция и магния с незначительным количеством соединений щелочей и аммиака, хлоридов, нитратов, нитритов, фосфатов и органических веществ. Содержание большого количества хлора, щелочей и даже малых количеств аммиака, азотной

кислоты, фосфорной кислоты и органических веществ указывают на загрязнение воды животными отбросами; такую воду надо всегда употреблять с большой осторожностью, не только потому, что химические составные части могли бы дурно влиять на процесс прорастания и пивоварения, но и вследствие того, что подобная вода, с одной стороны, благоприятствует образованию на току плесеней, а с другой стороны, часто содержит микроорганизмы, могущие развиться в сусле и этим принести вред. Правда, при кипячении сусла с хмелем имеющиеся микроорганизмы убиваются и сусло становится стерильным. Но при употреблении сомнительной воды для промывки дрожжей, бродильных чанов и всей аппаратуры, с которой соприкасается сусло, последнее может снова заразиться. Поэтому, благодаря реформе Ганзена (применение чистой культуры дрожжей), следует обращать особенное внимание на биологическое исследование воды, т. е. надлежит исследовать ее на присутствие зародышей, могущих размножиться в бродящем сусле.

Как известно, смотря по количеству имеющихся в воде солей щелочно-земельных металлов, кальциевых, магниевых и особенно извести, различают жесткую и мягкую воду.

В отношении жесткости воды различают общую жесткость, которая слагается из временной и постоянной жесткости.

Временную (карбонатную) жесткостью называется жесткость, которая обуславливается присутствием бикарбонатов кальция и магния; при кипячении вода выделяет углекислоту и бикарбонаты переходят в нерастворимые или трудно растворимые карбонаты. Постоянная жесткость обуславливается средними солями кальция и магния, которые не изменяются при кипячении, т. е. имеются в виде сульфатов и хлоридов.

В пивоваренной воде слишком большое содержание бикарбонатов нежелательно, потому что оно уменьшает естественную кислотность затора и сусла, происходящую прежде всего от кислых фосфатов калия, и, в меньшей степени, от органических кислот; оно также уменьшает концентрацию ионов водорода. Определенная степень кислотности затора и сусла имеет благотворное влияние на энзи

матические процессы осахаривания и расщепления белковых веществ, на осветление, прозрачность (брух) и цвет сусла и вообще на весь процесс варки пива.

Карбонатная жесткость иногда влияет не цвет и вкус сусла, переводя в раствор нежелательные вещества хмеля (горькие вещества и флорафен).

По Виндишу мягкая вода является лучшей для производства светлого пива, в особенности для пива богемского типа с средним % содержанием хмеля.

Для темного пива содержание карбонатов в пивоваренной воде большей частью не вредно, если в ней не содержится карбонатов натрия. Этот последний обуславливает щелочную реакцию и сильно вредит действию диастаза. Очень небольшое количество соды при кипячении сусла с хмелем уже производит сильную окраску сусла и дает неприятный грубый горький вкус пива.

Однако, по Зейферту, вода, содержащая карбонаты, особенно пригодна для замачивания ячменя, так как раствор соды выщелачивает из оболочки ячменя все неблагоприятные вкусовые вещества.

Что касается гипса, содержащегося в пивоваренной воде, то он хорошо влияет на образование кислот при заторе, так как он переводит вторичные фосфаты со щелочной реакцией в первичные. Все же слишком большое содержание гипса нежелательно, так как пиво из такой воды склонно к образованию глутиновой мути и при пастеризации сильно выделяет белки. Высокое содержание гипса также влияет на вкус пива, так как могут образоваться горькие серно-калиевая и магниевая соли.

Вода с высоким содержанием гипса редко встречается в природе, но, прибавляя в воду гипс, можно искусственно сделать ее жесткой, что и практиковалось раньше на заводах.

Зейферт наблюдал в одном определенном случае, что слишком мягкая вода, вследствие недостатка извести (эта вода имела жесткость = 1,3 град. жесткости), приводила к слишком быстрому вырождению дрожжей. Прибавкой 10 г гипса на один л пивоваренной воды и того же количества — к воде для замачивания, этот недостаток был устранен.

Соли магния (сульфаты и хлориды) в пивоваренной воде редко встречаются в большом количестве. Соли магния, имеющиеся в сусле, представляют собою для дрожжей ценное минеральное питание; они переходят в сусло, главным образом, из солода.

Нежелательную составную частью воды являются соли железа в большом количестве (5—10 *мг* на литр). (Следы железа встречаются почти во всякой воде). Они влияют на окраску солода и пива, придают последнему плохой вид и вызывают ненормальное брожение. Если железо встречается в виде углекислой закиси железа, то при соприкосновении с воздухом оно переходит в коричневые хлопья гидрата окиси железа, которые легко удаляются при помощи фильтрования. Реже встречается железо в виде сернокислой закиси железа, притом большей частью—в болотной воде, которая уже сама по себе непригодна для пивоварения.

Приводим таблицу химического состава некоторых пивоваренных вод.

Составные части	Мюнхенская водопроводн.	С Дортмунд- ская пивова- рен. завода	С Антон Дреер из Швегата	С Пильзенск. пивоварен. завода	С Берлинск. опытн. стан- ции пивова- рения
	г в гектолитре				
Твердый остаток (общий) после прокаливания	28,40	111,00	94,78	18,55	52,12
Известь	24,60	92,00	—	—	49,08
Магнезия	10,60	36,70	22,75	4,15	17,05
Общая жесткость	3,00	3,80	11,27	2,33	2,52
Остающаяся жесткость	14,80	41,30	38,55	7,40	20,58
Связанная углекислота	0,60	24,50	7,65	0,97	12,93
Серная кислота	11,15	13,20	24,42	5,00	6,60
Хлор	0,75	24,08	18,03	2,11	15,10
Органич. вещества (в 2 хамелеона)	0,16	10,72	3,86	0,75	4,20
Азотная кислота	0,44	0,15	0,30	0,13	0,54
Азотистая кислота	следы	следы	0	следы	следы
Аммиак	0	0	0	0	0
	0	0	0	следы	0

Зная, что различные типы пива требуют пивоваренную воду особого состава, нашли средства исправлять встречающиеся в естественном виде воды. Из чисто углекислых вод можно кипячением или же обработкой известью на холоду удовлетворительно удалить щелочно-земельные карбонаты. За границей постепенно начинают применять нейтрализацию таких вод при помощи молочной и винной кислот. Для удаления постоянной жесткости или нежелательной соли начинают применять электро-эндосмотическое очищение воды.

Что касается присутствия микроорганизмов в пивоваренной воде, то конечно, здесь принимаются во внимание только те, которые могут развиваться в сусле и пиве, особенно последние, могущие вызвать неприятную порчу пива, и поэтому вода, содержащая зародыши микроорганизмов в большом количестве, не может быть употребляема для промывки дрожжей, бродильных чанов, лагерных бочек, фильтровальной массы и вообще во всех случаях, где она может смешаться с пивом. Такая вода еще применима для производства солода и варки сусла, если нет каких-нибудь особых препятствий.

Для биологического исследования воды Ганзен выработал необходимые основы. По Ганзену, определенное количество (20 — 25 штук) Фрейденрейховских колбочек наполняется суслом или пивом (20 см³ в каждую), и после стерилизации в каждую приливается по одной капле (1/25 см³) исследуемой воды, принимая при этом необходимые меры предосторожности. Эти колбочки затем ставят на восемь дней в термостат при 25° С и после этого еще на восемь дней при обыкновенной комнатной температуре. Количество колбочек, в которых питательная жидкость оказалась помутневшей (в которых началось прорастание), помножается на 5 или 4, чтобы выразить результат в процентах.

Очень быстрые указания относительно биологического качества воды дает капельная культура по Линднеру.

Для очищения плохих в биологическом отношении вод оказались особенно целесообразными фильтры Беркефельда, сделанные из обожженной инфузорной земли.

В новейшее время удаление зародышей из воды производится в больших масштабах при помощи озона и хлора.

Производство солода.

Под солодом понимают проросший и затем высушенный ячмень. Главной целью приготовления солода является получение диастаза, т. е. энзима, который при процессе затирания должен произвести превращение крахмала солода в бродящий сахар (мальтозу) и декстрины.

Диастаз образуется при прорастании злаков. В общем, словом „солод“ называют зерно, доведенное процессом прорастания до известной степени образования диастаза. При производстве пива верхнего брожения употребляется пшеничный солод в то время, как в производстве спирта применяется солод ржи, овса и кукурузы.

В зерне при прорастании на ряду с образованием диастаза происходят еще другие изменения, которые имеют большое влияние на качество получаемого солода.

Прежде, чем перейти к практике производства солода, мы рассмотрим кратко процессы прорастания.

Общие сведения о прорастании. Прорастание является биологическим процессом, при котором органы, находящиеся в зачаточном состоянии, т. е. зачатки -листьев и корня, развиваются и растут за счет питательных веществ, накапливающихся в мучнистом теле зерна.

Для процесса прорастания важны следующие три фактора:

- 1) определенная степень влажности,
- 2) приток свежего воздуха (кислорода),
- 3) регулирование температуры.

Требуемая влажность, т. е. то количество воды, которое соответствует естественной способности зерна разбухать (около 46—48%), достигается замачиванием и затем соответствующей обработкой зерна. При прорастании вода, по возможности, удерживается и регулируется.

Кислород воздуха необходим для поддержания прорастания. С процессом прорастания связан процесс медленного окисления или сжигания, при котором образуется углекислота и вода, а вместе с этим выделяется теплота. Материалом для этого окисления служат преимущественно углеводы ячменя и, в первую очередь, крахмал. Последний энзимом диастазом переводится в сахар, а сахар уже в процессе дыхания окисляется до углекислоты и воды.

Таким образом при прорастании получается потеря (приблизительно 5% при обычном изготовлении солода) вещества зерна. Чтобы окисление и прорастание происходили правильно, нужно стараться дать свободный приток свежего воздуха, препятствуя накоплению большого количества углекислоты. Для проросшего уже солода, наоборот, слишком большое проветривание вредно, потому что этим увеличивается энергия дыхания, а вместе с ним и потеря углеводов. Для возможного уменьшения этой потери в последнее время не без успеха пробовали приток воздуха в последней стадии прорастания искусственно ограничивать, создавая таким образом способ солодования с задержкой углекислоты.

Температура при прорастании регулируется таким образом, чтобы прорастание шло равномерно и создавались благоприятные условия для развития диастаза. Этому требованию соответствует лучше всего температура в 15—18°С, при чем нужно обратить внимание на то, чтобы во время самого сильного прорастания, температура не поднималась бы выше 18°С. При низкой температуре, ниже 15°С, процесс прорастания замедляется, при более высокой температуре, если она долго держится, замедляется развитие диастаза, а потери углеводов бесполезно увеличиваются. Более высокая температура способствует неравномерному прорастанию, так как зерна, имеющие лучшую энергию прорастания, перегоняют другие, которые их не могут догнать; при низкой температуре эта разница сглаживается. Наконец, более низкая температура имеет то преимущество, что она задерживает развитие спор плесневых грибков, которые всегда имеются на зерне. В настоящее время, вообще, предпочитают более медленное и холодное прорастание

(холодный процесс), так как солод, получаемый этим способом, лучшего качества, нежели полученный при быстром и теплом способе (форсированный процесс).

При изготовлении солода самым важным процессом прорастания является образование диастаза.

Непроросшее зерно тоже содержит диастатический фермент, обладающий осахаривающим действием, однако, он не в состоянии растворить крахмала в эндосперме. Тот диастаз, который рядом с осахаривающим действием может произвести и растворяющее крахмал действие, и который играет такую важную роль в процессе затирания, образуется только при прорастании.

Некоторые наблюдения говорят за то, что растворяющее действие на крахмал исходит от особого энзима, и таким образом при прорастании образуются, по крайней мере, два диастатических энзима: один растворяющий и один осахаривающий.

Пока значение этих наблюдений для практики не будет выяснено подробнее, в практике следует придерживаться предположительно одного энзима, обладающего обеими функциями.

Относительно места возникновения этого энзима, относительно его распределения в зерне и относительно других важных процессов при прорастании ячменя, мы имеем важные указания в исследовании Брауна и Морриса (Brown и Morris)¹⁾.

Оба английские исследователя пришли к тому результату, что действующий при прорастании диастаз образуется исключительно во всасывающем эпителии, благодаря действию особого секрета. Поэтому они называют образовавшийся таким образом фермент секреторным диастазом.

Секреторное выделение диастаза из эпителия следует рассматривать, как явление голода, так как если дать ростку легко усвояемые углеводы, например, тростниковый сахар, то образование диастаза в клетках эпителия прекращается.

¹⁾ Untersuchungen über die Keimung einiger Gräser. Zeitschrift für das gesamte Brauwesen. 1890, 375.

Основное вещество диастаза происходит из эндосперма. Браун и Моррис рассматривают эндосперм, лишь как место накопления мертвых запасных веществ. В ее клетках не видно никакого следа жизни. При естественных условиях прорастания, растворимые соединения, содержащие азот, проходят быстро от эндосперма к всасывающим тканям, где железистые клетки этих слоев из части веществ, содержащих азот, могут образовать диастаз. Можно было бы предположить, что тем больше в ячмене получается при прорастании диастаза, чем богаче он азотом. В общем это предположение верно, но не всегда. При нормальной способности прорастания и при правильной обработке ячменя при приготовлении солода, никогда не бывает жалоб на слишком незначительное диастатическое действие его.

Образовавшийся во всасывающем эпителии диастаз опять переходит в эндосперм, где и накапливается.

Следующие числа дают картину распределения диастаза в зерне солода.

Если принять общее количество диастаза (или диастатическое действие всего зерна после семидневного прорастанья) за 100, то мы находим диастаза:

В нижнем слое эндосперма	69,9
„ верхнем „ „ „	25,2
„ корешке	0,6
„ листовом зачатке	0,4
„ щитке	3,9

Из только что указанного видно, что самое большое количество диастаза находится в нижней половине эндосперма, т. е. непосредственно около ростка. Диастаз, находящийся в эндосперме и щитке, есть секреторный диастаз, а диастаз, находящийся в листовом зачатке, скорее похож на диастаз непроросшего зерна. Браун и Моррис называют последний транслокационным по той функции, которую он исполняет в прорастающем зерне. В то время, как секреторный диастаз должен

растворять крахмал эндосперма, транслочационный исполняет эту задачу по отношению к временно накапливающемуся крахмалу в клетках ростка. Этот крахмал другого качества, нежели крахмал эндосперма.

О механизме образования диастаза и о веществе, из которого он состоит, ничего неизвестно. Возможно, что энзим уже имеется в зерне в виде зимогена и проявляет свое действие благодаря кислотам и продуктам обмена веществ, которые образуются при прорастании.

Кроме секреторного диастаза, во всасывающем эпителии образуется еще другой энзим (названный Брауном и Моррисом цитазой), который обладает способностью растворять вторичные стенки клеток эндоспермы, состоящие из гемицеллюлозы (ксилан). Благодаря действию этого энзима, мучнистое тело в получаемом спелом солоде приобретает то свойство, которое в практике солодования известно под названием разрыхления (Auflösung). Это свойство состоит в том, что мучнистое тело зерна легко растирается.

Разрушение клеточной мембраны в эндосперме происходит параллельно протяжению всасывающего эпителия и поэтому достигает конца зерна со стороны ростка скорее, нежели со стороны бороздки; оно происходит много быстрее, нежели разрыхление крахмала.

В условиях обычной практики солодования можно достигнуть полного разрыхления, и при этом крахмал остается сравнительно мало гидролизированным.

Зрелый зародыш во время хранения не содержит в своей ткани крахмала или содержит только следы его. Если же после хранения зерно попадает в благоприятные условия прорастания, то вместе с удлинением главного корешка, что является первым признаком роста, в тканях зародыша появляется крахмал, количество которого увеличивается с дальнейшим ростом.

Первые признаки влияния на эндосперм обнаруживаются, когда главный корешок пробьется через оболочку, т. е. спустя 24—36 часов от начала прорастания, и прежде всего растворяющему действию энзима подвергается целлюлоза разрыхленного слоя эндосперма, при чем стенки

клеток размягчаются и частью растворяются. В это время в щитке появляется крахмал. Поэтому нет никакого сомнения в том, что целлюлоза пустых клеток является первым запасным веществом, которое употребляется на рост ростка.

Первое видимое действие на крахмал эндосперма происходит непосредственно около щитка, как и в мембране клеток. Первые признаки обычно заметны, когда главный корешок имеет длину около 2 мм, а лист 1,5 мм. Зернышки крахмала при этом от действия диастаза делаются изъеденными и полыми. Разрыхление крахмала и оболочек клеток происходит таким же образом, как и разрыхление клетчатки щитка, но, как уже сказано, много быстрее.

Изменения, которым подвергается крахмал эндоспермы до того момента, когда он будет употреблен для питания ростка, по Брауну и Моррису следующие: крахмал вследствие действия секреторного диастаза прежде всего превращается в мальтозу. Эта последняя абсорбируется всасывающим эпителием и превращается в результате более или менее сложного процесса в клетках живого зерна, в тростниковый сахар. Таким образом, тростниковый сахар является питательным веществом в зерне, а не мальтоза. Сахар, имеющийся в большем количестве, нежели требуется для построения клеток и их превращения, накапливается временно в соках клетки или как блуждающий крахмал в плазме, или же он превращается в декстрозу и левулозу. По Грюссу в этих превращениях принимает участие алейроновый слой.

В питательной ткани эндосперма различают по Грюссу две группы белковых тел: 1—запасной белок, который отлагается, главным образом, в периферических клетках эндосперма в форме грубой массы в меняющемся количестве, и 2—гистологический белок, который состоит из плазматических элементов и окружает зернышки крахмала в виде сот. Белковое вещество зерна,— преимущественно запасной белок, главным же образом, хордеин,— при прорастании подвергается глубоким изменениям, при чем оно превращается в растворимые альбумины, глобулины и протеозы (альбумозы, пептоны), а также в более

простые содержащие азот вещества, которые обычно называются амидами. Из таковых в солоде найдены аспарагин, тирозин, лейцин, аллантиин, ксантин и аденин. Содержание растворимых белков составляет определенную оценку диастатического действия солода. Диастатическое действие солода обычно тем выше, чем больше содержание растворимого белка. При переросшем солоде этого, однако, не наблюдается.

Превращение белковых веществ при прорастании приписывается действию протеолитических энзим. Виндиш и Шельхорн доказали, что в солоде имеется пептаза, которая может превратить коагулируемый белок солодового экстракта в альбумозы и разжижить желатину. Вейс пришел к тому заключению, что в солоде содержатся два протеолитических энзима: первый—пептаза, который образует альбумозы, и второй—триптаза, производящий более глубокие превращения белковых веществ в аминокислоты; это было удостоверено сначала Адлером, а затем Люндиным. Изменения, происходящие во время прорастания ячменя в группе азота, были очень подробно изучены Шьернингом (Schjerning).

В прорастающем зерне ячменя рядом с диастазом, цитазой и протеолитическими энзимами имеется еще оксидаза и фосфатаза, которые высвобождают связанную в органических соединениях фосфорную кислоту, а также липазы, производящие расщепление жиров.

Из других изменений, происходящих в прорастающем зерне, следует указать на:

1) уменьшение жира, который частью идет на дыхание и теряется в виде углекислоты. Эта потеря в ячмене достигает 20—30% (Штейн и Ион). По Валлерштейну при прорастании происходит расщепление жира на глицерин и жирные кислоты, а также при этом увеличиваются количества фитостерина и лецитина. Жирные кислоты так же, как и нейтральный жир, расходуются на дыхательный процесс;

2) увеличение целлюлозы приблизительно на 1,5% (Штейн), благодаря образованию листков и корешков.

Лермер доказал присутствие в солоде следующих кислот: муравьиной, уксусной, пропионовой, жирных кислот с высоким содержанием углерода: лимонной, яблочной, янтарной, щавелевой и молочной.

Практика солодования. В пивоварении под словом солод подразумевают проросший и высушенный ячмень.

Работа при производстве солода состоит в замачивании и ячменя, проращивании и сушки.

При производстве пивоваренного солода образование диастаза в зерне не является единственной целью; другие изменения, происходящие в зерне, как то: расщепление белковых веществ, образование растворимых углеводов, разрушение стенок клеток эндосперма—также должны протекать целесообразно. Последнее явление, т. е. разрыхление, как верно назвал его практик, узнается по тому, что мучнистое тело ячменя, при надавливании зерна между большим и указательным пальцем, легко растирается в мучнистую массу, и это обстоятельство является существенным признаком правильной работы. Практик имеет право требовать, чтобы солод имел хорошее разрыхление. Только хорошо разрыхленный солод при сушке становится ароматным и рассыпчатым и позволяет ожидать при обработке в варочном отделении хорошего результата. Но на степень разрыхления надо обращать неослабное внимание, а именно: если разрыхление зашло слишком далеко, то получается „слишком хороший солод“, который легко обрабатывается в варочном отделении, но, вследствие глубокого распада белковых веществ, дает пиво пустое „мало пенистое и с незначительным количеством углекислоты“.

От хорошего пивоваренного ячменя, как уже выше указано, требуется, чтобы он был свободен от всякого рода сора, от семян сорных трав, от половинок и поврежденных зерен и далее, чтобы зерна были по возможности одинаковой величины. Понятно, что эти требования не могут быть выполнены в полной мере сельскими хозяевами, поэтому очистка и сортировка должны производиться на заводах. Даже на маленьком заводе должны быть очиститель и

сортировочная машина. Имеется много различных прекрасных конструкций таких машин. Рисунок 4 изображает очистительный и сортировочный аппарат Куна.

Ячмень прежде всего попадает в аспиратор, крыло которого отбрасывает пыль, мякину и пустые зерна, потом

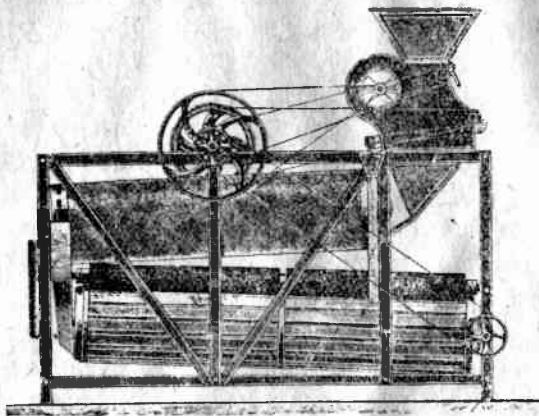


Рис. 4. Аппарат Куна для очистки и сортировки ячменя.

поступает на сито для отделения крупных частиц, камешков, и т. д., затем на один или несколько триерных цилиндров для отделения посторонних зерен и, наконец, в сортировочный цилиндр, который отделяет два сорта для производства солода I и II, а также третий сорт, менее ценный, идущий для кормовых целей.

Замачивание. При замачивании надо обращать внимание на то, чтобы ячмень, смотря по его качеству, по способности прорастания и по температуре, а также по требованиям сорта солода, впитал необходимое количество воды. Время, необходимое на замачивание ячменя, обыкновенно определяется эмпирическими признаками, как, например, пробую ногтем или уколом, по которым и узнают правильность ведения работы. Но самое главное—это вести работу в самом начале прорастания тщательно, с соблюдением всех благоприятных условий, при чем следует иметь в виду, что слишком высокое содержание воды излишне уско-

ряет прорастание ячменя; в этом случае, несмотря на низкую температуру, солод нельзя оставить на току в течение необходимого времени для получения хорошего разрыхления. У перемоченного или утонувшего ячменя первые признаки прорастания появляются очень поздно, и прорастание протекает неравномерно. Слишком малое содержание воды также задерживает рост; этому, правда, можно помочь, опры-

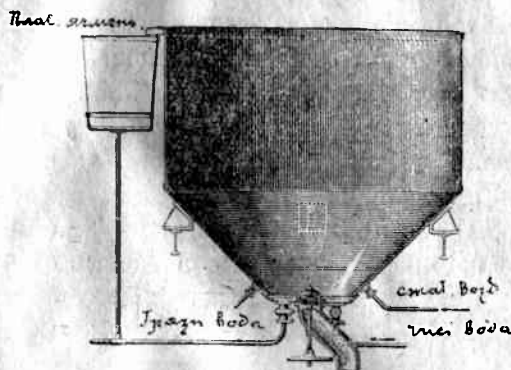


Рис. 5. Чан для замачивания ячменя с плоским сетчатым дном и с нагнетанием воздуха.

скивая ячмень на току, но на практике следует избегать недомочки ячменя.

Правильным способом для регулирования степени замачивания, дающим возможность избегать опасного перемачивания, является воздушно-водяное замачивание.

Мочильными чанами служат выложенные из камня цементированные ящики, чаще чаны, сделанные из кованого железа, с коническим дном и внутри лакированные. (Рис. 5).

Мочильные чаны устанавливаются над солодовней, в особом помещении, защищенном от влияния наружной температуры; в этом случае ячмень по трубе с чердака поступает в мочильный чан, а затем тоже по трубе выпускается на ток. Температура замачивания зимою должна быть не ниже 12°C , чтобы не слишком замедлить набухание. В но-

вейшее время рекомендуется замачивание вести теплой водой, так что температура может быть и выше.

Ячмень засыпается в воду и хорошо перемешивается, чтобы способствовать поднятию на поверхность воды пустых и плохих зерен. Плавающие на поверхности зерна снимаются, и вода через каждые 12 или 24 часа меняется; иногда воду меняют и чаще, но ни в каком случае вода не должна оставаться без смены до появления запаха затхлости.

Время, необходимое для замачивания, как общее правило для всех случаев указать нельзя. Поглощение воды зерном, а вместе с тем и длительность замачивания в большой степени зависит от температуры воды. Чем теплее вода, тем быстрее ячмень достигает требуемой степени замочки. Луфф дает в нижеследующей таблице зависимость степени замочки (в ‰) от продолжительности замачивания и от температуры замачивающей воды в пределах от 8°—17° R.

Время замачивания в часах	Температура °R									
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
40	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,2	40,8	41,4	42,1
63	39,2	39,9	40,6	41,4	42,1	42,8	43,3	43,8	44,4	44,9
87	41,4	41,9	42,5	42,1	43,7	44,3	44,9	45,5	46,1	46,7
112	43,3	43,9	44,6	45,2	45,9	46,4	46,8	47,3	47,7	48,2
135	44,6	45,1	45,7	46,2	46,8	47,4	—	—	—	—

Таузинг называет очень коротким временем замачивания—48 часов, коротким—48—56 час., средним—60—72, долгим—78—90 час. и очень долгим—90—100 часов и более.

Замокшее зерно после выпуска воды оставляется на некоторое время в мочильном чану для окончательного стекания воды, а затем поступает на ток.

Длительность замачивания, как уже сказано, имеет влияние на качество получаемого солода. Оно в практике регулируется в пределах допуска-

емых границ. В общем можно сказать, что для получения солода с сильно развитым листовым и корневым ростком, когда достигается высшая точка образования диастазы, требуется самая большая допускаемая степень замачивания и продолжительность ее. Такой зеленый солод особенно подходит для получения высокого аромата сушеного солода. На баварских пивоваренных заводах, которые производят очень ароматный солод, мы всюду замечаем дол-

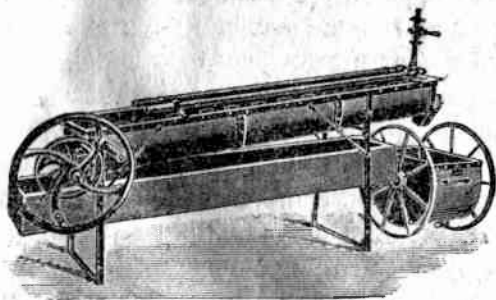


Рис. 6. Моечная машина для ячменя системы Steinecker'a.

гое (до 120 часов) замачивание, конечно, в зависимости от качества ячменя и от температуры воды.

Для менее ароматного солода, идущего на изготовление светлого пива, развитие листового и корневого ростка допускается более слабое. При очень хорошем разрыхлении все же высший предел образования диастаза не допускается, однако, в последнем беда нет, так как во время сушки при низкой температуре диастаза разрушается меньше, чем при изготовлении высоко ароматного солода. Для подобного солода уместно короткое и среднее время замачивания.

При замачивании благодаря смене воды происходит также и очищение ячменя от грязи, но, так как смоченный ячмень окружен тонким слизистым слоем, удерживающим грязь и грибки, то для возможно лучшего очищения простая смена воды недостаточна; для этой цели необходима такая промывка ячменя, при которой зерна под водой перемешиваются и слегка трутся одно о другое. Для

такой промывки ячменя имеются приспособления, которые частью устраиваются в самих мочильных чанах (например, вдувание воздуха в чан (рис. 5), а частью это производится в особых аппаратах, соединенных с мочильными чанами. Для указанной цели Штейнекер сконструировал аппарат для промывки ячменя (рис. 6). Он состоит из двух мочильных отделений, из которых одно расположено выше другого. Между ними расположен моечный аппарат, через который проходит ячмень, предварительно пролежавший от 21—30 часов в верхнем мочильном отделении, и затем он поступает в нижнее отделение, где и остается до необходимой степени замачивания. Для этой цели служат еще насосы, в которых зерна трутся оно о другое.

Грибные споры, находящиеся на ячмене, большею частью принадлежат плесеням. При неблагоприятных условиях роста и жатвы, например, в дождливые годы, когда ячмень особенно густо покрыт такими спорами и когда энергия прорастания ячменя недостаточна, при прорастании на току развивается плесень очень сильно. Этот недостаток устраняется обработкой ячменя в мочильном чану известковым молоком или известковой водой (приблизительно 50 г СаО на *л*). По Виндишу известь не только убивает зародыши плесеней и бактерий, но значительно улучшает запах ячменя, выщелачивая неблагоприятные вкусовые вещества оболочек.

Чтобы уменьшить неизбежную при замачивании потерю вещества, значение чего, кстати сказать, часто переоценивается, уже давно стали поступать таким образом, что воду время от времени выпускали и зерна подвергали влиянию воздуха, так что в результате зерна менее продолжительное время остаются в соприкосновении с водой.

Значение этого способа основано не столько на уменьшении потери при замачивании, сколько на том, что соприкосновение влажного ячменя с воздухом оказывает благотворное влияние на энергию прорастания зерна: дыхательные процессы зерна, приостанавливающиеся при нахождении зерна под водой, под действием воздуха становятся более интенсивными, так как к зерну притекает

кислород воздуха, чего не бывает, когда зерно постоянно покрыто водой. Видишь, приписывая проветриванию намоченного зерна особенное значение и считая его необходимым для получения здорового солода, дал толчок проведению в жизнь „воздушного замачивания“.

При применении воздушного замачивания получают следующие выгоды: замоченное зерно прорастает раньше, приблизительно, дня на два, нежели при простом замачивании; гряды растут медленно и постепенно, их можно поддерживать более холодными, не надо их так часто перелопачивать, вследствие чего гряды лучше удерживают свою естественную влажность. Гряда на току дольше сохраняется здоровой, плесени и зародыши бактерий не так легко развиваются, потери солода уменьшаются, а количество экстракта увеличивается.

При воздушном замачивании следует обращать внимание не только на то, что солод вообще приходит в соприкосновение с воздухом, а главным образом на то, чтобы это соприкосновение было по возможности равномерным. Каждое зерно должно по возможности в одинаковой мере подвергаться влиянию воды и воздуха. Этого можно достигнуть, пользуясь основательным перемешиванием замачиваемого зерна. Недостаточно при перемене воды оставлять замоченное зерно просто на несколько часов на воздухе, особенно при больших воронкообразных чанах, в которых нижние слои зерен неизбежно удерживают много воды, и потому только верхние слои приходят в соприкосновение с воздухом.

В небольших плоских чанах возможно перемешивание ячменя ручным способом.

Большие чаны требуют особых приспособлений. Промывку и проветривание ячменя в больших чанах можно устроить легко и на практике одно из таких приспособлений конструкции Доорнкаата (J. Doornkaat) оказалось хорошим (рис. 7).

Оно состоит из целой системы вертикальных труб, с отверстиями внизу и соединенных с трубопроводом, через который подается сжатый воздух. Воздух, поднимаясь вверх, под-

нимает вместе с собой ячмень и воду, так что ячмень, находившийся внизу, попадает наверх. Для мочильных чанов в 100 ц необходимо около 12 таких систем труб и давление воздуха приблизительно равное 0,5—1,5 атмосфер.

Для небольших заводов очень подходящим является особое подвижное воздушно-мочильное приспособление пивовара Ланге (рис. 8). Действие этого приспособления видно из рисунка.

Наконец, следует упомянуть о замачивании теплой водой, которое в новейшее время очень рекомендуется.

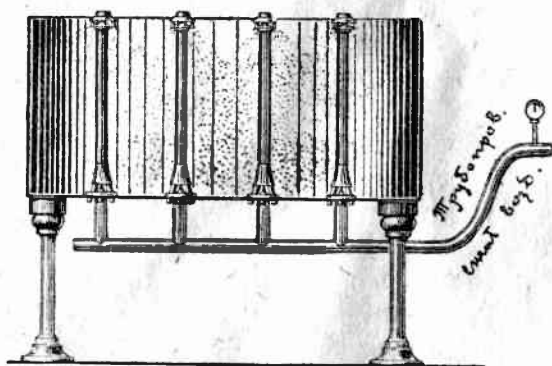


Рис. 7. Мочильный чан Доорнкаат'а с воздуходувкой.

Теплым замачиванием считается такое, когда температура замачивающей воды выше 20°C . Чем выше температура, тем быстрее ячменное зерно впитывает воду, что видно из указанной таблицы Люффа. При этом высокая температура воды имеет благотворное влияние на физиологическое состояние зерна, а это важно для процесса прорастания. В Виндишем было произведено замачивание водой с температурой в 25°C , продолжавшееся 30 часов, во время прорастания было произведено 7—8 коротких перемешиваний; при этом уменьшалась потеря солода, и получался солод, богатый экстрактом. Муфан предлагает комбинацию тепло-водяного и щелочного (4—10 г КОН на гл) замачивания; этим способом удаляются из оболочки неблагоприятные красящие и дающие муть вещества (тестиновые кислоты).

Прорастание. Для прорастания ячмень располагается грядами в помещении с соответствующей температурой (солодовни) и подвергается систематической обработке при помощи перелопачивания. В больших предприятиях для прорастания в настоящее время употребляются механическо-пневматические аппараты. Однако, более старый способ солодования на току до сего времени является более распространенным.

Перемешивание при солодовании на току производится преимущественно ручным способом при помощи плоских деревянных лопат. В новейшее время были с успехом введены механические мешалки зеленого солода на току. (Патенты Gabsch, Eisner-Wörz-Maffei).

а) Солодование на току. (Рис. 9). Для надлежащего проведения процесса прорастания необходимо целесообразное устройство тока. При устройстве тока не следует упускать из вида степень влажности ячменя, затем температуру прорастания и, наконец, поступление свежего воздуха.

Температура солодования не должна зависеть от температуры наружного воздуха. Вентиляция солодовни должна быть устроена целесообразно. Следующим важным требованием является такое устройство солодовни, при котором без больших затруднений можно соблюдать величайшую чистоту. Для достижения возможно равномерной температуры солодовню устраивают в земле, в подвале. На больших производствах солодовня вследствие недостатка места и с меньшими расходами устраивается над землей. В этом случае можно избежать влияния внешней температуры, устраивая очень толстые стены и иногда изолируя слоем воздуха. Для вентиляции на

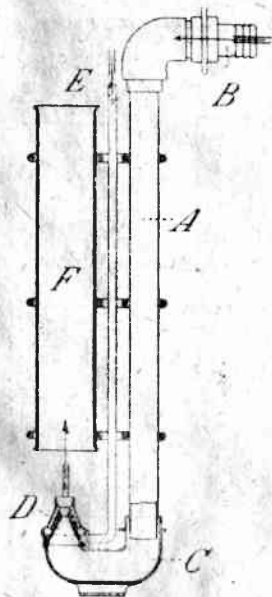


Рис. 8. Аппарат Ланге.

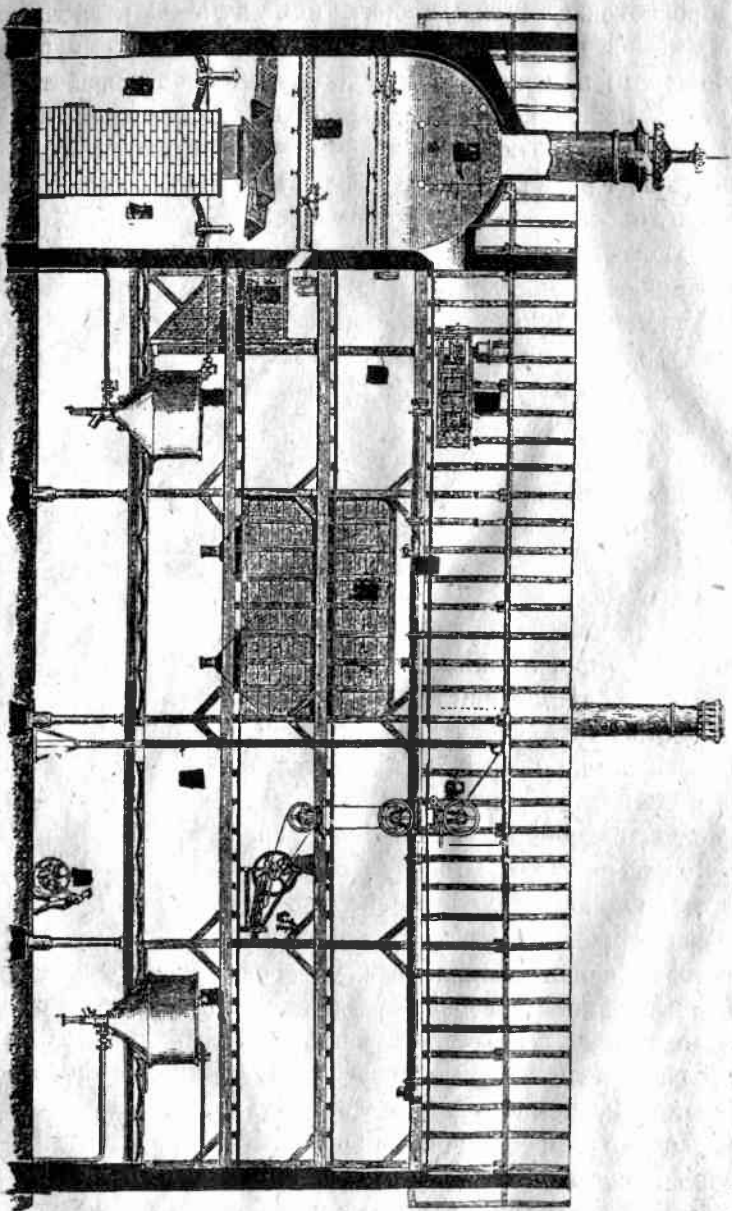


Рис. 9. Солодовня.

больших токах, кроме возможно высоко устроенных и плотно закрывающихся окон, имеются особые вытяжные каналы, устроенные в стенах около пола и кончающихся над крышей или на внешних стенах верхних этажей; иногда самое высокое место тока соединяется при помощи канала с близ лежащей дымовой трубой, которая таким образом служит вентилятором. Чтобы удлинить время солодования и не находиться в зависимости от внешней температуры, солодовни снабжают искусственным охлаждением. Для соблюдения условий чистоты в солодовне в первую очередь необходимо соответствующее устройство пола. Он должен быть по возможности плотным и прочным и должен быть устроен так, чтобы не отнимать у солода влажность. Его лучше всего делать из керамических плит, портландского цемента или асфальта. Стены делаются гладкими и внизу у пола выкладываются плитками, чтобы избежать повреждения от лопат во время работы. Легче поддержать чистоту в солодовне при окраске стен эмалевой краской, но она очень дорога.

Замоченный ячмень развозится в бочках или в опрокидывающихся тележках и располагается грядами.

Производство солодования на току ведут различными способами, смотря по тому, какой хотят получить солод, долгого рощения или короткого. Название короткое или длинное рощение относится к развитию корневого и листового ростков.

Солодом длинного рощения называют такой, у которого корневой росток бывает длиною в $1\frac{1}{2}$ —2 раза больше зерна. Солодом короткого рощения называют такой, у которого длина корешка равна длине зерна, а длина листка равна 70 — 80% или $\frac{2}{3}$ — $\frac{2}{4}$ длины зерна. Для изготовления светлого пива предпочитают солод с коротким ростком, для темного—с длинным. В Баварии придерживаются такого мнения, что солод с длинным ростком легче дает прозрачное, темное, прочное и с полным вкусом пиво.

Верно то, что при изготовлении сильно ароматного солода, сушку его легче провести при солоде с длинным ростком, нежели при солоде с коротким ростком: это объ-

ясняется тем, что в солоде с длинным ростком имеется более высокое содержание глюкозы и продуктов разрушения белков (пептиды, аминокислоты), которые во время сушки участвуют в образовании цвета и аромата солода.

На развитие корневого ростка, кроме степени замачивания, при нормальной температуре имеет особое влияние частота перелопачивания. Чем чаще солод во время прорастания перелопачивается, тем короче остаются корешки. Это, между прочим, вероятно, связано с тем, что во время перелопачивания происходит большое испарение воды. Точно также действует слишком сильная вентиляция тока.

Кроме того, возможно, что развитие корешков нарушается от механического воздействия при перелопачивании, так как чрезвычайно нежные корневые волоски при этом повреждаются. При менее частом перелопачивании, если солод на продолжительное время оставить в покое, то корневые волоски не прилегают к зерну, а, ясно приподнимаясь, сильно „схватываются“ и образуют подобие войлока; при этом рост корешков сильно увеличивается и в прорастающей гряде повышается температура. При баварском способе солодования температура может подняться до 25°C . Вообще же при производстве солода следует придерживаться того правила, что вообще низкая температура солодования благоприятствует развитию здорового солода, поэтому необходимо следить, чтобы средняя температура прорастания не была бы выше $17-18^{\circ}\text{C}$.

Замоченный ячмень располагается в, так называемые, „мокрые“ гряды, высотой 30—50 см и для равномерного распределения влажности перелопачивается через каждые 10—12 часов. Как только ячмень начнет прорастать и с появлением ростка гряда станет согреваться, прорастающий ячмень постепенно располагают в более низкие гряды и перелопачивают, когда этого требует повышающаяся температура. Перелопачивание, выполняемое плоскими деревянными лопатами и требующее много ловкости и опытности, следует производить в среднем через каждые 6—8 часов, при чем в свежей гряде каждые 8 часов, в молодом

солоде (после появления 3—4 корешков) через 6 часов, а в старой гряде через 8 часов. Общее число перелопачиваний, а также высоту и величину гряд точно указать не представляется возможным, и вообще для солодования нельзя установить шаблона.

С началом прорастания внутри гряды от дыхательных процессов образуется вода, которая стучается на поверхности высоких гряд, так что они делаются влажными, как будто они отпотели. Солодовщик называет эту влажность потом, и раньше различали работу с холодным и теплым потом. При работе с теплым потом, от которой теперь отказались, как нерациональной, согревание гряды усиливали, увеличивая высоту ее до 40 см во время самого интенсивного прорастания, благодаря чему температура гряды поднималась до 30°С и даже выше. Прорастание в этом случае обычно заканчивалось на пятый день, но было связано со значительной потерей вещества. Теперь обычным способом солодования является солодование с холодным потом, при котором температура в прорастающей гряде удерживается в более узких пределах, по возможности не выше 17—18°С.

Перелопачивание производится с той целью, чтобы уравнивать температуру и влажность в прорастающей гряде, а также дать по возможности всем зернам доступ свежего воздуха. При правильном замачивании, нормальном устройстве тока и качестве ячменя получается равномерно прорастающий солод, исключительно благодаря своевременному и правильному перелопачиванию. Равномерно проросший солод является также признаком хорошего солодования. В хорошем солоде должен быть слышен приятный запах, напоминающий запах свежих огурцов. Корневые ростки должны быть свежими и даже в последний день не должны быть вялыми.

При обработке солода на току по только что описанному способу, прорастание заканчивается через 7 или 10 дней. Иногда при воздушном замачивании с перемешиванием достаточно и шести дней. Чем ниже температура при прорастании, тем больше нужно времени. Но не следует солод

оставлять лежать на току дольше, нежели требуется для хорошего его разрыхления. При изготовлении светлого солода в настоящее время довольствуются менее хорошим разрыхлением, и этот недостаток исправляют соответствующими мероприятиями при заторе; тот же результат можно получить, пользуясь современными хорошими дробилками.

Переход от работы с теплым потом к работе с холодным потом уже дал уменьшение потерь вещества. Однако, еще лучшие результаты достигаются при работе, например, по способу Яловетца: здесь можно и совершенно избежать пота, которым, как известно, ведь всегда проявляется повышенное дыхание.

Для только что указанной цели нужно ячмень замачивать в теплой воде с температурой 20°С, проветривать и промывать известковой водой, затем давать ячменю хорошо обсохнуть перед выгрузкой на ток. Последнее при рациональном солодовании достигается пропусканьем воздуха под давлением.

Начавший уже прорасти ячмень располагают на току невысокой грядой, так что потом требуется еще только однократное понижение гряды. Перелопачивание лопатой стараются по возможности заменять перепахиванием, успешно введенным в солодование Яловетцем. Оно состоит в переворачивании растущего ячменя при посредстве механической лопаты. Лопата Яловетца имеет устройство, похожее на плуг. Она двигается без особенного затруднения по гряде, при чем зерна, лежащие внизу, попадают на верх, так что все зерна приходят в соприкосновение с воздухом: все же при работе с плугом получают не столь хорошие результаты, как при ручном перелопачивании.

Сравнительные опыты показали, что выход солода из ячменя и выход экстракта из солода при только что указанной работе выше, нежели при работе с холодным потом.

Хороший зеленый солод должен иметь свежий, не затхлый запах; листовый росток должен достигать $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ длины зерна; разрыхление должно быть сухое, мучнистое, доходящее до кончиков зерна.

Разрыхление узнается, когда зерно разламывается и мучнистое тело растирается между большим и указательным паль-

цем. При коротко проросшем солоде разрыхление может быть крупчатое, а при неправильно замоченном (перемоченном) и проросшем солоде оно получается в виде мази.

Готовый зеленый солод поднимается для провяливания на полу чердака или же помещается для провяливания и сушки на решета. В новейшее время зеленый солод вдвигается на сушилку сжатым воздухом. Провяливание основано на удалении влаги при разбрасывании солода в тонкий слой в сухом и проветриваемом месте. Благодаря этому высушиванию прорастание останавливается.

Величина тока бывает различная, смотря по способу обработки ячменя и по длительности солодования.

Солодование вести круглый год нельзя, так как с наступлением жаркого времени на току становится слишком тепло, а, кроме того, в летнее время, когда воздух влажный, создаются неблагоприятные условия проветривания и сушка затруднительна. Обыкновенно рассчитывают на 1 *г* ячменя 2,3 *кв. м* площади тока при 10—13 *см* высоты гряды.

в) Механическо-пневматическое солодование. В то время, как во всех странах в процессах варки пива машины давно уже играют выдающую роль, в солодовании все еще господствует ручной способ обработки. Но это совсем не удивительно, если мы вспомним, что здесь дело идет не только о том, чтобы механизировать перелопачивание, а о том, что необходимо обращать особое внимание на условия прорастания (регулирование температуры, приток воздуха и влажность). При устройстве механических аппаратов на эти факторы сначала не было обращено достаточного внимания, и потому вначале они успеха не имели. Но появившиеся затем конструкции, в которых одновременно принимались во внимание и регулировались условия прорастания, т. е. механическо-пневматические аппараты, безусловно произведут постепенный переворот в области солодования.

Принцип пневматического солодования основан на применении насыщенного влажностью воздуха с постоянной температурой, ко-

торый проводится через ячмень, расположенный для прорастания высоким слоем.

Различные системы пневматического солодования можно разделить на две группы: солодование в ящиках и в барабанах, смотря по тому, какую форму имеет помещение, предназначенное для ячменя: форму четырехугольного ящика (открытого или закрытого) или барабана.

Достаточно будет описать по одному представителю

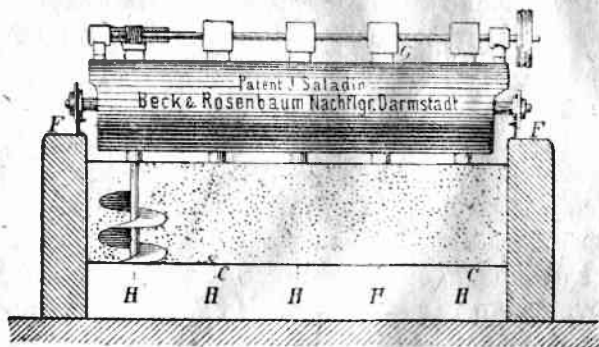


Рис. 10. Солодовня системы Саладина (в разрезе).

этих групп и избираем для этой цели самые распространенные системы Саладина и Галланда.

Саладин взял солодовенный ящик, введенный первоначально Галландом, и существенно исправил работу его устройством аппарата для перемешивания.

Пневматическое солодование системы Саладина. Устройство пневматического солодования по системе Саладина (рис. 11) состоит из системы ящиков для прорастания (рис. 10), которые могут быть своими размерами приспособлены к любому имеющемуся в распоряжении помещению. Большею частью это продолговатые четырехугольные ящики в 10—15 м длины, 3 м ширины и 1,5 м высоты. Боковые стенки цементные. Передняя стенка съемная и состоит из полуцилиндрических ниш из железа для помещения винтообразных улиток. Собственно поме-

щение для прорастания образуется из плато *C*, расположенного на высоте 0,5 м от пола, ящика, состоящего из отдельных легко разбирающихся частей, так что находящееся внизу помещение доступно для чистки.

На этом плато располагается замоченный ячмень, сна-

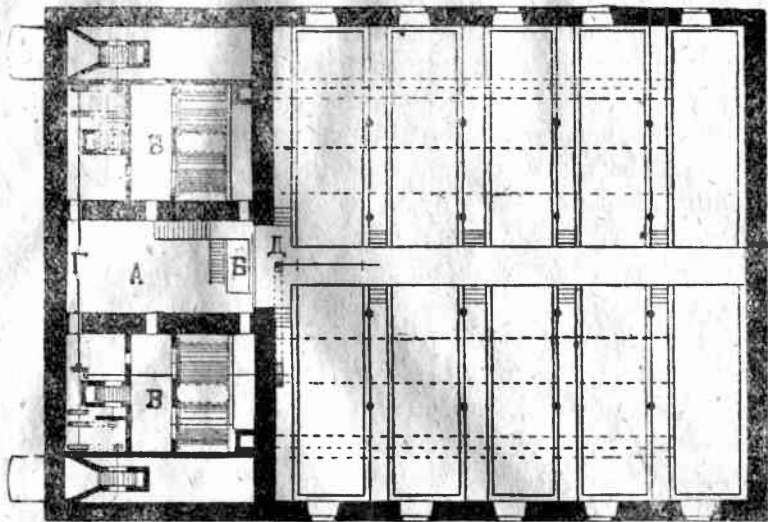


Рис. 11. Солодовня системы С а л а д и н а (план).

чала высотой в 60 см, а после окончания прорастания — в 80 см.

Разрыхляющий аппарат *G* состоит из тележки той же ширины, как и прорастающая гряда, которая движется между железными зубчатыми шестами по двум рельсам, прикрепленным к продольным стенкам. На тележке расположено несколько вертикальных осей, на каждой из них прикреплена похожая на пробочник вращающаяся улитка *H*, которая приводится во вращательное движение при помощи горизонтальной оси с закрепленными на ней бесконечными винтами. При медленном движении этой тележки вращаются улитки, производящие вследствие своего вращения полное разрыхление.

В новейших аппаратах для всех солодовенных ящиков имеется только один перемешиватель, который можно

вставлять и вынимать. Благодаря этому упрощению стоимость устройства значительно уменьшена.

Устройство для, подачи увлажненного с постоянной температурой воздуха состоит в старых конструкциях из вентилятора и, так называемого, увлажнителя. Вентилятор захватывает свежий воздух, извне и по каналу доставляет его в увлажнитель; этот последний представляет собою барабан, внешняя оболочка которого состоит из нескольких слоев перфорированной жести. При поворотах этого барабана оболочка его погружается в сосуд с водой. Вентилятор всасывает воздух, который предварительно проходит сквозь оболочку барабана, где увлажняется и принимает необходимую температуру. Температура воды в этом аппарате может быть регулируема в зависимости от требований или искусственным охлаждением или согреванием. Воздух поступает в ящик для проращивания при посредстве двух отверстий в боковых стенках, находящихся ниже плато; эти отверстия могут быть закрываемы при посредстве задвижек. Воздух, насыщенный углекислотой, из солодовенного ящика высасывается эксгаустером одинаковой величины и с одинаковым числом оборотов, как и у вентилятора. Так как при не очень тщательном наблюдении за температурой проходящего через ячмень воздуха происходит высушивание ячменя и ростки увядают раньше, нежели ячмень достигнет желательного разрыхления, то современные вращательные увлажняющие аппараты стали строить с распылителями воды.

В новейших устройствах охлаждение и увлажнение воздуха производится не с помощью, так называемых, переменных гидропультов, но, смотря по условиям, или с помощью форсунок, которые распыляют воду, или же посредством разбрызгивательных трубок (системы Гесс), которые разбрасывают воду мелким дождем. В последнем случае вода протекает по целой системе крест на крест расположенных досок, через промежутки которых проходит вдуваемый или всасываемый воздух.

Стекающая вода как в первом случае, так и во втором собирается и употребляется снова.

В новейших аппаратах подача воздуха и отсасывание его через ячмень производится поочередно или снизу вверх или сверху вниз, благодаря чему достигается более равномерное проветривание и более равномерное прорастание ячменя. Кроме того, вследствие переменного проветривания и увеличения поверхности решет, стало возможным нагружать солодовенные ящики на 20% выше, чем раньше.

Загрузка солодовенных ящиков производится

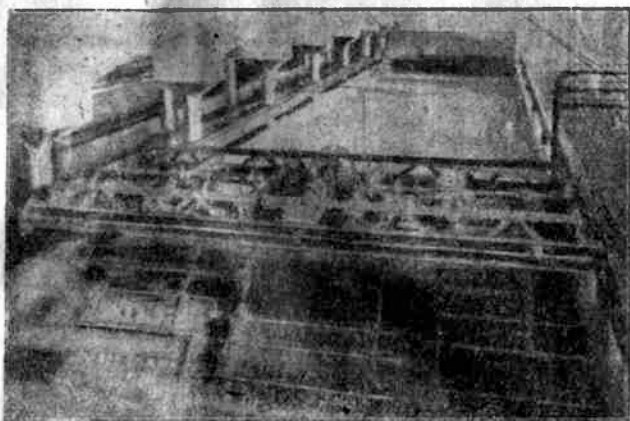


Рис. 12. Ящичная солодовня по патенту В г и п п е г а.

таким образом, что ячмень из мочильного чана вместе с водой спускается по трубам в ящик, и вода стекает через решетчатое дно в канал, находящийся на дне ящика. После этого ячмень один раз перемешивают для разрыхления и выравнивания, потом он оставляется лежать без проветривания, пока температура не поднимется до 15°C . По поднятии температуры открывают вентиляционные клапаны и пропускают воздух, регулируя таким образом, чтобы температура в прорастающей гряде была по возможности одинакова с температурой поступающего воздуха (15°C). Так как перемешивание служит только для того, чтобы прорастающий ячмень разрыхлить и избежать сволачивания, то перемешивание достаточно производить через каждые 12—18 часов.

Процесс прорастания протекает нормальным образом и заканчивается в 6—7 дней.

Система солодования Саладина дает в руки все факторы для получения нормального солода.

При солодовании в ящиках системы Бруннер и Топф (рис. 12) аппарат для перемешивания построен так,

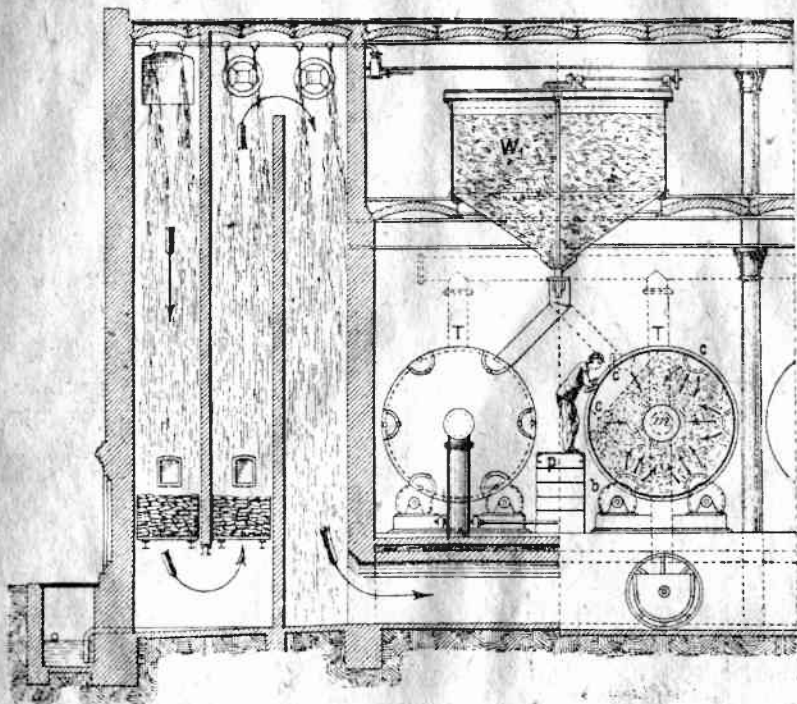


Рис. 13. Барабанная солодовня системы Галланда (разрез).

что он подражает ручному перелопачиванию, т. е. приводит ячмень в соприкосновение с воздухом, вследствие чего механическая работа его сравнительно невелика.

Для небольших и средних производств рекомендуется такое устройство, при котором все ряды помещены в одном лишь ящике: в течение периода прорастания ряды могут перемещаться перемешивательным аппаратом с одного места на другое.

Инженер Мюгер сделал улучшение в аппарате Саладина, состоящее в том, что каждый ящик построен отдельно в особом помещении, вследствие чего каждый ящик может управляться совершенно индивидуально.

Способ увлажнения вентиляционного воздуха также

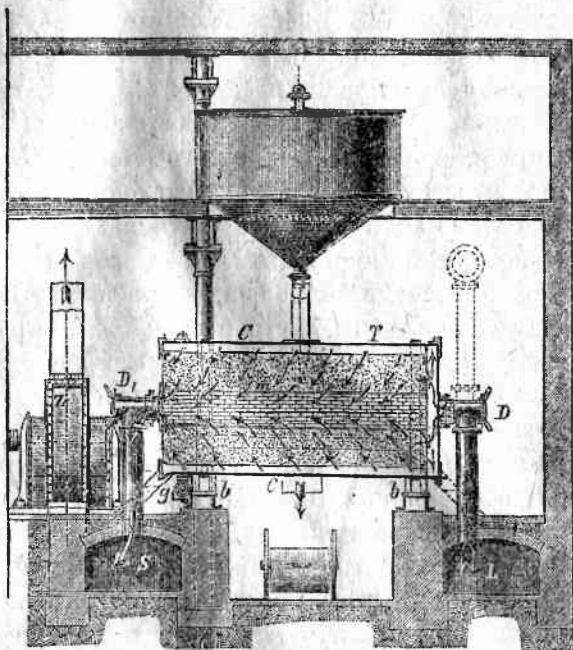


Рис. 14. Барабанная солодовня Галланда (продольный разрез).

существенно улучшен, благодаря чему можно избежать высыхания гряды.

Пневматическое солодование системы Галланда. В новых конструкциях аппарат Галланда представляет собою солодование в барабанах и имеет следующее расположение. (Рис. 13 и 14).

Для увлажнения и регулирования температуры воздуха служит помещение, состоящее из нескольких вертикальных камер. В этих камерах устроены разбрызгиватели для воды, из которых под давлением 3—5 атм. вода выдувается в форме мелкой пыли.

Воздух поступает сверху, через отверстие, проникая в направлении стрелок через находящийся на сечатом дне и служащий фильтром низкий слой кокса, и, насыщенный влажностью и при соответствующей температуре, идет в ящик для проращивания. Зимой, когда температура внешнего воздуха слишком низкая, поступающую для увлажнения воду можно соответственно подогревать так, чтобы воздух после увлажнения всегда имел 12—14°С.

Увлажнительные камеры соединяются с солодовенным барабаном при посредстве воздушного канала L и затем соединяются с эксгаустером Z при посредстве канала S .

Для замачивания ячменя большею частью применяется обыкновенный мочильный чан с коническим дном, находящийся непосредственно над барабаном. Новые мочильные чаны снабжены устройством для промывания ячменя при посредстве сжатого воздуха. Замоченный ячмень выпускается через вращающуюся воронкообразную трубку прямо в барабан.

Барабан состоит из двух железных цилиндров. Внешний цилиндр массивный (сплошной), а внутренний, предназначенный для проращивания ячменя, имеет во всю длину полукруглые с мелкими отверстиями каналы. По оси барабана расположена средняя труба m тоже с мелкими отверстиями. Между стенками внешнего и внутреннего цилиндров образуется воздушное пространство. Оно при посредстве регулирующей заслонки D соединяется с воздушным каналом L . Средняя трубка m при посредстве закрывающейся или регулирующей задвижки D_1 соединяется с отсасывающим каналом S . Средняя трубка не имеет прямого сообщения с воздушной камерой и поэтому воздух, всасываемый эксгаустером, может проходить через барабан только по направлению нарисованных стрелок. Для загрузки ячменя и выгрузки солода имеются две легко и плотно закрывающиеся дверцы, расположенные по окружности одна от другой на 120°. Перемешивание прорастающего ячменя производится медленным вращением барабана. Для этой цели барабан лежит на двух парах роликов b и при посредстве червячного винта в течение 40 минут делает один оборот.

Для наблюдения за температурой прорастающего ячменя каждый барабан имеет на обеих передних стенках термометры. Регулирование температуры производится поворачиванием регулирующего крана *D*, этим в барабан пропускается большее или меньшее количество подготовленного, т. е. фильтрованного и увлажненного воздуха. Для исследования прорастающего ячменя можно с возвышения

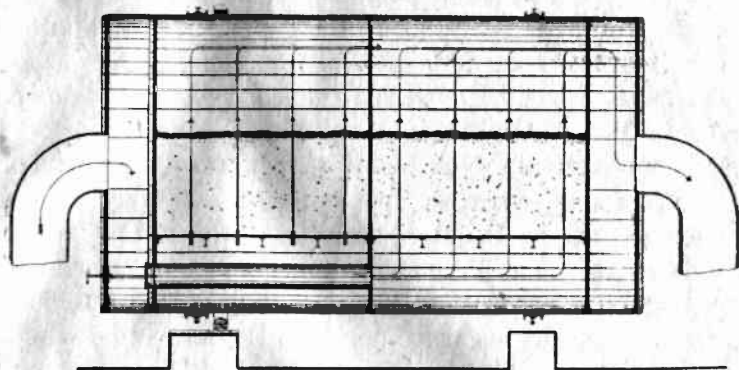


Рис. 15. Барабанная сушилка Топфа.

p, между двумя рядом стоящими барабанами открыть одну из дверец и в середине барабана осмотреть ячмень.

По окончании прорастания задвижка, отделяющая влажный воздух от барабана, закрывается и открывается дверца, через которую всасывается обыкновенный сухой воздух, проходящий через солод, при чем последний провяливается.

Готовый зеленый солод сам высыпается через находящуюся внизу дверцу в опрокидывающую тележку.

Барабаны имеют емкость от 50 до 100 ц.

Барабан Галланда в новейшее время подвергся многократным улучшениям, касающимся, главным образом, направления движения входящего и выходящего воздуха. Берлинское Акционерное общество чугунно-литейных и машиностроительных фабрик *б. J. C. Freund & Co.*, в Шарлоттенбурге ныне строит барабаны емкостью до 300 ц.

Барабанная система солодования получила значительное развитие; в настоящее время имеются конструкции Швагера, Эрганга, Топфа и Тильдена.

Комбинация ящиков и барабанов Топфа (рис. 15), в которой одновременно могут быть обработаны несколько гряд, особенно рекомендуется для небольших заводов.

Барабан Тильдена устроен так, что в нем можно производить не только проращивание, но и сушку. У барабанов Топфа, Эрганга и Тильдена внешняя оболочка сетчатая, и нагнетание воздуха производится через центральную трубку, а выход через внешнюю оболочку барабана. Так как ячмень в этих барабанах соприкасается с внешним воздухом, то условия проращивания в них более приближаются к условиям проращивания на току.

Продолжительный опыт показал, что путем механическо-пневматического солодования можно получить хороший солод, не смотря на то, что обработка ячменя на току дает большую свободу действия в зависимости от качества ячменя.

Как на преимущество солодования в барабанах перед солодованием на току, следует указать прежде всего на значительную экономию места: при высоком слое ячменя требуется лишь $\frac{1}{5}$ часть той площади, которая необходима при солодовании на току; затем следует указать на упрощение работы, на меньшее количество рабочих, а также на возможность солодования в теплое время года в то время, как при солодовании на току в год приходится средним числом, только 220—230 рабочих дней. Кроме того потери при солодовании в барабане меньше, чем при солодовании на току.

В виде добавления, следует упомянуть о солодовании с задержкой углекислоты, рекомендованном Виндишем. Оно основано на том, что требуемого разрыхления солода можно достигнуть и при сильно ограниченном дыхании, если перед этим произошло соответствующее образование энзимов; вследствие нормального вначале прорастания, образование энзимов происходит, главным образом, в течение первых 3—5 дней; после этого

ограничивают дыхание путем временного изолирования зерна от воздуха, не останавливая при этом жизни в зерне; последнее было бы ошибочным, так как тогда могут произойти нежелательные процессы разложения зерна.

Подобный способ солодования можно провести в герметически закрывающемся пневматическом барабане или ящике. В последних же следует предварительно вести солодование на току.

Аппарат для солодования с задержкой углекислоты Кропфа состоит из 7—8 ящичков, расположенных один над другим; из них три нижних служат для разрыхления солода при временном изолировании от воздуха.

Практика показала, что при пользовании способом солодования с задержкой углекислоты потеря вещества может уменьшиться на 2—3%, сравнительно с солодованием на току, но при этом способе предполагается здоровый нормальный ячмень.

Сушка солода. Сушка основана на целесообразном действии на зеленый или провяленный солод постепенно повышающейся температуры до 100°С и выше.

Сушка бесспорно является одним из важнейших процессов работы на пивоваренном заводе.

Сушка определяет характер солода, а вместе с тем определяет и качество пива. Различие между темным, золотистым и светлым пивом баварского, венского и пильзенского типов зависит, главным образом, от различного качества сортов солода, которое в свою очередь зависит именно от различной обработки зеленого солода при сушке.

Результат сушки в высокой степени важен для последующих процессов пивоварения. Ошибки при сушке очень ощутительны при дальнейшей обработке солода и часто ставят под вопрос получение хорошего пива.

Сушка солода производится, главным образом, для устранения сырого вкуса зеленого солода, похожего на вкус бобов; вместо него появляется, смотря по обработке при сушке, более или менее сильный характерный аромат солода. Особенно

ароматичен баварский солод, наименее ароматичным является пильзенский солод.

Затем посредством сушки солод консервируется, т. е. вследствие удаления влаги сушеный солод способен очень долго сохраняться; солодовые ростки, сделавшись от сушки хрупкими, при очистке солода легко удаляются.

Содержание воды в солоде после сушки доводится до 1,5—4%. Одновременно с этим происходит уменьшение объема.

Другие изменения в солоде, происходящие при сушке, будут описаны ниже.

Сушильные аппараты. Так как в деле сушки главную роль играет не быстро повышающаяся температура, а постепенность ее повышения и целесообразное удаление влажного воздуха, то сушильные аппараты должны иметь соответствующее устройство топки и соответствующее приспособление для вентиляции.

Следует заметить, что не каждая конструкция сушилки пригодна для изготовления любого сорта солода.

Сушилка для светлого пива должна обладать большей пропускной способностью воздуха, чем такая же для темного пива, однако, последняя должна иметь возможность без затруднения получать при сушке возможно высокую температуру. В новейшее время строители сушилок стремятся к тому, чтобы построить сушилку, выполняющую все необходимые требования.

Вообще от хорошей сушилки с двумя решетками требуется, чтобы она давала возможность производить солод желательного качества при возможно меньшей затрате топлива.

В хорошей сушилке расход топлива бывает не более 18 кг каменного угля среднего качества на 100 кг свободного от ростков солода, при 24 часах сушки и при температуре солода в 85° С.

Существующие в настоящее время многочисленные сушилки можно распределить на две группы:

1. Сушилки, в которых солод прямо соприкасается с топочными газами: дымовые сушилки и коксовые сушилки.

2. Воздушные сушилки, в которых имеется приспособление для подогревания воздуха. Различают воздушные сушилки с лежачими и стоячими нагревательными трубами. Имеется еще новая форма воздушной сушилки, а именно барабанная, которая пока еще редко применяется при солодовании. Сюда относятся: барабан Тильдена, в котором производится не только сушка солода, но и проращивание ячменя; затем упомянем о паровом сушильном барабане Топфа, о паровой сушилке Акционерного общества чугунно-литейной и машиностроительной фабрики в Шарлоттенбурге.

Дымовые сушилки в настоящее время представляют только исторический интерес. Они встречаются лишь в деревнях да и то в единичных случаях, вследствие тех недостатков, которые они имеют по сравнению с сушилками новейших конструкций. Прежде всего солод поглощает некоторые составные части дыма, который проходит через зеленый солод, вследствие чего солод приобретает нежелательный вкус дыма, передающийся и пиву. Кроме того, для топки дымовых сушилок пригодны только хорошо высушенные буковые дрова и совершенно исключаются, как топливо, торф, каменный и бурый уголь, которые при сжигании дают противно пахнущие газы.

Кокс, как материал для топки много лучше, так как он при сгорании дает только индифферентные газы и очень небольшое количество сернистой кислоты, которая, однако, не вредит и пожалуй даже желательна, как дезинфектор.

Вследствие этого, в настоящее время рекомендуются коксовые сушилки улучшенной конструкции, особенно там, где кокс легко добывается.

Воздушные сушилки отличаются от дымовых и коксовых сушилок тем, что солод не приходит в них в соприкосновение с топливными газами. Эти последние отводятся целой системой труб и служат только для того, чтобы согреть воздух, проходящий через солод и его высуши-

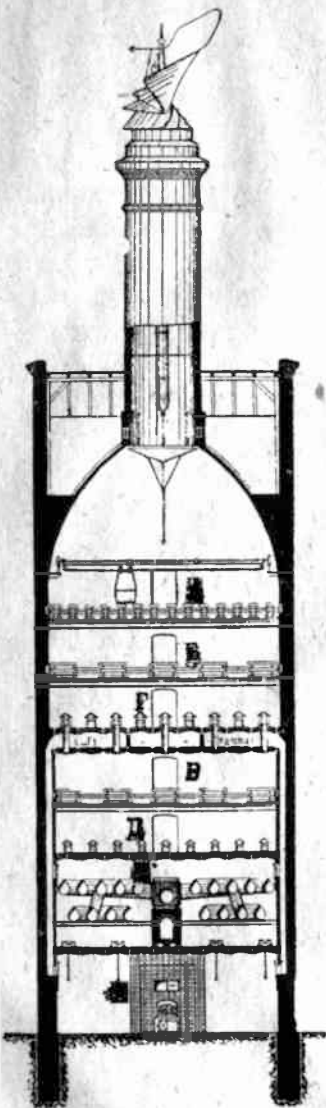


Рис 16. Сушилка с тремя
решетками.

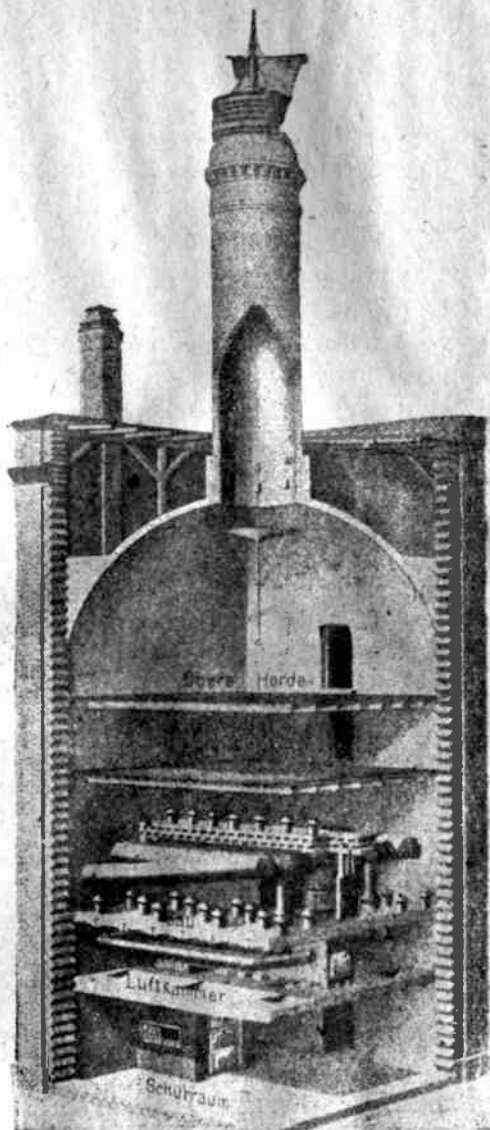


Рис 17. Патентованная сушилка Т о п ф а
с тремя решетками.

вающий. Поэтому в воздушных сушилках можно употреб-
лять любое топливо.

В воздушных сушилках (рис.16 и 17) мы различаем следующие главные составные части:

1. Нагревательный аппарат с помещением для топки.
2. Камеру для согревания воздуха.
3. Собственно сушилку.

Нагревательный аппарат состоит из печи, находящейся в нижнем этаже, которая должна соответствовать всем условиям возможно полного сгорания топлива, и из системы труб, которые принимают горячие топливные газы и отводят их в дымовую трубу после того, как они нагреют воздух, поступающий в сушилку. Трубы делаются из железа или чугуна.

Различают сушилки с лежащими, стоячими и комбинированными нагревательными аппаратами, смотря по тому, проведены ли трубы горизонтально под сушильными решетками, или расположены в виде системы вертикальных труб, или же имеются обе системы одновременно.

Камеры для согревания воздуха служат для того, чтобы распределить теплый воздух под сушильной решеткой возможно равномерно. В сушилке с горизонтальным и комбинированным расположением труб в этой камере находятся горизонтально расположенные трубы. В сушилках с вертикальными трубами в камеру входит верхняя часть цилиндрического нагревательного аппарата. Здесь же собираются ростки, которые отрываются при перемешивании от зерна и проваливаются через отверстия в решетках. Для того, чтобы они не оставались на нагревательных трубах и не обугливались, обращенная к сушилкам часть лежащих труб имеет крышеобразную форму, а часть стоячей системы труб, выходящая в то же помещение, покрыта колпаками. В этой же камере устроены еще холодные всасывающие каналы, через которые может поступать холодный воздух; при смешивании его с теплым воздухом можно соответственным образом регулировать температуру.

Сушильное помещение состоит из сушильной решетки и окружающих стен. Бывают сушилки с одной, двумя и тремя решетками. Сушилки содной

решеткой устарели, так как в них плохо используется топливо. Самые распространенные в наше время сушилки с двумя решетками.

Сушильная решетка, на которой помещается солод, в настоящее время изготавливается из круглой или конической железной проволоки, которая обматывается вокруг тонких железных прутьев с соответствующими промежутками для прохождения воздуха. Эти решетки перед решетками из продырявленной жести имеют то преимущество, что они имеют большую площадь для прохождения воздуха.

Для удаления влажного воздуха имеется на высшей точке свода, покрывающего сушильню, выходящая наружу здания труба. Для увеличения тяги в трубе в нее выводится дымоход от топки.

Вообще пришли к тому убеждению, что сушилки с лежащими или с лежащими и стоячими нагревательными трубами более пригодны для пива, приготовляемого по баварскому способу, а сушилки со стоячими нагревательными трубами—для производства солода, идущего на изготовление светлого пива.

Стремление создать сушилку, пригодную для изготовления любого сорта солода, которая в то же время устранила бы недостатки сушилок с двумя решетками, привело в настоящее время к многочисленным конструкциям, в которых предварительная сушка провяливание и сушка солода проводятся независимо одно от другого. В обыкновенных сушилках с двумя решетками температура на верхней решетке всегда зависит от температуры на нижней, вследствие чего при известных обстоятельствах (короткое время сушки) может случиться, что температура солода на верхней решетке будет повышаться слишком быстро. При новой конструкции указанные выше недостатки (образование стекловидного солода) устраняются или пристройкой особого приспособления для топки (сушилки Винтера и Планера), или полным разделением обеих решеток, построив их или одну над другой (Энгельгард), или одну возле другой

(Ульрих и Мейер) и снабдив каждую особым приспособлением для нагревания.

Сушилка с тремя решетками, которые дают в полной мере независимое сушильное помещение в отношении вентиляции и температуры, сконструированные Брюне, отличаются тем, что нижняя решетка отделена от помещения топки особым перекрытием, и для каждой решетки имеются особые камеры для согревания и перемешивания воздуха.

Новой, достойной внимания конструкцией является вертикальная сушилка Топфа (рис. 18). Как показывает уже название, здесь решетки расположены не горизонтально, а образуют высокие, узкие, вертикально расположенные шахты. Сухой воздух проходит сбоку через солод, который медленно сыпется сверху вниз. Эти сушилки имеют то преимущество, что при одинаковой производительности требуется меньше места. В этих сушилках можно изготовить и светлый пильзенский, и темный мюнхенский солод.

Обработка солода на сушилках. Устройство и работоспособность сушилки имеют большое влияние на процесс сушки.

Вообще следует обратить внимание на четыре следующие момента при сушке:

1. Высота слоя солода на сетке-сушилке. Она зависит от степени влажности и зрелости солода и от условий тяги в сушилке, а также в известной степени и от того, какого качества должен быть высушенный солод.

Провяленный солод можно насыпать более высоким слоем, чем зеленый солод; кроме того, хотя и не в такой мере, солод с длинными корневыми ростками можно насыпать выше, нежели с короткими. Сушилку с хорошей тягой можно загрузить в большей степени, нежели такую-же с плохой тягой. Если желательно получить темный солод с сильным ароматом, то для этого требуется более продолжительное время сушки и слой делают выше, нежели при изготовлении светлого солода.

Высоту слоя зеленого (вяленого) солода делают в 10—15—20 см и выше.

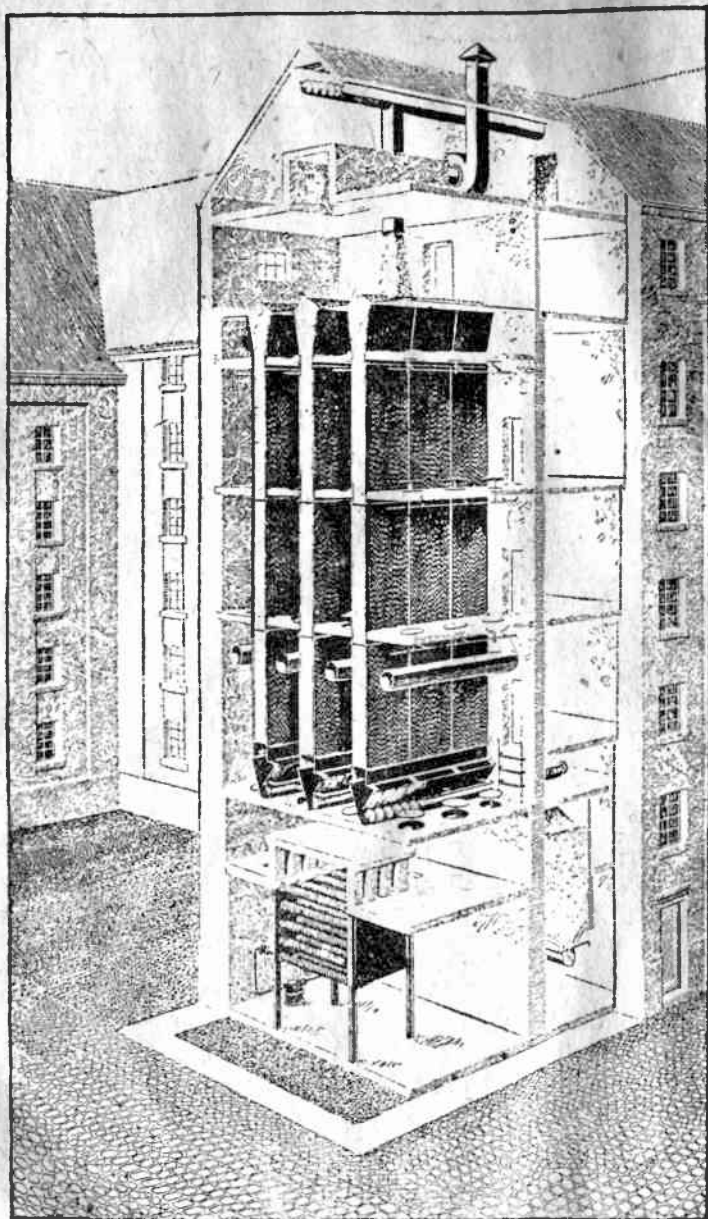


Рис. 18. Вертикальная сушилка Топфа.

2. **Повышение температуры.** Повышение температуры производится медленно таким образом, чтобы главная масса воды удалилась из солода до достижения им температуры в 45°C . Так как влажность из внутренности зерна может удалиться только путем диффузии, то сушка при низкой температуре требует определенного промежутка времени, которое нельзя сокращать по желанию. Если температура повышается слишком быстро, то прежде всего разрушается диастаз; при значительном повышении температуры в присутствии большого количества влажности в солоде, получается стекловидный солод. Образование стекловидного солода основано не на простом образовании клейстера из крахмала, но на том, что при соответствующем содержании воды в солоде, путем энзиматических процессов разрушаются белковые или гумми-вещества. От стекловидного солода надо отличать каменный солод, который, как и стекловидный, трудно поддается измельчению, но, однако, не имеет стекловидных свойств мучного тела. Такой солод может получиться и при самом лучшем способе сушки, так как образуется из совершенно не проросших зерен и потому с неразрушенным мучнистым телом.

3. **Продолжительность сушки.** Она обычно колеблется между 24—48 часами. В сушилке с хорошей тягой для изготовления светлого солода достаточно 24 часов в то время, как при изготовлении солода для баварского пива с сильно развитым ароматом предпочитается 48 часов. На сушилках с тремя решетками время сушки обыкновенно продолжается три раза по 12 часов, т. е. 36 часов.

4. **Высшая температура сушки.** Рядом с продолжительностью сушки для получения определенного солода особенно важна высшая температура сушки. Она достигает:

	В воздухе	В солоде
При баварском солоде .	80—100° C	94—112° C
„ венском „ .	75— 88° C	88—100° C
„ богемском „ .	56— 75° C	66— 88° C

Высшая температура держится в течение 2—3 часов и дольше, или же достигается только в конце при постепенном повышении.

Во время сушки солод обычно перемешивают каждый час, а при высшей температуре—каждые полчаса. Перемешивание солода теперь производится механическими аппаратами и редко вредным ручным способом.

Способ повышения температуры и распределение ее на каждый час передается в письменной форме истопнику для руководства.

Для контроля температуры на сушилке пользуются регистрирующими термометрами. Следует упомянуть о регистрирующем термометре Зендтнера в Мюнхене, который после многолетнего его применения на практике оказался превосходным.

Химические изменения солода при сушке очень сложны. Они касаются преимущественно углеводов и веществ, содержащих азот (белковые вещества и аминокислоты), и частью обуславливаются энзиматическими процессами.

По Грессу можно различить четыре периода в процессе сушки. Первый период до 45°C , в течение которого в зерне продолжают еще жизненные процессы. В этих условиях наблюдается, смотря по содержанию воды в солоде, более или менее сильный рост листового ростка, что конечно связано с обменом и перемещением веществ, подобно тому, как это происходит в прорастающем зерне.

Во второй период, продолжающийся при $45\text{—}75^{\circ}\text{C}$, жизненные процессы прекращаются, но имеют место энзиматические процессы, которые при слишком большом содержании воды и при слишком медленном удалении ее могут привести к образованию твердого или стекловидного солода. В зеленом солоде имеются пленки клеток эндосперма, состоящие из гемицеллюлозы, которые переходят в гуммиобразные вещества; кроме того, в ячмене, богатом белками, происходит пептонизация запасных белковых веществ. Если вода довольно быстро удаляется из солода, то эти процессы или задерживаются, или совсем не происходят и получается

рассыпчатый солод, в котором мучнистое тело сильно наполнено воздухом. Если же высокая температура подействует на солод со слишком высоким содержанием воды, то в зерне образуются гумми- и пептонообразные вещества, и мучнистое тело при продолжительной сушке наполнится стекловидной массой. Гуммиобразные и белковые стекловидности зерна при разрезе имеют различные свойства; в первом случае в середине зерна заметна темножелтоватая стекловидная зона, окруженная светлой каймой, во втором случае имеется янтарно-желтая, а иногда темная кайма и белая середина.

При температуре выше 75°C происходит значительное изменение в составе энзимов и постепенно начинается процесс поджаривания, который приводит к образованию ароматного солода.

Диастатическая сила солода во время сушки при всех обстоятельствах уменьшается. Она падает, смотря по высуханию, на $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ против зеленого солода. При этом осахаривающая сила не всегда ослабляется параллельно растворяющей крахмал силе. Важно то, что сушеный солод при сравнительно слабой осахаривающей силе обладает еще сильной способностью растворять крахмал. Протеолитические и окислительные энзимы во время сушки также значительно ослабляются.

Что касается процесса, происходящего при образовании аромата от поджаривания, то он зависит, главным образом, от действия аминокислот на глюкозу солода, при чем образуются ароматические и коричневые продукты (так называемые, меланоидины) с выделением углекислоты. Кроме того, вероятно имеют значение чувствительная к высоким температурам левулоза и некоторые жировидные вещества, как например, лецитин. Существенное влияние на образование аромата имеет степень влажности солода, с которой он попадает на нижнюю решетку, что особенно важно при изготовлении высоко ароматного баварского солода. В этом случае он должен иметь 16—18—25% влажности. Солод, который был сильно высушен на верхней решетке и в котором быстрым удалением воды энзиматические процессы

прекратились рано, не может дать сильного аромата и при высокой температуре нагревания. Для развития указанной выше реакции между аминокислотами и глюкозой необходимо присутствие в солоде некоторого количества воды. При изготовлении светлого солода содержание воды в нем на верхней решетке понижают до 6—8%.

Вместе с образованием аромата от поджаривания, как уже указано, происходит образование и красящих веществ в солоде. Так как те легко изменяющиеся вещества, из которых образуется аромат и краска, содержатся, главным образом, в листовых ростках, то зеленый солод с длинным ростком больше пригоден для изготовления темного солода; зеленый же солод с коротким листком пригоден для светлого солода. Кроме того, вследствие энергичного прорастания темного солода, происходит сильное разрушение углеводов и белковых веществ и, вместе с тем, обогащение сахаром и аминокислотами, которые вместе с медленной потерей воды способны образовывать ароматные и красящие вещества.

Очистка и хранение солода. Высушенный солод, прежде чем он поступит на хранение или в переработку, необходимо отделить от корневых ростков и других посторонних веществ. Корневые ростки содержат горькие вещества, которые в случае, если солод с ними попадет в затор, придают пиву неприятный грубый вкус. Так как ростки в сухом состоянии хрупки и легко отделяются, а при хранении солода с ростками последние легко втягивают влажность и уже с трудом отделяются, то очистку солода производят сейчас же после сушки.

Очистка солода в настоящее время производится в особых росткоотделительных и полировочных машинах.

Готовый солод сейчас же после сушки и очистки пускать в производство нецелесообразно, так как в свежее-высушенном состоянии его коллоидные вещества не имеют еще желательной для обработки способности разбухания. Она появляется только при хранении (около 6 недель), вследствие умеренного поглощения воды. Однако, содержание воды в солоде не должно превышать определенной нормы (около 6⁰/₀). Это достигается хранением солода в силосах

или солодовых закромах. В таких хранилищах только верхний слой солода втягивает влагу, в то время как нижний слой остается сухим. Если солод хранится в кучах, то рекомендуется его покрывать мешками из под хмеля, и на них насыпать слой ростков в 10 или 25 см для того, чтобы влажность не проникла в солод. Содержание воды в солоде, предназначенном для долгого хранения, превышающее норму в 5%—6%, нежелательно, так как этого количества воды вполне достаточно, чтобы дать возможность энзимам медленно производить свою работу. Хорошо разрыхленный солод в этом случае может превратиться в перерыхленный.

Общие данные. 100 кг воздушно сухого поступившего в замочку ячменя дают по Таузингу следующие выходы:

	От	До	Средн.
Плавающ. зерен	0,8 кг	2 кг	1,2 кг
Замоченного ячменя	135 „	160 „	148 „
Зеленого солода	132 „	148 „	140 „
Сушеного и очищ. солода	73 „	78 „	76 „
„ после хранения	75 „	80 „	78 „
Ростков	3,5 „	4,8 „	4,0 „

При изготовлении солода короткого рощения, обычно употребляемого для светлого пива, можно получить из 100 кг воздушно-сухого ячменя до 84 кг освобожденного от ростков сухого солода.

Нормальные потери при солодовании, считая на воздушно-сухой ячмень и солод, достигают приблизительно 21—24%. При пересчете на сухое вещество, они колеблются от 10 до 12%. Эти потери состояются из потерь: (0,6—1,5%), при замачивании (3,5—6%), вследствие образования корневых ростков и (5—8%) вследствие дыхания зерна при прорастании.

При солодовании на току общие потери обычно выше, нежели при механическо-пневматическом солодовании;

при солодовании по способу с задержкой углекислоты и при всех других одинаковых условиях, потери самые низкие.

Солодовые ростки являются ценным кормом для молодого и молочного скота. По Кенигу и Дитриху химический состав их следующий: воды 10,09%, азот-содержащих веществ 24,18%, жира 2,10%, экстрактивных безазотистых веществ 42,11%, клетчатки 14,33%, золы 7,19%.

Признаки хорошо высушенного солода:

1. Зерно должно быть полное и должно плавать в воде.
2. Цвет солода должен быть почти такой же, как и цвет ячменя.
3. Мучнистое тело должно легко рассыпаться при растирании и иметь белый цвет. Только при баварском солоде могут попадаться в небольшом количестве коричневатые зерна.

4. Зерна должны быть сладкие и обладать своеобразным приятным запахом сушеного солода. В баварском солоде запах должен быть особенно сильным.

5. Вес гектолитра хорошо высушенного солода обычно бывает 52 — 54 кг, но иногда при обработке тяжелого ячменя может повыситься до 56 кг. В общем, солод, имеющий малый вес гектолитра, считается более ценным, так как это указывает на хорошее разрыхление мучнистого тела, но бывает, что солод и с высоким весом гектолитра обладает очень хорошими прочими свойствами; в этом случае весу гектолитра не придают особого значения.

Для оценки солода необходимо еще знать содержание в нем воды и содержание экстракта; определение последнего производится путем пробного затирания в лабораторном масштабе. При этом работа должна производиться тем методом, который первоначально принят опытными станциями в Берлине, Гогенгейме, Мюнхене, Нюренберге, Вене, Цюрихе и который пересматривался и был принят на Съезде союза немецких химиков в Бонне 1914 г. (Боннское соглашение):

1. Содержание воды в солоде не должно быть выше 5—6%.

2. Выход экстракта при хорошем солоде должен быть 76—79% и выше, считая на сухое вещество солода, а в воздушно-сухом солоде около 74—76%.

При производстве опытного затора одновременно определяют время растворения или, вернее, осахаривания, т.е. то время, которое проходит от момента поднятия температуры затора до 70°C до того времени, когда раствор иода перестанет давать окрашивание в капле затора; затем в экстракте сусла определяют сырую мальтозу, а также и отношение мальтозы к „немальтозе“. Наконец, определяют цвет и запах сусла и, кроме того, свойства сусла при фильтровании, т.е. быстро ли фильтруется сусло или медленно, прозрачное оно или опалесцирующее. Время осахаривания колеблется при светлом солоде между 10 и 20 мин., при золотистом солоде—между 15 и 25 мин. и при темном солоде—между 20 и 35 мин.

Отношение мальтозы к немальтозе в экстракте:

в светлом солоде	1:0,4—0,5
„ золотистом солоде	1:0,5—0,6
„ темном солоде	1:0,6—0,7

Цвет солода выражается в кубических сантиметрах 1/10 нормального раствора иода, необходимого для окрашивания 100 см³ воды до того же цвета, как и сусло, полученное при опытном заторе.

Светлый солод имеет цвет	0,16—0,25
Золотистый „ „ „	0,4 —0,5
Темный „ „ „	0,6 —1,0 и выше.

Кроме этих обычных и для оценки солода достаточных анализов, в настоящее время, когда требуется более подробное ознакомление со свойствами солода, применяются еще и другие методы исследования.

Так, например, в начале новой кампании солодования необходимо узнать конечную степень сбраживания лабораторного сусла, которое для светлого солода доходит до 75%, а для темного до 65%. Затем определяют кислотность посредством последовательного титрования, буферность и

концентрацию водородных ионов. Наконец, определяя общее содержание азота, т.е. растворимые и коагулируемые белковые вещества, а также формолитного азота, можно узнать степень гидролиза белкового вещества при проращании. Приводим приблизительные нормы:

	С о л о д	
	Светл.	Темн.
растворимого N в % общего N . . .	29—35	24—30
коагулируемого N в % раствор. N . .	21—26	16—25
" N в % общего N . . .	7—9	4—7

Следующая таблица дает величины для формолитного азота и для содержания кислоты. 100 г сухого вещества солода в среднем содержат:

Годы	Формолитного N		Кислот в куб. см норм. раств.		
	мг	куб. см норм.	Нейтральн. красн.	Фенол-фталеин	Всего.
1923	187	13,3	3,9	13,5	17,4
1924	210	15,0	3,3	15,4	18,7
1925	197	14,1	4,2	12,2	16,5
1926	227	16,2	4,55	12,6	17,15
1927	186	13,3	5,00	9,5	14,50

Приготовление карамельного солода. При сушке солода всегда получают продукты поджаривания, которые окрашивают сусло в различные цвета, от желтого до коричневого, но получаемое из такого солода пиво с темной окраской во многих странах и, в особенности, в Баварии не удовлетворяет потребителей. В таких случаях желаемый коричневый цвет пива приходится получать другими способами, а именно, применяя специально изготовляемый темно-окрашенный солод.

При изготовлении подобного цветного солода пользуются высокой температурой сушки, при которой крахмал и остальные углеводы мучнистого тела переходят в коричневые легко растворимые в воде вещества, называемые гуминовыми веществами, карамелью, ассамаром и т. д., состав которых до настоящего времени еще не установлен. Для образования их требуется темпе-

ратура по меньшей мере в 170—200°С. Вследствие этого цветной солод не изготавливается на обычных сушилках, как не дающих такого высокого нагревания, а производится в барабанах, похожих на барабаны, употребляемые для жарения кофе (рис. 19).

Так как некоторая степень влажности способствует образованию коричневой окраски мучнистого тела, то для

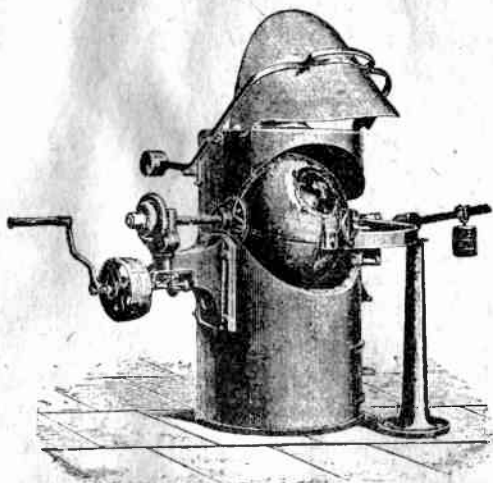


Рис. 19. Аппарат для поджаривания солода.

изготовления цветного солода последний берется из сушильного аппарата тогда, когда ростки только начали отпадать и зерно при раскусывании еще не хрупкое.

Поджаривание в барабане производится с большою осторожностью; хотя пределы температуры могут быть и очень широкими, но надо избегать обугливания зерна, так как даже при очень небольшом обугливании солода уменьшается не только его сила окрашивания, но при этом образуются вещества, противные на вкус и пахнущие гарью.

Для поджаривания солода употребляются аппараты с шаровым барабаном, которые устроены так, что шар сам выкатывается из нагревательного помещения, как только солод будет готов. Этот момент точно определяется регулятором.

Цветной солод, обладающий высшей степенью окрашивания, имеет темно-коричневую оболочку и черно-бурое мучное тело. Он легко растирается в ступке, и вола после варки с солодом (1,5 г солода на 1 л воды) и отфильтровывания дает темно-коричневый, почти безвкусный раствор, который после разбавления с иодом не дает уже больше характерного окрашивания. Такого цветного солода требуется сравнительно большое количество (около 1% затираемого солода), чтобы придать суслу из баварского солода требуемый темный цвет.

Лучший цветной солод будет, конечно, тот, минимальное количество которого дает требуемый определенный цвет. Однако, пригодным считается также и такой мало поджаренный цветной солод, который при своей светло-коричневой окраске мучного тела содержит поджаренные декстрины, окрашивающиеся иодом. Если его и приходится употреблять большее количество, то зато получается повышенный выход экстракта.

Цветной солод, конечно, не имеет уже больше действующего диастаза.

В Германии известен цветной солод, патентованный М. Гаумюллером (D. R. P. 43641), употреблявшийся издавна в Англии под названием „crystallized malt“ и изредка изготовлявшийся и в Германии. Такой солод, поступающий в торговлю под названием карамельного солода, имеет светло-коричневую оболочку и коричневое стекловидное мучное тело. Он на вкус сладкий, не пахнет гарью и обладает слабой окрашивающей способностью. Его готовят таким образом, что зеленый или увлажненный сушеный солод сначала нагревается при низкой температуре; после начавшегося превращения крахмала в мальтозу и декстрин, его поджаривают при более низкой температуре, чем обычно.

По патентованному способу Гаумюллера поступают следующим образом. Сушеный солод опрыскивается водой, так что он после 30 часов впитывает 50% воды. После этого влажный солод в закрытом сосуде постепенно нагревается до 60°С и при этой температуре его держат в течение 3 часов

для осахаривания, затем влажность осторожно удаляется на сушилке и, наконец, он поджаривается, как обычно.

Так как весь крахмал мучнистого тела невозможно превратить в мальтозу и декстрин, то цветной солод содержит всегда значительное количество крахмала, окрашивающегося иодом в синий цвет. Этот солод, вследствие слабой окрашивающей силы, не пригоден для окраски темного баварского пива. Но его целесообразно применять для светлого пива средней окраски, которому он придает более полный вкус. При оценке карамельного солода следует принимать во внимание и выход экстракта.

Карамельный солод в своем составе имеет особое вещество, найденное Бранд'ом и называемое малтолом; это кристаллическое вещество, формулы $C_6H_6O_3$, неизвестного происхождения. Прежнее предположение, что это поджаренный декстрин,—не верно. В темном пиве малтол встречается всегда, но в крайне незначительном количестве. С хлорным железом он дает такую же реакцию (фиолетовое окрашивание), как и салициловая кислота, так что можно подозревать, что к пиву, для изготовления которого применяется карамельный солод, примешивается салициловая кислота. В этом случае, как показал Бранд, можно при посредстве милонового реактива отличить малтол от салициловой кислоты. Последняя при нагревании с Милоновым реактивом дает сильное красное окрашивание, малтол же этой реакции не дает.

Варка пива.

Поступающий в варку солод предварительно очищается от пыли в полировочных машинах. Обработка солода в дальнейшем производится таким образом: дробленый солод смешивается с водой, и эта смесь постепенно нагревается до высшей температуры ($75^{\circ}C$). Весь процесс называется затиранием, а смесь дробленого солода с водой — затором. При затирании вода извлекает растворимые составные части солода, и крахмал переходит в способный

к брожению легко растворимый солодовый сахар и декстрин; белковые вещества гидролизуются, фосфорная кислота освобождается из органических соединений. Все перечисленные превращения совершаются вследствие деятельности энзимов. Жидкость, освобожденная после окончания процесса затирания от нерастворившихся составных частей солода и содержащая сахар, декстрины, белковые вещества, аминокислоты, минеральные, красящие, ароматные вещества и т. д., называется суслом. Прозрачное сусло варится с хмелем и после отделения хмеля охлаждается и дает после брожения пиво.

Таким образом, варка пива происходит в варочном отделении и охватывает:

1 — приготовление сусла,

2 — варку его с хмелем.

Перед затиранием происходит процесс дробления солода.

Подготовительной работой к процессу брожения является охлаждение сусла.

Дробление солода. Чтобы дать возможность тесному соприкосновению составных частей зерна с водой затора, солод следует раздробить. Раньше это производилось на обыкновенных мельницах. В настоящее время употребляются специальные дробильные аппараты (крупного измельчения), которые ставят в особых помещениях, расположенных над помещением варочного отделения и таким образом, чтобы дробленный солод попадал прямо в заторный чан.

При дроблении солода следует обращать внимание на то, чтобы шелуха (оболочка) не слишком измельчалась, так как она служит впоследствии при фильтровании сусла естественным фильтровальным материалом. Если оболочка зерна слишком сильно измельчена, то она так плотно слеживается в фильтровальном чану, что препятствует стеканию сусла. Мучнистое тело, напротив, должно быть измельчено возможно мельче для того, чтобы получить хороший выход экстракта. Это относится особенно к солоду короткого рощения, имеющему твердые концы. Чем более солод хрупок, тем легче достигается измельчение.

Правильно измельченный хороший солод состоит из измельченной оболочки и мелких частиц (крупы и муки) мучнистого тела. На ощупь он рыхлый и мягкий.

Такой дробленый солод получается путем измельчения

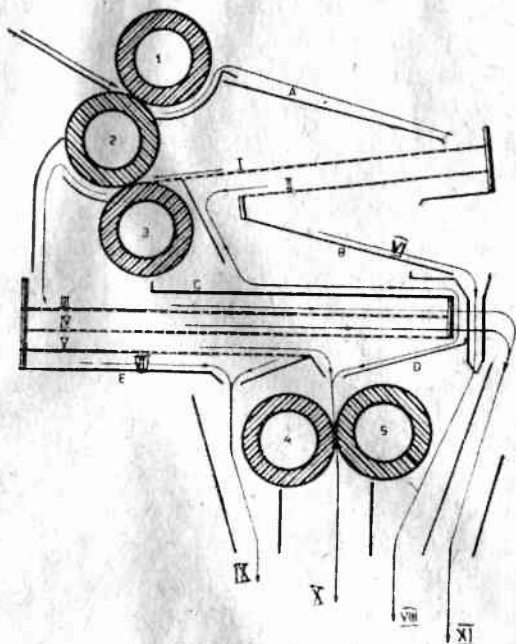


Рис. 20. Схема помола универсальной мельницы. I — оболочки и крупки; II, V — грубая крупа; III, IV, XI — оболочки; VI, VIII — мука первая; VII, IX — мука вторая; X — мелкая крупа.

его между гладкими и рифлеными вальцами; применяются дробилки с 4, 5 и 6 вальцами.

В настоящее время при дроблении пользуются еще ситами; это дает значительное улучшение работы, так как позволяет получать полное размельчение мучнистого тела и по возможности предохраняет оболочки от чрезмерного измельчения.

Дробилки без сит хорошо измельчают только солод, разрыхленный до самых кончиков, а дробилки с ситами не требуют такого большого разрыхления; потери при изготовлении солода при такой конструкции уменьшаются.

Для лучшего использования ячменя или солода имеет большое значение конструкция дробилки и правильное обращение с ней.

В высшей степени работоспособной дробилкой является универсальная дробилка машинной и мельничной фабрики Гуго Греффениус во Франкфурте (рис. 20). Она имеет пять валцов с тремя ходами и пятью ситами. Она дает надлежащий размол оболочки, крупы и муки. Солод дробленый на совершенной дробилке не имеет крупной крупы, а состоит только из средней и мелкой. Слишком большого содержания мелкой муки, которая дала бы в варочном отделении большой выход экстракта, следует избегать, так как в этом случае создаются большие затруднения при фильтровании. Если имеется фильтровальный чан для осветления сусла и заторный чан, то дробленый солод может содержать больше муки. Для оценки дробленого солода необходимо в лаборатории производить сортировку при помощи движущихся сит (сит Бюллера, плоских сит Пфунгштедта), которые при работе дают следующую картину:

Оболочки I.	Обол. II.	Обол. III.	Крупка I.	Крупка II.	Крупка III.	Мука.
4,3%	5,5%	3,0%	10,0%	11,2%	56,0%	10%

Выпущенная в последнее время на рынок фирмой Греффениус дробилка дает возможность в связи со старой мельницей производить мелкое дробление, одновременно предохраняя оболочки зерен.

Приготовление сусла. Оно состоит из затирания и фильтрования.

В пивоварении практикуются два главных способа затирания: декокционный (отварный) и инфузионный (способ настаивания).

Оба способа имеют различные видоизменения; иногда проводят затирание комбинацией обоих способов.

При декокционном способе температура затора постепенно повышается до высшей (75°C) допускаемой указанным способом температуры; повышение температуры затора производится таким образом, что определенная

часть затора варится, а потом ее соединяют с не вареной частью.

При инфузионном способе варка затора не произво-

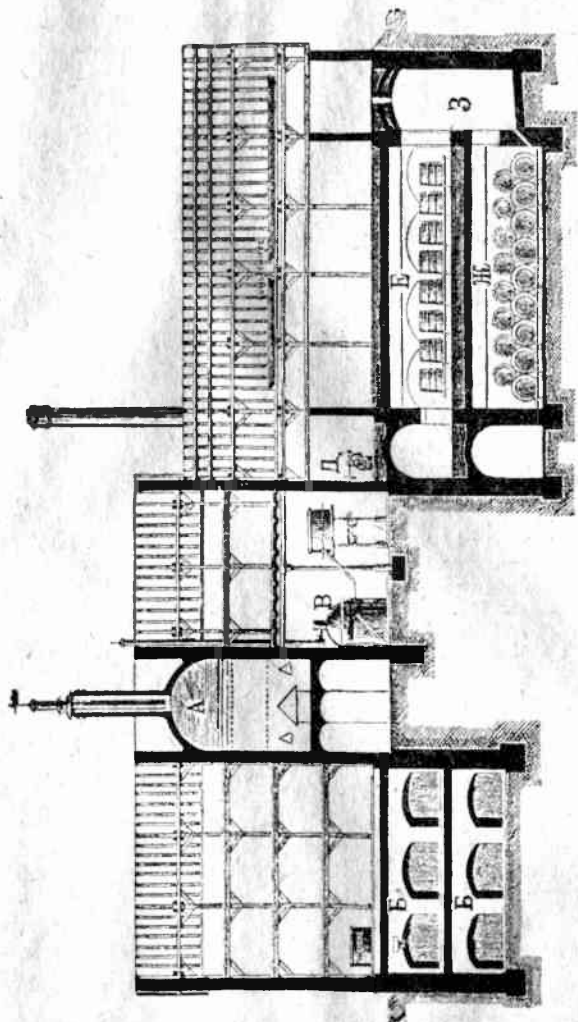


Рис. 21. Часть пивоваренного завода в разрезе.

А — сушильня; Б—Б — тока; В — сусловаренный и заторный котлы; Д — дробилка;
Е — бродильня; Ж — лагерный подвал; З — помещение для льда.

дится. В этом способе высшую температуру затирания получают различными способами, смотря по тому, каким способом работают: затирают ли горячей или холодной водой.

В первом случае дробленый солод помещают в горячую воду с тем расчетом, чтобы после затирания затор имел необходимую температуру.

В последнем случае дробленый солод смешивается с холодной водой, и затор доводят до необходимой температуры

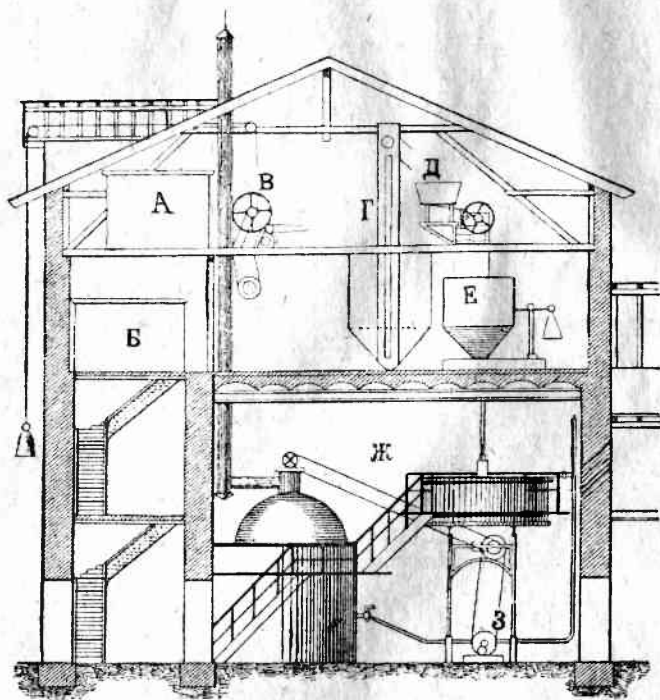


Рис. 22. Варочное отделение с заторными чанами и с заторным котлом. А—холодный резервуар; Б—теплый резервуар; В—подъемник; Г—элеватор; Д—дробилка; Е—весы; Ж—варочный котел; З—насос.

пропусканьем пара или прибавлением горячей воды.

Для затирания по инфузионному способу употребляется один заторный чан, а по декокционному способу должен быть еще второй котел для варки затора.

На маленьких заводах заторный чан одновременно служит и для отделения сусла от дробины. На больших пивоваренных производствах, где заторный чан необходимо возможно скорее освободить для нового затора, имеются

особые фильтровальные чаны, или пользуются фильтр-прессами.

Варочное отделение. На заводах среднего размера целесообразно устраивать варочное отделение между солодовней и холодильным и бродильным отделениями, как это видно из рисунка 21.

Над варочным отделением устанавливается дробилка для того, чтобы дробленый солод попадал в заторный чан самым коротким путем (это видно из рис. 22).

Варочное отделение должно быть просторное и светлое и устроено так, чтобы можно было без особого труда поддерживать самую безукоризненную чистоту.

Потолок, стены и пол должны быть из прочного материала, так как иначе влажный воздух варочного отделения будет сильно их разрушать. Стены должны быть гладкие и нижняя часть их на высоту одного метра от пола цементована. Верхние части стен и потолков белят известкою. Для удаления неизбежно выделяющихся паров должна быть устроена хорошая вентиляция при помощи одного или нескольких вытяжных каналов.

Декокционный способ, являющийся самым распространенным в Европе, бывает одно- и двухварочный.

При одноварочном способе на маленьком заводе достаточно иметь один заторный чан, служащий вместе с тем и фильтровальным, с предзаторным аппаратом и мешалкою для перемешивания. Затем имеются сусл-варочный котел (одновременно служащий, как заторный), хмелеотделитель, и заторные и сусл-вой насосы.

При двухварочном способе (рис. 23) аппаратура состоит из заторного чана, варочного котла для затора, фильтровального чана с приспособлением для выщелачивания дробины и сусл-варочного котла с необходимыми насосами.

Заторный чан изготавливается из железа или меди. Чтобы избежать слишком скорого охлаждения затора, чан обшивается деревом или изолируется каким-либо иным материалом. Форма заторного чана обычно круглая, так как при ней мешалка для перемешивания затора конструи-

руется наиболее легко. Мешалка для перемешивания является очень важной составной частью аппарата. Мешалки бывают самых разнообразных конструкций. Самым подходящим устройством для перемешивания затора является пропеллер, т. е. наискось согнутые крылья, быстро вертящиеся вокруг

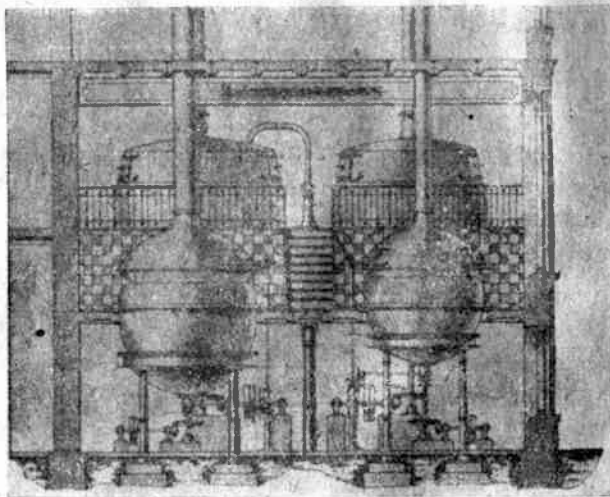


Рис. 23. Расположение котлов и чанов при двухварочном способе.

вертикального вала, благодаря чему затор хорошо перемешивается.

В связи с заторным чаном имеется предзаторный аппарат, служащий для того, чтобы дробленый солод до поступления в чан перемешивался с водой, вследствие чего избегается распыление дробленого солода. Самой простой формой предзаторного аппарата является широкая труба, по которой проходит солод из дробилки и в которой устроены зигзагообразные плоскости с многочисленными отверстиями для выхода воды. Если в заторном чане имеется пропеллер, то предзаторного аппарата не нужно.

Если заторный чан служит также и для фильтрования, то в нем находится разборное сетчатое ложное дно, фильтровальные краны и приспособления для

выщелачивания дробины. Если заторный (фильтровальный) чан помещается выше сусловарочного котла, то в связи с чаном имеется медное корыто, в которое после фильтрования стекает сусло. Если же он помещается ниже, то сусло стекает в сосуд, находящийся в углублении пола в, так называемый, гранд, откуда сусло насосами подается в сусловарочный котел. В первом случае получается экономия не только от отсутствия гранда, но и избегается сильное охлаждение сусла.

Фильтровальный чан, как и заторный, бывает круглой формы (рис. 24); строительным материалом служит железо с деревянной обшивкой, чтобы избежать сильного охлаждения сусла. Фильтровальный чан обычно имеет больший диаметр, нежели принадлежащий к нему заторный чан, чтобы при низком слое дробины получить большую площадь дна для более быстрого фильтрования.

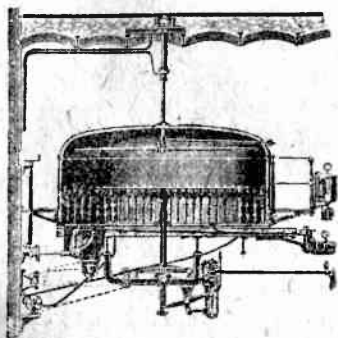


Рис. 24. Фильтровальный чан.

По Таузину отношение глубины к площади дна должно быть 1:4 до 1:4,5.

Сетчатое дно фильтровального чана состоит из большого числа (8—12 и больше) медных, или железных, или же сделанных из фосфористой бронзы плит, снабженных мелкими (0,6—1 мм) дырками или же прорезами. Эти плиты снабжены ножками в 1—2 см высоты; они укладываются плотно одна возле другой. Так как плиты лежат на ножках, то между дном чана и сетчатым дном образуется свободное пространство, из которого стекающее с дробины осветленное сусло можно удалять. Для этой цели к дну фильтровального чана присоединено известное количество медных трубок (фильтровальная батарея), по которым стекает сусло в гранд или в продолговатое открытое корыто.

Для промывки дробины на маленьких заводах пользуются гидропультами. На больших заводах в фильтро-

вальном чане устроены особые промывательные аппараты. Чаще всего они состоят из горизонтальной трубы, вращающейся вокруг вертикальной оси; труба приводится в движение по принципу водяного сегнерова колеса вследствие вытекания воды из обеих половинок трубы из отверстий, расположенных с противоположной стороны.

В новейшее время на маленьких заводах, вместо, так называемого, вращающегося креста стали применять тарелкообразные сосуды (плавающие ящики Гофмана), на которые течет вода для промывания и, стекая с них, равномерно распределяется по слою дробины.

Для ускорения фильтрования в новейшее время фильтровальные чаны стали снабжать приспособлениями для сохранения температуры затора.

Для разрыхления дробины большие фильтровальные чаны снабжены разрыхляющей машиной, которая одновременно служит и для промывания дробины.

Чан для огневой варки затора рис. 22 делается из железа, или из меди, или из железа, но с медным дном. Последнее делается для увеличения теплопередачи и для увеличения сопротивления изгибу. Форма котла бывает почти исключительно круглая. Медь предпочитается железу, так как она прочнее и является лучшим проводником тепла. Как заторный котел, так и сусловарочный, снабжены полукруглыми колпаками, которые соединены с вытяжными каналами, служащими для удаления паров из варочного отделения. Для наблюдения за затором или суслом во время варки, а также для доступа в него для очистки, в колпаках устроены отверстия, закрывающиеся дверцами на роликах. Чтобы затор во время варки не пригорал, в варочном котле имеется мешалка более или менее простой конструкции или, что лучше всего, пропеллер. В передней боковой стенке у дна имеется выпускная труба, закрываемая с обоих концов подвижным или винтовым вентилем и защищенная от огня каменной обмуровкой.

Наконец, внутри котла имеются трубопроводы для холодной и горячей воды.

При устройстве топки следует обращать внимание не только на максимальную экономию топлива, но и на возможно лучшее предохранение котла. Поэтому надо целесообразно устраивать обмуровку, колосники и тягу в топке. Достаточно хорошая обмуровка ограничивает потерю теплоты через лучеиспускание. Так как при варке затора котел приходится во время нагревания опустошать почти совсем, то следует обращать внимание на то, чтобы огневые газы попадали только туда, где еще имеется остаток затора или вода, поэтому тягу устраивают только под дном и обмуровывают стенки или делают так, чтобы стенки только до незначительной высоты омывались огневыми газами. В то время, как площадь колосниковой решетки должна быть по возможности небольшая, расстояние между колосниками и расстояние между дном котла и колосниковой решеткой не должно быть малое. По Таузингу, при употреблении каменного угля самое малое расстояние считается в 0,8 м, так как нагрев дна котла должен происходить не от пламени топлива, а только от лучеиспускания. На основании этого, колосниковую решетку помещают перед дном котла, с расчетом на полное сгорание топлива.

Сусловарочный котел с огневою топкою. Лучшим материалом для изготовления котла служит опять-таки медь, но и железные котлы как с медным дном, так и без медного оказались также пригодными и их, вследствие дешевизны, даже предпочитают медным. Сусловарочный котел делают глубоким и круглым, как и заторный, хотя одно время предпочитали четырехугольную плоскую форму. Дно котла делают слегка выпуклым. Как заторный котел так и сусловарочный снабжены колпаком для отвода паров воды и затем трубопроводом для холодной и горячей воды. Топка сусловарочного котла должна удовлетворять тем же требованиям, какие предъявляются к топкам заторного котла.

Хмелеотделитель. Хмелеотделитель обычно делается из железа в форме четырехугольного ящика. Внутри его устанавливаются, образуя меньший ящик, пять легко вынимающихся сит, на которых остается хмель, а сусло заполняет пустое пространство и стекает к расположенному ниже

насосу, при помощи которого оно передается на охлаждение. Хмелеотделитель помещается большею частью в варочном отделении, сбоку и ниже суслотварочного котла; иногда, он помещается на холодильнике, что менее целесообразно.

Для вытеснения находящегося в хмеле сусла сконструирован аппарат, снабженный приспособлением для прессования и промывки.

Насосы. Для заводов, на которых имеется и заторный, и фильтрационный чаны, необходимы и два насоса. Для заводов с одним заторным чаном, употребляющимся как и фильтровальный, достаточно одного насоса.

Заторный насос должен перекачивать кипящий затор из котла обратно в чан. Суслотварочный насос там, где фильтровальный чан помещается над котлом, служит только для того, чтобы перекачать сусло на холодильную тарелку. Если фильтровальный чан помещается ниже котла, то суслотварочный насос еще перекачивает сусло из гранда в котел.

Конструкция насосов бывает различная: или поршневая, или центробежная. Ставить между заторным чаном и заторным котлом центробежный насос не рекомендуется, так как он очень легко разбивает оболочки зерен, чего следует избегать.

Варка затора и сусла паром. Паровую варку пива стали применять только в недавнее время (лет 30 тому назад). Это обстоятельство основывалось, во-первых, на историческом развитии пивоваренного производства, а во-вторых, и на своеобразном качестве получаемого при огневой варке затора и сусла, которые по своему составу могут быть очень разнообразными.

Против введения пара были возражения, что пиво, сваренное таким путем, имеет и другой вкус, и меньшую прочность, и недостаточную полноту вкуса.

Однако, при сравнительном опыте варки огнем и паром, произведенном опытно-показательной станцией для пивоварения в Берлине, не удалось доказать какой-нибудь разницы во вкусе и в других свойствах пива. Этот опыт был повторен в других местах при изготовлении пива различных качеств и получились те же результаты; однако, впо-

следствии были опять сделаны наблюдения, показавшие различие в свойствах пива в зависимости от способов нагревания.

А. Рейхард недавно предпринял любопытные опыты относительно коллоидно-химических процессов, происходящих при варке огнем и паром, для того, чтобы найти причину разницы в свойствах пива.

Заметное в пользу огневой варки различие выявилось только при обработке плохо разрыхленного солода (более быстрое разрушение крахмала, увеличение экстракта, улучшение коагуляции белков, лучшее фильтрование сусла). Этот результат основывается на лучшем гидролизе коллоидальных составных частей затора (крахмала, белка и т. д.) под влиянием лучистой теплоты. Затор при нагревании на огне лучше проваривается.

При паровом нагреве вследствие более плохого проваривания, по Рейхарду требуется хорошее разрыхление солода, получаемое при правильном ведении процесса прораствания. Пиво, полученное варкою на огне, славится у опытных пивоваров своим полным вкусом.

Наконец, является вопрос, не уничтожаются ли эти различия между пивом, сваренном на огне и на пару, применением современных дробилок и предварительным затором плохо разрыхленного солода.

Преимущества варки на пару следующие:

1. Экономия топлива, достигающая по Ганценмюллеру 10.—20% сравнительно с количеством топлива, необходимого при огневой топке; если же принять во внимание, что при паровом нагреве можно применять более дешевое местное топливо, которое не всегда можно использовать при огневой топке, то экономия достигает до 20 — 30%.

2. Регулирование температуры легче и правильнее, так как оно выполняется паровым вентилем; приток тепла всегда можно или увеличить, или уменьшить, смотря по требованию варки.

3. Подгорания затора и прогорания дна котла в этом случае не бывает.

4. Достаточно иметь одно центральное место для топки, обслуживаемое одним только истопником в то время, как при огневой варке необходимо иметь для каждого котла свою топку и особого истопника.

5. Под паровым котлом можно сжигать любое, даже малоценное топливо, а огневая топка требует большую

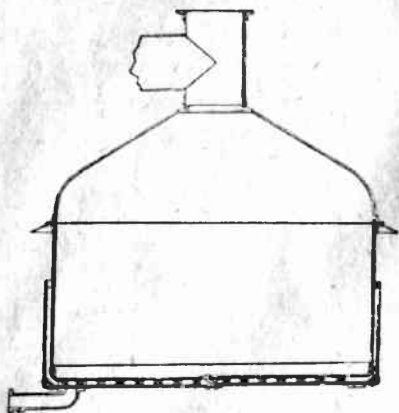


Рис. 25. Паровой варочный котел с плоским дном.

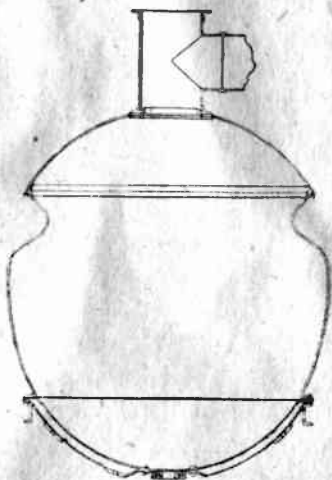


Рис. 26. Яйцеобразный котел с паровой рубашкой.

частью только хорошего, часто сравнительно дорогого угля.

6. При устройстве парового котла не требуется обмуровки заторных и варочных котлов.

Существуют три системы обогрева варочных котлов:

1 — котлы с паровой рубашкой,

2 — котлы с неподвижными нагревательными трубами,

3 — котлы с подвижными нагревательными трубами.

Котлы с паровой рубашкой изготавливаются из железа или из меди и железа и имеют различную форму (рис. 25, 26). Имеются цилиндрические котлы с плоским дном, которые приравняются по форме к котлам с огневой топкой, затем цилиндрические котлы с выпуклым дном и, наконец, шарообразные и яйцеобразные. В цилиндри-

ческих котлах нагревание дна и стенок производится или одновременно, или порознь; в котлах с выпуклым дном применяется нагрев только дна.

Котлы с неподвижными нагревательными трубами почти одинаковы с котлами с огневой топкой и легко могут быть переделаны на котлы с паровым нагревом. Г. Кранц в Аахене рекомендует круговое распределение труб, как особенно пригодное устройство для небольших заводов, а Гартман в Оффенбахе предлагает кольцеобразные нагревательные аппараты.

В котлах с подвижными нагревательными трубами эти последние, находясь большею частью в связи с вертикальной поллой осью, действуют, как аппарат для перемешивания.

Следует обратить внимание на необходимость хорошего перемешивания, особенно в котлах с неподвижными паровыми нагревательными трубами. Часто случается, что находящаяся под трубами часть затора недостаточно равномерно прогревается и вследствие этого пиво, полученное из такого затора, имеет склонность к помутнению при сильном охлаждении от выделения белков.

Как правило считается, что при варке паром котел следует нагревать не слишком быстро. По Швакхёферу требуется не более 15 кг пара в час на 1 кв. м площади поверхности нагрева. Чтобы поддерживать равномерное кипение и необходимое нагревание, достаточно иметь давление пара в $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ атм.

Емкость сосудов по Таузингу вычисляется следующим образом.

На 100 кг смеси необходимы:

Заторный чан	5,8 — 7,0	гл	сред.	6,6	гл
Фильтровальный чан	5,8 — 7,0	„	„	6,7	„
Варочный котел	3,0 — 3,6	„	„	3,25	„
Сусловарочный котел					
для 12—13% сусла				6 и 7,2	„

При огневой топке по Таузингу требуется следующее количество каменного угля:

На 1 гл сусла	Для заторного котла кг	Для суслотварочного котла кг	Всего кг
Средний каменн. уголь	3,5 — 5,5 — 7	3 — 4,8 — 6	6,5 — 10,3 — 33
Хороший богемский бурый уголь . . .	5,5 — 8,5 — 12	4,5 — 7,5 — 10	10 — 16 — 22

С того времени, как в больших промышленных центрах стало сильно распространяться газовое отопление, на пивоваренных заводах начали интересоваться отоплением котлов помощью газа, но до сего времени еще не имеется в этом вопросе опытных данных.

В новейшее время в варочных отделениях имеются еще некоторые усовершенствования, а именно: там ставят еще дигестионный аппарат, в котором дробленный солод перемешивается с водой при низкой температуре, а для трудно растворимого зерна (маис и рис) применяют автоклавы, в которых растворение производится под давлением.

Для утилизации тепла воды, уходящей из котла вместе с паром в совершенных варочных отделениях, устраиваются в вытяжных трубах конденсаторы, которые дают большое количество теплой воды, необходимое для мытья аппаратуры.

Общие данные о процессе затириания. Главным процессом при заторе является превращение крахмала при посредстве диастаза солода в способный к брожению сахар (мальтозу) и в декстрин. Диастаз, как уже было выше упомянуто, образуется при прорастании и относится к энзимам или ферментам. Энзимы находятся в животных и растительных организмах и имеют первостепенное значение для жизненных процессов. Они отличаются тем, что, присутствуя в небольших количествах, могут видоизменить большие количества (теоретически — даже неограниченные) органических веществ, причем вещества, на которые они влияют, разлагаются, большей частью с присоединением воды, на более простые группы атомов. Эти последние в теле животных или растений могут

или снова уплотняться с образованием других сложных соединений, или же окисляются в еще более простые соединения, как углекислоту и воду, передавая при этом телу теплоту и необходимую для работы энергию. Известно очень много энзимов, но до сих пор не удалось выделить хотя бы одного представителя в абсолютно чистом состоянии. По своей химической природе многие из них близки к белковым телам, но при помощи новейших методов очищения удалось бесспорно доказать, что многие из них не имеют ничего общего с белковыми веществами. По веществам, на которые они действуют, энзимы разделяют на расщепляющие углеводы, к которым принадлежит диастаз, затем изменяющие протеин, расщепляющие глюкозиды, жиры и т. д. В процессах окисления в животных и растительных организмах важную роль играют окисляющие энзимы, которые могут передавать кислород веществам, способным окисляться. На все энзиматические процессы сильно влияет температура. Имеются определенные максимальные температуры, при которых энзимы совершенно теряют свою активность. Эти температуры для различных энзимов различны. Кроме того, действие всех энзимов связано с определенной кислотностью ($p_{..}$).

Диастатический процесс при заторе есть процесс расщепления, при котором сложная молекула крахмала, присоединяя воду, распадается на более простые комплексы, из которых самым простым является мальтоза $C_{12}H_{22}O_{11}$; она образуется из гипотетической группы $C_{12}H_{20}O_{10}$ вследствие присоединения воды. Крахмал мы можем рассматривать, как вещество, состоящее из x таких групп, следовательно, $x(C_{12}H_{20}O_{10})$. Декстрины являются промежуточными продуктами между крахмалом $x(C_{12}H_{20}O_{10})$ и мальтозой $C_{12}H_{22}O_{11}$; они возникают при разложении крахмала на более простые комплексы с присоединением воды, что дает нам возможность дать декстрину формулы: $x'(C_{12}H_{20}O_{10}) \cdot H_2O$, $x''(C_{12}H_{20}O_{10}) \cdot H_2O$, $x'''(C_{12}H_{20}O_{10}) \cdot H_2O$ и так далее, в которых x''' меньше, чем x'' , x'' меньше, чем x' , а x' меньше x . Крахмал солода, как и крахмал вообще, в воде при обыкновенной температуре не растворяется.

Если крахмал нагреть с водой, то крахмальные зернышки увеличиваются в объеме, они разбухают и, когда будет достигнута определенная температура при не слишком низкой концентрации, они лопаются и изливают свое содержимое в окружающую жидкость, воспринимая последнюю в себя. При этом образуется гомогенная на вид клейкая масса, — крахмальный клейстер. Образование клейстера крахмалом солода не наступает при определенной температуре сейчас же, как в картофельном крахмале, а только постепенно и заканчивается при $75^{\circ} - 80^{\circ} \text{C}$. Если в практике затирания образование клейстера не заметно, то это происходит от того, что в солоде, наряду с крахмалом, имеется еще диастаз. Последний влияет растворяющим образом на крахмал раньше, чем успеет образоваться клейстер. Растворяющее действие диастаза появляется, когда солодовая вытяжка перемешается с крахмальным клейстером при 70°C ; при соответствующих условиях концентрации в несколько секунд получается вместо клейстера более или менее подвижная жидкость. Крахмал и клейстер не имеют гомогенного состава, а состоят, согласно новейшим исследованиям, по крайней мере, из двух различных в химическом и физико-химическом отношении веществ, т. е. амилозы и амилопектина. Амилоза переходит при нагревании с водой в раствор с высокой дисперсностью, не образуя крахмального клейстера, вследствие действия амилазы (диастазы), превращающей ее в более простые декстрины. Амилопектин, образующий оболочку крахмала, содержит фосфорную кислоту в форме эфира и дает при кипячении с водой коллоид, образуя клейстер, который с трудом и не полно осахаривается диастазом. Первое действие диастаза на крахмал состоит в том, что разрушается до простых комплексов оболочка зерен, в которых заключается крахмал, и при этом образуется клейстер. В химическом отношении как будто бы существенной разницы нет. Вещество, которое образуется от действия перегретых водяных паров при температуре $120 - 140^{\circ} \text{C}$ на крахмал, называется растворимый крахмал. Растворимый крахмал, под микроскопом едва отличающийся от естественного крахмала, получается от действия на по-

следний 7,5% раствором HCl при обыкновенной температуре в течение 8 дней (растворимый крахмал по Линтнеру). С раствором иода (1 г I , 2 г KJ в 250 куб. см воды) растворимый крахмал дает, как и естественный крахмал, темно-синее окрашивание. Если имеется достаточное количество диастаза и соответствующая температура, то в первую очередь происходит быстрое растворение, а затем уже идет превращение молекул растворимого крахмала в декстрины и мальтозу. В течение этого процесса имеют место следующие иодные реакции. Существуют декстрины, с значительно меньшей молекулой, чем молекула растворимого крахмала, которые с иодом дают красное окрашивание, — эти декстрины называются эритродекстринами (эритро-красный); затем идут декстрины с еще меньшей молекулой, которые с иодом не дают характерного окрашивания и называются ахроодекстринами („ахроос“ — бесцветный). Так как распадение молекул крахмала на различные декстрины и мальтозу происходит не скачками, т. е. не так, что вначале образуется только эритродекстрин, потом только ахроодекстрин и, наконец, мальтоза, а распадение происходит постепенно таким образом, что всевозможные декстрины и мальтоза образуются одновременно, и только количество сложных декстринов уменьшается с продолжительностью действия; поэтому с иодным раствором затвор может дать всевозможные окраски от темно-синего через сине-фиолетовый, красно-фиолетовый до бурого. Если с иодом не получается характерного окрашивания, это значит, что эритродекстрина уже больше нет. В практике затирания разрушение крахмала доводят во всех случаях до этой стадии. Количество же ахроодекстрина, остающегося к концу процесса затирания вместе с мальтозой, бывает не слишком большим, притом непостоянным. Очевидно здесь приходится иметь дело с молекулами различной величины. Полный переход крахмала в мальтозу при тех обстоятельствах, которые мы имеем в процессе затирания, не достигим, а в практике пивоварения и нежелателен. Декстрины являются важной составной частью сусла и готового пива.

Амилодекстрином называется первый продукт распада; он очень близок к крахмалу и с иодом дает синее окрашивание.

Амилодекстрин—есть главная составная часть растворимого крахмала; он не восстанавливается фелинговой жидкостью, в холодной воде растворяется трудно, а в горячей—легко. Все продукты разрушения крахмала, за исключением эритродекстрина На, в воде легко растворимы и все оптически деятельны, вращая вправо. Однако, способность вращения, идя от амилодекстрина к мальтозе, постепенно уменьшается, а восстановительная способность раствора Фелинга увеличивается. В кристаллическом состоянии можно получить только мальтозу. Декстрины не кристаллизуются; они при подходящих условиях могут образовать только сферо-кристаллы. Но так как сферо-кристаллы не представляют собою индивидуальных кристаллов, а суть шаровидные агрегаты тонких игл, которые легко растворяются в маточном растворе, то образование их не может считаться критерием чистоты вещества. Эритродекстрин Па особенно легко образует сферо-кристаллы, которые трудно растворимы в холодной воде. Эритродекстрин Па без сомнения идентичен с исследованным Брауном и Моррисом амилодекстрином Нэгли. Он является вместе с растворимым крахмалом главной причиной образования в пиве клейстерного помутнения. Из водного раствора крепким спиртом декстрин осаждается в виде тягучих клейких хлопьев или в виде сиропообразной массы. Растиранием их с абсолютным спиртом получают декстрины в виде рассычатых порошков, которые сильно удерживают спирт. При высушивании водного раствора получается стекловидная масса, похожая на гуммиарабик. Высшие декстрины не имеют вкуса, ахроодекстрин имеет очень слабый сладковатый вкус.

Прежние исследователи (Линтнер, Браун и друг.) усердно старались в течение многолетних опытов выделить различные декстрины и характеризовать их, как самостоятельные вещества. Результаты этих исследований стали общим достоянием; научная литература по пивоварению и выше приведенное разделение декстринов на отдельные

группы с подробным описанием их представляет научную ценность. Современная химия крахмала отрицает существование декстринов в виде определенных индивидуумов и рассматривает их, как смешанные, сильно меняющиеся коллоидные агрегаты различных продуктов разрушения крахмала.

Сахар одинакового состава с мальтозой, т. е. изомальтоза, был получен синтетическим путем Эмилем Фишером. Этот сахар до сих пор не был получен в чистом виде и относительно его свойств доказано было только то, что он дрожжами не сбраживается. Линтнер предполагал, что нашел трудно сбраживаемую изомальтозу в числе продуктов разложения крахмала. Другими исследователями существование ее частью подтверждается, а частью оспаривается. В новейшее время Бакер и Гульстон получили декстрин при действии диастаза на ячменный крахмал, с молекулярным весом мальтозы; вероятно, это и есть изомальтоза. В последнее время Линг (Ling) и Нанжи (Nanji) удалось выделить изомальтозу, как продукт разрушения крахмала, и этим подтвердить открытие Линтнера.

Рассмотрим теперь подробнее факторы, которые влияют на ход разрушения крахмала во время процесса затириания. Уже было указано, что полного перехода крахмала в мальтозу осуществить до сего времени не удалось. Даже при самых благоприятных условиях, никогда больше 80% крахмала не переходят в мальтозу и остаток состоит из ахроодекстрина. В практике затириания количество мальтозы редко поднимается выше 75% и может понизиться до 65%.

Факторами, влияющими, главным образом, на соотношение между мальтозой и декстринами в сусле, являются:

- 1) количество действующего диастаза
- 2) температура процесса и
- 3) продолжительность действия.

Эти факторы, знанием которых мы обязаны, главным образом, исследованиям Кьельдаля, влияют самым различным образом. Можно при малом количестве диастаза и большой длительности процесса достигнуть иногда того же результата, как и при большом количестве диастаза и

малой продолжительности действия, или же при низкой температуре и большой длительности действия получить то же, что и при высокой температуре и непродолжительном действии. Та температура, при которой диастаз в одинаковых условиях и в самое короткое время дает наибольшее количество мальтозы, называется оптимум температуры (высшая). Для диастаза оптимум температуры 55—63° С. Но при этом предполагается, что крахмал, поступающий в обработку, имеет такое строение, на которое легко действует диастаз, т. е. в форме клейстера или в форме растворимого крахмала. При действии диастаза на не оклейстеризованный крахмал отношения несколько изменяются и часто приходится применять более высокую температуру, превышающую оптимум. Это и имеет место в пивоваренном производстве при затирании. В солоде мы имеем одновременно крахмал и диастаз. Обработка солода производится так, что они не разделяются. Их разделение можно было бы легко осуществить, так как диастаз растворяется в воде, а крахмал не растворяется. Можно было бы водный раствор диастаза отделить, а оставшийся в остатке крахмал кипячением с водой подготовить для обработки диастазом, после чего к подготовленной массе прибавить водную вытяжку диастаза. Подобные способы были введены в практику (способ Шмитца). В первоначальном заторе имеется всегда вместе с неклеястеризованным крахмалом и диастаз, поэтому температуру затора необходимо, в конце концов, поднять до 75° С. Крахмал солода при температуре клейстеризования уже изменяется от действия диастаза; так в одном опыте из 100 зерен крахмала солода изменилось при 50° С—13%, при 55°—56%, при 60°—92%, при 65°—96%; однако, для того, чтобы по возможности все зерна крахмала, даже и самые мелкие, оказывающие особенно большое сопротивление, приняли участие в реакции, указанные выше температуры безусловно необходимы. При этом всегда большее или меньшее количество крахмальных зерен, остающихся при неполном разрыхлении солода в клетках, могут избежать действия диастаза. В пивоваренном производстве могут быть еще и другие обстоятельства, говорящие за необходимость высо-

кой температуры затора, как, например, стремление к замедленному образованию мальтозы. Так, если температура затора выше оптимальной, при одинаковых других условиях, то образуется больше декстрина и меньше мальтозы.

Действие диастаза при 80—84° С, смотря по его ферментативной силе, вообще более или менее быстро прекращается. Эта высшая температура имеет значение только в практике затирания, потому что именно в этих условиях активность диастаза защищается как крахмалом, так и продуктами расщепления мальтозой и декстринами, от губительного действия высокой температуры. В чистых растворах действие диастаза заметно ослабляется, уже начиная с 55° С.

Если соответствующим количеством диастаза действовать на крахмальный клейстер, то образование мальтозы до 66% идет очень быстро, а затем более медленно. Если изобразить течение реакции в виде кривой, то получится круто поднимающаяся линия, которая у указанной точки переходит почти в горизонтальную. Причину этого явления следует искать, главным образом, в образовании ахроодекстринов, которые не поддаются дальнейшему действию диастаза или поддаются, но очень слабо. Когда приблизительно 80% крахмала перейдут в мальтозу, то останется почти только такой декстрин, который произошел, главным образом, из амилопектина.

Влияние количества диастаза на ход диастатического процесса выражается в том, что разрушение до вышеуказанных границ протекает тем быстрее, чем больше имеется диастаза. Количество мальтозы, образовавшейся в определенный промежуток времени, почти пропорционально количеству употребленного диастаза до того момента, пока разрушится приблизительно около 45% крахмала. После этого пропорциональность нарушается, и в конце процесса даже большое количество диастаза не оказывает значительного влияния.

Мы не имеем еще способов для количественного определения диастаза. Но мы можем узнать относительное действие солода, т. е. его ферментативную способность, подвергая крахмал при определенных условиях действию водной

вытяжки солода и определяя количество полученной мальтозы. Чем больше получилось мальтозы, тем выше ферментативная способность солода. Количество диастаза, которое производит действие в заторе на практике, всецело зависит от качества солода. Диастатическая сила зеленого солода, высушенного на воздухе, и светлого солода, высушенного на сушилке при низкой температуре, различна. Она меньше в солоде средней окраски, высушенном на сушилке, и меньше всего в темном баварском. Диастатическая сила обыкновенно считается в 2 мальтозы на сухое вещество солода (100 г) и колеблется в следующих пределах:

в светлом солоде	160—350
в темном „	65—120,

а в венском лежит между ними. Соответственно с этим, количественные отношения декстринов и мальтозы, образовавшихся при одинаковых условиях из указанных трех типов солода, будут различны, а именно:

в светлом солоде	1:3,2
в солоде средней окраски	1:2,8
в темном солоде	1:2.

Соотношение декстринов к мальтозе в пивном сусле зависит, с одной стороны, от ферментативной способности солода, а с другой—от температуры затирания. Удерживая температуру в определенных границах (55—63° С и 63—75° С), особенно при инфузионном способе, можно влиять на отношение декстринов к мальтозе и, вместе с тем, на степень сбраживания. Однако, изменения в процессах затирания, если они не слишком велики, как, например, в способе затирания скачками по Виндишу, не имеют в общем большого влияния на указанные отношения.

Кроме концентраций и температуры, и кислотность раствора, а именно, концентрация водородных ионов, значительно влияет на деятельность амилозы или диастаза. Высший предел p_{H} бывает около 4,7—5,0. В зависимости от кислотности пивоваренной воды кислотность повышается или по-

нижается, а это влияет и на деятельность амилозы—то положительно, то отрицательно.

Кроме диастатического процесса, играют роль еще и другие энзиматические процессы. Так в солоде находится в небольшом количестве мальтаза—энзим, расщепляющий мальтозу. Мальтазу раньше называли глюкозой, превращающей малые количества мальтозы в декстрозу ($C_6H_{12}O_6$), простейшую составную часть крахмала. Энзим фосфатаза освобождает фосфорную кислоту из органических соединений и, таким образом, повышает кислотность сусла. Здесь следует еще указать на влияние фитазы, которая появляется уже при прорастании и продолжает свое действие в заторможенном процессе, отщепляя фосфорную кислоту из фитина. Оптимум ее действия лежит при $p_H = 5,2 — 5,3$ и при температуре $48^\circ C$. Среди различных изменений, которые в настоящее время еще не вполне выяснены, назовем изменения, происходящие с азотистыми веществами солода. Эти последние частью нерастворимы (белковые тела), частью трудно (ксантиновые вещества), частью легко растворимы (альбумины, альбумозы, пептоны, аминокислоты). Альбумины при повышении температуры до $52—54^\circ C$ частично выделяются в нерастворимой форме (коагулируются), частично превращаются, вследствие деятельности протеолитических энзимов (пептаза, триптаза), в альбумозу, пептоны и аминокислоты. Оптимум температуры для расщепления белков лежит при $48—55^\circ C$. Следует избегать слишком большого разрушения белков, так как от этого страдает способность пива держать пену и не получается полного вкуса. Наоборот, слишком незначительное разрушение белков приводит к затруднению при фильтровании и к чувствительности пива к холоду.

Изменения, которым подвергаются составные части сусла в отношении веществ, содержащих азот, при процессе затиарания, основаны, с одной стороны, на условиях растворимости и на способности свертываться, а с другой стороны—на протеолитических процессах. Повышения выхода экстракта при плохо разрыхленном солоде можно достигнуть выдержкой в течение нескольких часов в холодной воде. Вследствие этого, с одной стороны, происходит лучшее

растворение энзимов, а с другой стороны, коллоидные вещества солода переходят в набухшее состояние, которое значительно способствует влиянию энзимов при заторе.

Практика затирания. Способ с отварками (декоктационный). Этот способ распространен в Германии и Австрии и применяется для производства пива низового брожения. Различают одно-, двух- и трех-отварочный способы, смотря по тому, как доводят температуру в заторах до 75°C ,— посредством ли одного-, или двух- или трех-кратного кипячения затора.

Количество солода, предназначенного для затора, называется засыпью, а необходимое для этого количество воды называется наливом. Налив и засыпь должны находиться между собой в соответствующих соотношениях. Количества воды и солода могут быть различны, смотря по тому, какое пиво хотят получить. В этом отношении играют роль и другие обстоятельства, как то: качество солода, характер изготовленного пива, способ затирания и т. д.

В общем можно считать, что воды для затора требуется, по крайней мере, вдвое больше того количества пива, которое должно получиться из этого затора. Употребляемая для затора вода распределяется так, что $\frac{2}{3}$ ее идут на главный налив для затора, а $\frac{1}{3}$ —для промывки дробины.

Баварский способ варки в виде густого затора, при котором делают три отварки, производится следующим образом. Налив—приблизительно 220 л на 1 ц солода. Из них 120 л при обыкновенной температуре идут для затирания, а 100 л идет в котел для варки.

Затирание происходит при постоянном движении мешалки.

Через известные промежутки времени масса оставляется на некоторое время в покое. Этот способ очень выгоден и при посредственном солоде, так как вначале идет пропитывание дробленого солода водой, а, следовательно, и растворение диастаза. Обычно затирание начинается тотчас же, при чем прибавляют кипяток из котла или из специаль-

ного подогревательного аппарата, и температура затора в чане доводится до 35°C при постоянном движении перемешивающего аппарата.

Для экономии времени можно затирание вести сразу теплой водой.

Заторный процесс продолжается далее таким образом, что 3 раза затор по частям спускается в сусловаренный котел, нагревается до точки кипения и опять возвращается в главную массу затора, так что после третьей варки температура затора поднимается до 75°C .

Варят два раза густой затор и один раз отстоявшийся.

При густом заторе следует стараться выпустить в котел по возможности больше твердых составных частей затора, а оставшийся затор должен состоять из жидкой части затора.

Вначале, следовательно, мы имеем в заторном чане весь затор с температурой в 35°C .

Первая варка густого затора.

Для этого приблизительно $\frac{1}{3}$ всего затора спускается в котел, потом осторожно нагревается так, чтобы затор приблизительно через 30 мин. закипел; для избежания пригорания затора следует его сильно перемешивать. Варят в течение 30—45 мин., смотря по тому, какое изготовляют пиво— для долгого ли хранения, или же для быстрого потребления. После возвращения при постоянном перемешивании сваренного затора в заторный чан, температура всего затора поднимается до 50°C .

Вторая варка густого затора.

$\frac{1}{3}$ всего затора опять выпускается в котел и варится так, как и первый густой затор. После возвращения в заторный чан температура всего затора поднимается до 65°C .

Варка отстоявшегося затора.

Количество отстоявшегося затора, которое нужно варить, отмеривается таким образом, чтобы после его возвращения

в заторный чан, температура поднялась до 75° С. Отстоявшийся затор варят в течение 20—30 минут. Все количество затора составляет, приблизительно, 120 л на 1 кг солода.

Для того, чтобы с последним затором в котел попадало меньше твердых частиц, затору дают короткое время спокойно отстояться, а потом применяют приспособления для задержки твердых частей затора и открывают отверстие для выпуска жидкого затора.

Возвращение сваренного затора производится так же, как и при густом заторе, т. е. при постоянном перемешивании, которое продолжается после этого еще в течение 20—30 минут.

Весь затор остается при температуре 75° С в покое в продолжение $\frac{1}{2}$ — 1 часа. Этим заканчивается процесс затирания, и затем затор идет на фильтрацию.

Оставление затора в покое имеет целью дать время осесть дробине. Одновременно происходит еще некоторое осахаривание. Если имеется в распоряжении специальный фильтрационный чан, то затор после варки переводится в него и оставляется в покое.

Наблюдение за находящимся в покое затором дает пивовару определенные признаки качества затора. Если дробина быстро осаждается, то свернувшиеся белковые вещества отделяются в виде хлопьев, а над ними отстаивается прозрачная жидкость; если сусло прозрачно, то это указывает на нормальный процесс затирания. В этом случае спокойная поверхность сусла кажется темной. Если же дробина не осаждается, а белковые вещества поднимаются вверх в виде облака, и если сусло имеет рыжий цвет, то следовательно затор был проведен неправильно: или солод заварен, или же солод был взят слишком свежий, или же он был с другими какими-нибудь недостатками.

Продолжительность всего процесса затирания — при двух густых заторах и одном отстоявшемся — от начала до конца затирания равняется приблизительно пяти часам.

Трехварочный способ применяется, главным образом, для изготовления темного баварского пива.

Для изготовления светлого пива введен сокращенный способ затирания, при котором для получения предельной температуры части затора кипятят только один или два раза. Сокращенный способ затирания, при котором получается значительная экономия времени и топлива, по Виндишу, очень хорош—при условии употребления хорошего солода, высушенного по возможности при высокой температуре—для изготовления светлого, с полным вкусом и не высокопроцентного пива. При этом способе, допускающем в пределах известных границ изменения, затирают по возможности при 62°C и доводят температуру затора до температуры осахаривания, т. е. до $70\text{--}75^{\circ}\text{C}$. Виндиш предлагает, например, следующий способ работы. Затирают при 62°C так густо, чтобы первое сусло имело 20% по Балингу. Во время затирания, когда в заторном чане уже собирается достаточное количество смеси, выпускают часть затора в котел, где сейчас же начинают нагревать до кипения, варят в течение 3—5 минут и быстро возвращают обратно в заторный чан, где только что закончилось затирание. Количество жидкости для варки берется такое, которое при обратном перекачивании подняло бы температуру затора до 70°C . При этой температуре держат до окончания осахаривания в продолжение 30 или 60 минут, смотря по скорости осахаривания; затем выпускают вторую часть затора в котел, так же, как и в первый раз, быстро нагревают до кипения, кипятят 5—10 минут и возвращают обратно с тем, чтобы температура всего затора поднялась до 75°C . Весь процесс затирания продолжается $1\frac{1}{2}$ —2 часа, в зависимости от того, сколько времени затор стоит при 70°C .

Способ настаивания (инфузионный). В Германии этот способ применяется только в единичных случаях. Как уже указано, различают два способа: 1-й—с повышающейся температурой и 2-й—с понижающейся температурой затора.

В первом случае дробленный солод замешивается с частью холодной или теплой воды и затем прибавляют горячей воды, чтобы температура затора поднялась до $65\text{--}70^{\circ}\text{C}$, или же берут сразу все количество воды и повы-

шают температуру затора посредством острого или, лучше, глухого пара. В обоих случаях затор оставляют стоять при температуре 65—70° С в течение 1—1½ часов.

Сюда относится также затираание в котле, при котором в заторном котле производят затираание с холодной водой и при помощи нагревания доводят температуру затора до 65—70° С. При этой температуре затор держится до тех пор, пока не получится полного осахаривания, что узнается при помощи иодной реакции; затем затор нагревают до 75° С, после чего его переводят в фильтровальный чан.

При способе затираания с понижающейся температурой дробленый солод затирается со всей предназначенной для этого водой, имеющей температуру около 77° С, так, чтобы после перемешивания дробленого солода с водой (на 50 г солода 150 л воды) температура затора была бы около 70° С. При этой температуре держат до полного осахаривания, т. е. примерно около 1 часа.

Способ затираания сортированного дробленого солода. Сортировка солода современными дробилками на шелуху и муку привела к такому способу, при котором части дробленого солода, соответственно их составу, подвергаются особой обработке. Этим достигается более полное растворение, благотворно влияющее на вкус пива, и легко регулируется степень сбраживания.

По способу Мерца крупа затирается отдельно и растворяется при кипячении. Шелуха и мука затираются вместе при низкой температуре и, наконец, оба затора смешиваются вместе.

При способе Кубесса крупа затирается в котле, осахаривается и кипятится. Шелуха затирается в другой посуде, оба затора смешиваются при соответствующей температуре и, наконец, при 70° С или выше примешивают муку в сухом или в мокром виде.

Затираание скачками по Виндишу применимо при обработке солода с высокой осахаривающей способностью; оно состоит в том, что перескакивают через температуру (60—65° С), самую благоприятную для образования сахара, и при этом затор с температурой ниже температуры

растворения крахмала перебрасывается в горячую воду или горячий затор в чану с тем расчетом, чтобы температура затора поднялась до 70—75° С.

Если мы рассмотрим еще раз отдельные фазы трехварочного способа, то увидим, что затираание и прибавление горячей воды до температуры 35° С необходимо, главным образом, для растворения диастаза и пропитывания крахмала водой, благодаря чему крахмал готовится к растворению при более высокой температуре; зерна крахмала, разбухающие в воде, благодаря капиллярности, при более высокой температуре легко оклейстеризовываются и лучше растворяются диастазом. Поэтому, при окончательном затираании мы, главным образом, имеем раствор солода более или менее богатый диастазом, смотря, конечно, по качеству солода, который проникает в зерна крахмала, при чем при температуре в 35° С не оказывая значительного влияния на крахмал.

Одна треть всего затора варится так же, как и первый густой затор. Для пива с полным вкусом рекомендуется затор делать по возможности густым. Это имеет двоякую цель: во первых, меньше уничтожается диастаз, и, во вторых, в этом случае попадает больше солода в варку, вследствие чего больше растворяется гуммиобразных веществ, имеющих очень большое значение для полноты вкуса, и, наконец, больше растворяется и крахмала. Диастаз, находящийся в густом заторе, конечно, частью уничтожается, но так как температура 80° С достигается постепенно, то диастаз имеет достаточно времени, чтобы оказать свое влияние на крахмал. Уже при 55° С диастаз сильно действует на крахмал, а при 62—65° С происходит самое интенсивное образование сахара; даже при 70° С диастаз, имеющийся в достаточном количестве, способен еще образовывать сахар. Поэтому при солоде, более бедном диастазом, останавливаются на некоторое время при 60—70° С для осахаривания; между 70 и 80° С он может еще влиять растворяющим образом на крахмал. Выше 80° С влияние диастаза прекращается. Вследствие кипячения, не вполне еще растворенный крахмал хорошо готовится к влиянию

диастаза, гуммиобразные и другие экстрагируемые вещества растворяются, белковые вещества выделяются, и легко изменяющиеся углеводы карамелизуются. По Гриссмейеру, при кипячении суслу происходит образование пептоподобных протеиновых веществ. Таким образом, варка густого затора имеет различное влияние на качество пива.

Если кипяченный затор водворить в чан, то при температуре в 50°C в невареном густом заторе остающийся неослабленный диастаз влияет на декстрины и на оклейстеризованный крахмал, в то время как при вышеуказанной температуре, но в невареном заторе, крахмал только частично подвергается его влиянию. Вместе с тем, температура в 50°C является такой температурой, при которой лучше всего гидролизуются белковые вещества. Если специально стремиться к этой цели, то эту температуру следует держать в продолжение 20—40 мин. Образование органических фосфатов также лучше всего происходит при последней температуре.

При варке второго густого затора повторяются в общем те же процессы, как и в первом. После возвращения вареного затора в чан, температура поднимается до 65°C , при которой крахмал солода, подвергаясь очень сильному действию диастаза, переходит в мальтозу и декстрин. Для полного превращения мелких зерен, несколько изменившихся при сушке, с чем встречаемся и в самом лучшем солоде,—нагреть затор до 75°C безусловно необходимо. Это достигается кипячением отстоявшегося затора.

Как видно из предыдущего, при кипячении густого затора большую роль играет диастаз, гидролизующий крахмал. На это всегда следует обращать особое внимание и стараться при кипячении не слишком быстро разрушать диастаз, но дать постоять достаточное количество времени при температуре $50—70^{\circ}\text{C}$ для того, чтобы диастаз проявил полное свое действие. При недостаточно хорошем солоде с малой диастатической силой рекомендуется температуру от $60—70^{\circ}\text{C}$ проходить медленнее, нежели обычно при нормальном солоде. Возвращение горячего затора в чан всегда следует производить с осторожностью, чтобы избе-

жать переварки солода, так как с этим связано уничтожение диастаза.

Обычно считают, что в пивоваренном заторе содержится очень большое количество диастаза, и вследствие этого полагают, что обращаться с ним бережно не следует. Но это мнение совершенно неправильно, так как, с одной стороны, сила имеющегося диастаза полностью не проявляется, а с другой стороны, приходится считаться со значительными колебаниями в ферментативной способности и самого сушеного солода. Темный баварский солод часто обладает только $\frac{1}{4}$ диастатической силы светлого солода. Из этого ясно, что при обработке его следует более строго придерживаться определенной температуры, нежели при обработке светлого солода.

Довольно правильную оценку содержания диастаза при обработке баварского солода по варочному способу дают нам следующие цифры, которые были получены в варочном отделе и которые относятся к ферментативной способности солода в различной стадии процесса затиранья. Пробы для определения ферментативной способности брались тогда, когда весь затор находился в чану, а последняя проба—при начале фильтрования. При этом активного диастаза оказалось: при $35^{\circ}\text{C}=100$, при $52,5^{\circ}\text{C}=61,1$, при $62,5^{\circ}\text{C}=26,8$, при фильтровании= $7,3$.

Из этих данных видно, что при плохом солоде и при неосторожной работе действие диастаза проявляется не в достаточной мере, вследствие чего является ненормальный состав сусла и получается клейстерное помутнение.

В общем же, трехварочный способ является довольно медленным и хлопотливым.

С точки зрения превращения крахмала самым соответствующим способом можно было бы считать настоящий способ с повышающейся температурой, регулируемой острым паром, кипячением всего затора и последующим осахариванием с солодовой вытяжкой (подобно упомянутому ниже—стр. 117—способу Шмитца); но кроме гидролиза крахмала, при заторе следует принимать во внимание еще и другой процесс, а именно—растворение

и гидролиз белковых веществ,—процесс, который для нас еще не совсем ясен. Поэтому предлагаемые изменения в способе затирания всегда следует применять с осторожностью.

Что касается сокращенного способа затирания, то он применим, как уже замечено, для изготовления светлого пива. Солод при этом способе предполагается разрыхленный и богатый диастазом. Разрушение крахмала в этом случае проходит гладко. Белковые вещества, по Виндишу, менее сильно разрушаются. Сусло и пиво богаче альбумозами, и потому пиво лучше держит пену, нежели при обработке того же солода по трехварочному способу.

По Ульриху и Виндишу, температура в 50°C оказывает значительное влияние на растворимость и гидролиз белковых веществ. Если ее задержать в течение долгого времени, то при обработке солода короткого рощения повышается выход экстракта и улучшается вкус пива. При трехварочном способе эта температура используется в значительной мере. По Виндишу рекомендуется особый „способ накопления растворимых белков“, требующий особых приспособлений: затирают с холодной водой не слишком густой затор, оставляют на некоторое время для растворения энзимов, отделяют большую часть водной вытяжки, густой остаток варят, охлаждают и соединяют с водной вытяжкой; потом в продолжение часа держат при 50°C для растворения белков, затем постепенно нагревают до 70°C и при этой температуре держат до полного осахаривания и, наконец, поднимают ее до 75°C .

В пивоварении как все процессы работы, так и заторный процесс нельзя проводить строго по шаблону. При основном знакомстве с важнейшими, влияющими на процесс факторами работу можно изменять различными способами.

Раствор иода представляет собою очень удобное средство для контроля заторного процесса. Прозрачное, холодное сусло при прибавлении раствора иода не должно давать рыжего или фиолетового окрашивания. Сусло при этом не должно содержать эритродекстрина. Но если сварить дробину с водой, то фильтрат все же дает с иодом синее

окрашивание, происходящее от незначительного количества крахмала, который при заторном процессе не растворился.

Здесь подразумевается тот крахмал, который содержится в плохо разрыхленных концах солода. Твердые концы при дроблении солода отламываются, не подвергаясь дальнейшему дроблению, которое необходимо для выявления крахмальных зерен. В современных дробилках с несколькими парами вальцов и с присоединенными ситами измельчаются и твердые концы плохо разрыхленного солода.

При обычном способе затираня и при обработке грубодробленого солода не растворившийся крахмал может быть доведен до осахаривания способом Шмитца, изготовляющим пивное сусло из солодовой муки. Способ этот состоит в том, что весь затор, после постепенного повышения температуры, варится и затем фильтруется кипящим. Полученное при этом сусло подвергают осахариванию при помощи солодовой вытяжки.

Фильтрование. Фильтрование состоит в том, что сусло отделяют от твердых составных частей затора, т. е. от дробины.

На небольших и средних пивоваренных заводах, как уже сказано, заторный чан служит вместе с тем и для фильтрования, при чем в этом случае он имеет второе продырявленное дно, на котором остается дробина, а сусло собирается в пространство между обоими доньями, откуда и выпускается.

На больших заводах для того, чтобы поскорее освободить заторный чан для следующего затора, пользуются особым фильтрационным чаном, который большею частью устанавливается на одной высоте с заторным чаном так, чтобы затем сусло само могло стекать в находящийся ниже сусловаренный котел.

После того, как затор находился около 1 часа в покое и дробина хорошо осела, начинают фильтровать, при чем прежде всего открывают выпускные трубы, чтобы вышел находящийся под сетчатым дном затор. Потом краны немного прикрывают; и мутное сусло осторожно перекачивают обратно в фильтровальный чан. Прозрачное сусло попадает прямо

в суловаренный котел или самотеком, или при помощи насоса. После того, как сусло стекло с дробины, следует промывка, для того чтобы извлечь задержавшееся в дробине сусло. Температура промывной воды не должна быть ниже 75° С, но и не выше; употреблять кипяток не целесообразно, так как от него растворяется полурастворимая часть крахмала, фильтрование затрудняется и в пиве получается клейстерное помутнение. Чтобы из дробины извлечь по возможности весь сахар, ее надо до промывки разрыхлить: раньше это производилось вручную, теперь для этого устанавливается в фильтровальном чану специальное приспособление.

Промывка должна производиться быстро. Дробина не должна слишком долго оставаться на воздухе, и, во избежание образования молочной кислоты, не должна слишком сильно охлаждаться.

Сначала идет первое сусло, а затем промывная вода.

Раньше промывная вода наливалась на слой дробины отдельными частями, а теперь промывка производится непрерывно при помощи особого аппарата; промывка начинается, как только слой сусла начинает сходить с дробины. Промывная вода вытесняет находящееся в дробине сусло; содержание экстракта в промывной воде непрерывно падает, пока, наконец, последние остатки вытекающего сусла имеют только несколько десятых процента по Баллингу.

Во время промывки слой дробины разрыхляется при помощи машины и только нижний слой приблизительно в 10 см остается нетронутым, так как он служит фильтрующим слоем.

Из промывных вод в некоторых странах делают легкое пиво, Scheps и тому подобные напитки, которые потребляются летом полевыми рабочими.

При варке особенно крепкого или двойного пива, последние промывные воды идут для следующего затора.

Белковые вещества, выделяющиеся при затирации в виде хлопьев, осаждаются в фильтровальном чану позднее, если их не захватывает с собой вниз дробина; таким образом на поверхности дробины получается серый маслянистый

слой, в котором всегда имеется нерастворенный крахмал. Эта масса, называемая верхним тестом, на небольших заводах снимается, что нецелесообразно, так как вся эта масса пропитана суслом, и по этому удаление ее дает излишнюю потерю сусла. Верхнее тесто лучше оставлять на дробине, так как она увеличивает питательность дробины.

На мелких пивоваренных заводах, где заторный чан служит и фильтрационным чаном, под сетчатым дном собирается тестообразная масса, состоящая главным образом из нерастворенного крахмала. Образования такого нижнего теста, ведущего к потерям и неправильностям (клейстерное помутнение), следует избегать, для чего перед затиранием удаляют сетчатое дно и вставляют его только после окончания затирания. Для уменьшения образования нижнего теста оказывается целесообразным по возможности уменьшить промежуток между ситом и дном чана. По Шульцу, это расстояние между доньями не должно быть больше 3—4 мм.

Фильтровальный чан (или заторный) после окончания фильтрования немедленно опоражнивается, а дробина, как ценный корм, употребляется в свежем виде или сохраняется плотно утрамбованной в выложенных камнем ямах, или же консервируется при помощи сушки.

Для сушки дробины употребляются особые сушильные аппараты, в которых используется отработанный пар завода.

Средний химический состав дробины (Кениг):

Во влажном состоянии —

Воды	Белков	Жиры	Экстр. вещ.	Сырой клетч.	Золы
76,22 %	5,07 %	1,69 %	10,54 %	5,14 %	1,24 %

В сухой дробине —

9,5 %	20,62 %	7,0 %	42,2 %	16,0 %	4,7 %
-------	---------	-------	--------	--------	-------

Анализ дробины на вымываемый экстракт и на экстракт, выделяемый действием диастаза, дает указания, насколько правильно проходил процесс затирания и фильтрования. При хорошем ведении затора дробина в сухом веществе не

должна иметь более 2—2,5% вымываемого экстракта и 2—3% экстракта, выделяемого диастазом в раствор.

Отделение сусла от дробины с помощью фильтрпресса. Вследствие стремления заменить фильтровальный чан аппаратом, работающим быстрее и правильнее,—который, вместе с тем, давал бы возможность вести работу с мелко-дробленным солодом, чем повышался бы выход экстракта и при плохо разрыхленном солоде,—пробовали применять центрофуги и фильтрпрессы. Центрофуги оказались неподходящими. Что касается фильтрпрессов, то благодаря работам Шифферера в Киле совместно с Вейгелем, удалось сконструировать фильтрпресс, который оказался вполне применимым для отделения дробины.

Первоначально сконструированный Вейгелем фильтрпресс представляет собою камерный пресс. Он состоит из 40 фильтровальных рам, помещенных на подставке из литого железа; гладкие внутренние края рам плотно сжимаются винтами. Эти рамы обтягиваются фильтровальными полотнами. Каждые две рамы образуют камеру с промежутком в 5 см между плоскостями фильтра. Поверхность рам покрыта ребрами для того, чтобы полотна имели надежную опору. Рамы снабжены сверху соответствующими отверстиями для впуска затора, а на самом низу имеется кран для выпуска сусла.

Полотно у выпускного отверстия прижимается особыми клапанами в виде колец.

В массивной головной части находится вентиль и штуцер для впуска затора, для промывной воды и для выпуска промывных вод. На штуцере для впуска затора имеется еще паровой вентиль и вентиль для сжатого воздуха; на штуцере для впуска воды также есть паровой и воздушный вентили. Канал для поступающего затора проходит в верхние части камер.

Промывная вода идет в камеры через канал, находящийся внизу, и проходит через все рамы, попадая, однако, только в нечетные рамы с ребристыми поверхностями, так что в них при закрытых выпускных кранах вода поднимается

вверх, проникает через дробину и выщелачивает ее, потом собирается на рамах с ребристыми стенками и уходит через находящийся наверху канал.

Работа фильтрпресса требует солода такой степени дробления, при котором даже части оболочек были бы сильно измельчены. Поэтому пришлось сконструировать специальную дробилку. Позднее оказалось, что необходимое измельчение получается и на вальцовых дробилках, например, на дробилке Зекка.

После окончания процесса затирания затор перекачивается заторным насосом прямо в заторный фильтрпресс, предварительно нагретый паром, при чем ему не дают охлаждаться, и первое сусло вытекает совершенно прозрачным.

Промывка производится с помощью насоса, который прогоняет горячую воду с температурой 75°C через фильтрпресс. После $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$ -часового промывания вытекает вода с 0.1 — 0.3% экстракта.

Полотна после каждого затора должны быть чисто вымыты. Мытье следует производить в машине, которая в состоянии в течение 25 минут вымыть и выполоскать 10 полотен и приготовить их к употреблению.

Заторный фильтрпресс неоднократно пробовали улучшить. Так, фирма Вейгель предлагает комбинацию камерного и рамного фильтра (рис. 27); при этой конструкции емкость фильтра увеличивается, а число полотен уменьшается. Входные и выходные каналы для затора, воды и фильтрата находятся вне площади фильтра, благодаря чему избегается вырезка дыр в полотнах; в дальнейшем была усовершенствована плотность фильтров.

Теперь стремятся улучшить заторные фильтры автоматическим передвижением рам, как, например, у фильтров фирмы Гюго Греффениус во Франкфурте на Майне.

По Шифферу и Виндишу, работа с заторными фильтрами имеет следующие преимущества:

1. Можно профильтровать вдвое больше заторов, нежели с фильтровальным чаном, так что работоспособность варочного отделения благодаря этому фильтру повышается на 100% .

2. Отпадает механическая энергия—сила, необходимая для разрыхления дробины.

3. Выход сусла значительно повышается, сусло фильтруется лучше, количество труб уменьшается на $\frac{1}{3}$ и брожение фильтрованного сусла идет чище и лучше.

Вместе с преимуществами есть и недостатки в виде расхода на полотна и расходов по установке насосов для промывки

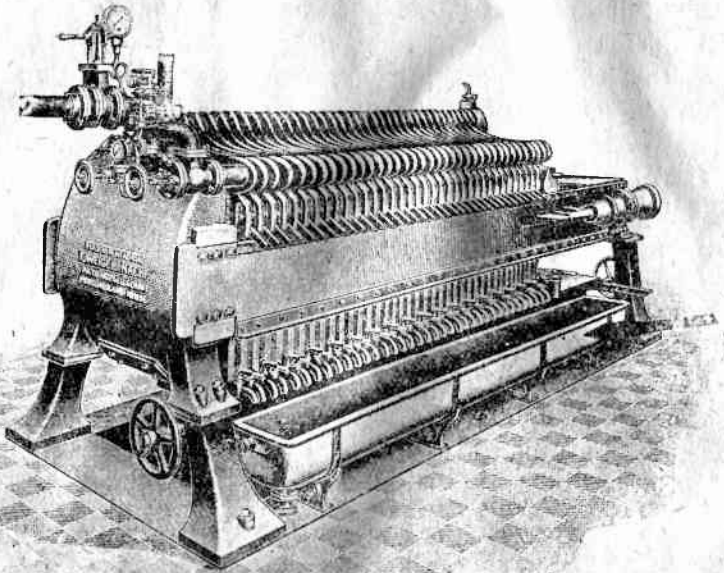


Рис. 27. Фильтр-пресс.

полотен. Дробление солода требует большего количества энергии, нежели дробление солода для работы с фильтровальным чаном. Дробина получается в меньшем объеме и при том худшего вида, нежели из фильтровального чана, и потому продажная цена ее уменьшается. Последний недостаток ныне едва ли встречается.

В общем преимущества преобладают, особенно если нужно увеличить работоспособность варочного отделения в ограниченном помещении. Поэтому заторные фильтры все больше и больше вводятся в употребление.

Варка сусла с хмелем. Варкой сусла достигается следующее:

- 1) увеличение концентрации сусла, разбавленного промывными водами;
- 2) переход определенных составных частей хмеля в состав сусла;
- 3) выделение коагулируемых белковых веществ;
- 4) стерилизация сусла и уничтожение энзимов.

Когда дно варочного котла покрыто стекающим фильтрованным суслом, начинают нагревать котел для того, чтобы сусло во время фильтрования не могло бы остыть до температуры образования молочной кислоты.

Когда в котел наберется первое сусло с промывными водами, а иногда и раньше, начинают варку.

Продолжительность варки бывает различная, смотря по способу затирания и по той концентрации, которую желательно иметь в сусле.

При работе по декокционному способу варка сусла для лагерного (прочного) долгого хранения пива (14% Балл.) продолжается 2—2½ часа, для легкого пива (12% Балл.) 1—1½ часа так, что в среднем продолжительность варки составляет 1½—2 час.

Сусло, приготовленное инфузионным способом, обыкновенно сильнее разбавлено, содержит большее количество коагулируемых белковых веществ, нежели сусло, полученное декокционным способом, а потому варится дольше.

Сусло по окончании варки должно иметь хороший брux, т. е. белковые вещества должны отделяться густыми хлопьями и в пробирном стаканчике должны осаждаться на дно, в то время, как сусло должно быть прозрачное и блестящее.

Прибавление хмеля производится различными способами. Можно все количество хмеля прибавить сразу, когда сусло покроет дно котла, или же в это время прибавляют одну половину, а когда в сусле появится брux, всыпают вторую половину. Для пива с сильным хмелевым ароматом прибавление хмеля производят в три приема; пос едняя треть прибавляется незадолго до окончания варки. Чтобы по воз

возможности лучше использовать хмель, как самый дорогой материал пивоваренного производства, в новейшее время начинают употреблять хмелевые мельницы, а также и аппараты для выщелачивания хмеля, в которых через хмель пропускается сусло и промывные воды на пути от фильтровального чана к котлу.

Сусло, полученное инфузионным способом, перед прибавлением хмеля варят $1/4$ — $1/2$ часа, чтобы уже заранее отделить часть свернувшихся белковых веществ.

Количество прибавляемого хмеля зависит в первую очередь от требования потребителей.

Кроме того, хмеля прибавляют тем больше, чем меньше хмель экстрагируется, чем хуже качество его, чем более концентрировано сусло, чем дольше должно сохраняться пиво и чем короче время варки сусла с хмелем.

Количество задаваемого хмеля колеблется в общем от 0,25—0,55 кг на гл сусла, смотря по крепости сусла:

при мюнхенском пиве	0,2—0,3	кг
„ венском „	0,3—0,5	„
„ богемском „	0,3—0,55	„

При варке сусла с хмелем в сусло переходит хмелевое масло, однако, в крайне незначительном количестве, затем хмелевая смола, хмелевые горькие кислоты. Последние, вследствие влияния кислорода воздуха, температуры варки и концентрации водородных ионов, переходят в смолы, растворимые в сусле; кроме того, в сусло переходят дубильные кислоты, которые дают с белками сусла частью нерастворимые, частью растворимые соединения. Дубильной кислоте хмеля часто придают чрезмерное значение в смысле способности осаждать белки. Это значение, как раньше уже было сказано, второстепенное; кроме того, в сусло из хмеля переходит в незначительных количествах еще целый ряд индифферентных составных частей.

Хмель или вернее составные части его—хмелевое масло и хмелевые смолы придают пиву известный аромат и приятный вкус, который ничем другим нельзя при-

дать, так что фактически нет веществ, могущих заменить хмель.

Большое значение имеют свойства некоторых составных частей хмеля, в особенности смолы хмеля α и β , повышающие прочность сусла и пива. В охмеленном сусле не могут развиваться многочисленные бактерии, которые в не охмеленном сусле разводятся в изобилии и быстро его портят. Сусло при варке с хмелем стерилизуется, т. е. зародыши, не уничтоженные при заторе и попавшие в сусло при фильтровании, убиваются, так что при принятии надлежащих мер во время охлаждения возможно получить сусло, свободное от жизнеспособных зародышей и тем способствовать правильному брожению.

Сусло при варке окрашивается, становится более или менее темным, что зависит от продолжительности варки и от качеств воды. Поэтому сусло для светлого пива нельзя долго варить. Не советуем вообще продолжать варку дольше обычного времени, если и не наступает желаемый брux, так как от продолжительной варки он получиться не может. Причину непоявления бруха следует искать в качестве солода, а также в недостатке свертываемых белковых веществ.

После окончания варки сусло перекачивается на холодильники через, так называемую, хмелевую цедилку, которая задерживает вареный хмель.

На маленьких заводах вместо хмелеотделителя сусло с хмелем перекачивают в фильтровальный чан или в заторный, имеющий второе сетчатое дно, где сусло отстаивается в течение $1/2$ — $3/4$ часа. Когда хмель осядет, сусло перекачивают на холодильник; при этом сусло, фильтруясь через слой осевшего хмеля, получается очень прозрачное.

Оставшийся на сите хмель содержит сусла по весу в 5—6 раз больше. Поэтому рекомендуется хмель промывать горячей водой и затем отпрессовывать.

Охлаждение сусла. Выходящее из котла горячее сусло перед брожением необходимо охладить, т. е. довести до более или менее низкой температуры. Так, для пива низового брожения необходимо охладить до 5—6° С, для пива верхового брожения—до 10—20° С.

Охлаждение не должно продолжаться слишком долго. Особенно важно, чтобы сусло долго не стояло при той температуре, которая способствует развитию бактерий.

С самых древних времен для охлаждения сусла употреблялись холодильные тарелки, т. е. плоские сосуды, изготовленные из меди или листового железа, которые устанавливаются на сквозном ветру в особом холодильном помещении, расположенном над варочным отделением или же рядом с ним. Для ускорения охлаждения сусла на тарелках, его размещивают особыми лопатками или устанавливают над тарелками ветряные крылья, которые приводятся в быстрое вращение для того, чтобы уносить насыщаемый паром воды воздух и дать приток свежему воздуху.

Хлопьевидные белковые вещества и мелкие частички хмеля, суспендированные в сусле, которые прошли через сито, осаждаются на тарелке вместе с дубильными веществами, которые выделяются только при охлаждении и образуют, так называемый, труб (тарелочный отстой). Последний представляет собою мажущую массу и содержит много сусла. Поэтому тарелочный отстой собирают для отделения сусла в большие фильтровальные мешки из полотна или фланели.

Фильтровальные мешки, вследствие незначительной работоспособности и неудобства при чистке, заменяются фильтр-прессами.

На стенках тарелок постепенно осаждается слой, похожий на лак в виде серой или бело-коричневой корки. Этот слой, так называемый, „пивной камень“, пристаёт так плотно и крепко, что его нельзя удалить обычным мытьем тарелки. На железных тарелках он желателен, так как не даёт суслу соприкасаться с железом, придающим пиву темную окраску. По Лермеру пивной камень состоит из:

- 7,0% воды
- 29,2% золы (свободной от CO_2)
- 63,8% органических веществ.

В золе находятся преимущественно известь, фосфорная кислота, магний и окись железа. В суслопроводах также

осаждается пивной камень, который, однако, ложится не таким толстым слоем и не так плотно, как на тарелках.

Сусло не должно оставаться на тарелках дольше, чем это необходимо для осаждения „труба“.

При охлаждении происходит дальнейшая концентрация сусла, вследствие испарения воды; одновременно сусло поглощает кислород воздуха, имеющий большое значение для последующего брожения. Вследствие поглощения суслом кислорода, оно приобретает особые свойства, необходимые для развития и брожения дрожжей; в особенности оно способствует быстрому и лучшему осветлению сусла. Кислород в сусле частью растворяется, частью связывается химически. По Рейхарду, химическое связывание кислорода происходит преимущественно в горячем сусле. Так как химически связанный кислород оказывает благотворное влияние на брожение, то важно сусло приводить в соприкосновение с воздухом в горячем состоянии. При применении тарелок это условие выполняется в достаточной мере, в особенности, если сусло время от времени перемешивается. При закрытых холодильных аппаратах, предназначенных для замены тарелок, о которых позднее будет идти речь, необходимо заботиться о достаточном проветривании, при чем, однако, по Блейшу, следует избегать чрезмерного проветривания. Слишком долгое проветривание горячего сусла неблагоприятно влияет на вкус пива и сохранение пены.

Тарелки очень часто — в особенности в теплое время года — недостаточны для охлаждения сусла до требуемой температуры; поэтому ни на одном заводе не должны отсутствовать холодильные аппараты, в которых сусло охлаждалось бы до желательной температуры льдом и водою.

Холодильные аппараты делятся на две группы:

1. Закрытые холодильные аппараты, в которых сусло течет по трубкам, окруженным холодной водой; сюда относятся трубчатые, камерные и противоточные аппараты;

2. Открытые холодильные аппараты, где сусло стекает снаружи по горизонтально расположенной системе

труб, в то время как вода циркулирует внутри труб. Сюда же относятся различные системы поверхностных холодильников, которые оказались превосходными и приобретают все большее распространение. Верхняя половина поверхностного холодильного аппарата обычно наполняется колодезной водой, а нижняя половина — сильно охлажденной водой.

Трубчатые и камерные холодильники применяются теперь только на небольших производствах, для которых они вполне достаточны. Трубчатые холодильники состоят из медных змеевидно изогнутых труб, по которым протекает сусло и которые помещаются в глубоком чану. В чан налита вода и в нее положены куски льда.

Камерные холодильные аппараты в сущности не что иное, как трубчатые, только они не имеют спиральной формы, а проходят горизонтально с небольшим уклоном. Трубы имеют овальный разрез, расположены вдоль железного ящика и прикреплены винтами к передней стенке. Трубки попарно соединены коленами вне ящика таким образом, что получается одна единственная труба. Ящик наполняется водой и льдом.

Этот холодильник имеет то преимущество перед спиральным, что, удаляя соединительные колена, его можно легко чистить.

В новейшее время стремятся к тому, чтобы совершенно устранить из производства тарелки и заменить их холодильными аппаратами, в которых сусло соприкасалось бы только с чистым воздухом. По работам, произведенным первоначально Ганзеном, узнали, насколько большую ценность представляют чистые дрожжи, т. е. свободные от бактерий и диких дрожжевых грибков. Вместе с тем увидели, что холодильные тарелки являются такими аппаратами, которые способны загрязнить сусло посторонними возбудителями брожения. Вследствие свободного доступа свежего воздуха к суслу на тарелках, в сусло попадает бесчисленное количество зародышей и не исключается возможность, что среди них будут находиться и такие, которые окажутся вредными или, по крайней мере, могут

неблагоприятно повлиять на качество пива. Даже если в сусло попадет лишь немного диких дрожжевых клеток, то при повторном употреблении загрязненных ими основных дрожжей, первые могут так разрастись, что явится необходимость выбросить дрожжи раньше времени.

Хотя мы вполне признаем правильность стремлений к устранению тарелок и приветствуем введение закрытых аппаратов, как более целесообразных в пивоваренном производстве, но, с другой стороны, мы еще не имеем права безоговорочно осуждать холодильные тарелки. За это говорят долгие опыты с холодильными тарелками. Если даже изредка и происходило нарушение нормального хода производства, которое можно было бы отнести за счет загрязнения на тарелках, то все же большинство заводов в продолжение многих лет работает с тарелками вполне удовлетворительно. Что опасность заражения на тарелках не так велика, как можно было бы ожидать и как часто утверждали, объясняется или свойствами охмеленного пивного сусла, в котором из зародышей, попадающих в сусло, на тарелках могут развиваться только немногие, или же тем обстоятельством, что зародышей, способных развиваться в сусле, не так много в воздухе, если, конечно, воздух не пересыщен уличной пылью и т. п.

Целесообразную замену тарелок представляет собою чан машинной фабрики Штейнеккер (рис. 28) для охлаждения и отстаивания с проветриванием, который дает возможность использовать для нагрева воды большую часть тепла, имеющегося в горячем сусле.

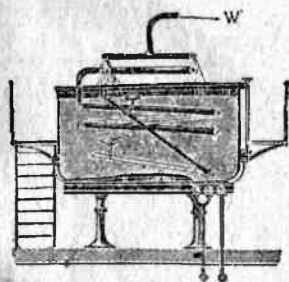


Рис. 28. Чан для охлаждения *w*—сусло.

Уже Пастер рекомендует устраивать такие холодильные тарелки, на которых сусло соприкасалось бы с фильтрованным воздухом (для избежания заражения болезнетворными зародышами), а затем проводить сусло через

закрытые холодильники к бродильным чанам. Значение этого предложения для практики стало ясным только тогда, когда Ганзен ввел в производство чистую культуру дрожжей, так как не имело бы смысла в стерильное сусло вводить нечистые дрожжи. При работе с чистыми дрожжами только закрытые холодильные аппараты вполне защищают употребляемые дрожжи от инфекции.

Такие аппараты были впервые построены капитаном Якобсоном и директором пивоваренного завода в Копенгагене Кюле по образцу, построенному в Марселе Вельтеном по указанию Пастера.

В этих аппаратах и в других, подобных им, горячее сусло находится в сосуде, совершенно изолированном от внешнего воздуха. Поступающий в аппарат воздух фильтруется для освобождения от зародышей.

Аппарат Вельтена, измененный Эргангом, представляет собою холодильный чан, стенки которого сделаны из волнистого железа для достижения лучшего охлаждения извне.

Новейшими аппаратами, построенными на том же принципе, являются аппарат Леугеринга и аппарат Килля.

Кроме вышеуказанных аппаратов, было построено значительное количество других, более или менее целесообразных, предназначенных для замены холодильных тарелок.

В новейшее время вводится способ, разработанный акционерным обществом пивоваренной техники в Мюнхене, при котором холодильные тарелки сохраняются. Они устанавливаются в помещении по возможности закрытом со всех сторон, а облака пара удаляются при помощи большого количества холодного воздуха, прошедшего через фильтр Дельбага для удаления зародышей.

Дальнейшее остроумное усовершенствование конструкций представляет собою сосуд для осаждения „труба“ предложенный институтом Натана в Цюрихе.

Пивное сусло. Концентрация пивного сусла в практике узнается ареометрическим способом в Германии и Австрии во всей бродильной промышленности введен сахарометр Баллинга. Шкала этого сахарометра показывает, сколько весовых частей тростникового сахара содержится в 100 весо-

вых частей раствора при $17,5^{\circ}\text{C}$. Произведенные в прежнее время испытания показывали, будто отношение удельного веса к содержанию сухого вещества в растворе свекловичного сахара и в пивном сусле приблизительно одинаковы, т. е., что сахарометр Баллинга дает весьма правильное показание относительно содержания сухого вещества в сусле (экстракта); однако, новейшие исследования указывают на то, что при точных исследованиях колебания в показаниях сахарометра Баллинга (табл. экстрактов Баллинга) в действительности значительны. Для практики эти колебания, правда не имеют большого значения. В общем в сахарометре Баллинга имеется большой недостаток, заключающийся в том, что числа сами по себе не точны. По исследованиям Мора, они на $0,09-0,1\%$ ниже действительных. В дальнейшем было предложено отказаться от таблицы Баллинга, как от основы сахарометрии, и заменить ее таблицей, выработанной в комиссии по проверке мер и веса К. Виндишем. После введения закона о налоге на пиво от 26 июня 1918 года, таблица Баллинга, как основа сахарометрии, вышла из употребления и была заменена сахарной таблицей Плато. Нормальной температурой измерения для целей налоговой техники установлено 20°C . В Баварии еще и в настоящее время нормальной температурой измерения считается $17,5^{\circ}\text{C}$.

При употреблении сахарометра мы узнаем, сколько весовых частей экстракта (сухого вещества) приблизительно содержится в 100 весовых частях сусла при 20° или $17,5^{\circ}\text{C}$. При измерении сахарометром следует, как и при всех ареометрических измерениях, принимать во внимание температуру сусла, и если она отличается от нормальной температуры, то сделать соответствующее исправление.

Концентрацию (начальное сусло) сусла для различных сортов пива можно представить следующими средними числами:

Светлое легкое пиво . . .	9—10 %	Баллинга
„ зимнее „ . . .	11—13 „	„
Лагерное летнее „ . . .	13—14,5 „	„
Бокк, Сольватор и др. . .	15—20 „	„

После установления налога на пиво 26 июня 1918 года стали выпускать пиво с начальным суслом следующей концентрации:

обыкновенное светлое пиво . . .	до	4,5%
полное	„ . . .	8—13
крепкое	„ . . .	более 13

Вследствие недостатка сырья в военное и послвоенное время содержание экстракта начального сусла временно было понижено на 2—3¹/₂%.

Экстракт пивного сусла (охмеленного) состоит из декстринов, мальтозы, изомальтозы (мальтодекстрин), тростникового сахара, инвертированного сахара, декстрозы, гуммиобразных веществ, поджаренных веществ (карамель и др.), веществ, содержащих азот (белки, амиды, холин), растворимых составных частей хмеля и минеральных веществ.

В экстракте из солода в преобладающих количествах находятся мальтоза и декстрин, а именно: 50—60% мальтозы и 16—25% декстрина; затем экстракт содержит 2—4% тростникового сахара и 7—9% восстанавливающих сахаров (декстроза, левулоза, изомальтоза). Все остальное падает на долю азотсодержащих и минеральных веществ.

Выход экстракта из солода и его вычисление ¹⁾. Для рационального производства необходимо знать, сколько получается экстракта из 100 весовых частей солода. Для этого надо знать вес поступающего в работу солода, а затем количество и плотность сусла.

Количество сусла узнается измерением объема охлажденного и освобожденного от хмеля и „труба“ сусла, в бродильном подвале или в сборном чану или же измерением объема горячего сусла в сусловаренном котле перед самым выпуском.

Различают выход в бродильном подвале и выход в варочном отделении. Определение выхода в подвале проще

¹⁾ Ср.: Prof. Dr. W. Windisch, Das chemische Laboratorium des Brauers. 6 Auflage. Berlin, Verlag von Paul Parey.— Dr. Georg Holzner, Tabellen zur Berechnung der Malzausbeute. 4 Aufl. München, Verlag von R. Oldenbourg.

и точнее, нежели определение выхода в котле, что менее точно, так как кроме уменьшения объема сусла при охлаждении до $17,5^{\circ}\text{C}$, еще следует принять во внимание объем хмеля, а также и количество сусла, остающегося в хмеле и потери его от испарения при охлаждении.

При определении выхода в подвале можно исчислить объем основного сусла при $5-6^{\circ}\text{C}$. Только при очень точных определениях нужно произвести пересчет на $17,5^{\circ}\text{C}$, увеличивая полученный объем при $5-6^{\circ}\text{C}$ на $\frac{1}{800}$ часть.

Измерение сусла в варочном отделении Виндиш делпт на абсолютное и относительное. Под первым понимают количество экстракта, имевшегося в котле при спуске, а под последним — количество экстракта после отделения хмеля и „труба“.

Для ежедневного контроля работ варочного отделения достаточно определять абсолютный выход. Для этого измеряют объем горячего сусла в котле и перечисляют его на объем при нормальной температуре в $17,5^{\circ}\text{C}$.

При охлаждении сусла от 100° до $17,5^{\circ}\text{C}$ происходит уменьшение объема (контракция) горячего сусла на $4,2\%$ и для каждого следующего градуса до 95°C — $0,07-0,08\%$. Поэтому количество сусла, измеренного при $100-95^{\circ}\text{C}$, нужно умножить на фактор $0,958-0,96$.

Выход вычисляется по следующей формуле:

1) в варочном отделении

$$A = \frac{S \times D \times \text{гл (горячего) сусла} \times 0,96}{\text{двойных центнеров солода}^1}$$

2) в бродильном погребе

$$A = \frac{S \times D \times \text{гл сусла}}{\text{двойных центнеров солода}^1}$$

где S — показание сахарометра при нормальной температуре, D — соответствующий удельный вес. Перемножая показание сахарометра на удельный вес, получаем соответствующий „объемный процент“ (V), равный весовому количеству

¹⁾ 1 дв. центнер = 100 кг.

экстракта в 100 объемных частях сусла. Для упрощения вычисления при определении выхода в варочном отделении произведение F от умножения величины 0,96 на B и на D

$$F = 0,96 \times S \times D$$

находим в особых таблицах, и формула принимает вид:

$$A = \frac{F \times \text{гл}}{\text{двойных центнеров}}$$

Выход экстракта в практике, главным образом, зависит от качества солода (хрупкость, количество экстракта), от измельчения, от соотношения наливов главного и последующего, от способа затирания и от фильтрования.

При переработке безупречного солода в современно устроенных варочных отделениях удается не только достигнуть, но даже превзойти выход, полученный лабораторным способом при крупном измельчении, и нередко достигают выхода экстракта, полученного лабораторным способом при мелком дроблении.

Брожение.

О брожении вообще. Под брожением и ферментативным действием подразумевают целый ряд в высшей степени характерных процессов, при которых действующие вещества, имеющиеся в очень незначительном количестве, в состоянии разложить большие количества органических веществ и превратить их в другие соединения. Долгое время не делали различия между этими двумя группами явлений.

Предполагали, что для обеих групп действующими агентами являются схожие вещества, которые и называли ферментами. Теперь мы уже знаем, чем существенно различаются различные ферменты: частью—это простейшие микроорганизмы, частью—химические вещества, образующиеся в протоплазме клеток, которые играют роль при ферментативных процессах. Первые называются организованными

ферментами или ферментативными микроорганизмами, а вторые—химическими ферментами или энзимами. К первой группе принадлежат дрожжи, а к последней—диастаз, о котором уже говорилось. После работ Бухнера, показавшего, что сок, выделенный из растертых дрожжей, также может производить брожение, принято считать, что брожение, вызываемое ферментативными организмами, происходит также при посредстве энзим. Поэтому организмы брожения могут быть приняты во внимание лишь постольку, поскольку они образуют энзимы, производящие брожение. Отделенные от организма энзимы во многих случаях очень не прочны и вскоре теряют свое действие. Полного своего развития энзимы достигают только тогда, когда они являются составной частью живой клетки, которая может непрерывно образовывать новые энзимы. Поэтому в технике бродильных производств ферментативные организмы считаются необходимыми. На основании этого, а равно и по другим причинам, было бы целесообразно пока придерживаться термина „брожение“, с одной стороны, и „ферментативное действие“ или „энзиматическое действие“, с другой. Под термином же „брожение“ понимать только те изменения вещества, которые происходят от жизнедеятельности микроорганизмов.

При каждом брожении различают:

- 1) возбудителя брожения,
- 2) субстрат брожения, т. е. то вещество, которое подвергается разложению, вследствие жизнедеятельности возбудителя брожения,
- 3) продукты брожения.

Возбудителями брожения являются почкующиеся грибки, плесневые грибки и бактерии (дробянки).

Субстратом брожения по преимуществу являются углеводы и белковые вещества.

Продуктами брожения могут быть этиловый спирт, уксусная кислота, масляная кислота, углекислота, аммиак и другие соединения.

Наименование брожения дается по наименованию главного продукта, который получается вследствие брожения

так, различают: спиртовое брожение, уксуснокислое брожение, молочно-кислое брожение и т. д.

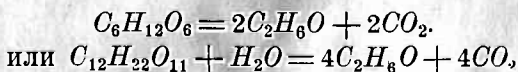
В технике самое большое значение имеет спиртовое брожение. Оно составляет основу бродильных производств: получение спирта, пива и вина.

Спиртовое брожение. Субстратом спиртового брожения являются различные сорта сахара. Между ними техническое значение имеют, главным образом, мальтоза—в пивном и винокуренном заторе, тростниковый сахар—сахар мелассы и свежих сладких плодов—и его компоненты: декстроза и левулоза—в виноделии и винокурении.

Возбудителями спиртового брожения могут быть как бактерии, так и плесневые и почкующиеся грибки. Однако, в пивоваренном производстве только определенный вид грибков последней группы, известных под названием дрожжей, принимается во внимание при образовании спирта.

При чистом брожении, вызываемом дрожжевыми грибами, главным продуктом брожения является этиловый спирт и углекислота, а также незначительные количества янтарной кислоты и глицерина.

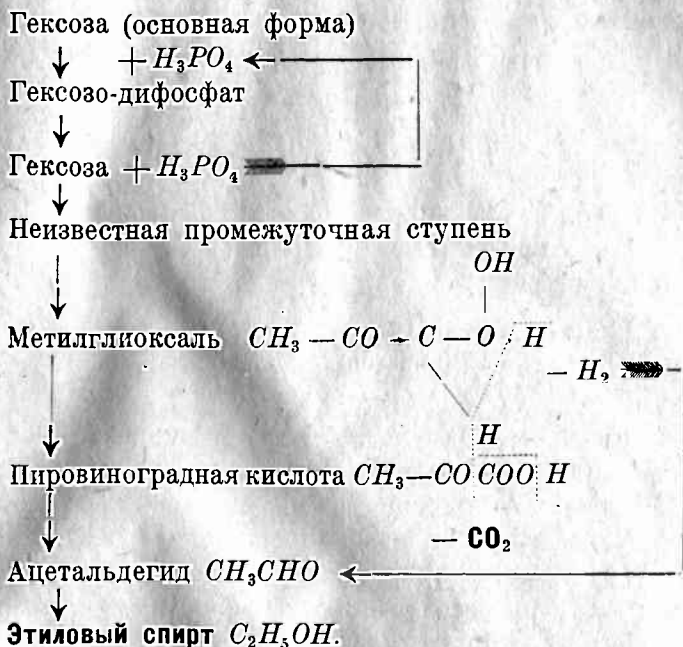
Расщепление сахара при брожении можно представить следующими формулами:



Таким образом, 100 частей декстрозы могут дать 51,11% спирта и 48,89% углекислоты, а 100 частей мальтозы или тростникового сахара дают 53,80% спирта и 51,46% углекислоты. В действительности же такое количество получается только приблизительно, так как некоторая незначительная часть сахара, поглощаемая дрожжами, ассимилируется ими, часть же превращается в глицерин и др. соединения.

Расщепление сахара представляет собою, по исследованиям Нейберга, Эйлер и др., весьма сложный процесс, проходящий различные ступени; часть промежуточных продуктов известна и выделена, существование же остальных—

лишь предполагается. Представим схематически предполагаемое расщепление:

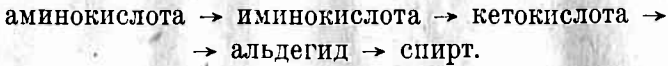


Сложное превращение сахара, проходящее по вышеуказанным ступеням, является результатом влияния энзима зимазы. Это комплекс энзимов, состоящий частично из неизвестных еще веществ, частично из энзимов, подробно исследованных (карбоксилаза, альдегидраза, фосфатаза).

Прибавляя к бродящей жидкости сернистокислый натрий удастся уловить образующийся при брожении дрожжей альдегид и таким образом передвинуть расщепление сахара за счет спирта в пользу глицерина. При дегидрировании метилглиоксаля освобождающийся активный водород идет на восстановление молекулы глицерин-альдегида (неизвестная промежуточная ступень). На этом принципе во время мировой войны был разработан способ, служивший для технического добывания глицерина.

Янтарная кислота, получается, по Эрлиху, из глутаминовой кислоты, т. е. продукта расщепления белковых

веществ. Другие продукты расщепления белков дают при брожении высшие спирты: например, аминокислота—лейцин—дает амиловый спирт следующим путем:



Высшие спирты и их эфиры образуют пахучие вещества брожения.

При исследованиях относительно продуктов распада различных сахаров при брожении М. Иодлбауер получил из 100 весовых частей:

Из тростникового сахара . . .	51,11%	спирта	49,03%	CO ₂
„ мальтозы (безводн.) . . .	51,08%	„	49,04%	„
„ декстрозы	48,67%	„	46,54%	„

Полученные результаты для тростникового сахара совпадают с цифрами, найденными Пастером.

Брожению присуще образование теплоты, так как теплота горения сахара больше, нежели теплота образования спирта.

Дрожжи, — с помощью которых в практике бродильных производств сахар превращается в спирт, — состоят из клеток грибков, принадлежащих к семейству сахаромикетов. Их положение по отношению к другим членам этого семейства определяется следующей схемой Шнегга:



Дрожжевые клетки бывают шаровидной, овальной и вытянутой формы; они окружены оболочкой. Внутри имеется ядро, одна или несколько вакуолей, большее или меньшее, смотря по возрасту, количество жира и небольшие зернышки, вероятно, белкового характера. Вакуоли состоят из клеточного сока.

Раньше их считали полыми, потому так и называли. Вакуоли больших размеров находятся в старых клетках, которые уже много раз почковались; в самых молодых они отсутствуют.

В сахарном растворе, который содержит минеральные и азотсодержащие вещества, служащие, как питание, образуются почкующиеся дрожжевые клетки (рис. 29). Почкование происходит таким образом, что на стенке клетки сбоку или на противоположно расположенных концах образуются вздутия, которые увеличиваются в круглые или удлиненные клетки и, наконец, отделяются от стенки материнской клетки.

Почкование может происходить и тогда, когда образовавшаяся клетка еще не отделилась от материнской и при этом образуется почкующееся соединение, состоящее из вторичных, третичных и так далее образований клеток. Но такие соединения не могут увеличиваться беспрестанно,

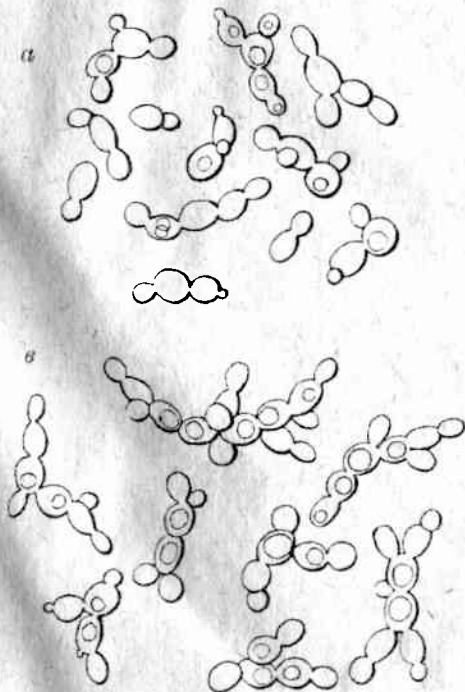


Рис. 29. Дрожжи низового (а) и верхового (б) брожения, при увеличении $\frac{615}{1}$.

так как слабые стенки клеток дают возможность легко распадаться соединению на части; затем они при благоприятных условиях снова почкуются.

Для культуры дрожжей одним из самых подходящих питательных растворов является пивное сусло.

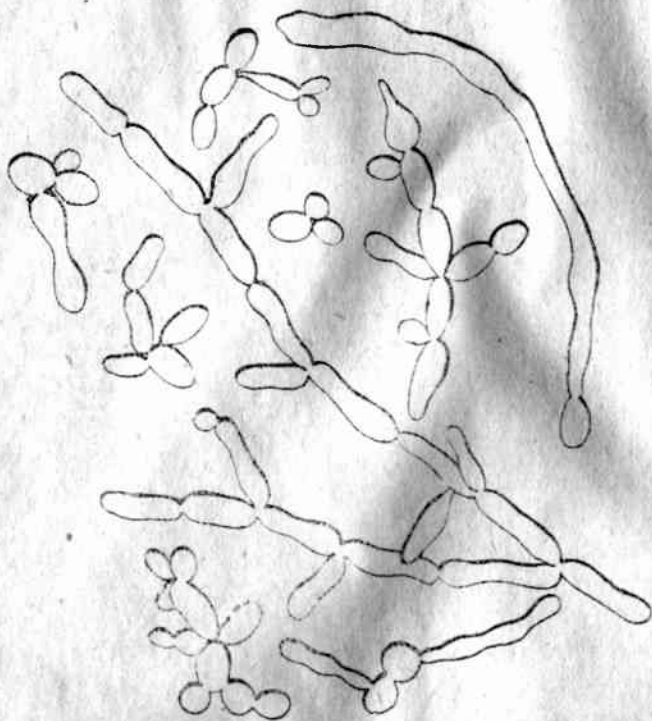


Рис. 30. Вид пленки низовых дрожжей. Увеличен $\frac{750}{1}$

Кроме вышеуказанной формы, сахаромидеты могут образовывать на поверхности жидкости пленку в виде расчлененного почкующегося мицелия (рис. 30). По Ганзену, который первый указал на это явление, образование пленки происходит, если пивное сусло с культурными сахаромидетами оставить спокойно стоять при комнатной температуре: через более или менее продолжительное время, сначала у верхнего края жидкости и на поверхности, появляются

небольшие дрожжевые скопления, которые развиваются в достаточно большие островки. Через несколько недель поверхность покрывается более или менее полно объемистой пленкой, окруженной толстым кольцом из дрожжей. Оба образования обладают более или менее слизистыми свойствами. Клетки дрожжей в пленке имеют большей частью вытянутую форму, а иногда они бывают в виде длинных нитей.

Настоящие дрожжи имеют способность образовывать споры. Ганзен первый установил те условия, при которых наступает образование спор:

1) только молодые и сильные клетки способны образовать споры,

2) для клетки необходим достаточный приток воздуха и влажность,

3) температура для образования спор для большинства исследованных видов 25° или 15° С.

В виде исключения, некоторые дрожжи образуют споры и в бродящих питательных растворах.

При спорообразовании внутри каждой клетки образуется от одной до десяти, обычно только от 1—4 или даже только 1—2 споры (рис. 31).

Клетки грибных организмов, в которых происходит образование спор, носят название аскусов (сумок,) а споры называются аскоспорами. У сахаромицетов они шарообразной или эллипсоидальной формы. В питательном растворе эти споры прорастают, при чем они прежде всего сильно набухают, а потом образуются почки, как и вегетативные клетки. Оболочка материнской клетки, обычно довольно толстая, во время прорастания сильно растягивается, вследствие чего.



Рис. 31. *Saccharomyces cerevisiae* I с аскоспорами, по Г а н з е н у.

- а) клетки, разделяющиеся стенками.
 б) „ с ненормально большим количеством спор.
 в) „ „ ясновидным спорообразованием.

делается все тоньше и тоньше. Когда начинается почкование спор, она разрывается или постепенно растворяется. Разорванная пленка представляется в виде тонкой, складчатой, сморщенной кожицы, которая покрывает споры в виде прозрачного покрывала. Почки могут образоваться почти в каждом месте поверхности споры, а иногда даже тогда, когда последняя еще находится в материнской клетке (Ганзен). Против внешних влияний споры оказывают более сильное сопротивление, нежели вегетативные клетки.

Различают культурные и дикие дрожжи. Дикие дрожжи встречаются только в природе. Культурные дрожжи, вероятно, произошли от диких путем культивирования их в продолжение многих столетий. Основные формы диких дрожжей не известны.

Культурные дрожжи, применяемые в пивоварении, называются *Saccharomyces cerevisiae*.

В пивоварении различают два способа брожения: верховое и низовое. Верховое брожение происходит при 10—25° С. Оно отличается быстрым и бурным ходом брожения и тем, что дрожжи собираются на поверхности (дрожжи верхового брожения). Низовое брожение происходит при температуре 5—10° С и соответственно с этим идет медленно. При этом дрожжи оседают в виде осадка (дрожжи низового брожения). В прежнее время виды дрожжей разделяли только на виды низовых и верховых дрожжей, да и это деление некоторыми исследователями тогда оспаривалось.

Только Ганзен (1883 г.) доказал, что существует несколько рас культурных дрожжей, которые при брожении ведут себя различно; затем он доказал, что культурные дрожжи часто могут быть загрязнены дикими дрожжами и самая обычная и самая большая опасность в приготовлении пива низового брожения происходит именно от диких дрожжей, а не от бактерий.

К этому выводу, важному как для практики, так и для науки, Ганзен пришел путем выработанного им способа получения чистой культуры и анализа дрожжей.

Раньше предполагали, что можно определять различные сорта дрожжей по форме, величине и строению клеток. Ганзен доказал, что этих признаков недостаточно, что скорее физиологические отличия,—как-то: образование аскоспор, образование пленки, отношение к различным видам сахара,—дают возможность различать виды дрожжей.

Для культивирования чистых дрожжей по Ганзену следует исходить из одной клетки.

Первоначальный способ получения чистой культуры в коротких словах заключался в следующем.

Небольшое количество дрожжей, состоящих из молодых сильных клеток, смешивается в колбе с стерилизованной водой так, чтобы было заметно только легкое помутнение жидкости.

Степень разбавления можно установить, исследуя под микроскопом одну каплю жидкости.

Одну каплю жидкости, содержащей дрожжи, прибавляют в сусло-желатину (сусло с 5—10% желатины). Желатина делает то, что сусло при обыкновенной температуре застывает. Вследствие этого дрожжевая клетка задерживается на том месте, где она находилась при остывании, так что во всякое время ее можно найти на том же месте. Прибавленную к сусло-желатине каплю жидкости равномерно распределяют по всей массе, размешивая стеклянной палочкой или встряхивая, затем одну каплю помещают на покровное стекло. Когда капля на покровном стекле в тонком слое загустеет, тогда помещают покровное стекло застывшей каплей вниз на стеклянное колечко высотой в 8 мм, приклеенное к предметному стеклышку.

В пространство внутри кольца вводят одну каплю стерилизованной воды; кольцо и покровное стеклышко в месте соприкосновения смазывают вазелином.

Эта небольшая система, состоящая из предметного стекла, стеклянного кольца и покровного стеклышка, называется влажной камерой.

Влажная камера помещается под микроскоп и рассматривается желатиновый слой, чтобы найти отдельно

лежащие дрожжевые клетки. Эти клетки отмечают, чтобы во всякое время их можно было бы найти.

По прошествии двух-трех дней при комнатной температуре из каждой дрожжевой клетки образуются колонии, которые уже заметны простым глазом в виде серых пятен.

От полученных колоний при помощи платиновой проволоки переносится немного дрожжевых клеток в стерильное пивное сусло, находящееся в колбе Пастера, емкостью

$\frac{1}{8}$ литра (рис. 32) с двумя горлышками; для чистой культуры одного рода берут несколько колбочек.

В пивном сусле дрожжи размножаются в зависимости от имеющихся питательных веществ и уже через несколько дней образуют обильный осадок.

При тщательной и безупречной работе в каждой колбе будет находиться чистая культура.

Другой, очень целесообразный способ получения чистой культуры, разработанный П. Линднером¹⁾, называется капельной культурой.

Когда мы выяснили род и свойства дрожжей и хотим их размножить для практики, то мы пересеваем дрожжи из малых пастеровских колб в такие же, но емкостью в 1 литр и образовавшиеся в них дрожжи переносим в медные сосуды, устроенные на принципе пастеровских колб, емкостью в 10 литров.

Дальнейшее размножение в практике производится в бродильных подвалах.

Для характеристики и различения видов дрожжей, как уже указано, нельзя пользоваться одними морфологическими признаками; правда, если мы имеем дело с чистой культурой, то можно дрожжи различить и



Рис. 32. Колба Пастера.

¹⁾ Prof. Dr. Lindner. Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben. 5 Aufl. Berlin.

по общей картине под микроскопом; например, культивированную впервые Ганзеном чистую культуру *Saccharomyces cerevisiae* I можно отличить от культуры *Sacch. Pastorianus*, но в смесях дрожжей это невозможно. Клетки вида *Pastorianus* в общем имеют более вытянутую форму, однако, встречаются и шарообразные и яйцевидные, как и в культурных дрожжах.

Для различия родов дрожжей самым важным признаком является образование аскоспор. Ганзен очень подробно исследовал спорообразование и на основании полученных результатов мог установить метод быстрого и верного отличия культурных дрожжей от диких. Он создал таким образом способ анализа дрожжей, который имеет очень большое значение для практики. Ганзен нашел, что при подходящих условиях дикие дрожжи образуют споры быстрее, нежели культурные дрожжи. Гольм, ученик Ганзена, показал, что его методом можно установить присутствие диких дрожжей, даже если количество их составляет только одну сотую всего количества дрожжей; точность результатов при применении этого способа на практике вполне достаточна.

Для исследования дрожжей на образование спор берут сильные молодые клетки, культивированные в сусле в течение 24 часов, и намазывают на маленький стерильный гипсовый блок; последний помещают в стеклянный закрывающийся сосуд, до половины наполненный водой. Так подготовленные дрожжи оставляют стоять при постоянной температуре в 25° или 15° С. Для большинства видов дрожжей низового брожения следует придерживаться первой температуры, а для большинства дрожжей верхового брожения—последней, чтобы получить достаточно большую разницу во времени между образованием спор культурными дрожжами и дикими. Через 40 часов можно произвести исследование дрожжей на присутствие спор. Если образования спор нет, то нет и диких дрожжей.

Для точной характеристики рода дрожжей, по Ганзену, служат: предельная температура, т. е. самая высшая и самая низшая температуры, при которых еще происходит

образование спор, и время, необходимое для образования спор. Следует также еще обращать внимание на оптимум температуры, при которой споры образуются в самое короткое время. Различные расы дрожжей относятся различно к предельной температуре.

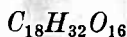
Затем для характеристики дрожжей служит образование пленки, и при этом следует принимать во внимание следующие моменты:

- 1) границы температуры для образования пленки;
- 2) время, необходимое для появления ее вегетативных клеток;
- 3) вид под микроскопом.

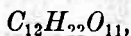
По Виллю в пленке и в кольце дрожжей встречаются стойкие клетки, которые отличаются сильно утолщенной оболочкой, большим содержанием гликогена и капелек масла и, в особенности, большой жизнеспособностью.

При культуре на твердой питательной среде (сусло-желатина, желатина дрожжевая вода) различные расы дрожжей проявляют различный характер, который особенно ясно по Линднеру заметен в, так называемых, гигантских колониях.

Дрожжи верхового и низового брожения считаются и в настоящее время еще как два различных рода. По Ганзену, дрожжи низового брожения никогда не превращаются в дрожжи верхового брожения. По Геннебергу, дрожжи низового брожения могут временно проявить признаки дрожжей верхового брожения, но все их особенности, которые выражаются в их отношении к раффинозе, от этого не изменяются. Раффиноза представляет собою род сахара, встречающийся в сахарной свекловице в очень незначительном количестве; формулу она имеет следующую:



по Бау, она сбраживается полностью дрожжами низового брожения, дрожжами же верхового брожения только на одну треть, при чем остается сахар следующей формулы:



так называемая, мелибиоза. Таким образом, дрожжи верхового и низового брожения можно отличить по их отношению к раффинозе, затем по виду образовавшегося прорастания, которое заметно в капельной культуре. Дрожжи верхового брожения имеют развитые почкующиеся соединения в виде веточек, а дрожжи низового брожения представляют собою короткие и рыхлые клеточные комплексы.

О дрожжах различных культур в отношении разницы их в работе и в отношении употребления их в практике пивоварения имеются обширные наблюдения.

В Германии научная станция пивоварения в Мюнхене первая оценила и применила реформу, исходящую от датского ученого, т. е. систему чистой культуры дрожжей, и ввела ее в практику; работая в этом направлении, станция собрала массу научного материала.

По исследованиям Иергенсена, между различными культурными дрожжами верхового и низового брожения при их употреблении в практике замечается разница. Отличия их заключаются в следующем: они могут быть сильно и слабо сбраживающие, могут давать брux в большей или меньшей степени и, соответственно с этими давать быстрое или медленное осаждение дрожжей.

Дельбрюк и Ирмиш исследовали два сорта дрожжей низового брожения, названные ими дрожжами Заац и Фроберг, и нашли, что дрожжи Заац сбраживают менее полно, нежели дрожжи Фроберг. С этого времени оба эти сорта дрожжей считают типичными. Дрожжи сбраживающие слабее, причисляются к типу Заац (*S* — слабо сбраживающие), сильно сбраживающие к типу Фроберг (*F* — сильно сбраживающие). Технически различают следующие 4 типа дрожжей:

дрожжи Заац—верховые и низовые — *SO* и *SU*.

дрожжи Фроберг—верховые и низовые — *FO* и *FU*.

По Линднеру большинство пивоваренных дрожжей верхового и низового брожения относятся к типу Фроберг, в то время, как выделенные из пива дикие дрожжи подходят к тому-же типу приблизительно на половину.

Из диких дрожжей можно привести следующие сорта, подробно исследованные Ганзеном:

Saccharomyces Pastorianus I Ганзена часто встречается в воздухе бродильных помещений и придает пиву неприятный горький вкус. Относятся к дрожжам низового брожения. Форма осадка: вытянутые клетки в виде колбас, а также большие и малые шарообразные и овальные клетки. Первые признаки образования спор появляются при $27,5^{\circ}\text{C}$ через 30 часов.

Sacch. intermedius, или *Sacch. Pastorianus II* Ганзена, в пиве болезненных явлений не производит. Клетки прямые, вытянутые в виде колбасок. При 25°C образуют споры в течение 25 часов.

Sacch. validus, или *Sacch. Pastorianus III* Ганзена, получен Ганзеном из пива, пораженного дрожжевой мутью. Вызывает дрожжевую муть. Низового брожения. Клетки прямые, вытянутые. Образует споры при 25°C в течение 28 часов.

Sacch. ellipsoideus, или *Sacch. ellipsoideus I* Ганзена. Встречается на поверхности зрелых ягод винограда. Низового брожения. Клетки овальные и круглые. При 25°C через 21 час образуют споры.

Sacch. turbitans, или *Sacch. ellipsoideus II* Ганзена. Ганзеном выделены из мутного пива. В пиве образуют дрожжевое помутнение. Низового брожения. Клетки преимущественно овальные и круглые, редко в виде колбас. При 29°C в течение 12 часов образуют споры.

Химический состав дрожжей. Химический состав дрожжей, смотря по возрасту, питанию и сорту дрожжевых клеток, подвержен значительным колебаниям.

Свежая, полученная из здоровых клеток масса дрожжей, отжатая от воды при помощи легкого давления между листами фильтровальной бумаги, в среднем, содержит 25% сухого вещества и 75% воды.

Сухое вещество дрожжей состоит, главным образом, (50—60%) из веществ, содержащих азот. Между ними нахо-

дятся альбумин, называемый церивезин; содержащий фосфор протеид, называемый зимоказеин, сходный с казеином молока и легумином гороха; затем имеются глобулин, нуклеин, пептоноидные вещества, лецитин и лецитан. По Юслину, в составе веществ, содержащих азот, имеется около 86—89 белковых веществ. К содержащим азот веществам относится также порфирин, недавно выделенный в небольшом количестве из дрожжей Фишером.

Из органических, свободных от азота веществ в дрожжах встречаются жир (приблизительно 2—5% на сухое вещество), эргостерин, гликоген, маннан, декстран и пентозаны (резиноподобные вещества).

Оболочка клеток состоит, главным образом, из гемицеллюлозы, которая расщепляется на маннозу и декстрозу.

Содержание золы в дрожжах колеблется между 4—7%, считая на сухое вещество. Зола состоит большею частью из фосфорной кислоты и калия (70—80%). Кроме того, имеются еще кальций и магний.

В составе дрожжей имеется большое количество энзимов, которые выполняют различные функции при брожении, при питании дрожжей и при отмирании дрожжевых клеток.

Спиртовое брожение, по Бухнеру, происходит вследствие влияния энзима, известного под названием зимазы на простые сахара. Для возникновения брожения помимо зимазы необходимо присутствие, так называемого, ко-энзима, который имеет в своем составе, как существенную составную часть, фосфорную кислоту—вероятно, в виде фосфорнокислого эфира, подобного лецитину. Зимаза не может проникать через стенки дрожжей. Поэтому процесс брожения должен происходить внутри клетки. Зимаза может действовать только на простые сахара. Сложные сахара предварительно расщепляются другими энзимами дрожжей; так, тростниковый сахар инвертным превращается в декстрозу и левулозу, а мальтоза, при посредстве дрожжевой глюкозы или мальтазы, превращается в декстрозу.

Расщепляющие сахара энзимы в дрожжах распределены не одинаково. Так, культурные сорта дрожжей не имеют того энзима, который мог бы расщепить молочный сахар.

Поэтому культурные дрожжи большею частью не могут сбраживать молочного сахара. Затем в дрожжах находятся протеолитические энзимы, т. е. энзимы, растворяющие белки, которые действуют в особенности при отмирании дрожжей, растворяя содержимое клеток. Наконец, в клетках дрожжей предполагаются еще энзимы, окисляющие и восстанавливающие. Кроме того, дрожжи очень богаты витаминами, или дополнительными веществами; так уже давно в дрожжах был известен витамин Анти-бери-бери (Витамин В). Из обмыленного дрожжевого жира выделен необмыленный эргостерин, который по новейшим исследованиям Виндауса при воздействии ультрафиолетовых лучей приобретает антирахитическое действие (Витамин А). В дрожжах в дополнение ко всему имеется фактор, способствующий росту, который, по видимому, идентичен с „биосом“ (Bios).

Дрожжи для своего питания требуют сахара, минеральных веществ и веществ, содержащих азот. Эти вещества попадают в пивное сусло из солода в готовом виде и в достаточном количестве.

По Пастеру, при брожении около 1% сахара идет на строение дрожжевых клеток.

Между питательными веществами, содержащими азот, находятся такие, как альбумины, пептоны и, в особенности, вещества из класса амидов и даже аммиачные соли, которые могут удовлетворить потребность дрожжей в азоте.

Образующиеся из основных частей белковых веществ α -аминокислоты, по Эрлиху, переходят при этом в высшие спирты (лейцин и изолейцин в амиловый спирт, тирозин—в тирозоль).

Из минеральных веществ необходимы фосфорная кислота и калий и, по видимому, магний и сера (сернокислый магний). Кальций, вероятно, также необходим, в солях же натрия и железа дрожжи, по видимому, не нуждаются.

Культурные дрожжи различных сортов сбраживают тростниковый сахар, декстрозу, левулозу и

мальтозу, но не вызывают брожения в растворе молочного сахара.

В пивном сусле из различных способных к брожению сахаров имеются в большом количестве мальтоза, в малом количестве тростниковый сахар, декстроза и левулоза; возможно также присутствие сбраживаемой изомальтозы.

То явление, что дрожжи Фроберг имеют высокую степень сбраживания, а дрожжи Зац низкую степень, пытались объяснить тем, что первые, быть может, действуют на изомальтозу (мальто-декстрин), последние же не действуют.

Большое влияние на длительность и полноту брожения имеют не считая расы дрожжей, температура бродящей жидкости, концентрация сахарного раствора, количество дрожжей и состав самой бродящей жидкости в отношении содержащихся в ней питательных для дрожжей веществ.

Оптимум температуры, т. е. та температура, в пределах которой при одинаковых условиях раствор сахара сбраживается в кратчайшее время,—это 30—35° С. Ниже 30° и выше 35° С происходит замедление брожения и тем большее, чем больше отклонение температуры в ту или другую сторону от указанных пределов. При 40° С полного сбраживания не может быть достигнуто. При 50° С большая часть дрожжей теряет способность сбраживать. При температуре около 70° С дрожжи окончательно погибают. С другой стороны, брожение даже при температуре 0° прекращается не совсем. Замораживанием дрожжи не убиваются: необходимо только, чтобы оттаивание происходило медленно.

Приток воздуха к бродящим и размножающимся дрожжам в большой степени способствует размножению. Этим свойством пользуются при изготовлении прессованных дрожжей.

Отношение дрожжей к антисептикам. Антисептиками (противогнилостными веществами) называются химические вещества, могущие прекратить всякого рода про-

цессы брожения или замедлить их. Такими веществами являются неорганические и органические кислоты, щелочи, соли, особенно соли тяжелых металлов, многие органические вещества, в особенности, фенолы всех родов и т. д. Обычно антисептики более энергично влияют на бактерии, нежели на дрожжи. Поэтому ими можно пользоваться для защиты дрожжей от проникающих туда бактерий. В то время, как при фабрикации спирта с большой выгодой пользуются антисептиками, при брожении в пивоваренном производстве в сусло антисептических веществ не прибавляют.

В пивоваренных производствах, в особенности, в тех, где работают с дрожжами низового брожения, прибавлять антисептики не требуется, ибо, с одной стороны, низкая температура брожения и состав пивного сусла (хмелевая смола) сами по себе не благоприятствуют побочным брожениям, а, с другой стороны, антисептические вещества, как это выяснилось, не действуют на дикие дрожжи, так как они большею частью отличаются большей сопротивляемостью, нежели культурные дрожжи; наконец, применяя чистые культуры дрожжей, мы имеем самое лучшее и самое действительное средство, чтобы оградить сусло от других дрожжей и бактерий. В пивоваренном производстве антисептики целесообразно применять только, как дезинфицирующее средство для поддержания чистоты в помещениях, сосудах, трубах и вообще во всей аппаратуре. Кроме часто употребляющейся для мытья соды, как самого старого дезинфицирующего средства, следует упомянуть о кислоте сернисто-кислотной кальции, а также и о целом ряде других средств. Из препаратов, применяющихся в настоящее время для дезинфекции на пивоваренных заводах, необходимо упомянуть следующие: антиформин—щелочной раствор хлорноватисто-кислого натрия; кислый фтористый аммоний; формалин (40% раствор формальдегида); микрозоль—препарат, состоящий из различных веществ и содержащий, как существенную составную часть, медный купорос, и наконец, монтанин с кремнефтористоводородной кислотой, как действующую

щей составной частью. Последнее средство очень рекомендуется для дезинфекции стен. Назовем еще пирицит, содержащий, как главную составную часть, борофтористый натрий и активин — органический хлорный препарат, от которого легко отщепляется активный хлор. Вилль обращает внимание на то, что опыты практики вообще недостаточны для оценки дезинфицирующих средств; необходимо при помощи лабораторных опытов установить ценность дезинфицирующих средств.

Бросается в глаза существование как в зернах, так и в изготовленном из них солоде и в заторе веществ, ядовито влияющих на пивные дрожжи низового брожения. По всей вероятности, причиной здесь являются какие то белковые вещества. Очевидно, они могут при неизвестных пока условиях попасть в сусло и вызвать ненормально-пониженную бродильную способность и болезненные явления в дрожжах. Ядовитое действие этих веществ уничтожается углекислой известью и другими солями.

В бродильном производстве иногда встречается засорение культурных дрожжей почкующимися грибами, не образующими эндогенных спор. Они частью безвредны, частью их появление приносит вред.

Сюда относятся различные дрожжевидные формы, описанные Пастером под названием *Togula*. Ганзен наблюдал много различных родов, из которых семь он подробно описал. Они имеют частью шаровидную, частью растянутую форму и размножаются в большинстве случаев только почкованием, редко — образованием мицелия.

К сахарным растворам они относятся различно: некоторые виды способны возбуждать сильное спиртовое брожение, другие же не сбраживают мальтозы; некоторые не содержат инвертина и потому не сбраживают тростникового сахара.

По Виллю, большинство видов рода *Togula* безвредны; они не могут возбудить в пиве болезненных явлений. По Линднеру, лишь в отдельных случаях наблюдалось помутнение пива от размножения *Togula*.

Затем следует упомянуть о *Saccharomyces apiculatus* и о пленочных дрожжах.

Первый в природе широко распространен. В теплое время года он живет на сладких плодах, как то: на вишне, сливе, винограде. Зимой Ганзен нашел его в земле, куда он попадает с дождем и с опадающими плодами. Он часто встречается при главном брожении вина. При последующем брожении пропадает. Клетки характерной формы, с обоих концов заострены.

Saccharomyces apiculatus, выращенный в пивном сусле, по Ганзену, ведет себя, как дрожжи низового брожения. Однако, он дает лишь 1% спирта в то время, как *Sacch. cerevisiae* (дрожжи низового брожения) дает 6%, потому что первый не может сбраживать мальтозы и, кроме того, не выделяет инвертина. В 10% и 15% растворе декстрозы и при наличии питательных веществ он дает до трех объемных процентов спирта.

Вилль нашел, что многие расы *Sacch. apiculatus* могут в сусле вызвать запах затхлости, отдающий плесенью.

По последним наблюдениям, у этого организма происходит также образование спор.

Пленочных дрожжей встречается много видов; они требуют большое количество воздуха, а потому поселяются на поверхности жидкостей или на других влажных поверхностях.

В общем, они характерны тем, что образуют на пиве или вине тонкую или толстую, гладкую или сморщенную пленку матово-светло-серого или беловато-желтого цвета.

Ганзен нашел такое накопление на лагерном пиве при температуре от 2 до 15° С. Грибы развиваются еще при 33° С. Но так как низкая температура особенно благоприятна для их развития, то появление их в лагерном подвале может повлечь за собой большие неприятности.

Их клетки бывают различной формы и величины, большею частью вытянутые, эллипсоидальные. В старых клетках находятся капельки жира, сильно преломляющие свет. По последним исследованиям, пленочные дрожжи спор не образуют.

По Ганзену, пленочные дрожжи на сусле желатина образуют светло-серые колонии, похожие на пленку или

углубление в виде чашечки, которые под микроскопом легко отличаются от колоний других дрожжей.

Можно указать еще на многочисленные превращения, которые эти дрожжи могут произвести в питательном веществе. В пивном сусле они могут — правда, только в очень незначительной степени — образовать спирт. На поверхности содержащей спирт жидкости они производят окислительное брожение, при чем в некоторых случаях спирт окисляется в углекислоту и воду, а в других случаях переходит в уксусную кислоту.

По Линднеру, существуют пленочные дрожжи, которые в сусле образуют сложные эфиры.

Некоторые виды обладают способностью разжижать сусло желатина, другие этой способности не имеют.

Брожения, вызываемые бактериями. Дробянки или бактерии представляют собою среди других микроорганизмов самые маленькие организмы. Они встречаются в различных формах, по которым пока и узнают отдельные виды их. Однако, известно, что один и тот же вид бактерий может появляться в очень различных формах. Поэтому для характеристики отдельных представителей необходимо принимать во внимание и ряд других, в особенности, физиологических признаков.

Размножение бактерий происходит делением или образованием спор внутри клетки.

Исключая молочнокислое брожение, которым пользуются при изготовлении берлинского белого пива, в пивоваренном производстве по возможности избегают появления бактерий и производимого ими брожения.

Молочнокислое брожение. Молочная кислота образуется из сахаров различными бактериями. При этом молочная кислота получается, как главный, но не всегда как единственный продукт. Наряду с ней образуются, смотря по виду возбудителя брожения, еще углекислота и другие вещества, как спирт, уксусная и муравьиная кислоты.

Бактерии молочнокислого брожения находятся почти везде в воздухе и быстро поселяются на подходящих пита-

тельных средах, как пивной и водочный заторы и т. д. Чтобы избежать заражения, необходимо следить за тем, чтобы не оставались лежать остатки заторов и чтобы в производстве вообще соблюдалась возможная чистота. Затем при охлаждении сусла надо следить за тем, чтобы по возможности скорее миновать температуру 50° — 30° С, самую благоприятную для образования молочной кислоты.

В пиве низового брожения не должно встречаться бактерий молочнокислого брожения; в то же время они, как уже замечено, культивируются для берлинского белого летнего пива. Однако, при изготовлении пива низового брожения пытались увеличить кислотность затора и сусла при посредстве чистой культуры молочнокислой бактерии, бациллы Дельбрюкка.

Из пива были выделены различные виды и расы и получили их чистую культуру. Бактерии молочнокислого брожения обычно представляются в виде коротких палочек, отдельных или соединенных в цепочки. Они часто образуют извилистые массы клеточных нитей, в которых отдельные клетки можно узнать только после подкраски.

Геннеберг, ¹⁾ который подробно описал бактерии молочнокислого брожения пива, считает *Bazillus Lindneri*, выделенную им в чистую культуру из светлого охмеленного лагерного пива различных заводов, одним из самых больших вредителей пива, изготовленного низовым брожением.

Максимальная температура образования молочной кислоты—несколько выше 88° С, оптимум при 17 — 18° и минимум ниже 11° С. Самое большое количество молочной кислоты в сусле—это 0,6%. Спирт, в количестве 1—2 объемных процентов, возбуждает развитие молочнокислых бактерий, а в количестве 4% только в незначительной степени задерживает его. В светлом охмеленном разлитом пиве бактерия эта производит помутнение, в особенности летом.

При 20° С помутнение наступает через 14—30 дней, при 25° уже через 8—15 дней. Пастеризованное пиво,

¹⁾ W. Henneberg, Gärungsbakteriologisches Praktikum, Betriebsuntersuchungen und Pilzkunde. Берлин, изд. Paul Parey, 1909.

зараженное чистой культурой, мутнеет уже через 4—5 дней.

Вкус и запах пива сильно изменяются, кислотность же не увеличивается или увеличивается очень мало. Темное пиво обычно способно более сопротивляться порче, нежели светлое, вероятно, вследствие содержания поджаренных веществ.

При изготовлении берлинского белого пива играет роль *Saccharobacillus pastorianus* var. *berolinensis* (Геннеберг). В сильно охмеленном сусле и в темном пиве этот грибок не развивается. Но другие формы этого микроорганизма (*S. fasciformis*) встречаются на заводах с низовым брожением, как вредитель.

Уксусно-кислое брожение. Уксусная кислота встречается почти всегда в перебродивших жидкостях, хотя бы только в виде следов. Летучие кислоты в пиве и вине состоят почти исключительно из уксусной кислоты. Она образуется из спирта, который окисляется при посредстве уксуснокислых бактерий, заносающегося с воздуха в спирт. Морфология возбудителей уксуснокислого брожения была подробно изучена Ганзеном. Они встречаются в виде длинных цепочек, состоящих или из длинных и коротких палочкообразных клеток, или из клеток бисквитообразной формы. На пиве и других перебродивших жидкостях они образуют пленку (*Bacterium acetii* и *B. Pastorianum*). Слизь одного вида окрашивается иодом в желтый цвет, другого — в синий. Самая благоприятная температура для образования уксуса, по Ганзену, 33°С. В некоторых случаях бактерии могут уксусную кислоту окислять дальше до углекислоты.

В настоящее время известно большое количество различных уксуснокислых бактерий, но, конечно, не всегда удавалось доказать принадлежность их к разным видам. По Геннебергу, уксуснокислые бактерии с практической точки зрения можно разделить на пригодные к употреблению и непригодные; к первым относятся бактерии производства пивного и винного уксуса с очень сильной способностью образования уксусной кислоты, а к последним — те бактерии, которые образуют медленно и мало кислоты,

при чем получается сильно мутный уксус с плохим вкусом и запахом.

Значительное образование уксусной кислоты в пиве можно получить только при недостаточной чистоте в работе и при слишком долгом хранении пива в теплом подвале. Пиво, содержащее уксусную кислоту, считается испорченным.

Сарцины. В бродильном производстве спутниками дрожжей являются еще некоторые более или менее нежелательные бактерии. Между ними следует упомянуть об одном микроорганизме—сарцине, изученной Ганзенном, Линднером, Рейхардом, Шёнфельдом, Штокгаузенем и др., которая встречается частью одиночными клетками, как микрококк, частью группами в две и в четыре клетки, частью в виде ожерелья. В физиологическом отношении, по Линднеру, все виды сарцины оказываются кислотообразователями, при чем получается преимущественно молочная кислота. В пиве определенные формы, большей частью сарацина, состоящая из четырех дочерних клеток, (рис. 33) может вызвать помутнение, неприятный аромат и вкус. По Клауссену, болезнь пива от сарцины вызывается, главным образом, двумя видами сарцины, а именно: *Pediosoccus damnosus*, который придает обычно пиву неприятный запах и вкус, и *Pediosoccus repniciosus*, который, кроме ухудшения запаха и вкуса, вызывает помутнение всей жидкости. Но встречаются сорта пива, в которых *Pediosoccus damnosus* может появиться массами, не вызывая болезни. Слабо охмеленное пиво из недостаточно осахаренного сусла, в особенности легко воспринимает заражение сарциной. При 60° С все виды сарцин в короткое время убиваются.

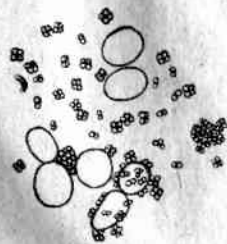


Рис. 33. Дрожжи и сарцины.

Термобактерии. Линднер под этим названием подразумевает бактерии, которые близки к настоящим гнилостным бактериям (*Bacterium termo*, Сohn) и вызывают в пивном сусле, вследствие своего развития, характерное помут-

нение и изменяют его запах и вкус. Так, они вызывают в сусле запах, похожий на сельдерей, изменяющийся в пиве в затхлый, придавая в тоже время пиву характерный, „подвальный вкус“. Термобактерии—очень короткие палочки—поселяются соответственно своим потребностям в воздухе, на трубах и аппаратах, приходящих в соприкосновение с пивным суслом. Поэтому их и называют „аппаратными“ бактериями. При главном брожении, вследствие жизнедеятельности дрожжей, они большей частью погибают, так что в пиво жизнеспособных палочек не попадает, но в слабо охмеленном пиве они иногда встречаются и могут вызвать помутнение.

Практика брожения. Пивное сусло после брожения приобретает характер пива, при чем, вместо способного бродить сахара, получается спирт и углекислота, а также происходит ряд других изменений, которые мы в настоящее время еще не в состоянии определить химически, но которые ясно можно узнать по вкусу готового пива.

Пивное сусло, благодаря своему составу, представляет собою превосходную питательную среду для развития дрожжевых грибов. Брожение сусла без применения дрожжей происходит только вследствие попадания туда случайных зародышей. Это, так называемое, самосбраживание пивного сусла применяется только в Бельгии. В Германии, Австрии и в других странах дрожжи прибавляют в сусло после его охлаждения до температуры, необходимой для брожения.

В пивоваренных производствах применяются два рода брожения:

- 1) низовое брожение, протекающее при $5-10^{\circ}\text{C}$, при чем дрожжи осаждаются на дне бродильного чана;
- 2) верховое брожение, протекающее при $10-25^{\circ}\text{C}$, при чем дрожжи большею частью выделяются на поверхность бродящего сусла в виде пены.

Для изготовления прочного и годного для транспорта бочечного пива у нас применяется, главным образом, низовое брожение; бутылочное пиво изготавливается и при по-

мощи верхового брожения, если пиво скоро поступает в потребление, так как вообще такое пиво менее прочно.

В Англии при посредстве верхового брожения изготовляют довольно прочное пиво, но оно отличается очень большим содержанием экстракта и спирта.

Низовое брожение. При низовом брожении различают два периода брожения: главное и последующее.

Во время главного брожения большая часть сахара перебразивается. Оно протекает, как выше указано, при $5-10^{\circ} \text{C}$ в течение 8—10 дней, при особенно холодном ведении брожения—в течение 14 дней. По окончании главного брожения пиво еще не готово для употребления. Для этого еще необходимо последующее или лагерное брожение, при котором часть несброженного еще сахара сбразивается, за исключением небольшого остатка; в это время дрожжи осаждаются, пиво осветляется и насыщается углекислотой. Смотря по сорту изготовляемого пива, лагерное брожение продолжается от трех недель до трех месяцев и дольше. Температура во время лагерного брожения должна быть гораздо ниже, нежели при главном брожении, и при том тем ниже, чем дольше пиво должно храниться. В хорошо устроенных лагерных подвалах температуру можно понизить до $+ \frac{1}{2}^{\circ} \text{C}$. Это делается для того, чтобы по возможности растянуть время брожения и одновременно, чтобы увеличить содержание углекислоты в пиве.

Главное брожение ведут в открытых чанах, а для последующего брожения сбродившее сусло помещается в бочки, при чем шпунтовое отверстие в начале остается открытым или закрывается шпунтовым вентиляем.

Для главного и последующего брожения должны быть особые помещения, т. е. бродильный и лагерный подвалы. Низкая температура в подвалах поддерживается искусственно при помощи помещенного там льда или же при помощи системы охлаждающих труб, по которым проходит охлажденная холо-

дильными машинами вода соответствующей температуры.

Бродильный подвал (рис. 21) лучше всего следует устраивать под холодильным помещением или вблизи его, чтобы охлажденное сусло легко можно было перевести в бродильные чаны. Обычно подвал устраивается под землей для того, чтобы по возможности не зависеть от внешней температуры. На больших производствах в настоящее время бродильное помещение часто строят и над землей, защищая его от внешней температуры при помощи целесообразно устроенной изоляции.

Бродильные подвалы строятся большей частью сводчатыми. Высота свода над полом 4 м и выше.

Вентиляция, которая при большом количестве выделяющейся во время брожения углекислоты, играет очень большую роль, устраивается таким образом, что, кроме соответствующего количества хорошо закрывающихся и снабженных ставнями окон, еще прокладываются каналы во внешних стенах, оканчивающиеся у пола, а также каналы, идущие от свода наружу. Для лучшей тяги воздуха вытяжные каналы оканчиваются трубами с флюгарками.

В бродильных подвалах большое значение имеет чистота. Для поддержания чистоты должны быть налицо все необходимые условия. Главное внимание следует обращать на устройство пола и стен, на достаточное количество поступающей свежей и чистой воды и на сток для грязной.

Пол из каменных плит, асфальта, цемента или цементных плит и т. д. должен быть плотный и гладкий и иметь сток для грязной воды. Для последней цели на полу устраивают гладкую наклонную канавку, выводящую грязную воду наружу. Чтобы избежать проникновения в подвал через сточный канал воздуха с дурным запахом пристраивают в конце канала сифон (гидравлический затвор).

Стены отделываются цементом или хорошо штукатурятся и белятся известкой. Очень хороша и целесообразна, но несколько дорога окраска эмалевой краской.

Кроме водопровода, дающего необходимую для поддержания чистоты подвала и находящейся в нем посуды воду, в подвале устраивается еще суслопровод и труба для молодого пива; по первому передается сусло от холодильного аппарата в отдельные чаны, а по последней — молодое пиво в лагерьный подвал. Трубопроводы целесообразнее всего делать из медных труб.

На пивоваренных заводах, имеющих холодильную установку, на потолке бродильного помещения подвешивается целая система холодильных труб.

Для изготовления бродильных чанов до последнего времени исключительно пользовались деревом. Бродильные чаны из железа, цемента, шифера хотя уже давно были введены в практику, но лишь в единичных случаях. И только в последнее время, вследствие все повышающихся цен на дерево и вследствие стремления к упрощению и к удешевлению производства, стали применять большие бродильные сосуды из указанных выше материалов, к которым прибавились еще железобетон, эмалированная сталь и алюминий.

Железо и цемент должны быть тщательно изолированы от соприкосновения с пивом. Кованое железо и сталь удается изолировать при помощи эмали. При черном листовом железе и цементе изолятором служат особого состава смолы, в особенности в смеси с пеком. Цементные чаны можно изолировать еще парафином. Бродильные чаны из алюминия изолируются только с внешней стороны, для чего сначала их покрывают гудроном и волокнистым материалом (джут), а затем они обмуровываются бетоном. Изоляция необходима для того, чтобы защитить алюминий от щелочного действия цемента.

Рисунок 34 представляет бродильный танк Пфаундлера, состоящий из стального сосуда эмалированного внутри.

Бродильные чаны из лиственницы или дуба имеют форму усеченного конуса, они открытые и глубина их больше, нежели диаметр. Каждый чан имеет два отверстия, одно в стенке на высоте около 0,15 м для выпуска молодого пива, другое в дне для удаления дрожжей.

Отверстие в стенке закрывается изнутри при помощи корковой пробки или втулки или же винтовым затвором с краном, а нижнее отверстие закрывается втулкой, имеющей стержень, доходящий до края чана.

Емкость чанов колеблется, в зависимости от производства,

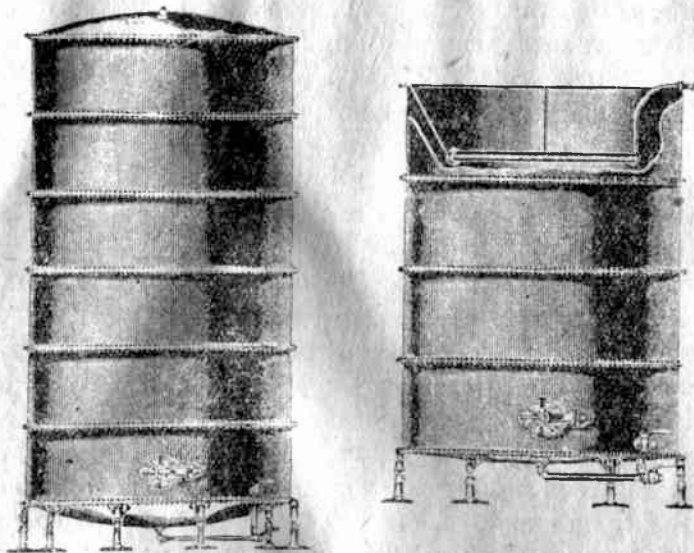


Рис. 34. Бродильный танк П ф а у н д л е р а.

от 18 до 40 л, наиболее употребляемая емкость 25—30 л.

Новые чаны до употребления нужно тщательно пропарить. Для большей чистоты чаны покрывают внутри прочным лаком или парафином. Последний в горячем состоянии хорошо впитывается в поры дерева.

Бродильные чаны устанавливаются таким образом, чтобы их можно было легко содержать в чистоте, а также, чтобы они были доступны со всех сторон. Поэтому они устанавливаются не прямо на полу, а на каменных, цементных или гранитных столбах с лежащими на них железными рельсами, или на железных подставках. Употреблявшиеся раньше для этой цели деревянные балки нецелесообразны, так как они легко загнивают и представляют собою тогда очаги для бактерий. Для того, чтобы молодое пиво по воз-

возможности полностью стекало с дрожжей, приходится чаны ставить на подставки с небольшим наклоном.

Количество чанов, необходимое для определенного производства, находится в зависимости от количества пива, предполагаемого к выпуску в течение одного года, от вместимости чанов и от продолжительности главного брожения, для которого максимум продолжительности принимается в 12 дней.

Бродильные чаны большею частью устанавливаются рядами, при чем между каждыми двумя рядами оставляется проход в 2 м шириною.

На один чан, емкостью в 30 гл, по Таузингу, приходится 6 м² площади подвала.

Работа с чанами в 30 гл в настоящее время называется уже малым производством. При большом производстве употребляются сосуды, вмещающие целый затор в 100 и 300 гл. Имеются сосуды, вмещающие и по несколько заторов. В настоящее время употребляются сосуды емкостью в 700 гл и даже до 1400 гл. Обычно такие чаны изготовляются из цемента (система Дорнкаат).

Преимущество брожения в больших чанах весьма значительно, а именно: производство упрощается, достигается экономия рабочей силы, более полно используется помещение (площади требуется на 35—50% меньше, чем при малых чанах), и, наконец, уменьшаются расходы на охлаждение. Брожение при правильном ведении протекает нормально. Вследствие уменьшения площади стенок, соприкасающихся с суслом, уменьшается и опасность заражения. Однако, чтобы не затруднять осаждения дрожжей, высоту чана в общем не следует делать больше 2 м.

В бродильном подвале должен быть еще пивной насос, при помощи которого молодое пиво перекачивается в разливные или лагерные бочки, и ванны с холодильными поплавками для хранения дрожжей и т. п.

Наконец, в бродильном подвале или вблизи его вешают мешки для отделения труба, получающегося при фильтровании охлажденного сусла; отфильтрованное от труба, совершенно светлое сусло прибавляется к главному суслу.

Вместо фильтровальных мешков теперь для фильтрования сусла чаще употребляются фильтрпрессы. При маленьком производстве пригоден пресс, сконструированный С. Прандтлем в Мюнхене.

Для поддержания равномерно низкой температуры около 5°C необходимо воздух подвала искусственно охлаждать. Это достигается тем, что подвальное помещение располагается около большого ледника, или же при помощи системы холодильных труб, если имеется для этого холодильная установка. При охлаждении льдом различают лобовой, боковой или верхний лед, смотря по тому, где хранится лед—у короткой стены бродительного подвала, или длинной, или сверху. Кроме охлаждения подвала, лед необходим еще для понижения температуры бродящего сусла; для указанной цели лед, по мере надобности, загружается в плавающие в сусле поплавки (швиммеры). В современных подвалах для охлаждения бродящего сусла с целью регулирования брожения применяются медные холодильные трубки, опущенные в чан, по которым циркулирует охлажденная вода.

Лагерный подвал должен быть холодный, сухой и с чистым воздухом. Температура подвала должна быть по возможности ближе к 0° , и не должна быть выше $+4^{\circ}\text{C}$.

Лагерные подвалы бывают подземные и надземные.

Подземные подвалы выкапываются в естественных холмах или высекаются в скалах. Первые, смотря по свойствам почвы, обмуровываются или не обмуровываются, последние—в этом не нуждаются. Чаще всего устраивают подземные подвалы; для этого вырывают большую глубокую яму, которую обмуровывают и разделяют стенками на отдельные помещения.

Глубину подвала нужно делать такую, чтобы пол его находился, по крайней мере, на 1 м выше самого высокого уровня грунтовых вод. Точно также в него не должны проникать и надпочвенные воды. Для защиты стен подвала от теплоты земли их строят двойными с изолирующим слоем воздуха. Для вентиляции устраивают воздушные каналы, закрываемые при теплой погоде.

Весь подвал делится на несколько отделений, каждое с отдельным ходом; они располагаются по обе или с одной стороны прохода, в который подаются транспортные и лагерные бочки; в нем же оканчиваются подвальные лестницы. Этот проход, или передний подвал, тщательно закрывается от отделений деревянными двойными дверями, не допускающими непосредственного прохождения внешнего воздуха в подвальное помещение.

Необходимый для охлаждения подвала лед большую часть помещается у короткой стены подвала, находящейся против прохода, и называется „лобовой лед“. Емкость помещения для льда берется около $\frac{1}{3}$ емкости относящегося сюда отделения подвала. Помещение для льда или в каждом отделении самостоятельное или же для всех отделений общее. Для охлаждения подвала целесообразнее пользоваться холодильной установкой, нежели льдом; для этого на больших заводах, имеющих холодильные машины, в подвал проводится система холодильных труб, по которым циркулирует охлажденный ниже 0° соленой раствор. На тех заводах, где этот способ охлаждения был введен после постройки завода, место, предназначенное для льда, остается свободным и может быть использовано, как бродильня или как лагерьный подвал. В последнее время, в особенности при применении больших лагерных танков, охлаждение устраивают внутри лагерных сосудов, что, конечно, имеет большое преимущество, так как при непосредственном охлаждении затрачивается меньше калорий, да и охлаждение достигается быстрее.

Надземные лагерные подвалы устраиваются там, где из-за грунтовых вод нельзя их поместить достаточно глубоко; часто их предпочитают вследствие меньшей стоимости. Разумеется эти лагерные помещения нужно защитить от внешнего воздуха, для чего устраивают хорошую изоляцию как внешних стен, так и свода; кроме того, их снабжают хорошо изолированными сенями.

Лагерные бочки по большей части делают дубовые, различной величины. Небольшие заводы пользуются бочками в 20 гектолитров или немного больше, средние — в 30—60

гектолитров и большие заводы пользуются бочками в 80 гектолитров и больше. Для того, чтобы бочки сделать непроницаемыми как для углекислоты, так и для пива, их покрывают изнутри смолою, или же, как и бродильные чаны, глазируют лаком. Каждый боченок имеет два отверстия — одно в дне, другое в середине боковой стенки, — затем шпунтовое отверстие и широкое для чистки.

В лагерном подвале бочки устанавливаются на высоте 0,6—0,9 м от пола на деревянных подставках, которые для лучшей сохранности пропитываются цинковым купоросом. Вместо деревянных подставок рекомендуется устанавливать бочки на железные рельсы, положенные на каменные или железные подставки. Для того, чтобы по возможности лучше использовать помещение подвала, бочки ставят в два ряда один на другой, так что на двух больших бочках лежит третья меньшего размера (см. рисунок 21). Нижние бочки называются основными, а верхние называются седловыми. Бочки в отделениях подвала обычно устанавливаются таким образом, чтобы они были перпендикулярны к долевой оси отделения подвала в два ряда, при чем в середине оставляется широкий проход. Иногда расставляют их параллельно долевой оси подвала одна за другой с проходом с боку и с поперечными проходами или без них. Последнее расположение нецелесообразно, так как отдельные бочки мало доступны.

Бочки устанавливаются с некоторым уклоном, чтобы при разливе возможно было достигнуть полного выпуска пива.

По Таузингу на 1 м² площади подвала удастся поместить при небольших бочках, расположенных в один ряд, 12 гектолитров, при средних — 13 гектолитров, а при очень больших — 14 гектолитров пива.

И в крупных лагерных подвалах с успехом применяются вместо бочек большие танки. В Америке для этой цели введены стоячие или лежащие цилиндры из эмалированной стали — танки Пфаундлера (рисунок 35), емкостью в 300 гектолитров и больше. Такие танки в настоящее время строятся на машинной фабрике Гревенбройх и других; их можно получать в виде готового сосуда, или же в виде колец, в любом количестве собираемых в подвале.

Для больших лагерных танков очень хорошим материалом оказался алюминий. Хорошее использование помещения подвала позволяют лагерные танки из железобетона, которые с внутренней стороны покрываются мягкой изолирующей массой, хорошо соединяющейся с цементом, а на нее наносится очень твердый изолирующий слой, не дающий трещин (рис. 36).

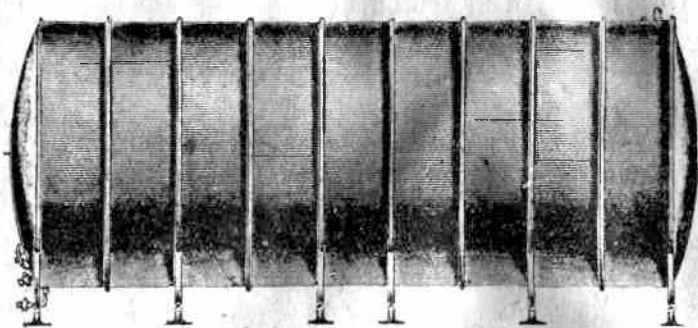


Рис. 35. Лагерный танк Пфаундлера.

Главное брожение. Для брожения сусла его сначала охлаждают до 5°C , наполняют им бродильные чаны, затем прибавляют дрожжи.

В среднем на 1 гл сусла идет 0,5 л густых в виде кашицы дрожжей. Дрожжи должны быть чистые, т. е. свободные от бактерий и диких дрожжей и притом свежие. Эмпирическими признаками хороших дрожжей у пивоваров служат цвет, который должен быть светлым, и запах, который должен быть чистым и приятным, а также способность осаждаться под водой. Хорошим признаком считается, если дрожжи осаждаются ровным густым толстым слоем.

Прибавка дрожжей называется заправкою, задаванием дрожжей, пуском в ход.

Задавание дрожжей производится двумя способами: сухим и мокрым.

При сухом задавании необходимое количество дрожжей помещается все или частью в сосуд, емкостью

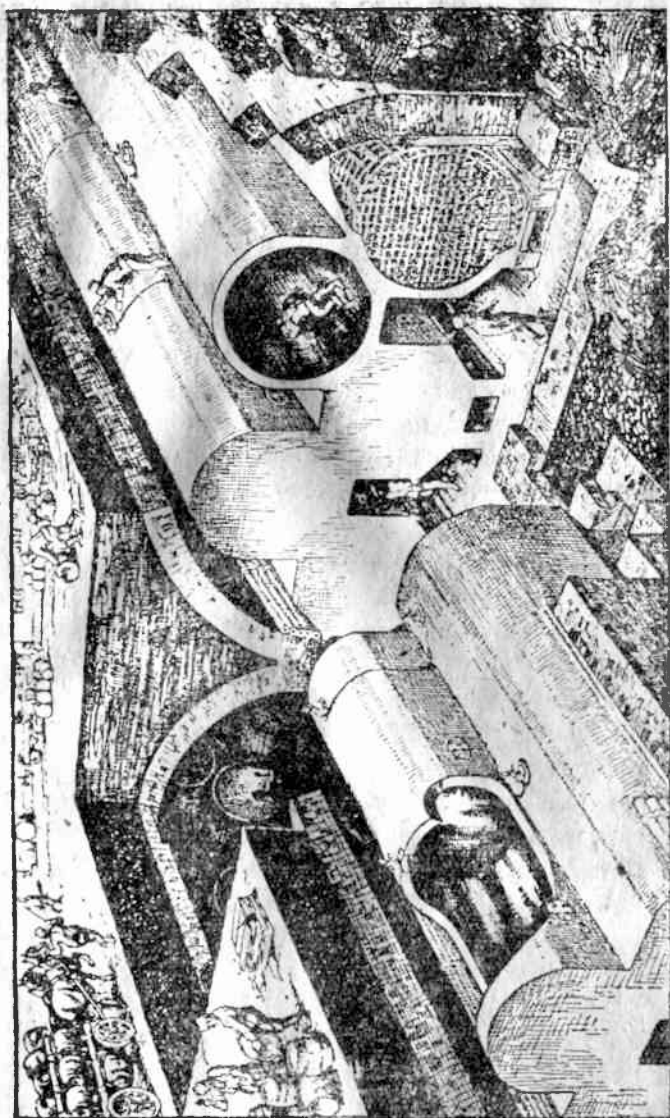


Рис. 36. Лагерные танки фирмы Рашток и Берлохер, общей емкостью 7200 гл., на пивоваренном заводе А.-С. Union в Лайбахе.

16—18 л (заправной чан), который на половину наполнен суслом. Затем дрожжи с суслом хорошо перемешиваются ручной мешалкой, и перемешанное сусло начинают переливать из одного сосуда в другой. Это переливание состоит

в том, что содержимое одного сосуда переливается в другой такой же, затем обратно и так далее до тех пор, пока пенная масса не заполнит оба сосуда. Подобное переливание дает не только равномерное распределение дрожжей в сусле, но и создает интенсивное проветривание, которое, как известно, способствует росту дрожжей. Содержимое обоих сосудов выливается в сусло, находящееся в бродильном чану и хорошо перемешивается.

В больших производствах для этой цели служат механические аппараты.

Мокрое задавание применяется в том случае, когда предполагают, что дрожжи, до прибавления к главной массе сусла, следует подкрепить, или если количество дрожжей кажется слишком малым. Для этой цели один или несколько гектолитров сусла при температуре 15—10°C смешиваются с дрожжами в особом небольшом чане и оставляют стоять, пока не появятся признаки сильного брожения. Сусло в этой стадии брожения соединяется с главной массой сусла, находящегося в бродильном чану и охлажденного до требуемой температуры. При помощи мокрого задавания первоначальное количество дрожжей значительно увеличивается и сусло приводится в соприкосновение с молодыми сильными дрожжами.

Подобно указанному, существует еще процесс, называемый доливанием, который состоит в том, что в чан, только частью наполненный суслом, находящимся уже в брожении, доливают свежего сусла. Это играет некоторую роль в крупных производствах при недостатке дрожжей.

После перемешивания отмечают мелом на стенке чана концентрацию и температуру сусла. Эти заметки делаются ежедневно в течение всего главного брожения.

Обычно брожение продолжается в течение 8—10 дней. В течение этого времени при нормальном составе сусла главное количество сахара, способного бродить, превращается в спирт и углекислоту; при нормальном составе сусла сбраживается около 50% экстракта.

Во время главного брожения проявляется ряд внешних явлений, по которым практик обычно судит о процессе брожения.

Первые признаки брожения проявляются приблизительно через 12—20 часов: начинает выделяться углекислота, на поверхности сусла появляется нежно белая пена: пиво начало бродить.

Второй период — „низкие завитки“. Приблизительно через 24 часа появляется у края чана венкообразное возвышение из пены, которое все дальше удаляется от края чана, с увеличением высоты пенистого венка: пиво ломается. Это явление основано на том, что у стенок бродильного чана, вследствие влияния поверхности чана, происходит более усиленное образование углекислоты, нежели внутри бродящего сусла. Образующаяся пена принимает форму своеобразных зигзагов в виде завитков и это явление называется „образованием завитков“. Пока они еще не достигли высшего предела своего развития, их называют низкими завитками.

Период низких завитков продолжается 2—3 дня. Брожение при этом происходит довольно равномерное и замечается уменьшение экстракта по сахарометру на 0,5—0,8%.

Вместе с прогрессивно увеличивающимся брожением образование пены все усиливается, и она поднимается над краем чана. Это и есть период „высоких завитков“, — уменьшение экстракта по сахарометру при брожении достигает 1% и более.

В период „уменьшения завитков“ главное брожение подходит к концу. Завитки исчезают совсем и остается грязно-бурая покрывка, состоящая из белковых веществ, хмелевых смол, дрожжевых клеток и т. д. Эта коричневая мажущая масса имеет весьма горький, происходящий от хмелевых смол вкус, и некоторую клейкость. Выделение этих смол из пива и образование покрывки, которая удаляется раньше, нежели пиво переведут для последующего брожения, очень важно. Если бы смола осталась в пиве, то оно получило бы очень горький вкус.

Во время брожения температура сусла поднимается. Так как установлено, что она не должна подниматься выше 10°C , то для уменьшения увеличивающегося тепла применяется искусственное охлаждение сусла или при помощи цилиндрических сосудов, наполненных льдом, так называемых, поплавков, или же пользуются холодильными змеевиками, по которым циркулирует ледяная вода. Последнее возможно только в больших производствах, имеющих холодильную установку. В настоящее время придерживаются холодного брожения, при котором с начальной температуры в $4\text{—}5^{\circ}\text{C}$ ей дают подняться не выше $8\text{—}9^{\circ}\text{C}$; это придает пиву свойство лучше удерживать пену, чем при теплом брожении.

Главное брожение считается законченным, если в течение 24 часов показание сахарометра в расхожем пиве понижается на $0,2\%$, а при лагерном пиве на $0,05\text{—}0,1\%$.

С уменьшением брожения главная масса дрожжей оседает на дно, пиво становится более прозрачным, но не совсем. Небольшое количество дрожжей всегда еще остается плавающим в пиве, и оно необходимо для последующего дображивания.

Кроме того, конец главного брожения пивоваром определяется по виду перебродившего сусла в стаканчике. Для этого небольшой цилиндрический стаканчик, емкостью в 50 см^3 , наполняется молодым пивом из бродильного чана и для оценки вида пива стаканчик держат перед зажженной свечей. При этом пиво должно быть блестящим, и плавающие в нем хлопья дрожжей должны иметь ясный контур. Если стаканчик с молодым пивом оставить в покое, то дрожжи должны оседаться быстро и плотным слоем.

Соединение дрожжевых клеток в комочки в конце главного брожения называется „брух“. Образование бруха зависит от состава сусла и от расы дрожжей. Имеются такие расы дрожжей, которые не способны образовать брух. Такие дрожжи сбраживают сильнее потому, что дольше остаются в жидкости, не осаждаясь. Они, в отличие от дрожжей, дающих брух, называются пылевидными дрожжами.

После окончания главного брожения, перебродившее сусло называется молодым или зеленым пивом. Оно теперь готово для перекачки в лагерные бочки, в которых проходит последующее брожение. Момент для раскочки в бочки практик определяет по уменьшению процесса брожения, по осаждению дрожжей и т. п. В настоящее время момент раскочки узнается обычно по показанию сахарометра. Одновременно в лаборатории делается определение конечной степени сбраживания с той целью, чтобы по этим данным можно было установить, сколько процентов сбраживающего экстракта еще находится в молодом пиве; затем в зависимости от концентрации и времени хранения стараются, чтобы в молодом пиве оставалось экстракта, способного сбродить, около 1—1,5% по Баллингу.

Раскочка молодого пива и соби́рание семенных дрожжей. Когда молодое пиво должно быть перекачано из бродильного помещения в лагерьный подвал, предварительно удаляется плавающая на поверхности молодого пива крышка, для чего пользуются продырявленной плоской ложкой, сделанной из жести или луженой меди. После этого пиво раскочивается через отверстие в боковой стенке чана, при чем втулку или пробку выбивают.

Молодое пиво раскочивается по плангам при помощи насоса или прямо в лагерные бочки, или, при большом удалении лагерного подвала, в большую сборную бочку, служащую для переливания пива в лагерьный подвал. Для перекачки пива пользуются медными трубами и резиновыми рукавами, которые, конечно, следует тщательно промывать. Когда пиво сошло почти до дрожжей, то кран закрывают и остаток удаляют через отверстие, находящееся в дне чана, в подставленный под отверстие небольшой сосуд и в него собирают оставшееся над дрожжами пиво.

Дрожжевой осадок, оставшийся на дне бродильного чана, состоит из трех слоев. Верхний тонкий слой темного цвета загрязнен остатками хмелевых смол и т. п. При помощи небольшой лопатки он сдвигается

к отверстию в дне, спускается в шайки и удаляется. Средний слой, светлый, состоит из семенных дрожжей; он также при помощи лопатки выпускается в хорошо вымытую ванночку и затем идет для следующего брожения. Третий, нижний слой снова темный, нечистый, а потому точно так же, как и верхний, удаляется.

Семенные дрожжи заливаются в ванночке холодной водой и просеиваются через волосяное сито. Потом дают им осесть, отстоявшуюся воду сливают, затем второй раз перемешивают с водой; эта вода также сливается, и уже после этого промытые дрожжи сохраняются под водой, в которой помещен поплавок со льдом или же прямо кусок льда. Последнее допускается только в том случае, если имеется чистый лед.

Выход дрожжей считается на один гектолитр сусла; в среднем выход равен 2 л густых дрожжей с 10% сухого вещества. Для сохранения дрожжей в течение нескольких недель их прессуют до содержания сухого вещества приблизительно в 25% и затем помещают на холод в приспособленных для этого сосудах. Так как на заводе всегда имеются излишки дрожжей, вследствие сильного их размножения, то эти дрожжи, ненужные для производства, используются различными другими способами. Они являются превосходным кормом, вследствие большого содержания белка. Для того, чтобы дрожжи сделать удобными для хранения, их обычно сушат. Дрожжи могут идти и на питание людей, на изготовление бульона: они заменяют мясной экстракт, наконец, дрожжи служат для изготовления многих фармацевтических питательных препаратов (витаминные препараты).

Последующее брожение. Последующее брожение имеет целью придать пиву зрелость. Во время последующего брожения температура должна быть по возможности низкая и тем ниже, чем дольше будет храниться пиво. При низкой температуре дрожжи, при чрезвычайно медленном брожении, полностью оседают, а пиво поглощает достаточное количество углекислоты: имеющиеся по-

сторонние организмы брожения не могут развиваться и испортить пиво. На маленьких заводах, которые в жаркое время года прекращают производство, изготавливают два сорта пива: расхожее пиво, с коротким временем хранения, и лагерное или летнее пиво, которое расходуется во время прекращения производства на заводе до того времени, пока не будет нового пива. Такое пиво может храниться 6—8 мес. Более благоприятны условия работы в непрерывных производствах, которые могут иметь холодильную установку и которые прекращают работу только тогда, когда необходим ремонт в варочном отделении и т. д. Такие заводы могут из года в год давать одинаковое лагерное пиво, при чем наиболее благоприятное время хранения—8 недель.

Работа с молодым пивом при последующем брожении ведется различно, в зависимости от того, когда молодое пиво пойдет на раскачку—скоро, или после продолжительного хранения. Уже при наполнении пивом бочек, следует обращать внимание на то, чтобы расхожее пиво в бочки попадало „зеленым“, а лагерное пиво — „прозрачным“. Зеленое и прозрачное молодое пиво отличаются по виду, и это отличие обуславливается количеством плавающих дрожжей. Если дрожжей относительно много, то пиво называется зеленым и последующее брожение такого пива протекает быстрее, нежели прозрачного пива, в котором меньше дрожжевых клеток. Правильное определение зеленого и прозрачного рассчитано на опыт практика.

Если молодое пиво предназначено для скорого расщедования, то оно раскачивается в небольшие бочки, если для лагерного, то всегда в большие бочки. В небольших бочках пиво скорее зреет. Между прочим, известно, что и в очень больших лагерных бочках пиво может созревать сравнительно в очень короткое время.

Там, где имеется подвал достаточных размеров и где производится значительное количество молодого пива, там несколько варок распределяется на большое количество бочек, при чем вместо того, что бы наполнять каждую бочку

пивом одной варки, наполняют несколько бочек только частично и затем постепенно доливают их молодым пивом из следующих варок. При этом следует стараться, чтобы в каждую бочку всегда попадало одинаковое количество пива и одинаковое количество дрожжей. После каждого наполнения бочки, ее тотчас же прикрывают шпунтом, слегка вставляя его в отверстие; это продолжают до тех пор, пока она не наполнится совсем. Благодаря этому можно в течение долгого времени производить одинаковое по качеству пиво.

Во время хранения пива можно наблюдать целый ряд заметных на глаз явлений брожения. Когда бочки наполнены, около шпунтового отверстия появляется легкая пена, и в зависимости от того, было ли налито молодое пиво зеленым или прозрачным, эта пена появляется раньше или позднее; это явление называется: „пиво взялось“. Прежде, когда последующее брожение проводилось более долгое время с открытым шпунтом и когда появлялась из шпунтового отверстия пена, говорили, что „пиво в шапке“. Когда же последующее брожение протекает постепенно, и пена спадает, то говорят — „пиво спряталось“. Потери пива, получающиеся от последующего брожения, доливаются пивом или водой. После этой сравнительно бурной стадии последующего брожения, начинается „тихое“ последующее брожение, во время которого бочка крепко закупоривается хорошим шпунтом, вследствие чего образующаяся углекислота поглощается пивом, и пиво получает достаточное насыщение. Длительность шпунтования продолжается соответственно с тем, в какой стадии последующего брожения находится пиво и в зависимости от предполагаемого последующего времени хранения в лагерьном подвале. Время шпунтования не легко бывает угадать и не редко случается, что пиво шпунтуется или слишком рано, или слишком поздно.

Все эти недостатки в настоящее время можно устранить, применяя шпунтование вентилем, который при определенном давлении выпускает лишнюю углекислоту. Лучше употреблять ртутные шпунтовые аппараты, в кото-

рых выходящая наружу углекислота должна преодолеть давление ртутного столба, соответствующего давлению выше нормального на 0,2—0,3 атмосферы. Имеются аппараты для шпунтования отдельных бочек, при чем у каждой бочки имеется свой аппарат; есть и такие аппараты, к которым можно одновременно присоединять несколько бочек. Очень выгодно продолжительное шпунтование, т. е. такое, когда шпунтовой аппарат вставляется, как только начнется последующее брожение. Этот метод шпунтования в настоящее время самый распространенный. Через несколько дней после наполнения бочки она закрывается, к ней присоединяется шпунтовой аппарат, и по работе последнего можно будет узнать, правильно ли, протекает последующее брожение. В этом случае, как было уже указано, при наполнении бочек молодым пивом достаточно, если в пиве, поступающем в бочки, будет иметься еще около 1—1,2% экстракта, способного сбродить (при 12—13% сусла), сравнительно с количеством экстракта в пиве с законченным брожением. Этого количества экстракта вполне достаточно, чтобы обогатить пиво углекислотой в нормальный промежуток времени (приблизительно 8—10 недель) и дать ему бродить в лагерной бочке почти до конечной степени сбраживания. Степень сбраживания следует стараться доводить по возможности ближе к предельной, потому что такое пиво имеет лучшую стойкость.

Осветление пива лучинами. Дрожжи не всегда осаждаются в определенное время. Часто случается, что пиво не осветляется, и тогда приходится искать подходящее средство для того, чтобы произвести осветление. Таким средством является применение ореховых или буквых лучин, которые помещают в лагерную бочку. Действие подобных лучин основано на том, что дрожжевые клетки, прикасаясь к поверхности лучин, задерживаются на них; чрезвычайно шероховатая поверхность лучин действует на дрожжевые клетки, как сеть, в которую клетки и попадают; это действие подкрепляется еще свойством пива, которое придает лучинам некоторую клейкость. Ясно, однако, что лучина только тогда может осветлять пиво, когда клетки

соприкасаются с ними. Но это возможно только тогда, когда дрожжевые клетки вследствие брожения находятся в движении. Поэтому лучины применяются, пока пиво находится в усиленном последующем брожении; если же оно закончилось, то его следует вызвать снова. Последнее вызывается при помощи, так называемых, „завитков“: к пиву в лагерной бочке прибавляют бродящего сусла в первой стадии главного брожения (низкие завитки), когда сусло содержит, кроме молодых сильных дрожжей, еще соответствующее количество способного бродить сахара. Количество завитков прибавляется соответственно с содержанием сахара.

Лучины режутся из здорового орехового или букового дерева на специальных строгальных машинах или от руки рубанком. Они делаются длиной 0,5—0,6 м, толщиной 2—3 мм и такой ширины, чтобы без труда проходили в шпунтовое отверстие. Свежие лучины придают пиву вкус дерева. Поэтому лучины, прежде чем пустить их в работу, вываривают сначала в соде (1 кг соды на 1 л воды), потом промывают водой до исчезновения щелочной реакции и, наконец, высушивают. Лучины иногда употребляют вторично и в этом случае их предварительно тщательно промывают. Лучины помещаются в уже наполненную бочку, при чем следует обращать внимание на то, чтобы они не лежали перед выпускным отверстием, так как иначе при разливе пиво получается мутное от дрожжей. Иногда лучины помещают сначала и затем наливают на лучины пиво.

Лучины не только влияют на осветление пива, но еще и ускоряют время его созревания, так что такое пиво не нуждается в очень долгом хранении. Продолжительность шпунтования такого пива можно сократить.

Лучинами, которые все-таки при неправильном употреблении легко могут стать источником заражения и потому неблагоприятно повлиять на вкус пива, в настоящее время почти не пользуются; их заменяют ф и л ь т р ы.

Разлив пива. Когда пиво, расхожее или лагерное, получит необходимую зрелость, т. е. станет прозрачным, пенистым и вкусным, то оно поступает в разлив в малые транспортные бочки или бутылки. Разлив требует осторож-

ности и ловкости. Это было особенно важно в прежнее время, когда пиво разливали ручным способом с краном и шлангом. При этом неизбежно была большая потеря углекислоты и пива вследствие того, что пена шла через край.

Теперь для разлива употребляются особые аппараты с воздушным давлением, которые исключают потерю пива и углекислоты.

Для получения сжатого воздуха необходим простой воздушный насос (компрессор), нагнетающий сжатый воздух сначала в фильтровальный аппарат для освобождения его от масла и зародышей бактерий, а затем по трубам к месту его потребления.

Наполненные пивом лагерные бочки подвергаются давлению воздуха в 0,35—0,5 атм. Хорошая деревянная бочка должна выдерживать это давление; давление это, разумеется, выдерживают и металлические лагерные танки. Боченки, предназначенные для разлива, соединяют шлангами с большой напорной бочкой, где поступающее из разных лагерных бочек пиво смешивается, вследствие чего уравниваются небольшие отклонения в концентрации и качестве пива из разных лагерных бочек. Для передачи пива на большие расстояния нужно большее давление, чем то, которое выдерживают бочки и танки; поэтому при посредстве пивного насоса или друкреглером принимают идущее под низким давлением пиво и качают его через пивопровод к пивному фильтру. Последний представляет собою рамный фильтр-пресс со вставками из спрессованной фильтровальной массы, которая удаляет последние мелкие взвешенные частички. Совершенно прозрачное пиво подается тем же давлением к разливному аппарату, где оно собирается в сборный пивной чан, находящийся также под воздушным давлением.

Транспортные бочки испытывают такое же давление, какое имеется в сборном чане, вследствие чего пиво, после соединения чана с бочкой, течет в транспортные бочки без потери углекислоты. Когда бочка почти совсем наполнится, она забивается шпунтом или закрывается шпунтовым вентилем.

Таким образом, получается прозрачное прочное пиво с большим содержанием углекислоты, и разлив совершается самым экономным способом. Вместо того, чтобы, как делалось раньше, транспортную бочку опускать в лагерьный подвал и наполненную поднимать опять наверх, теперь пиво подается наверх к фильтру и бочкам, где также находится машина для мытья бочек, разливной аппарат и площадка для нагрузки. Все это стало возможным, благодаря хорошей конструкции регулятора давления.

Как уже сказано, разлив пива соединяется с фильтрованием его. Это имеет двоякую цель: во-первых, сокращает процесс осветления и, во-вторых, дает пиву самую высокую степень осветления. Нефильтрованное пиво редко имеет такую прозрачность и блеск, как фильтрованное; даже пиво из высоко ароматного солода никогда не обладает такими свойствами. Однако, с улучшением внешнего вида пива, получаемого вследствие фильтрования, связано, по определению экспертов, некоторое уменьшение полноты вкуса, вследствие удаления коллоидных белковых и гуммиобразных веществ. Прочность пива от фильтрования так же не всегда повышается, а при некоторых обстоятельствах она даже понижается, так как мелкие клетки диких дрожжей легче проникают через фильтровальную массу, нежели более крупные, но зато менее вредные клетки культурных дрожжей. Наконец, фильтр может быть источником заражения для пива, если его не содержать в строжайшей чистоте.

Из многочисленных фильтровальных аппаратов, существующих в настоящее время, можно назвать, как самый старый и самый известный, аппарат Энцигера в Вормсе.

Опорожненные лагерные бочки следует мыть сейчас же после разлива. Если это невозможно, то их окуривают серой и закрывают шпунтом. В лагерных бочках после разлива остается осадок, состоящий, главным образом, из дрожжей, хмелевых смол и соединений белков с дубильными веществами. При помощи фильтрпресса из осадка можно выделить содержащееся в нем пиво, которое поступает в бочки, где оно, после добавления завитков и обработки лучинами, становится годным к употреблению.

Разлив в бутылки происходит так же, как и разлив в бочки. Бутылки, вымытые на моечных машинах щетками, наполняются изобарометрически со всеми вышеуказанными предосторожностями, закупориваются и снабжаются этикетками.

О прочности пива сказано ниже в главе „Консервирование пива“ (стр. 215).

Потери пива. Процессы работ в бродильном и лагерном подвале соединены, конечно, с неизбежными потерями. Эти потери могут быть очень различны по величине. При очень хорошем производстве от начального холодного сузда до разлитого пива потери исчисляются в 4—5%, при хорошем и среднем 6—8%, при плохом 10% и больше.

Ненормальные явления при главном брожении. Иногда при главном брожении наблюдаются такие явления, которые обуславливаются отклонением брожения от правильного течения и дают пивовару беспокоиться, хотя на это не всегда имеются основания.

Из подобных ненормальных явлений отметим следующие:

1) В период низких завитков на поверхности сузда образуются голые, т. е. не покрытые пеной места. Такое явление наблюдается при очень низкой температуре бродильного помещения, при недостаточном количестве прибавленного хмеля и при употреблении ослабленных дрожжей. В то время, как в одних случаях не замечалось последствий такого явления, в других замечали, что такое пиво во время транспортирования легко мутнеет и не очень прочно. Поэтому рекомендуется в подобных случаях несколько повышать температуру подвала, прибавлять большее количество дрожжей и этим предотвращать появление голых мест.

2) Пузырчатое брожение. Оно состоит в том, что среди завитков появляются большие пузыри; это считается признаком нечистого брожения, при котором играют роль, кроме дрожжей, еще и посторонние ферментативные организмы. После такого брожения молодое пиво при последующем брожении может оказаться вполне нормальным и после выдержки дать хорошее пиво. Однако, наблюдалось, что

подобное пиво иногда дает, в конце концов, невкусный и непрочный напиток ¹⁾. Пузырчатое брожение может произойти также и от неправильностей в процессе варки, например, при употреблении плохого материала; вообще, последний фактор часто ведет к ненормальному составу суслу.

Иногда в конце брожения, после нормального его течения, появляются на поверхности молодого пива более или менее большие пузыри; однако, как известно из практики, это не дает повода к беспокойству.

3) Повторное брожение. Оно состоит в том, что после опадения завитков молодое пиво еще раз приходит в оживленное брожение. Причину этого явления следует искать может быть или в качестве дрожжей, или же в составе суслу. Плохих последствий оно обычно не дает.

4) Задержка брожения. Завитки—слабые; вместе с тем экстракт уменьшается ниже нормального. Это явление основано прежде всего на качестве дрожжей и, до известной степени, на неблагоприятном составе суслу, которое, в свою очередь, зависит от наличия ядовитых веществ в дрожжах. Подобный недостаток устраняется, если пиво перелить в другой чан и прибавить новых дрожжей.

Из указанного видно, что в наших сведениях о причинах ненормальных явлений при брожении имеются большие пробелы. Большая часть причин заключается в качестве дрожжей, хотя не всегда можно указать, какого рода эти недостатки. В этой области от систематических исследований дрожжей, начатых Ганзеном, и от применения новых физических методов для исследования суслу и пива мы можем ожидать важных открытий. Часто ненормальные явления не имеют дурных последствий; но несмотря на это, пивовар должен узнать не виноваты ли в этих явлениях какие-нибудь ошибки в работе.

Степень сбраживания. Для суждения о течении брожения важно знать степень сбраживания после главного

¹⁾ В этом случае посторонние микроорганизмы не подавляются дрожжами.

брожения. Степень сбраживания (V) выразится цифрой, указывающей, какое количество из 100 весовых частей начального экстракта перебродило; это выражается следующей формулой:

$$V = \frac{(E-e)}{E} 100,$$

где

E —экстракт начального сусла по сахарометру Баллинга, а e —экстракт молодого пива по сахарометру Баллинга.

Обычно показание сахарометра в молодом пиве берется прямое, т. е. в присутствии спирта. Присутствие спирта понижает удельный вес, поэтому показание сахарометра не соответствует действительному содержанию экстракта: оно обычно бывает ниже действительности в зависимости от содержания спирта. Если полученные данные поставить вместо e , то получится число, которое обозначит кажущуюся степень сбраживания.

Действительный экстракт определяется при помощи сахарометра, при чем спирт отгоняется, и потеря от испарения доливается водой. Для этого взвешивают определенное количество пива, выпаривают спирт и доливают водой до первоначального веса. По концентрации основного сусла и действительному экстракту пива вычисляют действительную степень сбраживания. В практике обычно считаются с кажущейся степенью сбраживания.

Полного сбраживания всех способных к брожению веществ, т. е. конечной степени сбраживания, при разливе в готовом пиве обычно не бывает. Оно обыкновенно только близко подходит. Лишь экспортное пиво, богатое экстрактом, которое должно обладать чрезвычайной прочностью, по возможности доводят до конечной степени сбраживания. Вследствие отсутствия способного к брожению сахара, в таком пиве помутнение от дрожжей происходит редко. При обычном и, особенно, при темном пиве ради полного вкуса и лучшей прочности пены доводить брожение слишком далеко не желательно.

Говорят о низкой, средней и высокой степени сбраживания пива. Степень сбраживания считается низкой, когда

действительная степень сбраживания меньше, чем 50%, средней — если равна 50—60% и высокой — если больше 60%.

Для темного пива, в общем, предпочитается низкая и средняя, для пива средней окраски и светлого — средняя и высокая степень сбраживания.

Чтобы облегчить вычисление степени сбраживания на практике, Гольцнер выработал таблицу, по которой, при известной концентрации основного сусла и по показанию сахарометра в молодом пиве, можно найти степень сбраживания и, кроме того, действительный экстракт и содержание спирта (ср. примеч. на стр. 132).

Степень сбраживания зависит прежде всего от содержания в сусле способного бродить сахара и от качества дрожжей. Чем больше сахара в экстракте, тем, конечно, может быть выше степень сбраживания. Поэтому степень сбраживания можно урегулировать, изменяя факторы, влияющие на образование сахара, как например, сушку солода и затирание его. Кроме того, известно, что при одном и том же содержании сахара в сусле и при всех других одинаковых условиях одни дрожжи дают низкую, а другие высокую степень сбраживания. На это обстоятельство следует обращать особенное внимание при выборе дрожжей.

Шульце произвел подробные практические опыты над факторами, могущими влиять на степень сбраживания. При этом оказалось, что количество дрожжей и концентрация основного сусла в пределах от 10—18% не имеют влияния. В небольшой степени сбраживание повышается при повышении температуры брожения и понижается при понижении ее. Время варки с хмелем в малой степени влияет на степень сбраживания. При известных обстоятельствах прибавление солодовой муки влияет на повышение степени сбраживания. Большое значение для степени сбраживания, то понижения, то повышения ее, имеют расы дрожжей и методы сушки солода. Сусло из светлого солода при прочих одинаковых условиях имеет более высокую степень сбражив-

вания, нежели сусло из темного солода. Это происходит от более высокого содержания сахара в темном сусле.

По Рейхарду на степень сбраживания имеет влияние также степень проветривания горячего сусла при охлаждении. Более интенсивное проветривание дает более высокую степень сбраживания и потому перемешивание горячего сусла на открытых холодильниках дает более высокую степень сбраживания, нежели проветривание на тарелках без перемешивания сусла. Кроме того, по Рейхарду, вещества, производящие помутнение и выделяющиеся при охлаждении сусла, повышают степень сбраживания. При известных обстоятельствах бывает противное, а именно: загрязнение дрожжей с поверхности, в особенности, если дрожжи перебродили, часто дает повод к медленному брожению и низкой степени сбраживания. Это можно устранить промывкою дрожжей сильно разбавленной щелочью или углекислой щелочью.

По Дельбрюку степень сбраживания в чану зависит:

1) от состава сусла в отношении содержания мальтозы и декстринов, а также от веществ, содержащих азот, от солей и индифферентных выделяющихся веществ. В чану сильно сбраживается только мальтоза. Богатство азотистого питания приводит к развитию энергичного брожения и к образованию бруса дрожжей; последний, однако, влечет за собою меньшую сбраживаемость. Индифферентные вещества (туб, смолы и белковые вещества) могут и замедлять, и ускорять сбраживание;

2) от расы дрожжей: пылевидные дают высокую степень сбраживания, а дрожжи, образующие брус,—низкую (ср. стр. 172); дрожжи, которые могут сбраживать только мальтозу (Заац), дают низкую, а те, которые еще сбраживают и изо-мальтозу (мальтодекстрин), дают высокую степень сбраживания (Фроберг);

3) от физиологического состояния дрожжей, которое зависит от усиленного или замедленного почкования, от температурных условий, от способа перемешивания сусла с дрожжами при залавании и т. д.

Изготовление пива по способу Натана.

Способ Натана—до последнего времени применявшийся в Германии лишь в единичных случаях, а в других странах весьма распространенный,—в основных чертах состоит в следующем. Особенность способа проявляется с того момента, когда кипящее стерильное сусло выходит из варочного отделения. Способ варки затора остается старый. Горячее сусло попадает сперва в совершенно закрытый сосуд, служащий для осаждения труба; сосуд делается круглый или четырехгранный из алюминия; он имеет внутри большое количество алюминиевых площадок, расположенных параллельно одна над другой на расстоянии около 40 см, которые при поднятии крышки, находящейся в желобе, могут подниматься в виде жалюзи и располагаться вокруг средней оси сосуда. Из этого сосуда горячее сусло проводится по трубам на открытые поверхностные холодильные аппараты, находящиеся в закрытом помещении, через которое пропускается фильтрованный воздух. Сильный ток воздуха попадает на горячее сусло в верхней части холодильного аппарата.

Охлажденное сусло (5° С) попадает снова в сосуд для осаждения труба и постепенно вытесняет вверх более легкое горячее сусло; это продолжают до тех пор, пока весь сосуд не наполнится холодным суслом. В этом сосуде сусло остается до тех пор, пока все взвешенные частички не осядут на алюминиевых площадках.

Отстоявшееся сусло переводится в бродильные сосуды (сосуды Ганзена), предварительно простерилизованные парами спирта. Это закрытые, цилиндрические алюминиевые сосуды, книзу суживающиеся в виде конуса, закрытые сверху выпуклой крышкой и окруженные холодильной рубашкой. Дрожжи из дрожжевого сосуда давлением переводятся в бродильный сосуд снизу и перемешиваются током воздуха. Брожение происходит так же, как и при обыкновенном способе; оно продолжается, в зависимости от концентрации сусла, 6—9 дней. Вдуванием воз-

духа или углекислоты возможно поддерживать дрожжи в движении и регулировать, таким образом, степень сбраживания. Сильным охлаждением нижней конической части можно достичь более быстрого осаждения дрожжей. Образующаяся при брожении углекислота проводится

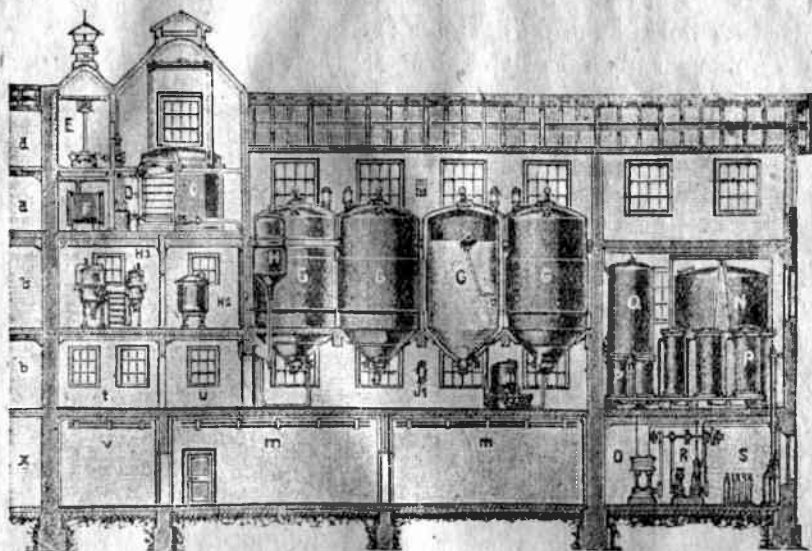


Рис. 37.

в газометр, а оттуда пропускается через очистительную батарею, после чего поступает в производство или же сгущается в стальных баллонах для продажи.

Полученное в бродильном сосуде молодое пиво подвергается особому процессу созревания после того, как дрожжи были выпущены в дрожжевые сосуды. Для этого в течение 48 часов пропускают через пиво снизу чистую, мелко распыленную сгущенную углекислоту, что имеет целью, с одной стороны, удалить особый запах молодого пива, а с другой стороны, привести пиво к быстрейшему созреванию вследствие непрерывно образующейся в нем большой поверхности. После этого следует пиво насытить углекислотой под шпунтовым давлением, при чем накапливающаяся в пиве углекислота и придает ему пенистость. Через 10—14 дней,

считая от начала работы с горячим суслом, пиво созревает для употребления. Оно поступает в разлив, предварительно проходя через фильтровальный аппарат.

Преимущества этого способа следующие: работа ведется практически стерильно, и опасность заражения уменьшена до минимума. Труб отделяется очень хорошо и получается очень чистое сусло и чистые, долго сохраняющие свою бродильную силу дрожжи. Брожение легко регулировать и можно с уверенностью получить желаемую степень сбраживания. На 1 гектолитр сусла собирают, как побочный продукт, 1,5—2 кг чистой углекислоты для продажи. Отпадает дорогая постройка особых бродильных и лагерных подвалов и требуется только $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ места, необходимого для обыкновенного способа производства.

Вследствие очень сокращенного времени работы капитал делает быстрый оборот, да и первоначальные затраты существенно меньше.

Качество пива, изготовленного по способу Натана, настолько хорошее, что оно может конкурировать со всяким пивом, изготовленным по старому способу. Этот способ особенно распространен в теплых странах, так как позволяет, при наступлении жаркого времени года и внезапном спросе, быстро выпускать на рынок необходимое количество пива.

Верховое брожение.

Производство пива верховым брожением дешевле, нежели производство пива способом низового брожения, так как при нем нет необходимости во льде или искусственном охлаждении и обширных лагерных помещениях. Все же, начиная с середины прошлого столетия, пивоваренные производства с низовым брожением перегнали заводы с верховым брожением. Это объясняется тем, что путем низового брожения удастся легче и надежнее изготовить прочное вкусное пиво с низким содержанием спирта.

Кроме ячменного солода, для изготовления пива верховым брожением употребляется пшеничный солод; вместе

с тем, по закону о пивном налоге от 26 июля 1918 года, разрешено применять технический тростниковый, свекловичный или инвертированный сахар, а также крахмальный сахар и красящие вещества, изготовляемые из этих сортов сахара.

Затираание производится по тем же принципам, как и для пива низового брожения. Нередко пользуются способом настаивания.

Брожение протекает совершенно иначе; оно идет при более высокой температуре, нежели при низовом брожении. Соответственно с этим и явления брожения сильнее, и брожение заканчивается в более короткое время. Оно проводится или в открытых чанах, или в бочках.

Начальное сусло берется большею частью с показанием не более чем 10—12% по Баллингу, задача дрожжей производится так же, как и при низовом брожении, посредством сухой или мокрой задачи дрожжей; брожение ведется при температуре 10—25° С; вследствие задачи дрожжей при высокой температуре, происходит более быстрое размножение дрожжей: достаточно брать 0,2—0,4 л густых дрожжей на 1 гл сусла.

Дрожжи верхового брожения, как уже указано, представляют собой особую разновидность вида *Saccharomyces cerevisiae*, отличаются тем, что образуют большею частью ветвистые соединения клеток и при брожении собираются на поверхности в виде пены.

При брожении в чанах уже через 6—10 часов после задания дрожжей показывается тонкая белая пена, которая все больше увеличивается и, наконец, образует завитки, выделяя хмелевую смолу. Завитки скоро пропадают и на их место появляется мутная, твердая желтоватая дрожжевая пена, которая вначале, пока брожение не достигло высшего предела, увеличивается, потом спадает и, наконец, оставляет покрывку из верховых дрожжей.

Этим заканчивается главное брожение, которое большей частью продолжается не более 2½ дней.

Прежде, чем пустить в раскочку молодое пиво, необходимо снять верховые дрожжи, для чего пользуются

плоской лопаткой. После этого пиво идет в раскачку с находящимися на дне дрожжами или без них.

Последующее брожение происходит в бочках, емкостью в 2—4 гл, которые после наполнения до шпунта помещаются в прохладном подвале.

В первый период последующего брожения выбрасывается желтоватая дрожжевая пена, которую собирают в сосуд, подставленный под бочкой. Чтобы это выбрасывание происходило регулярно, бочки необходимо все время дополнять пивом. Когда прекратится выбрасывание дрожжей и появится белая пена, то ускоренное последующее брожение закончено. Шпунтовое отверстие тщательно очищается от дрожжей, бочка дополняется пивом и шпунтуется сначала слабо, а потом, перед поступлением в продажу, шпунтуется плотно, чтобы приобрести игру. Для того, чтобы повысить прочность пива, его еще раз переливают в особые лагерные бочки и сохраняют в прохладном подвале.

Если главное брожение происходит в бочках, то задача дрожжей производится в сборном чану, из которого сусло, уже смешанное с дрожжами, распределяется по бочкам. Вскоре начинается брожение, и образующаяся углекислота выбрасывает из бочки вначале небольшое количество сусла, потом большое количество белой пены и, наконец, дрожжи. Бочки во время выбрасывания дрожжей должны быть дополнены. Для дополнения употребляется то пиво, которое образовалось из вылившейся в сосуд под бочкой пены и, частью, пивом из другой бочки.

Когда прекратится выделение дрожжей и появится белая пена, то главное брожение и первый период последующего брожения закончены, и с пивом поступают так, как сказано было раньше.

При слишком низкой температуре брожения, при употреблении слишком малого количества дрожжей, или не особенно сильных дрожжей, случается, что выбрасывание дрожжей не начинается в определенное время. Этот недостаток устраняется тем, что дрожжи перемешиваются и проветриваются.

В некоторых странах для заводского производства бутылочного пива суслу дают только начать бродить, а потом пиво в таком состоянии передается потребителям, которые уже сами доводят его до состояния зрелости. При этом поступают таким образом, что проводят последующее брожение в бочках с выбрасыванием пены и добавлением пива, и затем после шпунтовки совершенно светлое пиво разливают в бутылки, в которых оно сохраняет игру в течение 8 дней, или же оно разливается вместе с дрожжами в бутылки, и эти последние сейчас же закупориваются или оставляются некоторое время стоять открытыми. В последнем случае, когда последующее брожение проходит в бутылках, пиво обычно через несколько дней приобретает сильную игру и получается большой осадок дрожжей, которые при откупоривании бутылки легко поднимаются и делают пиво мутным.

При изготовлении мюнхенского белого пива, которое делают исключительно из пшеничного солода, после главного брожения прибавляют около 10% стерильного начального сусла и немного рыбьего клея. Последующее брожение протекает в закупоренных бутылках, так что углекислота не может выйти. Прибавка начального сусла должна ввести сахар для последующего брожения и для образования углекислоты в белом пиве. Прибавлением рыбьего клея достигается то, что дрожжи плотно осаждаются на дне и при осторожном выливании не поднимаются наверх.

Шенфельд различает следующие четыре группы северо-германского пива верхового брожения:

1) сладкое или простое пиво—более или менее темно окрашенное, слабо охмеленное и перебродившее при низкой температуре. Простым пивом считается легкое пиво в 5—7% по Баллингу; его-то, главным образом, и изготовляют верховым брожением. Кроме него, существует еще ряд более крепких сортов пива в 10—12%, изготовляемых частью из пшеничного, частью из ячменного солода;

2) кисловатое пиво, представителем которого является берлинское белое пиво—светлое, слабо охмеленное, со-

держашее молочную кислоту, богатое углекислотой, в 9—12% по Баллингу; оно изготовляется из смеси ячменного и пшеничного солода в отношении 3:1 или 4:1;

3) дымногорькое грецкое (Grätzer) пиво—светлое, сильно охмеленное пиво, в 7—8% по Баллингу, приготовленное из закопченного пшеничного солода, высушенного при высокой температуре;

4) горькое пиво, похожее на лагерное (Рейнское горькое пиво), золотистого цвета, сильно охмеленное и осветленное лучинами и фильтрованием. Сущность производства пива верхового брожения описана Шёнфельдом¹⁾.

Дрожжи чистой культуры.

От хороших пивных дрожжей мы требуем, прежде всего, чистоты. Здесь мы кратко укажем средства и пути, как внести в производство чистые дрожжи и как можно работать непрерывно с чистыми дрожжами. Знаменитая реформа, проведенная в жизнь, благодаря введению чистых дрожжей в пивоваренном производстве, связана с именем датского ученого Ганзена, исследования которого относительно сахаромецетов приобрели выдающееся техническое значение²⁾.

Как известно, Ганзен на основании обширных исследований пришел к тому, что существуют различные сахаромецеты, а именно: кроме культурных дрожжей, имеются не только, так называемые, дикие дрожжи, производящие в пиве нежелательные явления, но также и различные расы дрожжей верхового и низового брожения, применяемые в пивоварении. Пивные дрожжи можно рассматривать, как постоянные расы только тогда, когда они будут культивироваться в известных условиях данного пивоваренного завода.

Чистые пивные дрожжи по Ганзену должны состоять из одной определенной расы. Так как существуют

¹⁾ Die Herstellung obergäriger Biere. Von Dr. Franz Schönfeld. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1902.

²⁾ Untersuchungen aus der Gärungsindustrie. München, Verlag von R. Oldenburg. I. und II. Heft.

различные расы культурных дрожжей, производящие низкую или высокую степень сбраживания и более или менее быстрое осветление и т. д., можно было бы подумать, что для достижения определенных результатов достаточно было бы смешать несколько подходящих сортов чистых дрожжей и считать, что подобная работа является работой с чистыми дрожжами; однако, такой способ не рекомендуется, так как соотношения между отдельными расами становятся слишком сложными, и для достижения определенной цели можно пользоваться лишь выбором определенной подходящей расы дрожжей.

При введении в производство дрожжей чистой культуры большое значение имеет выбор расы дрожжей. Следует помнить, что не каждые дрожжи подходят для любого завода; отклонение от этого правила часто приводит к нежелательным случайностям и дискредитирует чистые дрожжи. Если на заводе имеются дрожжи, дающие довольно удовлетворительные результаты при главном и последующем брожении, то для получения чистой культуры следует исходить именно из этих дрожжей. Если они, как это чаще всего бывает, состоят из одной только культурной расы, лишь с примесью незначительных количеств других организмов, то чистая культура этих дрожжей дает хорошие результаты. Но иногда случается, что дрожжи состоят из нескольких рас культурных дрожжей; если в этом случае выделить в чистую культуру одну лишь расу, то продукт получится более или менее отклоняющийся от прежнего. Хотя вкус пива и изменится немного, но пиво будет всегда чище и лучше. Введение в производство дрожжей чистой культуры, принимая во внимание изменение вкуса пива, рекомендуется производить только постепенно, чтобы потребитель постепенно привыкал к изменившемуся вкусу пива, ибо, как известно, потребители относятся с недоверием к изменению обычного вкуса пива, даже если он и улучшается.

Таким образом в чистых дрожжах мы имеем культурные дрожжи, свободные от диких дрожжей и бактерий.

При применении таких дрожжей увеличивается уверенность в работе. В то время, как раньше, при употреблении обыкновенных дрожжей, благоприятный результат брожения зависел более или менее от случайностей, теперь можно работать уверенно, благодаря соответствующему выбору дрожжей. В этом главная ценность чистых дрожжей для пивоваренного производства.

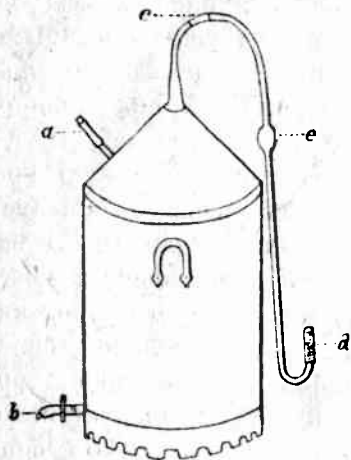


Рис. 38. Карлсбергская колба.

По первона­чальному спо­соби Га н з е н а для этого не­обходи­мо иметь че­тыре или пять сте­клян­ных па­стеровских колб, ем­костью око­ло $1\frac{1}{4}$ л каж­дая и че­тыре ме­таллических со­суда (рис. 38), ем­костью в 10 л каж­дый.

Металлические сосуды делаются из меди по принципу пастеровских колб.

На конце трубок *a* и *b* находятся резиновые трубки, закрытые стеклянными пробками (палочками). На трубке *b* кроме того находится зажим. От верхней части сосуда идет изогнутая трубка, которая при *c* делится на две части, соединенные одна с другой резиновой трубкой. Возле *a* конец трубки закрывается тугей пробкой из ваты, которая вставляется вместо стеклянной палочки. Га н з е н позднее употреблял маленький асбестовый фильтр, который состоял из медной гильзы, привинченной к трубе и имевшей сверху не плотную крышку.

По предложению Па у л ь с е н а можно, вместо того, чтобы изогнутая трубка прочно соединялась с колбой, пользоваться соединением при помощи навинчивания.

Питательным раствором служит обычно охмеленное сусло лагерного пива. Им наполняются стеклянные колбы на $\frac{2}{3}$ объема и стерилизуются кипячением.

Стерильное сусло оставляется в покое, чтобы жидкость при посредстве изогнутой трубки поглотила кислород из воздуха. Так, было замечено, что дрожжи, культивируемые в проветренном сусле, дают в работе с самого начала прекрасное нормальное брожение, а те же дрожжи, культивированные в непроветренном сусле, действуют в начале плохо и только постепенно становятся нормальными. Поэтому — то карлсбергские колбы по Линднеру снабжаются приспособлением для проветривания.

В сусло, находящееся в четырех или пяти стеклянных колбах, вносится чистая культура, которую предположено размножить. Через неделю или раньше при обыкновенной комнатной температуре образуется обильный осадок дрожжей. Большая часть пива выливается и оставляется только столько, сколько необходимо для размешивания дрожжей. Дрожжи из каждой колбы переводятся через трубку *a* в каждый из четырех медных сосудов. Пятая колба служит, как запасная. Уже на следующий день наступает ясное брожение, тогда снимают фильтр *d*. Приблизительно через семь дней размножение дрожжей закончено; теперь четыре сосуда содержат дрожжей, примерно, на 1 л сусла.

Дальнейшее размножение дрожжей производится в бродильном подвале.

Коблиц и Штокхаузен указали способ работы размножения дрожжей, особенно пригодный для небольших заводов. Аппараты, которые производит стеклодувная мастерская опытно-показательной бродильной станции в Берлине, состоят из цилиндрического медного сосуда для 40 л сусла такого же для 140 л и медной ложки для снятия крышки. Сосуды снабжены медными крышками, которые, с одной стороны, лежат плотно, защищая содержимое сосуда от заражения, а с другой стороны, сбоку имеют продырявленную двойную стенку, выпускающую углекислоту. Оба сосуда для удобства снабжены ручками; на внутренней стенке есть отметка для указания количества налитого сусла.

Сусло берется в возможно горячем состоянии из хмелеотделителя и переносится в бродильный подвал в хорошо вычищенном и пропаренном жестяном ведре с плотно закрывающейся крышкой; здесь наполняют сперва малый сосуд до метки (40 л), после того, как он был предварительно продезинфицирован горячей щелочью, а затем раствором формалина.

Когда сусло в покрытом сосуде охладилось до 20° С, в него делают прививку из двух карлсбергских колб и оставляют для размножения. На 2-й день сусло приходит в сильное брожение (18° С), на 3-й день образуются высокие завитки (16° С), на 4-й день сусло находится в процессе спадающих завитков (14° С). На 4-й день содержимое малого сосуда хорошо перемешивается, затем смешивается с содержимым большого сосуда, охлажденным в течение ночи до 19°С, и оставляется для размножения (140 л 18°С). На 5-й день содержимое большого сосуда (16°С) находится в высоких завитках, на 6-й день (спадающие завитки 12°С) снимают крышку и сильно сбродившее содержимое большого сосуда приливается к 6 л сусла в 11—12°С в обыкновенный бродильный чан, емкостью в 20 л. Через несколько часов начинается брожение, на 7-й день чан доливается суслom в 10°С. В дальнейшем работа производится, как обыкновенно, в бродильном подвале.

В последнее время Штокхаузен и Коблиц разработали этот способ для крупных производств, а именно, вместо выше описанных аппаратов для размножения дрожжей, они предложили установку из трех алюминиевых чанов, емкостью в 10 л каждый. Чаны, связанные между собою трубопроводом, находятся в помещении, в котором легко поддерживается температура снабжаемая фильтрованным воздухом; площадь помещения — 14 м², а высота — 2,5—3 м. Чаны работают один за другим. Через 5 дней все три чана находятся в сильном брожении, так что их содержимого достаточно на 100—120 л сусла.

Впервые такое устройство было введено фирмой Ганнер и Геринг в Лейпциге, и оно было в состоянии снабжать

в достаточной мере пивоваренные заводы с годовой производительностью пива в 300.000 гл чистыми дрожжами, работая 1 раз в неделю.

Преимуществом этого устройства является дешевизна,

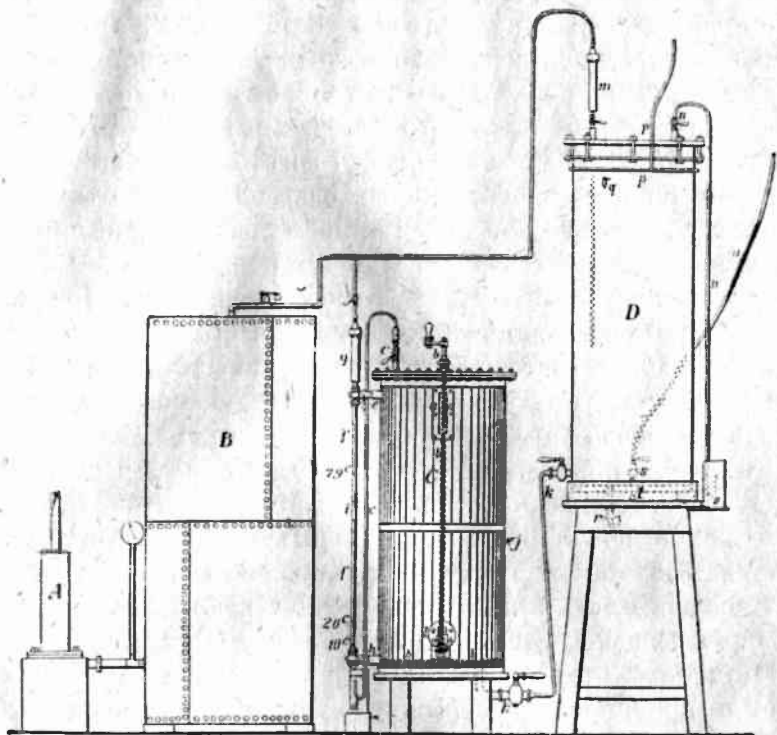


Рис. 39. Аппарат для чистой культуры дрожжей Ганзена - Кюле.

простота работы, хорошее наблюдение над брожением и работа со свежими сильными завитками.

Аппарат для чистой культуры. Культурные дрожжи в производстве, смотря по условиям работы, не долго остаются чистыми. Они раньше или позже загрязняются дикими дрожжами и другими микроорганизмами. В этом отношении особенно опасны осенние месяцы (время созревания плодов). Кроме того, некоторые сорта пивных дрожжей плохо сопротивляются диким дрожжам; как пример могут служить, по Ганзену, карлсбергские дрожжи

низового брожения № 2. Поэтому, если не желают вернуться к старым способам работы, то необходимо не через слишком большой промежуток времени возобновлять в производстве чистую культуру. Это возможно по упомянутому выше способу Штокхаузен и Коблиц. Ганзен уже давно старался достигнуть той же цели и сконструировал аппарат для непрерывной массовой продукции абсолютно чистых дрожжей в самом бродильном подвале. Для этой цели Ганзен, совместно с капитаном Кюле, директором пивоваренного завода Альткарлсберг, выработали следующий аппарат для чистой культуры.

Аппарат чистой культуры Ганзен-Кюле (рис. 39) состоит из следующих 3-х главных частей: 1) отделения проветривания, состоящего из воздушного насоса *A* и сосуда для сжатого воздуха *B*; 2) бродильного цилиндра *C* и 3) суслового цилиндра *D*.

Насос *A* приводится в работу двигателем и забирает воздух через фильтр. Сосуд для сжатого воздуха *B* снабжен манометром и предохранительным клапаном. Он наполняется воздухом до давления в 1—4 атмосферы. Трубопровод должен иметь в подходящем месте краны для выпуска накапливающейся в нем воды.

Цилиндры для брожения и для суслу медные. Через плотно привинченную крышку проходит ось мешалки *b*, имеющей на нижнем конце два крыла, из которых одно имеет каучуковую пластинку такой формы, чтобы она обтирала дно и стенки цилиндра. От крышки идет дважды изогнутая трубка (*c*), которая может закрываться при посредстве крана; изогнутый снизу вверх конец опущен в воду. Немного ниже крышки имеется горизонтальная трубка (*e*) тоже с краном, при помощи которой внутреннее пространство цилиндра может соединяться со стоячей трубкой (*f*). Эта последняя соединяется сверху с фильтром (*g*), а внизу при помощи крана — с трубкой (*h*), такой же горизонтальной как трубка (*e*). Чтобы стеклянную трубку сделать прочной, ее по середине разрезают и соединяют каучуковой трубкой (*i*).

На стеклянной трубке имеются три метки: верхняя обозначает расстояние в 79 см от дна цилиндра, следующая—на 20 см и последняя—на 10 см. Если цилиндр наполнить до верхней метки, то в него войдет 170 л сусла.

Фильтр (*g*) состоит из металлического капсюля, окружающего плотную колонку ваты в 22 см длины и в 3 см в диаметре. В капсюль помещается, по крайней мере, 35 г ваты. Фильтр закрывается привинчивающейся сверху крышкой, соединенной с воздушным трубопроводом. Прежде, чем пользоваться фильтром, его необходимо стерилизовать, нагревая в течение 2 часов в сушильном шкафу при 150 °С.

На противоположной стороне цилиндра имеется трубка (*f*), длиной приблизительно в 1½ см, которая закрывается каучуковой трубкой с зажимом и стеклянной палочкой. Со дна цилиндра идет трубка (*k*), разделенная на две части для соединения с сусловым цилиндром. Кроме двух больших кранов, имеющих на соединительной трубке, имеется еще два маленьких, которые служат для пропаривания аппарата.

Кран *l* служит для выпуска пива и дрожжей. Трубка этого крана продолжается во внутрь цилиндра и сгибается вниз ко дну, так что конец ее находится в 3½ см расстояния от дна цилиндра. Такая конструкция крана и трубки предупреждает заражение извне во время выпуска пива и дрожжей.

Цилиндр для сусла *D* устанавливается выше, нежели цилиндр для брожения. Он имеет тот же диаметр, но несколько большей высоты. В крышке есть фильтр (*m*) такого же устройства, как упомянутый (*g*), который соединен с трубкой, проходящей в цилиндр. Трубка на нижнем конце снабжена отверстиями и служит для проветривания сусла. Дважды изогнутая трубка (*n*) соответствует трубке (*c*) первого цилиндра и тоже опущена в сосуд с водой (*o*). Отводная трубка (*n*) и имеющийся на ней кран не должны быть меньше, чем в 1⅓ см диаметром, чтобы листочки хмеля и т. п. не засоряли трубку. Сусловый цилиндр вблизи крышки окружен трубкой (*p*) с одного конца закрытой; а с другого—соединенной с водопроводом и имеющей с внутренней сто-

роны небольшие отверстия. Кроме двух кранов, на соединительной трубке (*k*) в сусловом цилиндре есть еще три других. Кран (*s*) соединяется с трубопроводом для сусла, который ответвляется от главного суслопровода между сусловаренным котлом и тарелкою. Кран (*r*) служит для выпуска первых небольших порций поступающего в аппарат сусла. Через кран (*q*) выпускают горячий воздух при наполнении цилиндра суслом и, наконец, небольшое количество сусла.

Цилиндр установлен на подставленном плоском поддоне, снабженном сточной трубкой (*t*) для воды, которая во время охлаждения стекает по стенкам цилиндра.

Аппараты лучше всего ставить в помещении самой бродильни. Если температура подвала ниже 6° С, то бродильный цилиндр целесообразно покрывать рубашкой.

Перед употреблением аппаратуры нужно ее осмотреть, все недочеты исправить и особенно выяснить, плотно ли закрываются цилиндры. После этого производят стерилизацию аппаратов. Это выполняется при помощи пропускания пара. Фильтры стерилизуются в сушильном шкафу.

Стерилизация бродильного цилиндра производится таким образом, что паропровод соединяется с одним из кранов соединительной трубки (*k*) и пар под сильным давлением пропускается через аппарат, открывая все краны поочередно один за другим. Незадолго до окончания пропаривания, которое производится в продолжение 30 минут, привинчивают фильтр; после этого краны опять закрывают за исключением одного, который соединяет изогнутую трубку (*e*). Одновременно через фильтр начинают пропускать в цилиндр воздух, а пар постепенно закрывают, так что около трубки (*e*) и гидравлического затвора всегда заметно выделение воздуха из аппарата, но не наоборот. Охлаждение продолжается при этих условиях до обычной температуры брожения в продолжение 2 часов.

Сусловой цилиндр и его два трубопровода стерилизуются так же, однако, без охлаждения.

Когда выход пара почти закончен, открывают кран воздушного фильтра и впускают в цилиндр горячее сусло

из варочного отделения. Сусло впускают по трубопроводу (*u*) и крану (*s*), пока оно не достигнет верхнего крана (*q*); тогда кран (*s*) закрывается. Оставшееся сусло в трубопроводе выпускают в ведро. Так как первые порции поступающего сусла принимают от сгущения водяных паров неприятный вкус, то это первое сусло удаляется через кран (*r*) в дне цилиндра.

Когда цилиндр наполнен суслом, краны (*g*) и (*s*) закрываются и сусло кипятится, затем в течение часа пропускают воздух через фильтр в горячее сусло. Пропускание воздуха продолжается еще и дальше, во время последующего охлаждения, но уже умеренно, которое производится пропускаемой по кольцу (*p*) вначале холодной водой до температуры 10°C и, наконец, ледяной водой.

Когда температура сусла опустится до 11°C , то из дважды изогнутой трубочки выступит значительное количество пены; однако от этого никогда не происходит заражения.

Охлажденное и проветренное сусло выпускается по соединительной трубке *k* в бродильный цилиндр до маленькой трубочки (*j*). Через последнюю впускаются семенные дрожжи, собранные в большой стеклянной колбе с двумя горлышками. При аппарате Ганзена и Кюле дрожжи нельзя переводить прямо из металлических колб, вследствие расположения трубки (*j*) у стенки цилиндра. Поэтому из металлического сосуда дрожжи переводят в 4—6 стеклянных литровых колб с двумя горлышками. Для этого пиво сливают с дрожжевого осадка и прибавляют в каждый сосуд по $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ л стерильной воды. После прибавления дрожжей в сусло, находящееся в бродильном цилиндре, приводят в движение мешалку, а потом цилиндр наполняют до верхней метки (170 л) на стеклянной трубке (*f*). Находящийся в этой трубке столб жидкости проталкивается в цилиндр проходящим из фильтра воздухом, если запереть кран у верхней горизонтальной трубки (*e*) и открыть кран у трубки (*h*).

При обычной в бродильном подвале температуре приблизительно через 10 дней из этого аппарата можно брать дрожжи. При этом через кран *l* выпускают пиво до тех

пор, пока не появится пена. После этого переводят из суслового цилиндра готовое сусло до средней отметки на стеклянной трубке (*f*), хорошо перемешивают и выпускают смесь сусла и дрожжей в совершенно чистую ванну, пока жидкость в цилиндре не опустится до нижней отметки на стеклянной трубке; тогда доливают еще раз суслом до средней отметки, перемешивают и снова выпускают до нижней отметки. Выпускают всего около 50 л. Оставшихся в

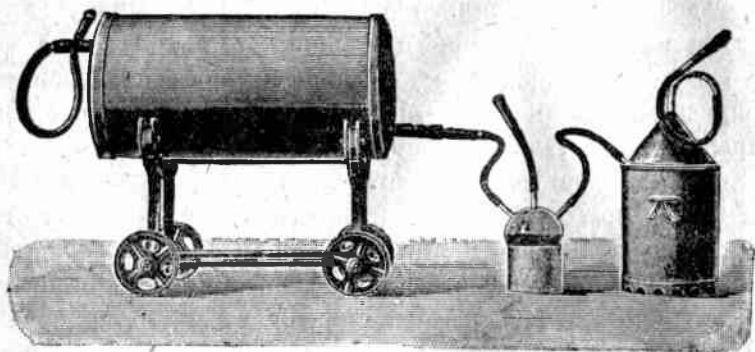


Рис. 40. Аппарат для чистой культуры Линднера.

цилиндре дрожжей вполне достаточно для получения новой порции чистой культуры.

Во время сливания сусла и пива нужно следить за тем, чтобы через фильтр непрерывно проходило достаточное количество чистого воздуха. Когда закончится выпуск дрожжей из аппарата, его наполняют суслом до верхней метки на стеклянной трубке и перемешивают; это и есть начало размножения новой порции чистой культуры.

Дрожжей, взятых из аппарата, достаточно на 8 гл сусла; их задают по возможности скорее для нового брожения в обычном чистом чану.

Вместо того, чтобы ожидать, когда дрожжи в цилиндре осядут, можно, конечно, брать и бродящее сусло, когда дрожжевых клеток размножилось достаточно (при обычных условиях приблизительно через 40 час.). Этот способ раз-

множения более быстрый и по Ганзену с успехом применялся на нескольких заводах.

Отверстия двух кранов (*l* и *k*) очищают от пива и сусла, стерилизуя паром и завинчивая чистой металлической крышкой.

Во время брожения развивающаяся углекислота уменьшает поглощаемость воздуха, и поэтому проветривание не нужно. Если же все-таки хотят проветрить, то пропускают медленный ток воздуха через жидкость так, чтобы в течение нескольких минут выходило немного воздуха через вдвое изогнутую трубку и через воду.

Процесс брожения и время взятия дрожжей регулируется пробами — большими через кран (*l*), а меньшими через трубку (*j*). Время взятия дрожжей узнается по опыту довольно точно и без исследования. Но важно изредка брать маленькие пробы через трубку (*j*) для исследования дрожжей на их чистоту. Практик, ввиду отсутствия достаточного опыта и необходимых знаний, не в состоянии сделать этого исследования. Но он может обратиться в опытную станцию или в другую бродильно-техническую лабораторию. Большое число пивоваренных заводов имеют свою собственную лабораторию. Когда дрожжи в аппарате перебродили и осели, то их не следует долго оставлять с отбродившим суслом, так как недостаток питательных веществ и влияние металла им вредит.

Аппараты чистой культуры Ганзена-Кюле с течением времени непрерывно видоизменялись Элион, Вихмана, Иоргенсон-Берга и Линднера.

Небольшой аппарат, сконструированный Линднером (рис. 40), отличается своей дешевизной и простым устройством; он предназначается для небольших заводов, имеет емкость 50—60 л сусла, и в нем получается до 1 кг дрожжей.

Коблиц, применяя барабан Линднера, выработал способ, имеющий целью упростить работу при получении чистой культуры дрожжей, посредством возможного ограничения как прививок, так и соединений различных сосудов между собой. Упрощение состоит в присоединении круглой колбы с тремя трубками между барабаном Линднера

и карлсбергской колбой. Барабан служит для запаса стерильного сусла, прививка совершается только один раз в колбу Коблица, в которой и происходит размножение дрожжей. Этот способ дает через каждые два дня (или при двойном проведении брожения в карлсбергской колбе для получения 120—130 г дрожжей—через каждые четыре дня) достаточное количество дрожжей для задавания в большой цилиндр для получения чистой культуры или для задавания в выше указанный аппарат для получения дрожжей. Для одновременной культуры нескольких рас соединяют стеклянными трубками несколько стеклянных колб Коблица с карлсбергскими колбами и с сусловым барабаном. Институт Натана в Цюрихе выпустил аппарат для чистой культуры, также дающий непрерывное культивирование дрожжей. Он состоит из одного большого и одного малого сосудов, покрытых особо прочной эмалью.

В последнее время завод „Вулкан“ построил аппарат для чистой культуры дрожжей и аппарат для предварительного брожения сусла по системе Грейнера, в котором осуществляется и получение чистой культуры выбранных дрожжей, и, в дальнейшем, размножение их.

Естественная культура чистых дрожжей. Естественной культурой Дельбрюк назвал обособление известного микроорганизма, в частности, дрожжей, в особую расу, происшедшее от влияния как окружающих условий, так и свойств самого микроорганизма. Влияния, приводящие к разделению дрожжевых рас, различны. Прежде всего играет роль способность к размножению и сила брожения, потом проветривание дрожжей, их чувствительность по отношению к спирту и углекислоте, а также специфические вещества обмена (ядовитые), чувствительность по отношению к кислотам и антисептикам и, в особенности, к температуре. Сюда же относится разделение дрожжей в производстве на генерации при главном брожении: на осаждающиеся дрожжи при низовом брожении и на поднимающиеся кверху дрожжи верхового брожения.

Естественная культура не может и не должна заменить чистую культуру по Ганзену. Она, правда, приводит к выделению группы однородных дрожжевых рас или генераций, но никогда не дает абсолютно чистых дрожжей. Однако, этот способ имеет значение в том отношении, что он дает ценные указания для ведения брожения на практике и для тех мероприятий, которые служат для сохранения дрожжей чистыми и для устранения заражения.

На заводах низового брожения естественное культивирование начинается при регулировании температуры во время главного брожения и при образовании слоев.

По Дельбрюку, низкая температура способствует заражению дикими дрожжами, так как дикие дрожжи, опасные для низового брожения, легче переносят низкую температуру и легче при ней развиваются, нежели культурные дрожжи.

Дрожжи верхового брожения, вследствие применения теплого брожения, значительно более защищены от заражения дикими дрожжами.

Образование слоев при низовом брожении происходит таким образом, что вначале на дно опускаются слабые дрожжевые клетки и те, для которых условия питания являются неподходящими, а именно—те, которым вредны хмелевая смола, температура и проветривание. Они вместе с оседающим trubом образуют нижний слой.

С продолжением брожения дрожжевых клеток, осаждаются все больше и среди них главная масса здоровых и вновь образовавшихся дрожжей; они дают второй слой, так называемых, ядровых дрожжей.

Наконец, в третьем слое осаждаются легкие клетки, хотя и способные бродить, но часто с примесью диких дрожжей, образовавшихся в последнюю стадию брожения, когда культурные дрожжи большею частью уже осели.

Четвертый слой дрожжей, наименее чистый, остается в молодом пиве; он попадает в лагерные бочки и там производит последующее брожение.

Верхний легкий и самый нижний слои удаляются, и только средний идет снова в производство. Так как дикие

дрожжи осаждаются позднее, нежели культурные, то благодаря образованию слоев можно достигнуть очистки культурных дрожжей от диких.

Но и культурные дрожжи можно до некоторой степени разделить на высокосбраживающие и низкосбраживающие.

В общем, можно предположить, что дрожжевые клетки, осаждающиеся раньше и почти прекращающие ввиду этого свою бродильную деятельность, имеют меньшую силу брожения, нежели осаждающиеся после. Последние, благодаря сильному брожению и связанному с этим образованию углекислоты и вследствие меньшей склонности к образованию хлопьев, дольше не осаждаются. Вследствие этого бродильная сила дрожжей в различных слоях увеличивается снизу вверх. Если брать больше с верхнего слоя ядровых дрожжей, то постепенно образуются высоко сбраживающие дрожжи, а нижний слой даст дрожжи с низкой степенью сбраживания.

Способ естественной культуры чистых дрожжей можно провести совершеннее, если брожение производить не в одном сосуде, а при посредстве многократной перекачки, оставляя в каждом сосуде по одному слою, как это производится по Дельбрюку при американской системе брожения. Благодаря этому возможно дрожжи, годные для задачи, освободить от дрожжей других менее хороших рас, осаждающихся и позднее.

Способ осаждения является хорошим средством для поддержания дрожжей в чистоте. При этом следует принять во внимание свойства дрожжей в том смысле, как именно дрожжи осаждаются: быстро или медленно. Осаждающиеся быстро дрожжи, образующие более или менее большие комки, конечно, могут потянуть за собою загрязнения, состоящие из диких дрожжей, бактерий и т. п.; у пылевидных медленно осаждающихся дрожжей, которые не свертываются в комки, это бывает в меньшей степени и поэтому с этой точки зрения пылевидные дрожжи следует предпочесть быстро осаждающимся; и действительно, эти дрожжи все больше применяются в практике для изготовления светлого, очень прочного пива.

Как подсобное средство для естественного культивирования чистых дрожжей, Дельбрюк рекомендует избегать мертвых точек в брожении. Мертвыми точками называются те моменты, в которые дрожжи еще не начали своей деятельности в сусле, или почти закончили ее в то время, как имеется еще достаточно питательных веществ для того, чтобы дать возможность развитию других организмов, случайно попавших туда.

Пиво и его составные части.

Пиво имеет следующие составные части: воду, углекислоту, спирт и экстракт. Последний охватывает общее количество не улетучивающихся составных частей.

Углекислота. Углекислота является важной составной частью пива. Она делает пиво освежающим и вкусным. Если пивовар ставит задачу накопить углекислоту в пиве, что, главным образом, выполняется при последующем брожении, то он должен следить за тем, чтобы газ сохранился в нем после разлива, с одной стороны, благодаря хранению пива в холодном месте, а с другой стороны, при помощи целесообразного разлива.

Среднее содержание углекислоты в пиве низового брожения — 0,3--0,4 весовых процента. Сильно пенящееся пиво верхового брожения содержит ее до 0,6%. Очень ценным в пиве является его свойство удерживать углекислоту на открытом воздухе, в стакане и отдавать ее только медленно. На это свойство имеет большое влияние содержание в пиве экстракта и особенно его состав, в смысле содержания коллоидов (гумми-подобные вещества, декстрины, альбумозы, горькие масла хмеля) и их распределение. Пиво, более богатое экстрактом, удерживает углекислоту дольше, нежели бедное им. Однако, и слабое пиво, содержащее коллоиды в надлежащем состоянии, хорошо удерживает пену.

Спирт. Содержание спирта в легком пиве бывает 2,5—3 весовых процента; в лагерном — 3,5 до 4,5 весовых процента. Содержание спирта больше, чем

4,5 вес. ‰, редко встречается в немецком пиве. В таком разбавлении при умеренном потреблении спирт имеет значение, как хорошее диетическое и возбуждающее свойство. Слабое пиво имеет 1 и, редко, 0,5‰ вес. Питательное пиво (пивоваренного завода Naskerbräu в Мюнхене) содержит приблизительно только 1,5‰ спирта, при 12—13‰ начального сусла.

Экстракт. Экстракт пива состоит из углеводов, т. е. из декстринов, незначительного количества мальтозы и декстрозы; затем идут гумми-вещества, азот содержащие вещества (протеины, амиды), горькие хмелевые вещества, глицерин, янтарная кислота, минеральные вещества и небольшое количество других веществ, попавших частью из солода (поджаренные продукты), частью из хмеля (дубильные вещества, холин и т. д.), частью из веществ, перешедших из дрожжей.

Содержание экстракта в лагерном пиве низового брожения, в среднем, 5—7‰, в легком пиве 3—4‰ и в крепком пиве (Бокк, Сальватор и т. д.) 8—10‰ по Баллингу. В пиве во время войны содержание экстракта было понижено до 2,2—1,2‰.

Отдельные составные части экстракта колеблются в зависимости от качества солода, от способа варки, от концентрации основного сусла и т. д. В пивном экстракте находятся в большом количестве углеводы, главным образом, декстрины. Можно принять, что круглым числом 80‰ экстракта состоит из углеводов.

Содержание азота в пивном экстракте обычно не превышает 1‰. В составе веществ пивного экстракта, содержащих азот в небольшом количестве, встречается еще протеин, частью мало известные амиды и аминокислоты. Несмотря на то, что сусло во время варки с хмелем в варочном отделении вполне освобождается от свернувшихся белков, в пиве они все-таки имеются в небольшом количестве; во время брожения они переходят в пиво из дрожжей.

Содержание глицерина в пиве доходит до 0,2—0,3‰, а минеральных веществ—до 0,15—0,3‰.

Останавливаясь на главных минеральных составных частях, в общем, можно сказать что они на $\frac{1}{3}$ состоят из калия, на $\frac{1}{3}$ из фосфорной кислоты и на $\frac{1}{3}$ из магния, кальция, кремневой кислоты, серной кислоты и хлора.

Пиво, освобожденное от углекислоты, имеет еще кислую реакцию. Это происходит от кислых фосфатов, от небольшого количества молочной, щавелевой, уксусной и янтарной кислот. Если выражать кислотность пива по отношению к лакмусу в $см^3$ нормальной щелочи, то окажется, что она при нормальных условиях бывает не более $2,5 см^3$ на 100 г пива. По последним исследованиям, содержание кислоты и род кислоты имеют большое влияние на вкус и прочность пива. Концентрация свободных ионов водорода в пиве, выраженная в p_H , лежит между 4,2—4,7.

Вкус пива зависит, главным образом, от качества солода и от сушки его, от способа варки (способ с отварками или инфузионный), от концентрации основного сусла или содержания экстракта в пиве, от количества и качества хмеля и способа его употребления, от воды, от способа ведения брожения и от времени хранения.

Пиво (в Германии) является народным напитком, как никакой другой, и при соответствующем содержании основного сусла не только вкусным, но и питательным веществом. Оба последние качества, вместе взятые, составляют главную ценность пива. Роль питательных веществ играет и спирт, который перерабатывается в углекислоту и воду, при чем 1 г спирта дает тепловой энергии 7,08 кал. По Вельгцу, спирт при умеренном потреблении пива используется до 98%. Таким образом 1 л пива с 35 г спирта дает 243 полезных калорий; кроме того, 50 г экстракта дают 120 кал., так что в общем содержимое в 1 л дает 433 кал. Взрослому человеку в день необходимо около 3.000 кал.

Кроме того, спирт имеет свойство сохранять белки и углеводы в пиве; экстракт пива улучшает перевариваемость других питательных свободных от азота веществ и, в особенности, жира.

Доктор Цукор, курортный врач в Франценсбаде, пришел к тому заключению, что пиво хорошо влияет на энергию и работоспособность рабочего человека, даже и при недостаточном питании.

В виде добавления еще можно указать на широкое использование солода в пивоварении. Оно связано с тем, что все составные части ячменя или солода, не употребленные непосредственно на изготовление пива, дают ценный корм. Кроме того, излишние дрожжи употребляются не только как корм, но и в виде сушеных препаратов, как ценное питательное вещество для человека.

Можно считать, что из 100 кг ячменя с 85% сухих веществ получается 4,18 л пива, 4,5 кг ростков, 26,6 кг дробины, 1,16 кг дрожжей и 0,83 кг осевшего труба. По Вельцу, питательные вещества ячменя используются на 88%, при чем 60% идет на пиво и 28% на побочные продукты.

Недостатки и болезни пива ¹⁾.

Следует различать недостатки и болезни пива. Недостатки пива вредят его вкусу и внешнему виду, но не делают его совершенно негодным для употребления. Под болезнями пива понимают то состояние, в котором пиво совершенно портится, если своевременно этот недостаток не найден и не устранен. Болезни пива, происходящие от микроорганизмов, являются обычными недостатками; однако, не все недостатки можно отнести на влияние микроорганизмов, например, вкус смолы, клейстерное помутнение и т. д. Причины недостатков и болезней пива различны. Они могут происходить от употребления недостаточно хорошего материала, от нецелесообразного устройства, от небрежного ведения работы, в особенности, при изготовлении солода и сусла, от заражения извне, от недостаточной чистоты аппаратуры, с которой соприкасается сусло и пиво.

¹⁾ Ср. Н. Will, Biologische Untersuchung und Begutachtung von Bierwürze usw. Oldenburgs Techn. Handbibliothek, Bd. 10.

Если мы рассмотрим недостатки вкуса пива, встречающиеся чаще всего, то мы должны отметить, противный горький вкус. По исследованиям Ганзена, он происходит от нечистого брожения, когда дрожжи загрязнены присутствием дрожжей *Saccharomyces Pastorianus* I.

При пользовании чистыми дрожжами, этот недостаток не встречается.

Интенсивный горький вкус появляется и тогда, когда в конце главного брожения тонет крышка и вследствие этого в пиве растворяется большое количество хмелевой горечи.

Характерный неприятный вкус пива производит также сарцина.

Употребляя плохого качества хмель или слишком большое количество его или производя слишком долгую варку, получают пиво терпкого и неприятного вкуса. Вода, с слишком большим содержанием углекислой извести, при большом количестве хмеля тоже придает горький вкус.

Когда пиво приходит в соприкосновение с железом, то оно принимает чернильный вкус. В этом случае оно имеет своеобразную желтую тягучую пену. Железные шпунты бочек могут быть причиной этого явления.

Вкус смолы происходит от плохого качества смолы, а иногда от невнимания при осмолке бочек.

В тех случаях, когда пиво испорчено не микроорганизмами, недостаток пива можно до некоторой степени уменьшить, производя смешивание его с другим — лучшим.

Молодое, не достаточно выдержанное пиво, имеет своеобразный неприятный вкус дрожжей.

При недостатке углекислоты пиво имеет выдохшийся вкус; оно без игры и от этого каждый незначительный недостаток чувствуется острее. Подобный недостаток можно устранить прибавлением завитков.

Выдохшееся пиво легко киснет, вследствие образования уксусной кислоты; это явление следует считать уже болезнью пива, от которого оно, в конце концов, совсем гибнет. Однако, опасаться прокисания пива следует

только при недостаточной чистоте в производстве или при слишком долгом хранении пива в плохом подвале при высокой температуре.

Неприятный затхлый вкус пива всегда происходит от недостаточной чистоты в бродильном и лагерном подвалах.

Помутнение не только портит вид, но всегда сопровождается болезнью, от которой пиво, в конце концов, портится. Поэтому всегда следует обращать особое внимание, когда помутнение появляется еще только в незначительной степени.

Клейстерное помутнение — помутнение, указывающее на ненормальный состав сусла. Оно происходит от недостаточного гидролиза крахмала под влиянием диастаза в процессе затирания, а это из-за ошибок, имевших место при изготовлении солода (образование стекловидного солода и слишком сильное уменьшение энергии диастаза от неосторожной сушки) или при затирании его (ошпаривание солода, или слишком быстрое повышение температуры, или варка густого затора). От промывки водой с слишком высокой температурой (80°C) также может произойти клейстерное помутнение. Даже при нормальном течении заторного процесса, дробина всегда содержит немного негидролизованного крахмала, который, растворяясь от слишком горячей воды, потом опять выделяется и производит помутнение. Составные части образовавшейся мути от клейстера следующие: растворимый крахмал и близкие к нему декстрины — амилодекстрины и эритродекстрины. Они растворимы в горячем сусле, а на холоду, с увеличением содержания спирта в бродильном и лагерном подвалах, опять выделяются. Это помутнение легко обнаруживается раствором иода. Если при этом в пиве получается синефиолетовое окрашивание, то имеющееся помутнение происходит от грубой ошибки, происшедшей при изготовлении солода или в заторе. В этом случае весь состав сусла ненормальный и за помутнением появляются другие недостатки. Но и малое помутнение, при котором получается только красное окрашивание, тоже сомнительно, так как

такое пиво мало сопротивляется заражению. Прибавляя солодовую муку, отсеянную от мякины, можно устранить клейстерное помутнение в лагерных бочках. Лучше в этом случае применять совершенно прозрачную вытяжку солода, полученную настаиванием 1 части солода с 4 частями воды. Смотря по степени помутнения, употребляют от 5—15 г дробленого солода на 1 л пива.

Глютиновой (белковой) мутью называется такое явление, когда пиво делается мутным от выделения протеиновых веществ, обладающих свойствами хордеина. Этот вид помутнения обнаруживается при хранении пива при низкой температуре (1—2°C) и, в большинстве случаев, исчезает при комнатной температуре, если муть незначительна, и при нагревании—если она проявилась в сильной степени. Если в жидкости появляются хлопья, при долгом стоянии оседающие на дно, то они дают характерные реакции на белки. Хлопья легко растворяются в 65%-ном (по объему) спирте и осаждаются из раствора абсолютным спиртом (подобную же реакцию дает хордеин). Белковое помутнение обычно встречается при обработке ячменя, очень богатого белками, или при работе с недостаточно высушенным солодом.

Белковое помутнение другого рода появляется иногда от соприкосновения пива с оловом в фильтровальном аппарате.

В светлом пиве иногда встречается слабое помутнение от белковых веществ и гумми-веществ.

Крайне редко встречается помутнение от смоляного масла, которое содержится в большем или меньшем количестве в смоле в растворенном состоянии. Оно узнается исследованием осадка пива под микроскопом. Оно проявляется в виде небольших желтых или темно-коричневых зерен, сливающихся в большие или маленькие комки. Между прочим, они образуют иногда большие желто-коричневые капли или зерна с темным острым краем, обладающие способностью сильно преломлять свет, очень похожие на старые дикие дрожжи или на клетки *Toxula*. Их смешивают иногда и с глютиновыми тельцами. Чтобы избежать ошибки к препарату прибавляют одну каплю 10% раствора едкого

калия, от которого глютиновые тельца растворяются. Капельки смолы, собранные на гипсовой пластинке, при соприкосновении со смесью концентрированной серной кислоты и уксусного ангидрида принимают непостоянную фиолетовую окраску.

Помутнение от хмелевых смол, по Виллю, встречается редко; так же редко случается помутнение пива от выделения щавелевокислой извести.

Помутнение от указанных выше химических веществ можно устранить или фильтрованием, или применяя оклейку рыбьим клеем.

К случаям помутнения, вызываемым микроорганизмами, относится помутнение от дрожжей. Причины его кроются в ошибках в работе—или при сушке, или при заторе—вследствие чего сусло не имеет правильного состава для получения прозрачности при последующем брожении, или же пиво неправильно обрабатывалось при главном и последующем брожении. В таких случаях производят помутнение клетки культурных дрожжей. Помутнение устраняется лучинами и завитками.

Но нередко помутнение происходит от присутствия диких дрожжей, и в таком случае оно может появиться и при нормальной работе; это происходит, если задаваемые дрожжи были загрязнены дикими дрожжами, или если имела место какая-нибудь другая инфекция. Из диких дрожжей главным источником помутнения является *Saccharomyces Pastorianus* III. Метод анализа дрожжей Ганзена дает возможность узнать род дрожжей, производящих помутнение. Этого недостатка можно избежать, применяя чистые дрожжи.

Помутнение от бактерий более редко, нежели помутнение от дрожжей и вызывается присутствием упомянутого уже микроорганизма — сарцина. Кроме сарцины, появляются иногда и другие бактерии (палочки), и тогда возникает сомнение, которые из них вызвали неблагоприятное изменение в пиве. Пиво, мутное от бактерий, почти всегда содержит много дрожжей.

Появление в пиве бактерий и дрожжей, особенно диких дрожжей, вызывает не только помутнение, но и изменение вкуса и запаха—болезни, от которых пиво гибнет.

Консервирование пива.

Пиво обладает лишь ограниченной способностью сохраняться, так как, с одной стороны, каждое пиво содержит клетки дрожжей, которые при подходящих условиях размножаются, а с другой стороны—при незначительном содержании спирта и при достаточном содержании углеводов, белков и минеральных веществ—пиво представляет хорошую питательную почву для развития многочисленных организмов, которые попадают в пиво извне.

Консервирование пива при посредстве холода, даже для далекого экспорта, считается самым целесообразным.

Если же применение холода почему либо невозможно и приходится хранить пиво при температуре в 20°C и выше, то применяют иные виды консервирования.

Самым лучшим способом консервирования считается пастеризация, введенная Пастером вначале для вина. Она состоит в том, что пиво в закрытом сосуде подвергают влиянию температуры в 60—70°C. До последнего времени пастеризация применялась только для бутылочного пива; известен способ пастеризации в бочках, но он применяется только в ограниченной мере. Пастеризация производится таким образом, что хорошо закупоренную бутылку, наполненную пивом до уровня на 4—5 см ниже пробки, нагревают в воде в течение 2 часов при 60—70°C. Этим уничтожаются находящиеся в пиве микроорганизмы. При пастеризации пиво часто приобретает хлебный вкус, который, однако, при хранении более или менее пропадает. Пастеризованное в бутылках пиво часто выделяет незначительное по весу, но очень объемистое помутнение, что в светлом пиве производит неприятное впечатление, очень понижающее его ценность. Для частичного устранения указанного недостатка следует применять благородный ячмень с малым содержанием белков, сообщать пиву более высокую кислотность и долго выдерживать на холоду.

Химические средства консервирования, как-то: салициловая кислота, борная кислота, кислая сернокислая известь и фтористые соединения, действительны только в сравнительно больших дозах, и уже поэтому их следует избегать. В Германии пользоваться этими веществами воспрещено.

Осмол бочек.

Лагерные и транспортные бочки внутри покрываются смолою для того, чтобы пористому дереву придать гладкий, плотный, легко моющийся и легко возобновляемый покров. От пивоваренной смолки требуется, чтобы она не придавала пиву вкуса веществ, входящих в состав смолки, и чтобы она крепко держалась на стенке бочки и не отскакивала при сотрясении.

Для изготовления этой смолки применяется смола—живица различных хвойных деревьев. Последняя добывается таким образом, что на хвойных деревьях делают надрезы и собирают вытекающую из них смолу. Живица или терпентин, состоит из терпентинного масла, ангидрида абиетиновой кислоты и небольшого количества свободной абиетиновой кислоты. Если терпентин перегонять без прибавления воды, то в остатке получается канифоль, которая состоит из аморфного ангидрида абиетиновой кислоты. Канифоль является главной составной частью пивоваренной смолки. Смолка изготавливается различными способами.

Хорошая смолка получается при сплавлении канифоли с 10—12% смоляного масла.

Смоляное масло, состоящее из углеводов, получают при сухой перегонке канифоли. Пивоваренная смолка, изготовленная со смоляным маслом, иногда подкрашивается в желтый цвет куркумой или охрой и при сплавлении с водой она получает вид, так называемой, естественной смолы. Такие прибавки не годятся, так как минеральные вещества подкраски при расплавлении смолы осаждаются и вызывают преждевремен-

ное прогорание смолваренного котла, а смола, смешанная с водой, при нагревании брызжет и пенится.

Кроме смоляного масла для размягчения канифоли употребляются 5—6% свиного сала, кунжутного, льняного или хлопкового масел, но эти добавки не рекомендуются, так как жировые вещества образуют при нагревании дурно пахнущие продукты разложения. Затем прибавляют минеральное масло, церезин и парафин, в особенности последний, который действует так, что пивная смолка при температуре осмоления становится очень жидкой. Парафиновая смолка встречается в очень различных составах; она очень удобна для нанесения разбрызгиванием.

Нехватка канифоли и парафина во время войны привела к употреблению суррогатов. Их было рекомендовано очень много, по преимуществу битуминозного происхождения, например, из искусственного или естественного асфальта, из смоляного каменноугольного дегтя, гудрона, сырого земляного воска и т. п. Эти средства, известные под названием *Монтановых смол*, оказались негодными.

Пригодной оказалась регенерированная смола, получаемая перегонкой смолы, выплавляемой при нагревании из бочек, с последующим прибавлением к ней смоляного масла. Кроме того, оказались пригодными и другие комбинированные смолы, как напр., маммутпек и т. д.

Качество пивной смолки можно узнать по внешним признакам—по запаху, вкусу и твердости. Определенное указание на качество смолы дает только анализ по *Бранду*¹⁾, который выражается в том, что производят опытное осмоление в маленьком масштабе и определяют температуру плавления и вязкость смолы.

Осмоление бочек производится или ручным, или машинным способом. Для осмоления транспортных бочек применяют машины, а большие лагерные осмоляются боль-

¹⁾ См. Windisch, Das chemische Laboratorium des Brauers. 6 Aufl., Берлин, изд. Paul Parey.

шею частью ручным способом. При осмолении ручным способом предварительно вынимают дно у бочки, заливают смолу и зажигают ее. Когда бочка достаточно нагреется, ее накрывают опять дном, огонь тухнет, а смолка, перешедшая в жидкое состояние, перекачиванием распределяется по стенкам бочки равномерным слоем.

При осмолении машинами бочки не разбираются. Согревание бочки производится горячими газами или перегретым водяным паром, после чего в бочку вводят жидкую смолу. Для получения равномерного слоя бочки перекачивают на механических роликах.

Очень быстро и экономично работают аппараты, служащие для впрыскивания смолы. Для этого смолу нагревают до 200°C и впрыскивают в бочки под большим давлением, при чем смола покрывает стенки бочки тонким равномерным слоем и перекачивания не требуется.

Самым известным из таких аппаратов считается аппарат для осмолки Тейрера.

Аппарат для впрыскивания требует хорошей смолы, содержащей мало летучих веществ, или парафиновой смолы.

При осмолке существует опасность взрыва¹⁾. От чрезмерного нагревания смолы образуются газообразные продукты разложения (водород, окись углерода, рудничный газ и т. д.), которые с воздухом образуют взрывчатые смеси. По Бунте, эта смесь не взрывает, если воздух содержит меньше 5% и более 30% горючих газов. Для избежания взрыва при осмолке надо по возможности избегать образования такой смеси, а с другой стороны, если она все же образуется, то следует предупредить ее возгорание.

Даже при осмолении впрыскивающим аппаратом, когда воспламенения взрывчатой смеси газов от огня быть не может, все же случаются взрывы. После того, как Бранд указал, что причиной взрыва может быть электростатический заряд, Бунте и Эйтнер показали, что здесь дело в электрическом заряде, возникшем не от трения

¹⁾ См. Bunte u Eitner, Die Explosionsgefahr beim Fasspichen und Mittel zu deren Verhütung. 2. Aufl. München u. Berlin 1904.

осмолки, а от трения приводных ремней. Для избежания взрыва, Р и хтер рекомендует приводные ремни смазывать глицерином, свободным от кислот.

Количество смолы, необходимое для осмолки, различно, смотря по свойствам смолы и по способу осмолки. По Таузингу, на 1 гл емкости лагерной бочки идет 0,12—0,18—0,23 кг хорошей смолки, а на 1 гл транспортной бочки 0,25—0,40—0,60 кг.

Очень остроумную автоматически действующую машину для осмолки сконструировал Ленкеринг (построенную Нейбеккер). При ее посредстве бочки сначала освобождаются от старой смолы путем вбрызгивания тонкой струи слабого смоляного раствора с последующим обрызгиванием новой смолой; механическое перекачивание бочек и высасывание изнутри образовавшихся газов способствует успеху осмолки.
