

663.4
Л33

ГАНС ЛЕБЕРЛЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВОВАРЕНИЯ

Том первый

ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА



ПИЩЕПРОМИЗДАТ—1937

О П Е Ч А Т К И

к книге Леберле „Технология пивоварения“, том I

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
83	4 сверху	сита	отверстия сит
131	12 сверху	порядка и оформления работы	режима работы
225	16 снизу	включить	выключить
284	15 сверху	образование углекислоты	количество углекислоты
315	15 и 16 сверху	} меланоидинов	меланоидов
316	12 сверху		
389	Последняя графа таб- лицы	потеря на сухое вещество	потеря на сухое вещество 6%

663.4

Л 33

Ганс Леберле

*В 1-й перевод
модельному
но для талии
александрову
25/х39. А. Щербачев*

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВОВАРЕНИЯ

Том первый

ДЕП

ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА

Перевод Д. П. ЩЕРБАЧЕВОЙ

пр 85 пр 9, 08
Республиканская научно-
техническая библиотека
БССР



ПИЩЕПРОМИЗДАТ

МОСКВА • 1937 • ЛЕНИНГРАД

39427

ОТ РЕДАКЦИИ

Руководство проф. Леберле по технологии пивоварения переведено и издано по указанию А. И. Микояна.

Выбор именно этого руководства, выдержавшего за короткий срок два издания, объясняется тем, что труд проф. Леберле на сегодняшний день является лучшим пособием из всей мировой литературы по вопросам технологии пивоварения.

В книге даются в ясной форме теоретические основы биохимических процессов пивоварения и показывается, как одновременно с развитием науки шла рационализация технологического процесса и аппаратуры. Вместе с тем автор книги излагает перспективы развития техники пивоварения и дает обильный материал для рационализаторской мысли.

Книга проф. Леберле поможет старым кадрам повысить свою квалификацию и явится полезным руководством для подготовки новых кадров.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Широко развивающаяся во всех отраслях производства механизация операций, выполнявшихся ранее вручную, коснулась также процессов изготовления солода. Солодовни имеют сейчас совершенно другой вид, чем в первое время после войны, и не трудно предсказать, что в этом направлении развитие пойдет еще дальше.

Технология производства солода значительно изменилась и усложнилась, в связи с чем оказалось необходимым внести многие добавления и исправления в первое издание настоящей книги.

Во втором издании приводятся современные методы хранения ячменя и солода в силосах и наиболее рациональные способы замочки; описывается пневматическая система соложения, система продувания воздуха, искусственная тяга на овинах, сооружение овинов с большой производительностью. Всем остальным аппаратам, применяемым в настоящее время, также уделено внимание, соответственное их значению.

Таким образом в этой книге сделана попытка дать полную картину техники производства солода на сегодняшний день.

Применительно к современному уровню знаний полностью переработаны и чисто теоретические главы.

Описание старых методов работы и давно устаревших аппаратов из книги исключено.

В остальном цель книги та же, что и в первом издании: служить руководством для изучения солодоращения и справочником при разрешении тех или иных сложных вопросов в этой области; содержание в ней ограничивается биохимическими процессами; вопросы экономики затрагиваются лишь в меру необходимости. Особое значение автор придавал наиболее ясному описанию сущности процессов, чему должны были способствовать приложенные графические изображения.

Автор считает долгом принести особую благодарность сотрудникам: доктору К. Мюндлеру и инженерам Э. Пешлю и Г. Сандлеру.

Апрель, 1930 г.

Г. Леберле

ВВЕДЕНИЕ

Солодом называется всякое искусственно пророщенное зерно. Поэтому под соложением понимают искусственный процесс проращивания зерна различных пород зерновых. Полученный продукт проращивания в естественном, свежем состоянии называют зеленым солодом, а высушенный и освобожденный от ростков зеленый солод — сухим солодом.

Задачей соложения является техническое получение ферментов, а не выращивание новых растительных индивидуумов. В настоящее время не существует другого технического способа получения определенных ферментов, кроме искусственного проращивания зерна.

В зависимости от технического применения полученных ферментативных материалов, возможны два следующих способа получения солода.

1) Проращивание имеет целью только получение ферментов. В этом случае речь идет лишь о том, чтобы получить возможно большее количество ферментов. Развитие зерна и происходящие в нем под влиянием ферментов химические и биологические превращения играют здесь второстепенную роль.

2) Проращивание ведется таким образом, чтобы образовалось только известное количество ферментов, необходимое для определенных превращений запасных веществ зерна во время проращивания. Недостаточное или избыточное образование и работа ферментов во время проращивания нежелательны, так как это снижает качество солода.

В зависимости от этих двух принципиально различных целей процесс соложения ведется по-разному. Более легкой и простой задачей является получение продукта с возможно большим количеством ферментов; более трудной — ограничение и подавление проращивания и прерывание его в соответствующий момент.

В различных отраслях промышленности¹ пользуются солодом разной степени развития. В винокурении для осахаривания крахмала кукурузы и картофеля требуется зеленый солод с наибольшим количеством ферментов. Текстильная промышленность для удаления шпиксы с тканей также пользуется солодом с большой диастатической силой. В хлебопечении применяется солодовая мука или солодовый экстракт с большим количеством ферментов, чтобы повысить пекарские качества муки и получить хороший цвет хлеба. Пищевая промышленность изготавливает разнообраз-

¹ J. Weichherz, Die Malzextrakte, 1928.

разные солодовые препараты: мальц-экстракт с добавлением различных примесей, вкусовые и окрашивающие средства, как карамельный, жженный солод, и, наконец, солодовый кофе, заменяющий натуральный кофе.

Но наиболее важную роль играет солод в пивоварении, где он служит основным сырьем или, вернее, основным полуфабрикатом. Развитие производства солода происходило, главным образом, в этом направлении.

В дальнейшем мы будем говорить исключительно о получении солода и применении его для пивоварения.

Свойства зеленого солода и сухого солода, освобожденного от ростков, имеют решающее значение для качества всех сортов пива. Вкус, цвет, стойкость, пенистость, состав экстракта в сусле и пиве, т. е. все наиболее существенные показатели пива, зависят в значительной степени от свойства применяемого солода. Выполнение отдельных операций производства пива уже заранее предопределяется свойствами солода.

Казалось бы, что для производства солода можно применять большую часть зерновых материалов. Все они при прорастании образуют одни и те же ферменты и в основном содержат одинаковые группы веществ, которые при прорастании дают сходные продукты распада. Но, несмотря на это, пригодность различных зерновых материалов для изготовления пивоваренного солода неодинакова. Пригодность зерновых материалов для технического соложения и получения пивоваренного солода определяется следующими показателями:

- 1) наличие соответствующих вегетационных условий, которые данный вид зерна находит в нашем климате даже при неблагоприятной погоде;
- 2) возможность легко регулировать и направлять проращивание зерна (температура, время);
- 3) отсутствие веществ, нежелательных для приготовления пива;
- 4) правильные количественные соотношения между образующимися ферментами и происходящими во время прорастания групповыми изменениями веществ;
- 5) полнота использования материала (максимальные выходы и минимальные потери солода).

С несомненностью установлено, что ячмень, по сравнению с другими зерновыми культурами, в отношении перечисленных требований находится в наиболее благоприятных условиях для искусственного проращивания солода, а следовательно, и для пивоварения. Это совершенно ясно выявляется при сравнении способности к техническому соложению различных зерновых материалов. Например, голое зерно пшеницы очень чувствительно к технической обработке и легко повреждается при проращивании; пшеница прорастает очень интенсивно, с большим разогреванием и

благодаря этому требует больших площадей, хотя она, правда, дает высокие выходы. Рожь еще более чувствительна к механическому воздействию и труднее поддается соложению. У овса зерно слишком щуплое, и поэтому он дает низкие выходы. Кроме того, у овса имеется толстая оболочка и, следовательно, большое количество веществ, являющихся балластом. Кукуруза содержит сравнительно большое количество масла — вещества, очень нежелательного для приготовления пива; помимо того, она трудно поддается соложению и для вызревания требует очень теплого лета.

Уже этот краткий обзор показывает, что ячмень наиболее пригоден как материал для соложения по сравнению с другими зерновыми культурами, и становится понятным, почему именно ячмень применяется для пивоварения. Ячмень вызревает в нашем климате даже в плохие годы и дает зерно достаточно высокого качества; он достаточно зрел, свободен от нежелательных для пива веществ, обладает благоприятным количественным соотношением между образующимися во время проращивания ферментами и остающимися в зерне резервными веществами. Кроме того, по вкусовым свойствам ячменное пиво стоит значительно выше пива из другого сырья. Применение сырья и солода из других злаков для приготовления пива в годы войны было убедительным доказательством того, что ячмень никогда и ни при каких условиях не может быть вполне заменен другими хлебными злаками.

Ячмень как пивоваренный материал бесспорно занимает первое место. Однако, не все сорта ячменя являются одинаково пригодными для соложения. Таким образом, понятие «пивоваренный ячмень» с самого начала должно быть ограничено.

ПИВОВАРЕННЫЙ ЯЧМЕНЬ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Ячмень относится к злакам и имеет сравнительно простое строение цветка, части которого едва заметны на зрелом плоде. В цветке ячменя различаются следующие части, сгруппированные по оси.

1) Завязь, несущая на конце два перистых рыльца, на которые попадает цветочная пыльца для оплодотворения. У основания завязи имеются две тычинки, выделяющие пыльцу.

2) Две маленькие пленки (околоцветные пленки) у основания завязи, которые соответствуют околоцветнику других цветков.

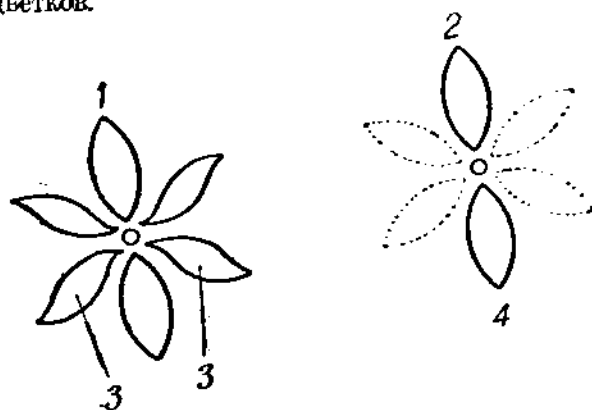


Рис. 1а.

Различная форма зерен:

- 1—шестирядный ячмень,
- 2—двухрядный ячмень,
- 3—несимметричные зерна (круглый колос),
- 4—плоский колос.

3) Две чешуйки (оболочки), которые первоначально лежат свободно вокруг завязи, а при увеличении ее после оплодотворения срастаются с нею. Одна оболочка называется внутренней, другая — наружной. Наружная оболочка несет ость.

Известны ячмени, у которых оболочки не срастаются с плодом. Такие ячмени называются «толстыми», так как при молотье они так же высыпаются из колоса, как зерна пшеницы или ржи.

4) Покрывающие чешуйки (колосковые чешуйки), два маленьких острых и узких листочка, имеющих вид щетинок у основания наружной чешуйки. После молотья они остаются на оси колоса.

5) Базальная щетинка — небольшая часть колосковой оси, которая находится у основания плода в бороздке зерна.

Указанное распределение цветков или колосков может быть различным. Исходная форма дикого ячменя в Азии имела в ка-

в одном колосковом узле три цветка; таким образом, если объединить передние и задние цветки, то вокруг колосковой оси расположатся шесть цветков или колосков. В этом случае говорят о шестирядном ячмене. Колос кажется круглым и показывает шесть ясных рядов зерен вокруг оси.

Шестирядный (шестигранный) ячмень является основной формой ячменя. Вследствие того, что вокруг колоса расположено шесть зерен, они при развитии давят друг на друга, а это мешает росту отдельных зерен. Поэтому в шестирядном ячмене не все зерна имеют симметричное строение. Мы должны различать в шестирядном ячмене средние, правые и левые зерна (рис. 1).

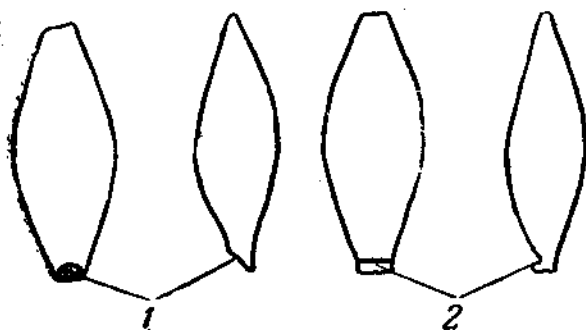


Рис. 16. Форма базиса:

1—кососрезанный, 2—с поперечным валиком.



Рис. 18. Различия в строении базальной щетинки:

1—с прямыми волосками, 2—с закрученными волосками.

Если мы рассмотрим зерна одной половины колоса, то получится следующее. Среднее зерно имеет совершенно симметричное строение благодаря преимуществу своего положения на колосе. Иначе обстоит дело с боковыми зернами. Быстрый рост среднего зерна оказывает определенное давление на боковые зерна, которое не только замедляет рост этих зерен, но также изменяет их форму. Боковые зерна имеют следующие признаки: 1) повернуты вбок, 2) у своего основания резко заострены, 3) несимметричны — бороздка проходит криво, и зерна не делятся на две симметричные половины; такие зерна называются несимметричными зернами («кривой клюв»).

Если в пробе ячменя встречаются такие искривленные зерна, то ясно, что они происходят от шестирядного ячменя или же в пробе имеется смесь двухрядного и шестирядного ячменя. В шестирядном ячмене их так много (66%), что нетрудно обнаружить наличие примеси шестирядного ячменя к двухрядному. Шестирядные ячмени, благодаря присутствию несимметричных зерен, всегда более шуплы и показывают низкий вес гектолитра. Они не

пригодны для соложения из-за искривленных зерен, которые замачиваются и растут иначе, чем средние зерна. Поэтому неизбежно получается неравномерно пророщенный материал и неоднородный сухой солод.

Четырехрядный (четырёхгранный) ячмень является разновидностью шестирядного; в этом случае отдельные зерна расположены не непосредственно один за другим, но несколько сдвинуты по оси в отношении друг к другу. Таким образом, кажется, что на стержне колоса сидят четыре длинных ряда зерен, а не шесть, и колос производит впечатление четырехгранника.

Культивирование ячменя вызвало недоразвитие цветков, первоначально имевшихся в ячмене. Именно так возникли наиболее важные в настоящее время двухрядные ячмени. Эти ячмени образовались из шестирядных: из трех цветков с каждой стороны колосковой оси развивался лишь один средний цветок. Поэтому вдоль оси расположено только два ряда зерен, откуда и произошло название двухрядного ячменя. Двухрядный ячмень является настоящим пивоваренным ячменем; он сеется исключительно как яровой, потому что озимый ячмень не применяется для соложения. Двухрядный ячмень имеет плоский, сплюснутый колос, соответственно его образованию из шестирядного ячменя. Особенно характерна для него по сравнению с шестирядным ячменем, прежде всего, равномерная, совершенно симметричная форма всех зерен. Если в колосе даже и встречаются более крупные и более мелкие зерна, то само по себе каждое зерно симметрично.

Двухрядные ячмени можно подразделить на две основные группы:

1) ячмени со стоячим колосом — колос плотный, широкий, во время созревания стоит прямо, отдельные зерна лежат тесно (*Hordeum distichum erectum*);

2) поникающий ячмень — отдельные зерна лежат неплотно и образуют узкий и длинный колос, который при созревании свисает (*Hordeum distichum nutans*).

Обычным пивоваренным ячменем служат различные сорта поникающих ячменей; из них наиболее известны «Шевалье», «Гална» и ряд других, которые большей частью носят названия местностей, где они разводятся. Из двухрядных ячменей со стоячим колосом известны «Империяль», «Прима», «Паутинка», «Безбородый», «Диамант» и «Лебединая шея». К какой из этих двух основных групп относится ячмень, можно узнать в вымолоченном зерне по форме основания зерна (базиса) и по опушению базальной щетинки.

Для стоячих ячменей типичны поперечный валик и поперечная бороздка, находящиеся на базисе с задней стороны, в то время как поникающие ячмени имеют косо срезанный базис зерна (рис. 1). Для дальнейшей характеристики поникающих ячменей служит базальная щетинка. У сорта «Шевалье» щетинка состоит

из коротких и мягких волосков. У остальных сортов она жесткая, волоски длинные и более толстые (рис. 1). Небольшие различия в признаках дают также формы чешуек, но они мало бросаются в глаза, и практически этим признаком не пользуются.

Таким образом, по строению зерна можно отличить сорт или смесь определенных сортов ячменей на основании: 1) симметричности зерна ячменя, 2) присутствия несимметричных зерен, 3) строения базиса зерна, 4) свойств базальной щетинки.

В Германии по климатическим условиям ячмени могли бы выращиваться повсюду¹, но культура настоящих пивоваренных ячменей ограничена определенными районами². В общем во влажном и холодном климате ячмени получают более грубыми, с толстой оболочкой и большим содержанием белка. При излишней сухости получают щуплые, твердые ячмени, тоже с большим количеством белков. Почва также должна быть подходящей. Ячмени нужно сеять на хорошей гумусовой (с перегноем) или глинистой почве, содержащей кальций, на почве из мергеля. С другой стороны, нежелательна тяжелая почва, слишком влажная или сухая. Во всех случаях должен быть сделан правильный выбор сорта ячменя, так как не всякий сорт растет одинаково хорошо на любой почве. Лучше всего ячмени растут после корнеплодов³, которые разрыхляют почву. Для удобрения под ячмень имеет значение следующее⁴.

1. Выбор почвы, обеспечивающей для ячменя достаточное количество извести, калия, фосфорной кислоты и одновременно усвояемого азотистого питания, необходимого для получения экономически удовлетворительного урожая и должной величины зерна.

2. Там, где почва по своему естественному состоянию или по культурной обработке не отвечает этим требованиям и потребность в отдельных питательных веществах известна, применяется достаточно обильное удобрение известью, калием, фосфорной кислотой или же их комбинацией. В случае надобности можно применить умеренное, но отнюдь не избыточное удобрение азотом.

3. Если требования данной почвы по отношению к отдельным питательным веществам недостаточно известны, то следует, принимая во внимание предыдущую культуру и удобрение почвы, а также и общие ее свойства, применять для ячменя полное удобрение (с известью или без нее). В этом удобрении, прежде всего, калий и фосфорная кислота должны содержаться в избытке по сравнению с потребностями ячменя в этих ингредиентах. Для использования же повышающих урожай и качество зерна влияний калия, фосфорной кислоты и извести не должно быть недостатка

¹ A. Steven, Der deutsche Braugerstenbau, 1927.

² В СССР наилучшими ячменями считаются западные (Белоруссия), а также из некоторых областей УССР. (Прим. ред.).

³ C. Kraus, Die Hauptregeln des Braugerstenbaues.

⁴ J. Ahr und Chr. Mayr, Gerstensorten und Düngung.

и в азоте, точно соразмеряемом применительно к условиям данной почвы, климата и сорта ячменя.

4. Совершенно недопустимо при всяких почвах одностороннее удобрение¹ с перевесом азота, так как при этом не только понижается качество зерна, но уменьшается величина зерен и резко сказывается вредное влияние неблагоприятной погоды на все или некоторые стадии развития растения. Такое одностороннее удобрение, более связанное в своем действии с благоприятными условиями вегетационного периода, не может быть признано надежным; оно не в состоянии обеспечить надлежащее качество ячменя в отношении налива и величины зерна, что достигается при равномерном удобрении всеми четырьмя питающими зерно компонентами.

5. Величина зерен ячменя повышается даже в том случае, если калий, известь и фосфорная кислота имеются в почве в относительно минимальном количестве, которое не в состоянии само по себе повысить общий урожай. По имеющимся исследованиям больше всего на ячмене сказывается действие калия, затем извести и фосфорной кислоты. При достаточном снабжении этими тремя питательными веществами уже слабое азотистое удобрение действует в таком же направлении; даже при более сильном азотистом удобрении, которого обычно избегают для ячменей высокого качества, но при одновременном обильном удобрении калием, известью и фосфорной кислотой, не всегда уменьшается доля первого сорта зерна.

6. При выборе сорта надо руководствоваться в первую очередь средними климатическими данными, затем общими условиями почвы и удобрения. При постоянной смене взаимодействия этих факторов нельзя указать наилучший для всех условий культивирования и годов сорт ячменя, даже для ограниченного участка одного поля. Ставший устойчивым по отношению к данному месту и климату сорт все же только в середине года может дать виды на урожай как в отношении количества, так и качества. Это не исключает, однако, возможности выбирать особо приспособленные сорта ячменя для определенных условий питания и удобрения (например, ячмень, лучше переносящий почву, богатую азотом).

Вообще же свойственные каждому сорту индивидуальные качества должны быть возможно точнее использованы и усилены посредством наилучшей культуры и правильно подобранного удобрения.

Само собой разумеется, что необходимо пользоваться только хорошо отобранным сортовым материалом, причем посев должен происходить своевременно. Для ячменя требуется тщательный уход и борьба с сорняками. Жатва ячменя не должна производиться до наступления полного пожелтения, хотя полной зрелости

¹ До известной степени это относится и к навозу.

часто не дожидаются во избежание потери зерна вследствие высыпания или поломки колосьев. Если ячмень сухой, его немедленно же убирают с поля; в противном случае наиболее целесообразно хранить его в снопах. При всяких обстоятельствах надо насколько возможно защищать ячмень от дождя. Ячмень, срезанный и убранный мокрым, теряет в своих качествах еще больше, чем от дождя в поле. К молотье не следует приступать до тех пор, пока зерно окончательно не высохнет. В общем ячмень должен лежать в снопах 4 — 8 недель, пока не закончится особый вид ферментативного процесса — дозревание. Этот процесс способствует прорастаемости зерна. Только при влажном ячмене молотье начинают раньше, чтобы предохранить его от порчи. При машинной молотье необходимо следить за тем, чтобы у зерна не отбивались верхушки и тем самым не снижалась ценность пивоваренного ячменя. Следует избегать всяких присмов, рассчитанных на то, чтобы придать ячменю вид полновесного зерна. После молотьи ячмень раскладывается тонким слоем (см. раздел «Хранение ячменя»). Перед отправкой ячмень тщательно чистится на месте и сортируется. В таком состоянии ячмень имеет значительно более высокую товарную цену. Нужно избегать смешивания ячменей различных сортов и качества; в особенности, не следует смешивать хороший, здоровый ячмень с плохим.

МОРФОЛОГИЯ ЯЧМЕННОГО ЗЕРНА

Плод ячменя представляет собой зерно. У зрелого зерна имеются две сросшиеся с ним оболочки. Главные составные части зерна следующие: оболочка, зародыш (эмбрион), эндосперм (мучнистое тело).

На брюшной стороне зерна находится внутренняя, меньшая мяквинная оболочка, а на спинной части зерна — наружная, большая мяквинная оболочка. Обе оболочки состоят из целого ряда клеток. Продолжение спинной мяквинной оболочки представляет собой ость (рис. 2).

За мяквинными оболочками следует плодовая оболочка (перикарпий), образовавшаяся из стенки плодовой завязи; затем семенная оболочка (Testa) — остаток ядра семечки и зародышевого мешка. Обе оболочки состоят из многих рядов клеток и, повидимому, срослись между собою. Семенная оболочка (Testa) полупроницаема, т. е. легко пропускает через клеточные стенки воду и не пропускает растворенные в воде соли.

Зародыш лежит у нижнего конца зерна на спинной стороне и состоит из зачатков будущих осевых органов: зародышевого листка и зародышевого корешка. В них можно различить корневое и листовое расположение, из которых впоследствии развиваются стебель и корешки. Листовой росток окружен листовым влагалищем. Корешок с кончиком корневого чехлика окружен кор-

невым влагалищем. Из него образуются впоследствии солодовые корешки.

В тесной органической связи с зародышем находится щиток (Scutellum), который передает из эндосперма питательные вещества растущему зародышу; на стороне, обращенной к эндосперму, щиток имеет слой клеток, удлинненных перпендикулярно к его

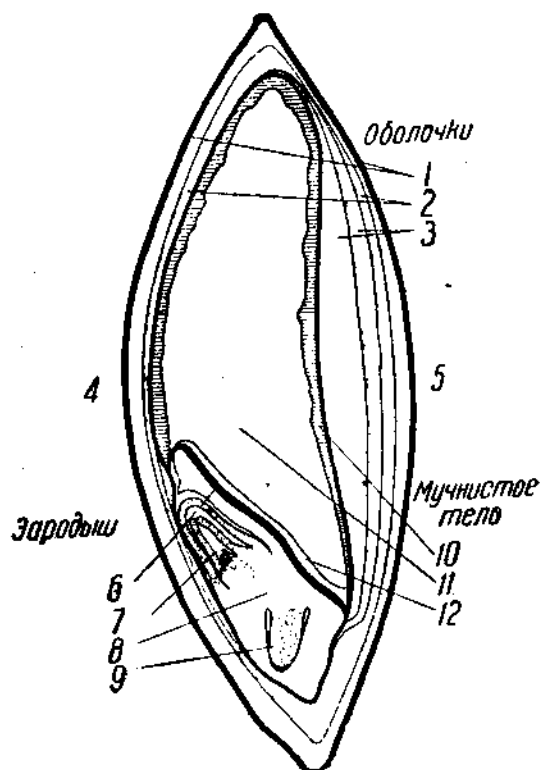


Рис. 2. Продольный разрез ячменного зерна:

- 1—внешняя оболочка,
- 2—семянная и плодовая оболочки,
- 3—бороздка,
- 4—спинная сторона,
- 5—брюшная сторона,
- 6—щиток со всасывающим эпителием,
- 7—зародыш листка,
- 8—будущий стебель,
- 9—зародыш корешка,
- 10—клеберный слой,
- 11—крахмальные клетки,
- 12—слой растворенных клеток.

плоскости и образующих всасывающий эпителий. Клетки, сросшиеся с боков между собой и с нижележащими тканями щитка, тесно соприкасаются с клетками примыкающего эндосперма, с которым они не сращены. Клеточные стенки всасывающего эпителия очень тонки.

Эндосперм (мучнистое тело) состоит, главным образом, из двух резко различающихся по своему строению клеточных тканей, крахмалосодержащих и жировых. Ядро эндосперма образуют тонкостенные клетки, расположенные в белковой гуммиподобной основе. Это основное вещество, в котором лежат крахмальные зерна, может присутствовать в меньшем или большем количестве, и

поэтому промежуточное пространство между крахмальными клетками кажется более или менее заполненным. Именно от этого зависит различный характер мучнистого тела: при совершенном заполнении промежуточного пространства мучнистое тело кажется стекловидным (жирным), а при слабом наполнении — мучнистым, белым. Увеличение основного вещества большею частью обуславливается белковыми веществами.

Крахмалосодержащие клетки окружены тройным слоем прямоугольных толстостенных клеток, который называется алеуроновым слоем или клейковиной. Содержимое этих клеток — белковые вещества и жир. Вблизи зародыша алеуроновый слой состоит только из одного ряда клеток. Между крахмальными клетками эндосперма и зародышем лежит сравнительно толстый слой пустых сморщенных клеток — растворенный слой эндосперма. Первоначальное содержание этих клеток послужило для развития зародыша в стадии, предшествующей созреванию. Чем больше развит зародыш, тем сильнее сморщивается этот слой.

Эти три основные части зерна имеют различные задачи. Мякинная оболочка защищает растущее ячменное зерно. Вследствие этого она состоит из веществ, нерастворимых в воде, трудно подвергающихся химическим и механическим воздействиям. Вещества, отложившиеся в оболочке, как кремневая кислота, дубильные и горькие вещества, с точки зрения пивоварения во многих отношениях нежелательны и даже вредны. Технически оболочка используется в варнице как фильтрующий слой.

Зародыш с щитком и всасывающим эпителием представляет собой живую часть зерна и служит местом образования ферментов. Здесь начинается первое проявление жизни зерна; отсюда продвигаются ферменты в мучнистое тело, растворяют его и доставляют питание зародышу. Если зародыш мертв, то всякая возможность роста и образования ферментов исключена. Ячмень при этих условиях не может стать солодом.

Жизнеспособность и здоровое развитие зародыша являются важнейшей предпосылкой соложения. Поэтому надо избегать всего, что может повредить зародышу или уничтожить его. Зародыш (до высыхания при сушке) играет главную роль при хранении и проращивании.

Мучнистое тело является местом, где сосредоточиваются все химические изменения в зерне, важные как в качественном, так и в количественном отношении. Эти изменения имеют двойкий характер. Пока живет зародыш, т. е. во время проращивания, естественный рост происходит совершенно так же, как на поле. Вещества мучнистого тела настолько изменяются, что могут служить питанием для зародыша. Однако, мучнистое тело не должно быть целиком использовано для выполнения одной этой задачи, так как оно предназначено выполнять еще и другую. Когда зародыш умирает, начинается настоящее техническое использование муч-

нистого тела в процессе пивоварения. Во время этого процесса основная часть мучнистого тела в соответствующих условиях растворяется при помощи образовавшихся ферментов и воды и переходит в сахар или так называемый экстракт. Мучнистое тело определяет выход экстракта и состав сусла и пива.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯЧМЕНЯ

В ячмене содержится 80 — 88% сухого вещества и 12 — 20% воды.

СУХОЕ ВЕЩЕСТВО ЯЧМЕНЯ

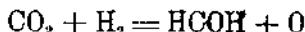
Сухое вещество ячменя можно подразделить на следующие пять групп: безазотистые органические соединения, азотистые органические соединения, ферменты, витамины, неорганические вещества.

Безазотистые органические соединения

Большую часть безазотистых органических соединений составляют углеводы, представляющие собой соединения, в состав которых входят углерод, водород и кислород. Два последних элемента входят в состав углеводов в тех же количественных отношениях, как и в воде (2 : 1).

Важнейшим углеводом ячменя по значению и количеству является крахмал. Образование крахмала происходит только в зеленых частях растений при действии солнечных лучей. Исходными веществами служат углекислота воздуха и вода почвы, поглощаемая корневой системой растений. Энергия, необходимая для синтеза промежуточных продуктов и крахмала, поставляется абсорбированными хлорофиллом солнечными лучами и передается путем особых молекулярных перегруппировок (фотосинтез).

Этот процесс, сопровождающийся выделением кислорода, называется ассимиляцией. Первым продуктом реакции, повидимому, является формальдегид, который образуется при восстановлении поглощенной углекислоты по следующей простой схеме:



При помощи химической конденсации или путем образования других промежуточных продуктов образуются сахара с величиной молекул виноградного сахара. Дальнейшая химическая конденсация этих сахаров приводит к образованию крахмала; механизм реакций этого типа еще не вполне выяснен.

Ассимиляционный крахмал, образовавшийся и скопившийся за ночь в зеленых частях растений, разлагается ферментами до различных сахаров, как виноградный сахар, мальтоза, тростниковый сахар. Эти сахара, благодаря своей растворимости и небольшой величине молекул, могут перемещаться из клетки в клетку.

в зависимости от потребности растения, снова превращаться в крахмал (транзиторный) под действием синтезирующих ферментов.

Отсюда ясно, что крахмал представляет собой очень подвижное вещество. Именно с этим связано его физиологическое значение. Основное количество крахмала откладывается в семенах и подземных органах в виде резервного крахмала, количество которого может достигать до 85% сухого вещества. В ячмене количество резервного крахмала достигает 56 — 66%, в пшенице — 53 — 70%.

Накопление крахмала в зерне происходит с целью отложения запаса питательных веществ для молодого ростка в период его начального развития. Крахмал снова разлагается ферментами и потребляется в легко усвояемой форме.

Крахмал откладывается в семенах в виде крахмальных зерен. Их тончайшее строение выявляется в виде так называемых сферокристаллов, которые состоят из чрезвычайно тонких кристалликов, расположенных радиально.

Крахмальные зерна ячменя встречаются двух величин: в виде линзообразных крупных зерен (10 — 30 μ) и более или менее шарообразных мелких зерен (2 — 6 μ). В ядре и в оболочке крахмального зерна можно различить определенное строение. Наслоения вокруг ядра, обусловленные образованием крахмального зерна, концентричны и видимы благодаря различному содержанию воды. Крахмальные зерна ячменя сходны по своему строению с зернами крахмала пшеницы и ржи. Содержание воды в них достигает 14 — 19%.

Химический состав крахмального зерна неоднороден, как и у всех растительных образований. Основная масса, а именно 98%, состоит из химически-чистого крахмала; остальные вещества, как белок, жир, клетчатка и составные части золы, в частности фосфорная кислота, составляют вместе только около 2%.

В крахмальном зерне различают: 1) внутреннее вещество, амилозу, которая образует главную массу крахмального зерна и 2) вещество оболочки, называемое амилопектином, родственное гликогену.

Поведение этих веществ при расщеплении ферментами, при окраске иодом и при взаимодействии с горячей водой различно. Они могут быть разделены также и препаративно посредством вымораживания.

Амилаза настоящий химически-чистый крахмал, представляет собой белый порошок, водная суспензия которого при нагревании не даст клейстера, но растворяется коллоидно в виде так называемого золя крахмала. С иодом она даст синюю окраску. При длительном стоянии при 50 — 60° она снова выделяется; это явление называют обратным образованием (Rückbildung) или старением. Амилаза (диастаз) осаждает амилозу количественно до мальтозы.

Амилопектин — это гуммиобразное вещество, которое при нагревании сильно набухает и образует клеевой раствор, так называемый гель крахмала. Он состоит из эфира амилозы и фосфорной кислоты. От последней амилопектин может быть освобожден только путем химического или ферментативного воздействия. С иодом он дает коричнево-фиолетовую окраску. Осахаривание амилазой происходит только при участии амилофосфатазы (стр. 34).

Химическое строение крахмальной молекулы точно еще неизвестно. Только приблизительно знают цифровое соотношение входящих в состав крахмала атомов и выражают его общей формулой $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Основным веществом, из которого построена крахмальная молекула, в настоящее время считают не глюкозу или мальтозу, как полагали раньше, а гексозан $(C_6H_{12}O_6)$. Гексозан, благодаря свободным связям, имеет возможность соединяться с другими подобными группами в комплексные соединения и таким путем дать законченную молекулу.

Декстрины, мальтоза, глюкоза (виноградный сахар) и т. д. представляют собой продукты превращения основного вещества в процессе расщепления без образования свободных связей, поэтому они утратили способность образования более сложных комплексов молекул.

Во всяком случае крахмал, по сравнению с клетчаткой, является лабильным веществом. Он легко расщепляется ферментами, имеющимися в растениях, и очень быстро переходит в сахар и снова в крахмал; короче говоря, он представляет собой запасное вещество, которое в любой момент может быть использовано растением как строительный материал.

Из физических свойств крахмала обращает внимание его большой удельный вес, в безводном состоянии равный 1,63 и 1,5 — 1,6 для воздушно-сухого вещества. Поэтому лчменный крахмал во взмученном состоянии ранее других частиц зерна садится на дно. Удельная теплота сухого крахмала 0,27; теплота сгорания приблизительно 4200 Кал. Крахмал сильно гигроскопичен, имеет чистый белый цвет, не обладает ни запахом, ни вкусом и при рентгеноскопическом исследовании ведет себя, как кристаллическое вещество. Оптически активен, величина вращения, в зависимости от происхождения, способа получения и растворителя, колеблется между 201 и 204.*

Крахмал обладает ярко выраженными коллоидными свойствами¹. Вследствие малой величины отдельных зерен крахмала и, следовательно, большой поверхности, в нем проявляется значительная адсорбционная способность по отношению к кислотам, еще больше — к щелочам и различным красящим веществам. Крахмал

¹ M. Sames, Kolloidchemie der Stärke, 1927.

имеет также способность сильно набухать в воде с выделением тепла, причем процессу набухания способствуют электролиты.

Самым существенным химическим свойством крахмала для пивоварения является его отношение к воде и нагреванию.

Процесс растворения крахмальных зерен в воде представляет собой сложное явление. Здесь имеют место механические, химические, а при проращивании и затировании, прежде всего, ферментативные процессы (см. т. II). В холодной воде крахмал совершенно нерастворим. Крахмальные зерна только слегка набухают, поглощая механически некоторое количество воды; доказательством этого может служить реакция с иодом, который в данном случае не дает никакого синего окрашивания. При повышении температуры условия меняются. Сначала замечается ясное увеличение крахмального зерна, обусловленное более сильным набуханием, которое начинается приблизительно с 50° и увеличивается при дальнейшем повышении температуры, так что крахмальное зерно принимает вид пузырьков, наполненных водой. Около 70° постепенно появляются в радиальном направлении небольшие трещины, которые все больше и больше увеличиваются до тех пор, пока крахмальное зерно не распадается отдельными слоями. Одновременно происходит отделение вещества оболочки — амилопектина в форме набухших чешуек от внутреннего вещества — амилозы, переходящей в окружающую воду, где теперь крахмал может быть обнаружен иодной пробой (синее окрашивание).

Затем наступает клейстеризация или образование клейстера. Суспензия, состоящая сперва из крахмальных зерен, в течение процесса делается все более и более однородной. Образуется, молочно-опалесцирующая студенистая, очень вязкая, клейкая масса, в особенности при нагревании. Процесс сопровождается непрерывным поглощением воды и увеличением объема, который приблизительно в 100 раз может превышать исходный объем. При испарении воды эта масса все более и более густеет и, наконец, переходит в роговидное вещество.

Свойство давать клейстер приписывается амилопектину. Крахмальный клейстер, таким образом, состоит из растворенного коллоидально, но несклейстеризованного золь амилозы и придающего ему густоту студенистого склейстеризованного геля амилопектина. Последний играет роль защитного коллоида. При длительном стоянии клейстера, особенно на холоде, амилоза снова постепенно выпадает.

Мелкие крахмальные зерна клейстеризуются быстрее крупных; электролиты действуют на клейстеризацию различно, в зависимости от концентрации.

Практически очень существенно, что крахмал тем полнее переходит в клейстер, чем медленнее воздействие температуры и чем интенсивнее кипячение. Крахмал ячменя клейстеризуется уже

при 80°. Действие кипячения может быть усилено давлением, причем клейстер частично переходит в менее вязкую жидкую фазу.

Растворимый крахмал, не имеющий внешних отличий от нерастворимого, однако, отличается от него, главным образом, тем, что при нагревании с водой не образует больше клейстера. Эта растворимость основана на известном распаде амилопектина или на своего рода освобождении его от фосфорной кислоты. Растворимый крахмал готовится из обыкновенного природного крахмала путем обработки его соляной кислотой или щелочью или другими методами. С его помощью можно установить диастатическую силу солода, но разжижающую способность с ним определить нельзя.

При медленном нагревании крахмал сперва теряет 10 — 20% воды без заметных изменений. Последняя остающаяся вода удерживается очень прочно до температуры около 130°. Если быстро нагреть крахмал, содержащий воду, наступает частичная клейстеризация его; если сюда добавить сильную кислоту, то крахмал нацело расщепляется в виноградный сахар.

Температура сушки темного солода не вызывает окрашивания крахмала. Потемнение крахмала начинается только при 150 — 160°; при этом образуются продукты, растворимые в воде, — сперва растворимый крахмал, затем декстрины, чему в особенности способствует присутствие кислот.

Температура разложения крахмала 260°; при этой температуре он начинает лучиться, разжижается и обугливается.

Таким образом, при процессе сушки не происходит значительных изменений крахмала.

Крахмал открывают при помощи иода, очень чувствительной реакции, дающей интенсивную синюю окраску даже в присутствии небольших количеств крахмала. Получающееся при этом тело не является химическим соединением, в обычном смысле слова, а представляет собой адсорбционное соединение или твердый раствор иода в крахмале, причем последний играет роль защитного коллоида. С течением времени окраска исчезает.

Для реакции существенно, чтобы оба вещества были холодными. При нагревании синий цвет исчезает и вновь появляется при охлаждении. Слишком сильного нагревания следует избегать, так как иод легко улетучивается. Раствор иода желтого цвета, поэтому для реакции не следует брать его слишком много.

Резкость реакции нарушается в присутствии таких веществ, как например, дубильные или белковые вещества, так как они тоже вступают в реакцию с иодом. Щелочи и органические растворители тоже могут помешать появлению синей окраски. Поэтому для растворов, содержащих все эти вещества, необходим известный избыток иода.

Ценность иодной реакции на крахмал обусловлена тем, что при действии диастаза на крахмал, то-есть в процессе его расщеп-

ления происходит постепенное изменение оттенков, а это дает возможность судить о стадиях распада молекулы крахмала. Так, синее окрашивание крахмала постепенно переходит в фиолетовое, затем красное, желтое и светложелтое по мере того, как при распаде крахмала образуются определенные декстрины и, наконец, конечный продукт распада — мальтоза.

Поэтому иодная реакция имеет исключительное значение при техническом контроле распада крахмала в заводских условиях. Распад крахмала при прорастании зерна будет рассмотрен ниже.

Кроме крахмала из других полисахаридов¹ имеет значение клетчатка (целлюлоза) и гемицеллюлоза.

Клетчатка, главное количество которой находится в оболочке, представляет собой основной скелет ячменя, как у всех высших растений, в то время как крахмал самый важный питательный и резервный материал. Хотя клетчатка имеет химический состав, сходный с крахмалом ($C_6H_{10}O_5$)_n, но ее свойства значительно отличаются от свойств крахмала. Она не имеет ни вкуса, ни запаха, трудно поддается действию различных химических агентов, нерастворима в воде и очень устойчива по отношению к ферментативным и чисто химическим воздействиям.

Клетчатка не участвует в обмене веществ зерна и остается на том месте, где она образовалась, до самой смерти растения. Клетчатка проходит через процесс соложения неизменной и в пивоварении играет важную роль только как фильтрующий материал при фильтрации сусла. Химическое строение клетчатки окончательно еще не выяснено. Аналитически она определяется в виде так называемой сырой клетчатки, количество которой составляет 3,5 — 7% от сухого вещества ячменя.

Гемицеллюлоза участвует в построении клеточных стенок и семян, придавая им прочность. Таким образом, она представляет собой только механическую основу. Для некоторых гемицеллюлоз, впрочем, принимают, что они также могут служить резервным (запасным) веществом.

Наиболее важными гемицеллюлозами являются те, которые состоят только из остатков глюкоз, — так называемые глюканы; из них особенно надо отметить лихенин (резервная клетчатка), тоже имеющийся в ячмене. Лихенин был найден в лишайниках, но он встречается также во всех семенах. Под действием лихеназы и кислот, через дисахарид целлобиозу, он расщепляется нацело до глюкозы.

Затем следует указать на маннаны, — гемицеллюлозу, состоящую только из гексоз ($C_6H_{12}O_6$), — встречающиеся в отрубях пшеницы, в ячмене и в оболочке дрожжей, и пентозаны, в состав которых входят только пентозы ($C_5H_{10}O_5$); их количество в ячмене

¹ Pringsheim, Die Polysaccharide, 1923.

достигает 8 — 12%. Только незначительная часть пентозан растворима в воде.

Гемипеллулозы расщепляются особой группой ферментов, цитазами, которые вызывают растворение ячменя. Благодаря этому растворению, вернее разрушению клеточных стенок или по меньшей мере повышению их проницаемости, зерно теряет свою прочность и становится рыхлым. Растворимые продукты гемипеллулоз, низшие углеводы, способствуют в дальнейшем увеличению экстракта, поскольку они не используются во время проращивания при соложении.

Наконец, здесь должны быть упомянуты так называемые гуммиобразные вещества, которые образуются из пентоз и гексоз и в воде дают коллоидные растворы. Им приписываются свойства удерживать пену. Вещество, несколько отличающееся от гумми (амилан), в частности, было найдено в дробине. Из менее важных веществ можно назвать пектины, углеводоподобные вещества, состоящие также из гексоз и пентоз, которые при проращении зерна расщепляются соответствующими ферментами.

Из низших углеводов ячмень содержит целый ряд более или менее важных представителей.

Из дисахаридов тростниковый сахар ($C_{12}H_{22}O_{11}$) встречается уже в неизмененном зерне в количестве 1 — 2%, причем преимущественно обнаруживается в зародыше; в эндосперме его содержится очень немного. Тростниковый сахар ферментативным путем, а также при действии водородных ионов кислот, превращается (инвертируется) в виноградный сахар и фруктозу. Во время проращения ячменя количество тростникового сахара возрастает до 4 — 5%.

Инвертный сахар, представляющий собой смесь глюкозы (виноградного сахара, $C_6H_{12}O_6$) и фруктозы (фруктового сахара, $C_6H_{12}O_6$) содержится в ячмене в незначительном количестве (0,3 — 0,4%). Тростниковый сахар, повидимому, образуется при распаде, как и инвертный сахар.

Мальтоза ($C_{12}H_{22}O_{11}$), вероятно, встречается в ячмене, хотя до сих пор ее не удалось обнаружить с несомненностью.

В ячмене также встречается жир в количестве 2 — 3% на сухое вещество. Он имеет приятный ароматический запах и осредоточен, главным образом, в зародыше и в определенных клетках клейберного слоя. При сложении часть этого жира потребляется, а часть расщепляется на глицерин и жирные кислоты¹.

Жирам сопутствуют лецитины (фосфатиды). Они встречаются в каждой клетке и состоят из глицерина, фосфорной кислоты, жира и азотоудерживающих составных частей; в качестве так называемых липоидов они имеют важные физиологические функции в отношении проницаемости клеточной оболочки. В воде липоиды

¹ J. Sedlmayer, Z. 1921, S. 191.

нерастворимы или, самое большее, дают коллоидальные растворы и набухают в растворителе. К липоидам еще относят так называемые фитостерины, — вещества, также сопутствующие растительным жирам.

Из органических соединений, содержащих фосфор, можно назвать следующие соединения: глицеринфосфорная кислота липоидов, в частности, лецитина; различные сложные эфиры фосфорной кислоты с простыми сахарами (монозами), тростниковым сахаром и крахмалом.

Сюда относятся также фитин, сложный эфир фосфорной кислоты и инозита (сахар с замкнутым кольцом), который встречается в оболочке в количестве 0,9% от сухого вещества ячменя, в то время как остальные части зерна и солодовые ростки его не содержат.

Фитин совместно с указанными выше соединениями дает при ферментативном расщеплении во время прорастания зерна основную часть кислых первичных фосфатов, а также главную массу буферных веществ (фосфаты), которые удерживают активную кислотность в значительной мере постоянной во время прорастания и позднее — в сусле и пиве.

Распад этих веществ происходит под действием соответствующих ферментов, так называемых эстераз.

Из безазотистых веществ ячменя следует назвать еще дубильные и горькие вещества. Дубильные вещества входят в состав полупроницаемых оболочек (Testa) и дают вещества неприятного вкуса в сусле и в пиве, приписываемые оболочкам ячменя. Дубильные и горькие вещества растворимы в слабощелочных растворах и отчасти могут быть извлечены из оболочек.

Оболочка состоит из нерастворимой чистой клетчатки, не имеющей ни запаха, ни вкуса, которая здесь является основным строительным материалом.

Дубильные вещества, прежде всего, имеются во внешних слоях семенной оболочки¹. Неприятные свойства дубильных веществ ячменя связаны с их способностью вызывать очень нежелательное потемнение цвета. При соложении это потемнение является очень редко; так, например, в железных, неокрашенных внутри, мочильных чанах ячмень может окраситься в черный цвет благодаря дубильным веществам. С цветными реакциями приходится считаться лишь при дальнейшей переработке солода. Повидимому, коллоидные растворы дубильных веществ ячменя способны давать нерастворимые осадки с углекислым кальцием, что очень существенно для замочки ячменя.

Горькие вещества ячменя обладают антисептическими свойствами и легко растворяются в воде, содержащей двууглекислый кальций.

¹ Reichard, Z. 1904, S. 229.

Азотистые органические соединения

Наряду с безазотистыми органическими веществами в ячмене имеются азотистые органические соединения, которые носят название белковых тел или протеинов; по количеству, свойствам и значению они являются наиболее важными. Белки имеют исключительное физиологическое значение в условиях жизни всех организмов.

По овому химическому составу белковые тела наполовину состоят из углерода, приблизительно на одну четверть ($\frac{1}{4}$) из кислорода и из нескольких процентов водорода. Кроме того, они большей частью содержат серу, а часто также фосфор и хлор. Характерной составной частью белков является азот.

До сего времени не имеется методов определения белков. Ввиду того, что в ячмене белки содержатся в разнообразной форме, для количественного определения белковых веществ пользуются определением азота. Так как можно принять, что 16 весовых частей азота приходится на 100 весовых частей белка, то 1 весовая часть азота соответствует $\frac{100}{16} = 6,25$ весовым частям белка.

Таким образом, умножая найденное при анализе значение для азота на 6,25, получают приблизительное содержание белков в ячмене. Несомненно, что это не безукоризненно точно, так как не каждый белок имеет точно 16% азота.

Содержание белка в ячмене, перечисленное на сухое вещество, колеблется от 8 до 14%; следовательно, содержание азота равно 1,3 — 2,2%.

Количество белков очень существенно для пивоваренного ячменя. Ячмени с большим содержанием белков (начиная с 13%) имеют пониженное содержание крахмала и перерабатываются значительно хуже по сравнению с низкобелковыми ячменями. Из высокобелковых ячменей получают такие же солода. Пиво из такого солода на холоду имеет склонность к образованию мути, с трудом осветляется и имеет плохую стойкость.

Ячмени с очень низким содержанием белка также нежелательны. Белки играют большую роль в пивности пива, полноте вкуса и питании дрожжей. В особенности, не рекомендуется применение более бедных белками ячменей для получения темных солодов, так как цвет и аромат зависят от продуктов распада белков. Напротив, светлые солода требуют низкобелковых ячменей. Типичные пивоваренные ячмени содержат 9 — 12% белка. Содержание белков в зерне меньше зависит от сорта, чем от севооборота, состава почвы, удобрения, вегетационных и метеорологических условий отдельных годов.

Насколько несовершенно количественное определение белков в ячмене, настолько неполно и наше представление о составе белковых веществ. Несмотря на многочисленные исследования, пока

еще не удалось выяснить чрезвычайно сложного химического строения очень крупной белковой молекулы, тем более, что вследствие незначительной способности к кристаллизации и невозможности дистилляции (перегонки) очень затруднительно получение их в чистом виде.

Как образуются белки¹ в ячмене и вообще в растении, — еще до сих пор неизвестно. Во всяком случае все имеющиеся исследования показали, что только одни растения в состоянии строить белки из воды, углекислоты воздуха, аммиачного азота и других неорганических солей почвы. Можно предполагать, что построению каждого белка предшествует образование более простых составных частей белковой молекулы.

Основную массу первоначально образовавшихся в ячмене белковых тел составляют нерастворимые высокомолекулярные белки, протеины в общем смысле.

Подразделение белковых веществ с чисто химической точки зрения в настоящее время еще невозможно вследствие отсутствия исчерпывающих данных о строении белковой молекулы. Белки можно привести в систему, классифицировать только на основании их различных физико-химических и химических свойств, местонахождения, различной способности подвергаться действию ферментов, отчасти по их составу и физиологическим функциям. Различают следующие белковые вещества, важные для пивоварения:

1) простые белковые вещества (протеины в узком смысле) — настоящие белковые вещества: альбумины, глобулины, проламини, альбуминоиды;

2) сложные белковые тела (протеиды);

3) продукты распада белков.

Различают также нативные, т. е. неизмененные белки от химически более или менее измененных.

Простые белки. Альбумины могут быть получены в кристаллическом виде; они хорошо характеризуются и растворяются как в чистой воде, так и в разбавленных растворах солей, кислот и щелочей. В противоположность следующей группе — глобулинам — они высаливаются труднее. Из растворов альбумины коагулируют при нагревании (около 52°). Коагуляция с повышением температуры усиливается; при кипячении сусле сюда присоединяется еще осаждающее действие хмеля, пока не образуются хорошие хлопья (брух). Альбумины распределяются в растворах более тонко, чем глобулины. Альбумином, наиболее распространенным в растениях, является лейкозин.

Глобулины нерастворимы в чистой воде; они растворяются в растворах нейтральных солей, кислот и щелочей. При насыщении различными солями выпадают; на лакмус имеют кислую реакцию. При нагревании до 90° глобулины денатурируются и коагу-

¹ K o m m, Eiweissbildung bei Tier und Pflanze, Heft 5, S 10, 1925.

лируют. С дубильными веществами глобулины дают соединения, которые при охлаждении сусла выпадают постепенно и в такой тончайшей форме, что обнаруживаются только после брожения в лагерном подвале, когда их выпадению способствует низкая температура. Наиболее известным представителем этой группы является эдестин, затем глютеин пшеницы и ячменя.

Протеины представляют собой протеины, растворимые в спирте, которые встречаются почти исключительно в злаках. Они также растворимы в кислотах и щелочах, но в чистой воде нерастворимы. Важнейшие представители этой группы это так называемые протеины клейковины — глиадин и глютеин («глютин пшеницы»), а также гордеин пшеницы и ячменя и зеин манса.

Сложные белки (протеиды). К ним относятся:

- 1) липопротеиды — соединения белка с фосфатидами,
- 2) фосфопротеиды — соединения белка и фосфорной кислоты, имеющих кислую реакцию,
- 3) гликопротеиды — соединения белковых тел с углеводами,
- 4) нуклеопротеиды — соединения нуклеиновой кислоты и белка, встречающиеся в дрожжах и пшенице.

Составные части белковых веществ и их продукты распада.

При полном распаде (гидролизе) белковых тел кислотами, щелочами или ферментами образуется целый ряд конечных продуктов распада — аминокислоты, которых известно около двадцати. Все они содержат, как указывает их название, основную (щелочную) аминогруппу — NH_2 и кислотную группу COOH (карбоксильную группу). Поэтому они не имеют ни кислой, ни щелочной реакции; однако, они дают соли как с кислотами, так и с основаниями.

Действием формалина можно уничтожить основной характер аминокислот, благодаря чему обнаруживается кислая реакция, и аминокислоту можно титровать щелочью, как всякую кислоту («формальное титрование»). При помощи такого определения аминокислот можно сделать заключение о глубине белкового распада, так как чем больше количество аминокислот, тем больше разложилось белка.

Наиболее известны следующие аминокислоты:

- 1) аминоуксусная кислота (гликокол),
- 2) аминопропионовая кислота (аланин),
- 3) аминэвалериановая кислота (валин),
- 4) аминизобутилкаусная кислота (лейцин),
- 5) аминолантарная кислота (аспарагин),
- 6) тирозин,
- 7) лизин,
- 8) аргинин,
- 9) пролин,
- 10) гистидин.

Перечисленные нами, а также и другие аминокислоты, представляют собой основу для построения белковых веществ. В зависимости от того, какие аминокислоты имеются или отсутствуют

в белковой молекуле, меняются свойства белковых веществ. Так как известно приблизительно двадцать различных аминокислот, можно себе представить всю сложность и многочисленность белковых веществ и их продуктов распада. При взаимодействии аминокислот образуются пептиды — дипептиды и трипептиды, если соединяются две или три аминокислоты, и полипептиды, если их несколько. Эти соединения титруются так же, как свободные аминокислоты; они расщепляются ферментами на аминокислоты.

Альбумозы и пептоны играют при расщеплении белков такую же роль, как декстрины у углеводов. Они не являются однородными, резко определяемыми соединениями и представляют собой смесь высших продуктов распада белка. Альбумозы и пептоны в некоторых отношениях еще очень близки к белкам. Они дают цветные реакции белков, но при нагревании уже больше не коагулируют. При дальнейшем расщеплении они переходят в аминокислоты. Физиологическое значение альбумоз и пептонов колоссально, несмотря на то, что химически они неоднородны. Им приписывается большое значение при образовании пены. Различия между альбумозами и пептонами распылчаты; кроме того, и те и другие не представляют собой продуктов распада различной молекулярной величины. Поэтому деление на альбумозы и пептоны теперь почти оставлено, и часто говорят только о пептонах.

По Осборну процентное отношение белковых тел у ячменя с 10,75% протеина приблизительно следующее:

1) альбумин (лейкозин)	0,30%
2) глобулин (эдестин)	1,95%
3) проламин (гордени)	4,00%
4) нерастворимые протеины	4,50%
	10,75%

Белки как по своему физико-химическому характеру, так и по величине молекул принадлежат к коллоидам. Они не диффундируют через мембраны, набухают, подвергаются свертыванию, коагуляции и при этом денатурируются.

Денатурирование и свертывание растворенного белка происходит большей частью нагреванием, причем образуется твердая или мягкая, или прозрачная масса. Часто решающую роль играют реакция раствора и содержание в нем солей.

Денатурирование представляет собой необратимый химический процесс, вызываемый нагреванием, во время которого при одновременном отщеплении воды и перегруппировке молекул образуется новое белковое соединение с некоторыми новыми свойствами. Такое денатурирование может произойти при всякой реакции окружающей среды. Особенно сильно при этом понижается растворимость; новое вещество выпадает в виде тончайших частиц, которые затем слипаются, свертываются и выпадают. Этот процесс называют коагуляцией. Денатурирование белков может быть также вызвано спиртом, встряхиванием, высаливанием: тяжелыми

металлами и другими способами, которые вызывают выпадение белков. В то время как спирт, соли, дубильные и другие подобные им вещества вызывают коагуляцию благодаря дегидратации (отщеплению воды), при встряхивании проявляются, главным образом, адсорбционные поверхностные явления с последующей химической реакцией. Выпадение белков происходит при различной температуре, в зависимости от рода белка. Каждый белок имеет определенную температуру коагуляции. В слабокислых растворах происходит наилучшее выпадение белков; при избыточной кислотности белок остается в растворе, так как образуются так называемые ацидальбумины. Но ввиду того, что белки могут давать соединения со щелочами, с последними образуются щелочные альбуминаты, которые также растворимы. При помощи многих солей (поваренная соль, сернистый магний) эти растворимые соединения снова можно осадить. Крепкий спирт также осаждает белки. При коагуляции часто захватываются и увлекаются вместе также другие вещества.

Растворы белковых веществ все оптически активны, т. е. вращают плоскость поляризации и большей частью обладают левым вращением. Из этих растворов многие белковые вещества можно получить в виде кристаллов; в природе такие кристаллы встречаются в алеуроновых телах. Но эти кристаллы при своем образовании захватывают ряд других веществ, поэтому для получения белка в чистом виде они не годятся.

Разложение высокомолекулярных белков происходит, главным образом, при прорастании зерна и называется белковым распадом.

Ферменты

Общая часть

Под названием энзим или ферментов объединяют группу веществ, которые имеют громадное значение для всех жизненных процессов, а также и для прорастания ячменя. Они играют выдающуюся роль при химических превращениях всех фаз жизнедеятельности, начиная с построения организма, роста и питания; роль их не уменьшается даже тогда, когда наступают процессы распада, жизнедеятельность прекращается, и внешняя форма тела уже не существует. Ни одна промышленность не построена в такой степени на действии ферментов, как сололожение и пивоварение. Именно это делает изучение их столь трудным и интересным. Все изменения в процессе проращивания зерна вызываются ферментами; важнейшие процессы в варнице также происходят под действием ферментов, сохранившихся во время сушки. После того как эти ферменты разрушены кипячением, в бродильне благодаря прибавлению дрожжей возникает целый ряд новых сложных ферментативных процессов.

Химическая природа и структура этих биологически чрезвычайно важных веществ еще до сих пор неизвестна. Они представляют собой высокомолекулярные органические вещества особого рода и не относятся ни к одной из известных групп химических соединений. Высокое содержание азота, достигающее 14%, напоминает белковые тела, но они не дают ни белковых, ни углеводных реакций. Свойства, обуславливающие их значение, связаны с их физико-химическими особенностями¹. Здесь в первую очередь надо указать на их роль в качестве катализаторов; они являются веществами, ускоряющими химические реакции, которые сами по себе протекали бы очень медленно, и наоборот при некоторых обстоятельствах задерживающие их. При этом сам фермент заметно не потребляется и не изменяется. Этим самым ферменты обнаруживают значительное сходство с неорганическими катализаторами, как губчатая платина, которая, не изменяясь сама, бурно разлагает перекись водорода на водород и кислород. Основным различием между неорганическими катализаторами и ферментами является резко специфическое действие последних; ферменты действуют только на такие вещества, с которыми они имеют совершенно определенное сродство. Так, например, для расщепления белков или углеводов при нагревании с разведенными кислотами безразлично, какую кислоту применять. Совершенно иначе происходит этот процесс у ферментов. Определенный фермент расщепляет только углеводы, но не белок или жиры. Но и ферменты, расщепляющие углеводы, действуют только на известные вещества этой группы. Так, диастаз, расщепляющий крахмал, никак не действует на мальтозу. Сахараза расщепляет только тростниковый сахар, но не молочный.

Однако, особое действие ферментов идет еще дальше этой специфичности и обнаруживает еще большие тонкости, выражающиеся в том, что ферменты могут действовать на вещества лишь с определенной химической структурой.

Эмиль Фишер привел очень удачное сравнение, говоря, что фермент должен подходить к своему субстрату, как ключ к замку. Эта специфичность, приравненная к малейшим отклонениям в структуре молекул вещества, повидимому, связана с соответствующим тонким различием в строении самих ферментов.

По величине частиц ферменты должны быть отнесены к коллоидам и ведут себя как амфотерные электролиты, т. е. вещества, которые действуют, как кислоты и как щелочи. Сильная склонность ферментов к соединению с другими веществами объясняется, между прочим, дополнительными валентностями.

Работа ферментов в значительной степени зависит от влияния окружающей среды и некоторых веществ, действующих как активаторы, усиливающие работу ферментов, или как парализаторы,

¹ Н. Euler, *Chemie der Enzyme*, 1920/22.

тормозящие ее. Эти влияния могут быть химического или физического происхождения.

Самым важным фактором для активности ферментов является температура. Ферменты проявляют свою деятельность в определенных температурных границах, то есть для каждого фермента имеется определенная характерная температура, при которой он лучше всего работает (оптимальная температура). Если температура лежит выше или ниже, действие фермента ослабляется. Если температура становится слишком высокой, фермент навсегда теряет свою активность, разрушается. Большинство ферментов переносят температуру не выше $60-80^{\circ}$; при температуре в 100° они почти все погибают. Оптимальная температура для большинства ферментов лежит между 35 и 50° . Сухое нагревание (см. раздел «Сушка») переносится лучше, чем влажное. При этом играют роль продукты распада и реакция раствора. Низкая температура не оказывает никакого влияния на ферменты.

Действие солнечного света в этом отношении сходно с действием температуры; он может разрушить ферменты в присутствии воды, но не в сухом состоянии или в других растворителях, помимо воды. Ультрафиолетовые лучи для них наиболее вредны.

Химическое воздействие на активность ферментов не так ясно благодаря более сложным соотношениям. Прежде всего, здесь надо — по крайней мере теоретически — различать:

1) действие на разлагаемое вещество (субстрат), благодаря чему оно становится или более доступным или менее доступным действию ферментов, и

2) непосредственное действие на ферменты; эти влияния практически часто неразличимы.

В обоих направлениях действует реакция субстрата, его активная кислотность, так называемое рН. Действие рН, или концентрация водородных ионов, которую прежде называли просто кислотностью, очень значительно. Оно является показателем диссоциации, тем самым влияя на диссоциацию ферментов и на набухание коллоидных ферментов, а также косвенно действует тормозящим или возбуждающим образом на работу ферментов.

Для каждого фермента существует определенная, наиболее благоприятная, оптимальная кислотность, при которой его деятельность достигает максимального эффекта, являющегося результатом влияния указанных факторов (тормозящих и возбуждающих).

Кроме влияния температуры и реакции (рН), другие вещества также оказывают тормозящее действие на ферменты в вышеуказанном смысле. Действие анионов кислот, нейтральных солей и ионов тяжелых металлов, как медь, олово, железо и т. д., по отношению к субстрату является либо прямым, либо косвенным. Ферментативная деятельность также меняется от других воздействий окружающей среды. Если же одновременно действует ряд различных факторов, то из отдельных оптимумов возникает один

общий оптимум; с изменением отдельных факторов изменяется и общий оптимум. Отсюда ясно, какие многообразные и сложные соотношения связаны с ферментативной деятельностью. Эти еще мало выясненные соотношения особенно важны для пивоварения, так как почти все химические изменения веществ в этом производстве связаны, главным образом, с ферментативными процессами.

Из органических веществ спирт, эфир и формалин при комнатной температуре и не слишком высоких концентрациях не действуют особенно подавляющим образом на ферменты, но в крепких растворах и при высокой температуре их действие значительно усиливается. Толуол почти не вредит. На ферменты вредно действуют окисляющие вещества — озон, перекись водорода, нитраты и перманганат, в особенности при одновременном воздействии света.

Растворимость различных ферментов не одинакова. Большинство их растворимо в воде, в растворах нейтральных солей или очень слабых кислотах и щелочах, по крайней мере — коллоидно. Некоторые ферменты нерастворимы или, вернее, так прочно связаны с другими веществами, что они не переходят в раствор.

Получение ферментов в чистом виде еще до сих пор не удалось. Поэтому не могла быть установлена химическая природа этих веществ, и большая часть их свойств выяснена не полностью.

Экстрагированием и фильтрованием многие ферменты можно очистить от нерастворимых примесей; особенно пригодным для этого оказался глицерин. От солей, которые перешли в раствор, фермент можно отделить диализом. Чтобы освободить фермент от таких веществ, как например, белки, применяется многократное осаждение спиртом или сернистым аммонием. Определенной очистки удастся достигнуть также при помощи адсорбции. Ферменты, которые содержатся только внутри клеток, должны быть освобождены или при помощи автолиза, т. е. саморазложения клеточной структуры, или же пассивным, механическим способом.

Но не следует переоценивать значение химически чистых ферментов для практических условий, так как для естественных явлений часто оказывается решающим именно постоянное соединение ферментов между собой и с другими веществами, так называемый «биологический комплекс».

Ферменты удается открыть и определить по специфичности их действий и изменениям, которые происходят с субстратом; последний является главным показателем, по которому различаются и подразделяются ферменты.

Исключительную роль в деятельности ферментов играют вещества, называемые активаторами. Многие ферменты встречаются в недействительной форме (раньше они назывались проферментами или зимогенами, теперь же обозначаются как «инактивная форма ферментов») или, по крайней мере, образуются в этой форме.

В этих случаях фермент становится деятельным только в присутствии второго вещества, так называемого активатора, фермент активируется. Как активаторы могут действовать кислоты, нейтральные соли и другие вещества (коферменты или киназы), которые связываются с ферментом и тем самым его активируют. С другой стороны, активирование может быть достигнуто веществами, которые освобождают фермент от присущих ему тормозящих веществ (парализаторов), — например, белков, — благодаря чему облегчается ферментативная деятельность.

Образование ферментов может происходить только в живой клетке. Несмотря на это, деятельность и действие фермента не зависит от клетки. Некоторые ферменты связаны с живой клеткой настолько тесно, что не могут быть выделены нашими современными техническими способами. Но большая часть ферментов может быть отделена от субстанции и независимо от нее развивать свое специфическое химическое действие.

Деление ферментов на «организованные», т. е. связанные с живым веществом, и «неорганизованные», т. е. свободные от жизненных процессов, теперь оставлено; это подразделение больше методическое, чем по существу. В зависимости от того, в состоянии ли фермент действовать только в своей материнской клетке или вне ее, ферменты делили также на экзо- и эндо-ферменты.

На основании приведенных фактов можно, таким образом, заключить, что ферменты являются каталитически действующими веществами, вырабатываемыми живыми клетками, но действие их не связано с жизненным процессом, как таковым.

Деятельность ферментов, главным образом, заключается в каталитическом разложении веществ, но все больше и больше наблюдается фактов синтетического действия ферментов. Ферменты, обладающие расщепляющим действием, носят названия с окончанием на «аза», а синтезирующие ферменты — на «аза». Например, фосфатаза — расщепляющий фермент, фосфотеза — синтезирующий. Ферменты¹ подразделяются не по химическому строению их, как большинство химических веществ, а на основании их действия на субстрат. При этом все ферменты можно разбить на две большие группы: 1) гидролазы или гидролитические ферменты и 2) десмолазы, ферменты брожения или окислительные ферменты.

Гидролазы (гидролитические ферменты) подразделяются на следующие группы и подгруппы.

1. Эстеразы — ферменты, расщепляющие сложные эфиры;

1) липазы, расщепляющие жиры;

2) фосфатазы — глицерофосфатаза, гексозофосфатаза, сахарофосфатаза, амилозофосфатаза и фитаза, расщепляющие соединения фосфорной кислоты с углеводами и другими органическими соединениями.

¹ Oppenheimer, Lehrbuch der Enzyme, 1927.

II. Карбогидразы, расщепляющие углеводы:

1) полиазы — **амилаза** (или **диастаз**), расщепляющая крахмал, **целлулаза**, расщепляющая клетчатку; **гемичеселлулазы** (**цитазы**), расщепляющие **гемичеселлулозы** (например, **лихеназа**, **маннаназа**, **пентозаназа**);

2) **гексозидазы** — **сахараза**, расщепляющая тростниковый сахар; **мальтаза**, расщепляющая солодовый сахар; **целлобиаза**, расщепляющая **целлобиозу**; **гентиобиаза**, расщепляющая **гентиобиозу**; **нуклеотидаза**, расщепляющая **нуклеиновую кислоту**.

III. Ферменты, расщепляющие белки и продукты распада белков:

1) **протеазы**, расщепляющие белки: а) **пепсиназы**, б) **триптазы**, в) **тканевые протеазы**;

2) **пептидазы** и **эрептазы**, расщепляющие **пептиды**;

3) **амидазы**, расщепляющие **амиды кислот** и **аминокислоты**.

Десмолазы (ферменты брожения и т. д.) подразделяются на следующие группы:

I. **Зимазы**, расщепляющие **низшие сахара**.

II. **Другие ферменты брожения** — **альдегидразы**, **алкогольгидразы**, **карбоксилазы** и **карболитазы**, действующие на промежуточные продукты брожения.

III. **Оксидазы** и **пероксидазы**, действующие **окисляющим образом**.

IV. **Каталаза**, расщепляющая **перекись водорода**.

Специальная часть

Общие свойства ферментов можно определить по их положению в приведенной системе. Но для более точной характеристики их имеет значение еще целый ряд свойств.

Гидролазы, как указывает их название, вызывают **гидролитическое расщепление**. Под этим понимают такой процесс, когда **водород воды (H)** переходит после расщепления вещества в одну часть, а **гидроксильная группа (OH)** — в другую. В зависимости от химических групп, на которые действуют ферменты, можно сделать следующие подразделения: 1) **эстеразы**, 2) **карбогидразы**, 3) **белковые ферменты**.

Эстеразы образуют группу **гидролизующих ферментов**, которые разлагают соединения типа **сложных эфиров**. Последние состоят из **спирта** или **веществ типа спиртов** (**этилового спирта**, **глицерина**, **сахара**) и **кислоты** (**органической кислоты**, **фосфорной кислоты** и т. д.).

Липазы, играющие особенно важную роль в животном мире, встречаются также в растениях, в особенности в семенах.

Этот фермент каким-то образом тесно связан с белком **протоплазмы клетки**, что обуславливает **нерастворимость липазы** во всех растворителях, даже во время прорастания. Липаза мало устойчива в среде, не содержащей жиров, и ее действие быстро

прекращается в присутствии воды. Оптимальная температура лежит при 35°. При сушке солода она, повидимому, разлагается, так как при затирании больше не происходит распада жиров. Липаза активируется кислотами и во время процесса прорастания. Ее оптимальный pH 4,5; при pH выше 6,9 она становится инактивной.

Химическое действие липазы основано на гидролитическом расщеплении нейтральных жиров и сложных эфиров на кислоты и глицерин или другие спирты. Кроме того, наблюдаются синтезирующее действие липазы.

Фосфатазы расщепляют органические эфирные соединения фосфорной кислоты.

Глицерофосфатазы действуют на глицеринофосфорную кислоту липонидов (лецитин) и встречаются в семенах, содержащих жиры, и в дрожжах. Они действуют при слабокислой реакции.

Гексозофосфатазы расщепляют различного рода эфирные соединения фосфорной кислоты с простыми сахарами (монозами). Подобные ферменты находятся в дрожжах (зимофосфатазы), ячмене и пшенице.

Сахарофосфатаза разлагает сахарозофосфорную кислоту на тростниковый сахар и кислоту; часто встречается в семенах и дрожжах.

Амилофосфатаза является важным ферментом постольку, поскольку она расщепляет сложные эфиры фосфорной кислоты всех полиоз (сложных сахаров), которые входят в состав амилопектина, и тем самым производит разжижение крахмала.

Фитаза¹ разлагает фитин, сложный эфир фосфорной кислоты и инозита (сахар с кольцевым строением). Фитаза часто встречается в солоде и имеет большое значение в пивоварении. Оптимальной температурой для нее является 48°. По отношению к более высокой температуре фитаза очень чувствительна. Наиболее благоприятная кислотность лежит при pH 5,2. Фосфаты действуют на фитазу угнетающим образом.

Карбогидразы действуют только на высшие углеводы, начиная с дисахаридов, которые при их действии разлагаются на простые монозы, например виноградный сахар. Они принадлежат к наиболее важным и наиболее распространенным ферментам. В этой группе также имеется большое количество синтезирующих ферментов.

Гексозидазы представляют собой ферменты, которые разлагают дисахариды и трисахариды, а также различные гликозиды.

Сахараза (инвертаза) расщепляет сахарозу (тростниковый сахар) на глюкозу и фруктозу и их инвертирует, благодаря чему меняется вращение. Сахараза встречается во многих семенах и в различных частях растений. В ячмене сахараза содержится, главным образом, в зародышевых корешках и в меньшем количе-

¹ L. L. L. und Silbereisen, W 44, 263, 1927.

стве — в зародышевом листке; в мучнистом теле сахараза не содержится. Температурный оптимум для сахаразы лежит, повидимому, при 50°; выше 55° она становится недействительной. Кислоты повышают ее действие.

Название инвертин употребляется для сырого препарата фермента сахаразы.

Мальтаза всегда сопровождает диастаз и расщепляет мальтозу на две молекулы глюкозы по следующей формуле:



Однако, крахмал может быть разложен до глюкозы без участия мальтазы. Все семена злаков показывают определенное содержание в зародыше мальтазы, большей частью нерастворимой. В солоде содержится сравнительно небольшое количество мальтазы, меняющееся в зависимости от температуры сушки.

Температурный оптимум для мальтазы лежит между 35 и 40°; выше 40° она быстро ослабляется и, наконец, разрушается. Для мальтазы наиболее благоприятен pH 4,5 — 5,0. Мальтаза очень чувствительна к изменению внешних факторов.

Мальтаза не участвует в разложении крахмала; этот фермент также обладает синтетическими свойствами, потому что может из глюкозы строить мальтозу.

Целлобиаза расщепляет целлобиозу ($C_{12}H_{22}O_{11}$), продукт распада клетчатки и гемицеллюлозы. Фермент встречается во всех семенах; особенно им богаты ячмень и солод. Для нее наиболее благоприятен pH 5,2; оптимальная температура лежит при 46°. При 75° она разрушается, в водных растворах разлагается при обычной температуре.

Из второстепенных ферментов, расщепляющих сахара, должны быть еще упомянуты трегалаза, расщепляющая дисахарид трегалозу и встречающаяся в зеленом солоде, и гентиобиаза, которая является спутником лихеназы семян, и разлагает гентиобиозу на две молекулы глюкозы.

В группу «полиазы» объединяют ферменты, расщепляющие высокомолекулярные соединения полиоз, как крахмал, клетчатки и т. д.

Амилаза или диастаз расщепляет крахмал (Amylum) и имеет громадное значение для пивоварения. Она образуется в ячмене во время процесса прорастания. Получение этого фермента, наряду с так называемым «растворением» зерна, является основной целью всего процесса соложения.

Амилаза является новым названием диастаза. Под последним названием в настоящее время понимают препарат фермента со всеми загрязнениями, как он получается химическим методом, или его употребляют как собирательное имя для определенных ферментативных свойств.

Представляет ли собой диастаз единственный фермент или он состоит из нескольких различных ферментов, может быть выяснено только в том случае, когда будет более точно известно строение и расщепление крахмала. Если даже диастаз состоит из нескольких ферментов, то во всяком случае амилаза составляет его основную часть и в первую очередь ответственна за распад крахмала.

Распад крахмала, вызванный амилазой, представляет собой еще в значительной степени неисследованный процесс, из-за отсутствия данных о действительном строении молекулы крахмала. Это относится как ко всему механизму распада, так и к отдельным промежуточным продуктам.

Образующиеся в этом случае продукты распада меняются как по своему составу, так и в процентном отношении, в зависимости от температуры, кислотности и других внешних условий.

Продукты распада (но не промежуточные продукты) представляют собой смесь малоизвестных соединений типа сахаров (гексозаны), сложных декстринов и мальтозы. Последние являются вторичными образованиями при расщеплении крахмала и, следовательно, не принадлежат к составу молекулы (стр. 153).

На крахмал различного происхождения, кроме картофеля, амилаза солода действует почти одинаково. При обычном расщеплении амилазой крахмала ячменя, пшеницы и других злаков образование мальтозы останавливается приблизительно при 78%; у картофельного крахмала это наблюдается уже при 50% мальтозы. Так называемое «остаточное тело», которое дальше не расщепляется и не образивается, состоит из определенных декстринов, так называемых ахроодекстринов.

Активность ферментов или, вернее, относительное количество амилазы измеряется по количеству мальтозы, образующейся при действии фермента на 2%-ный раствор крахмала при определенной кислотности (pH) и температуре. Это число указывает на «осахаривающую» или «диастатическую силу» (например, по методу Линтнера — Lintner-Wirth) фермента.

Характерным признаком продолжающейся деятельности амилазы является — с некоторыми ограничениями — изменение цвета при реакции с иодом смеси различных продуктов распада, так называемых декстринов.

Раньше диастазу приписывали: разжижающую способность крахмала или клейстера, осахаривающую способность и декстринообразующую способность.

Для проявления каждой из этих отдельных способностей фермента имеются определенные оптимальные условия. Разжижающая способность, очевидно, принадлежит не амилазе, а амилофосфатазе; осахаривающая и декстринообразующая сила — лишь одной амилазе.

Прежде амилазу рассматривали как однородный фермент

диастаз, который действует только на чистый крахмал, и различали, как это еще до сих пор отчасти сохранилось, транслोकационный диастаз непророщенного ячменя и секретионный диастаз прорастающего ячменя и солода.

Транслोकационному диастазу (диастаз ячменя) в качестве главного признака приписывается только осахаривающая сила (соответствует амилазе). Разжижающая способность его очень невелика.

Секретионный диастаз (диастаз солода) имеет как осахаривающие, так и разжижающие свойства. Он образуется во время процесса прорастания зеленого солода; по своему действию соответствует амилазе и амилофосфатазе, вместе взятым.

Повидимому, диастаз ячменя и диастаз солода представляют собой один и тот же фермент. Только транслोकационный диастаз («ячменный») состоит почти исключительно из амилазы без амилофосфатазы, в то время как секретионный, или диастаз солода, содержит большие количества амилофосфатазы.

Дальнейшие различия обоих диастазов следующие.

Транслोकационный диастаз действует на крахмальный клейстер очень медленно; напротив, растворимый крахмал осахаривается им быстро. Наиболее благоприятная температура осахаривания лежит при 45—50°. Он не в состоянии нацело осахарить обычный крахмал, но лишь до образования 50—60% мальтозы; поэтому реакция с иодом не исчезает.

Фермент, содержащийся в покоящихся семенах ячменя, с трудом выщелачивается; он растворяет крахмал без коррозии зерен, форма и величина которых сохраняется до их исчезновения.

Секретионный диастаз, наоборот, действует очень быстро на крахмальный клейстер. Его наиболее благоприятная температура осахаривания 50—55°. Выделение диастаза из солодовой муки не представляет затруднений. Крахмал этим диастазом расщепляется до 78%, и раствор по отношению к иодной пробе остается нормальным.

Крахмальные зерна растворяются большей частью с ясными явлениями коррозии; некоторые зерна, однако, не подвергаются коррозии. Повидимому, эти различия зависят от физических свойств крахмальных зерен.

Оптimum разжижения крахмала лежит при 70°, причем разжижение менее чувствительно к высокой температуре, чем осахаривание.

Легкая растворимость амилазы в воде представляет собой одно из выдающихся ее свойств. Уже спустя 6 час. диастаз из солодовой вытяжки практически почти нацело переходит в раствор. Диастаз также растворяется в разведенном спирту, в то время как при действии крепкого спирта он выпадает в виде хлопьев.

Диастаз можно получить более или менее чистым из раствора различными способами, как например адсорбция, осаждение и т. д.

Температура является одним из важнейших факторов, влияющих на активность амилазы.

Скорость реакции возрастает вдвое или втрое при повышении температуры на каждые 10°C , как это имеет место для других ферментов и обычных химических реакций.

При более высокой температуре амилаза постепенно ослабляется и, наконец, разрушается.

Ввиду таких противоположных влияний температуры на ферменты наиболее благоприятной температурой их работы будет та, при которой увеличение скорости реакции как раз компенсируется уменьшением количества фермента. Эта температура в чистых растворах лежит между 50 и 55° (оптимум осахаривания).

При этой температуре быстрее всего происходит осахаривание и в среднем образуется $75 - 80\%$ мальтозы и $20 - 25\%$ декстринов. Чем выше лежит температура осахаривания, тем меньше образуется мальтозы и тем больше — декстринов.

При 45° даже после длительного нагревания не наблюдается изменения активности амилазы. Так называемая «убивающая» температура, т. е. та, при которой после часового нагревания фермент на половину ослабляется, лежит при 55° ; при 60° же фермент разрушается спустя один час. Более высокая температура при прочих равных условиях способствует еще более быстрому разрушению фермента.

Амилаза других семян часто еще более чувствительна к температуре.

На активность амилазы при различной температуре очень сильно влияют разнообразные факторы; большую роль здесь играют электролиты, крахмал, сахар, кислотность и т. д. Известно, что амилаза тем устойчивее по отношению к действию температуры, чем более концентрированным является ее субстрат. Поэтому в сухом состоянии диастаз можно нагреть значительно выше, не убивая его (см. раздел «Сухка»).

В практике температурный оптимум отступает от указанного и лежит между 63 и 70° . Это зависит от защитных свойств и других воздействий, обусловленных веществами окружающей среды¹.

Разжижающая сила при этих условиях может быть сохранена до 85° , так как мальтоза и аминокислоты действуют как защитные вещества. Причиной этого являются свойства этих веществ сохранять ферменты в виде коллоидов (защитные коллоиды).

Причина того, что некоторые солода в отношении осахаривания часто показывают большую разницу в лаборатории и в заводских условиях, частично кроется, вероятно, в том, что при этом разжижающая способность в том и другом случае подвергается очень различному воздействию.

Активность амилазы в большей степени зависит также от кислотности субстрата. Наиболее благоприятная кислотность ле-

¹ C. J. Lintner, Z. 1892, S. 300.

жит между рН 4,6 и 5,2, с неясным максимумом активности при рН 4,4¹.

Оптимум для осахаривания крахмала и разжижения, повидимому, лежит при одних и тех же значениях. С повышением температуры они меняются очень незначительно.

При очень кислой (рН 2,1) и при щелочной реакции (рН 8,0 — 9,0) амилаза не работает, то же самое относится к разжижающей способности.

Амилаза чувствительна к действию света. Особенно вредно действует прямой солнечный свет и ультрафиолетовые лучи. Последние задерживаются оконными стеклами солодовни. Осахаривающая сила особенно сильно страдает под действием лучей и тем больше, чем чище раствор, в котором работает амилаза. Разжижающая способность при этом не страдает.

Нейтральные соли большей частью совершенно не действуют на амилазу. Тяжелые металлы, например, серебро, медь действуют, сильно подавляя работу фермента и образуя зачастую комплексные соединения с ним. Никель, повидимому, является индифферентным. Озон, иод и ртутные соли обладают очень вредным действием.

Из органических веществ спирт (не выше 50%) и толуол не оказывают влияния на амилазу. Формальдегид в небольших количествах не вредит, но в крепких растворах угнетает работу фермента очень сильно.

Коферментом амилазы является коамилаза (активатор), влияние которой заметно не проявляется при расщеплении крахмала, а обнаруживается при дальнейшем разрушении крахмального остатка, неразлагаемого обычным диастазом. Этот остаток расщепляется нацело до мальтозы только дрожжами, которые содержат коамилазу в большом количестве. Солодовые вытяжки содержат большей частью незначительные количества коамилазы. Это важно постольку, поскольку от ее присутствия может отчасти зависеть предел осахаривания, т. е. количество так называемых предельных декстринов (остаточного вещества).

Непроращенный ячмень не должен содержать коамилазы; она появляется в больших количествах только во время прорастания.

Остановку расщепления крахмала при содержании 75 — 80% мальтозы, кроме недостатка коамилазы, вызывает взаимодействие продуктов распада (декстрины, сахароза, мальтоза, глюкоза и т. д.), потому что фермент, повидимому, легко вступает в соединение с этими сахарами (с мальтозой и особенно с глюкозой).

Амилазы (фитоамилазы) распространены во всем растительном мире. Они встречаются у грибов и бактерий, в частности в дрожжах, у которых, благодаря отсутствию достаточной проницаемости клеточных оболочек, они не могут проявлять свое действие на внешнюю среду.

¹ H. Lüers und W. Wasmund, Z. 1922, S. 81.

Целлулаза встречается у бактерий, ображивающих клетчатку, и у грибов, разлагающих древесину (домовой гриб); она расщепляет совершенно неизмененную клетчатку. В ячмене и в солоде она точно не обнаружена.

Гемицеллулазы или цитазы образуют, повидимому, целый комплекс из многих ферментов и могут быть обнаружены, прежде всего, во время прорастания ячменя. Их присутствие значительно более важно, и они имеют большее распространение, чем целулазы. Цитаза, повидимому, происходит, главным образом, из зародыша и в незначительной степени, вероятно, также из алеуронowego слоя; она экстрагируется из семян. Ее общий температурный оптимум лежит при $40-45^{\circ}$ при слабокислой реакции (рН 5,0).

Гемицеллулазы или, вернее, цитазы, расщепляют целый ряд веществ, которые объединяют под названием гемицеллулоз. Они представляют собой пластические и запасные вещества, которые встречаются в клетках наряду с настоящей клетчаткой, вместе с последней они образуют оболочки. Подвергнутые распаду, эти вещества образуют, главным образом, глюкозы, различные гекозаны и пентозаны. Точное разграничение целулаз от гемицелулаз невозможно, так как нельзя сказать, где прекращается один фермент и начинается другая группа ферментов.

Лихеназа (гемицеллулаза) расщепляет лихенин или резервную запасную клетчатку. Оптимальный рН фермента лежит при 5,3. Этот фермент ослабляется при температуре в 40° , а при 60° быстро разрушается. Поэтому сухой солод не содержит лихеназы. Белки и все сахара действуют на лихеназу подавляющим образом.

Еще могут быть упомянуты маннаназы и галактаназы, которые встречаются в ячмене и в пшенице; они расщепляют на низшие сахара маннаны и галактаны, которые причисляются к гемицеллулозам. Затем в ячмене и солоде предполагается присутствие пентозаназ, которые должны участвовать в процессе прорастания семян. В зеленом солоде встречаются пектиназы, расщепляющие пектиновые вещества. Наконец, следует указать на нуклеотидазу солода, разлагающую неуклеиновую кислоту на фосфорную кислоту и сахар.

Ферменты, расщепляющие белки и их продукты распада, могут быть подразделены на 3 подгруппы; первая из них действует на исходный белок, две остальные разлагают продукты распада белка.

Схема ферментов белкового распада строится в зависимости от их действия на субстрат следующим образом:

- 1) протеазы действуют на естественный белок и расщепляют различные белковые тела до пептонов и полипептидов;
- 2) пептидазы расщепляют полипептиды до аминокислот;
- 3) амидазы расщепляют аминокислоты, причем образуется аммиак.

Протеазы разрушают коллоидные молекулы высокомолекулярных белков; они действуют таким образом, что твердые белковые

тела переходят в раствор, комплексный агрегат белковой молекулы распадается. При этом образуется смесь более низкомолекулярных веществ, которые обозначают собирательным именем пептоны и альбумозы. Но протеазы не могут расщеплять белка до аминокислот — конечных продуктов распада, что происходит только под действием ферментов второй подгруппы.

Если сравнить с ферментами расщепления крахмала, то группа амилаз соответствовала бы группе протеаз, которые могут расщеплять белки до открытых цепей полипептидов. Группа мальтазы соответствовала бы у белков группе пептидаз, которые расщепляют полипептиды до свободных аминокислот.

Основными представителями протеаз, встречающихся в животном и растительном мире, являются: 1) пепсиназы, 2) триптазы и 3) тканевые протеазы. Все они расщепляют белок только до полипептидов.

Различие в действии этих трех групп протеаз основано на их специфическом сродстве с белками и на его электрическом заряде. В общем можно представить следующую схему:

1) пепсиназа действует на положительный (+) белок, pH около 2,0;

2) триптаза действует на отрицательный (—) белок, pH около 8,0;

3) тканевые протеазы разрушают недиссоциированный нейтральный белок при pH 5,0 — 6,0 (очень различный pH, в зависимости от рода белка).

Главным представителем пепсиназ является пепсин — фермент животного происхождения. Пепсиназы в полном смысле являются протеазами. Они действуют непосредственно на высокомолекулярный, совершенно неизменный, так называемый нативный белок, причем распад идет, самое большее, только до образования полипептидов.

Пепсиназы работают при таком pH, при котором все другие ферменты прекращают свою деятельность; как «настоящие» кислоты, они реагируют только с положительным белком. Пепсиназы растворимы в воде, в разбавленных растворах солей и кислот. Пепсин не изменяет вращения и рефракции белка; наблюдается только изменение степени дисперсности. Следовательно, здесь, по видимому, имеет место воздействие при помощи физико-химического расщепления так называемых ассоциатов (Associate), но, возможно, отчасти меняется также химическое строение.

Триптазы (трипсин) и тканевые протеазы, в противоположность пепсиназам, являются протеазами «нижнего ранга», так как они действуют исключительно на низкомолекулярные белки. Они также действуют на пептоны, но не на полипептиды.

Триптаза разрушает только отрицательный белок, лучше всего при слабощелочной реакции, и работает совершенно иначе, чем пепсиназы. При оптимальной реакции пепсина ($< 4,0$) триптаза становится недействительной. Для триптазы оптимальная тем-

пература лежит около 60° . При более высокой температуре ее активность быстро падает, и работа фермента прекращается при $75-90^{\circ}$. Иногда наблюдалось прекращение активности под действием продуктов распада. Пептиды еще могут подавлять ее действие, в то время как аминокислоты не могут.

Тканевые протеазы представляют собой третью группу. Сюда относятся, прежде всего, протеазы растений, расщепляющие белки. Раньше их считали отчасти разновидностью пепсиназ.

Подразделение белковых ферментов в первую очередь было произведено для животного организма. Положение растительных протеолитических ферментов не вполне отвечает этой схеме.

Основной признак тканевых протеаз заключается в том, что они лучше всего действуют на недиссоциированный белок, или точнее, в точке его минимальной диссоциации (изоэлектрическая точка). Кроме того, они расщепляют также пептоны.

В растительных тканях протеазы почти все без исключения тесно связаны с живым содержимым клетки и не переходят из них в окружающую среду. В первую очередь сюда относятся протеазы семян, которые имеют особенно большое значение при проращивании ячменя; они также встречаются в других частях растений, у дрожжей и т. д.

В ячмене и солоде встречаются две тканевых протеазы; название их заимствовано от обычных животных протеаз, которым они в действительности не соответствуют.

Можно различать тканевую пепсиназу и тканевую триптазу. Тканевая пепсиназа (пептаза) при расщеплении белков дает альбумозы и пептоны. Для ячменя и зеленого солода наиболее благоприятный pH 3,2, для сухого солода pH 3,7—4,4. На ацидальбумин она не действует, в солодовых ростках отсутствует. Оптимальная температура ее действия лежит при 50° . Фермент активен до 70° .

Тканевая триптаза (трипсин) не действует на высший белок, как белок солода и ацидальбумин, а только на пептоны. Ее кислотный оптимум лежит при pH 6,2—6,4 (для ячменя и солода). Этот фермент еще меньше соответствует животной триптазе, чем тканевая пепсиназа своему аналогу в животном мире. Температурный оптимум лежит при 48° . Тканевая триптаза более чувствительна к температуре и менее устойчива, чем пепсиназа, например в отношении воздействия толуола, спирта, формалина и т. д.

При автолизе устанавливается кислотный оптимум, образовавшийся совместным действием обоих ферментов, для зеленого солода — при pH 4,4 и для сухого солода — при pH 4,3—5,0.

С другой стороны, существует взгляд, что ячмень обладает только одной протеазой, встречающейся в различных типах с кислотным оптимумом при pH 4,3—5,0.

Другим представителем этого рода протеаз является папаин или папайотин, который действует лучше на коагулируемый, но не нативный белок. У неактивированного фермента образование

пептонов протекает медленно и неполно, так как продукты распада действуют угнетающе. Сами пептоны не расщепляются. Температурный оптимум фермента лежит при $65-70^{\circ}$. Оптимальный pH 5,0. При 90° фермент разрушается.

Пептидазы (и эрптазы) уже больше не расщепляют пептоны и альбумозы; они разлагают ди- и полипептиды до свободных аминокислот и встречаются в растительном и животном мире. Растительные пептидазы, повидимому, очень неустойчивы. Кислотный оптимум для пептидаз дрожжей колеблется между pH 6,2 — 8,5. У эрптазы он лежит при pH 7,8. В неспоросящих семенах пептическое расщепление оказывается очень слабым.

Амидазы разрушают связь между углеродом и азотом — CO — NH — прежде всего, у кислотных амидов (амидокислот) и аминокислот; при этом образуется аммиак. Сюда относятся, например, аспарагиназа, которая расщепляет аспарагин и встречается в дрожжах, затем уреаза семян и др.

Витамины

В последнее время стала известна группа веществ, особо важная в физиологии питания, — это так называемые витамины. Они имеют большое значение для нормального течения жизненных процессов, так как существенным образом дополняют обычную пищу (углеводы, белки, жиры и соли), и их отсутствие приводит к заболеваниям и, наконец, к смерти. Среди них были обнаружены вещества, способствующие дыханию и росту, антирахитические, антискорбутные (противоцинготные), витамины роста и другие.

В относительно большом количестве витамины различного рода обнаружены в солодовых ростках, в меньшем количестве — в пиве и, наконец, в дрожжах; в последних содержится большое число витаминов, причем некоторые из них встречаются в большем количестве.

Неорганические вещества

К зольным неорганическим составным частям относят все вещества и соли, которые не сгорают и дают при прокаливании золу. Их общее количество, в пересчете на сухое вещество, достигает в ячмене 2,5 — 3,5%. Общее содержание этих веществ, как и количество каждого из них в отдельности, колеблется в зависимости от удобрения, климата, метеорологических условий и сорта ячменя.

Неорганические составные части необходимы для питания зародышей и дрожжей, в особенности калий и фосфорная кислота.

Само собой разумеется, вещества эти первоначально находятся в ячмене не в той форме, в которой мы их встречаем в золе; очень значительная часть их, около 80%, содержится в виде органиче-

ских соединений. Они переходят в форму неорганических веществ только при озолении. При нормальном течении процесса прорастания и в особенности в процессе затирания, происходит расщепление органических соединений, связанных с неорганическими группами, на различные составные части.

Зола ячменя имеет приблизительно следующий состав:

P_2O_5 —35%	} 56%	Na_2O —2,5%
K_2O —21,0%		SO_3 —2,0%
SiO_2 —26,0%		Fe_2O_3 —1,5%
MgO — 8,0%		Cl —1,0%
CaO — 3,0%		

Таким образом, основное количество золы состоит из калия и фосфорной кислоты, т. е. фосфатов калия. При этом существующая форма калия имеет очень важное значение, так как первичные, вторичные и третичные фосфаты дают различные реакции, что является решающим для деятельности ферментов.

Свободные фосфаты, как химические буфера, играют важную роль для сохранения кислотности, которая большей частью обуславливается первичными кислыми фосфатами не только во время прорастания, но и при затирании, брожении и в готовом пиве.

Влажность ячменя

Содержание влаги в ячмене очень важно для солодовщика. Это имеет особенное значение для обращения с ячменем во время хранения, а также при покупке его. При вопросе о содержании влаги в ячмене надо принять во внимание, в каком состоянии зрелости или хранения находится ячмень и какого он происхождения.

Непосредственно после жатвы ячмень содержит около 20% влаги. Заводы обычно получают ячмень с меньшим содержанием воды. Период хранения ячменя до его созревания для соложения можно считать около 2—3 месяцев. Влажность ячменя колеблется в пределах 12—20%. Ячмени, происходящие из теплых областей, имеют 10—14% влаги (богемский, чехословацкий, венгерский), в то время как в ячменях из областей с более суровым климатом и большим количеством осадков влажность колеблется в пределах 14—18%. Влажность ячменя сильно зависит от метеорологических условий (погоды) отдельных годов: во влажные годы она в среднем лежит выше, чем в засушливые.

Количество влаги отнюдь не является безразличным для качества ячменя. Ячмени с высоким содержанием воды по сравнению с сухими ячменями имеют большие недостатки. Прежде всего, вода представляет собою составную часть ячменя, не имеющую никакой ценности, на которую приходится оплачивать по стоимости ячменя. Вода значительно уменьшает количество полезной части зерна (крахмала и т. п.). Сырой ячмень трудно сохранить

он становится затхлым и имеет плохую способность прорастания; далее, влажность благоприятствует образованию плесени и развигию других вредителей. Кроме того, сырой ячмень дает высокую потерю при соложении и тем самым повышает себестоимость солода. Таким образом, предпочтительнее получать и перерабатывать сухое зерно.

Бывают годы, когда невозможно получить сухие местные ячмени. Поэтому было предложено их искусственно подсушивать, чтобы свести до минимума недостатки и не зависеть от заграничных ячменей. Сушильные аппараты особенно ценны с точки зрения улучшения способности зерна к прорастанию и, следовательно, облегчения переработки его в солод. С другой стороны, содержание воды в ячмене не должно быть ниже 10%, потому что иначе это грозит жизнеспособности зерна.

СВОЙСТВА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Хороший пивоваренный ячмень должен обладать определенными свойствами, если требуется получить хороший солод. Необходимо, прежде всего, составить себе представление о доброкачественности ячменя и делать выбор на основании этой оценки, учитывая стоимость ячменя. При этом, однако, не следует идти слишком далеко в стремлении купить сырье дешевле, ставя на второй план его качество.

Оценка зерна может производиться отчасти на основании чисто внешних признаков, по которым при известном опыте можно получить более или менее правильную картину состояния ячменя. Кроме того, оценку можно сделать путем ряда легко производимых механических исследований и простых химикотехнологических анализов. Полное и исчерпывающее заключение о степени пригодности ячменя к соложению на основании лишь одних химических и физико-химических исследований — пока еще невозможно.

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ ЯЧМЕНЯ

Вид и цвет ячменя. Ячмень должен быть блестящим и обладать светложелтым цветом. Оба эти свойства говорят о сухой погоде во время созревания ячменя и во время жатвы и, следовательно, о незначительном содержании воды. Не вполне зрелые зерна имеют зеленоватый оттенок. Ячмени, которые были подмочены дождем незадолго до жатвы, также лишены должной окраски; у подмоченных дождем ячменей обычно бывают коричневые кончики. Отчасти этот недостаток цвета может вызываться грибом *Cladosporium*. Серо-матовые, синеватые ячмени нежелательны, так как этот цвет вызывается плесенью. Также с осторожностью следует применять слишком белые ячмени; они часто бывают жесткими и стекловидными.

Наряду с цветом имеет значение и внешний вид ячменя. Блеск встречается только у ячменей с тонкой оболочкой, которые были сжаты в сухое время, и является показателем мягкости ячменя. Хотя хороший цвет ячменя повышает его товарное качество, однако, светлый цвет, в особенности белый, не должен при всех обстоятельствах рассматриваться как признак особой доброкачественности, потому что светлый цвет отчасти объясняется незрелостью.

Запах ячменя. Нормальный и здоровый ячмень обладает запахом свежей соломы. Этот запах лучше всего обнаруживается, если ячмень, длительное время сохранявшийся в сухой посуде, при испытании согреть рукой или дыханием. Если у ячменя затхлый или гнилой запах, то, значит, он вызван сыростью или плесенью, а это отражается на способности прорастания.

Ячмени, которые имеют нечистый запах, несомненно, менее ценны, но они не являются совершенно непригодными для соложения. В некоторых случаях они могут терять плохой запах во время сушки. Затхлые ячмени, которые также одновременно испытываются на содержание проросших зерен, обычно должны замечивать слабее; прежде всего, они должны быть хорошо промытыми в мочильном чану, продезинфицированными и во время замочки снабжаться достаточным количеством кислорода, если требуется получить нормальный солод.

Отсутствие примесей в ячмене. В ячмене не должно быть зерен других злаков (овса, ржи и т. д.), семян сорняков, поврежденных и раздробленных зерен или зерен с отбитыми концами. Ячмень не должен содержать проросших зерен, животных или растительных вредителей.

Всякого рода загрязнения вредны тем, что они повышают стоимость самого ячменя для соложения, затрудняют хранение его, удорожают переработку, отчасти вредят самому зерну.

Семян сорняков в ячмене тем больше, чем дольше он задержался в своем развитии из-за неблагоприятных условий погоды. Эти семена загружают аппаратуру, по очистке зерна — триеры, уменьшают их производительность, повышают стоимость экстракта ячменя. Поврежденные зерна или половинки их способствуют образованию плесени, прорастают или очень бурно или, если поврежден зародыш, совершенно не растут. Хуже всего, когда такие поврежденные зерна сохраняют нормальную форму зерна, потому что от них невозможно освободиться при очистке зерна, и они принимают участие во всем процессе соложения. Зерна с отбитыми кончиками придают ячменю более полный вид и повышают вес гектолитра.

Зерна, которые проросли уже на поле, можно узнать по высохшим остаткам зародышевого корешка; обычно они теряют способность прорастания. Эти проросшие зерна опасны тем, что они легко перемачиваются, загнивают, покрываются плесенью и могут заразить здоровый солод.

Если в ячмене имеются животные вредители, как например, долгоносики и др., то такой ячмень должен быть забракован. Эти вредители приносят большой вред и, если они занесены в помещение, их очень трудно бывает вывести.

Ячмень должен обязательно исследоваться на присутствие всех этих вредителей.

Чистота сорта ячменя. Ячмень должен быть исследован на чистоту сорта, т. е. желательно, по возможности, установить, принадлежит ли ячмень к одному и тому же сорту или же имеется смесь ячменей различного вида и нескольких районов. Только ячмень однородный по возрасту, виду, происхождению и сорту легко солодится, в то время как смесь различных сортов ячменя всегда перерабатывается неравномерно.

Обычно пытаются исправить неравномерность роста ячменя при помощи тщательной сортировки зерна по его величине, так как затруднения при соложении вызываются даже различной формой зерна одного и того же сорта. При работе на смешанном зерне эти затруднения значительно возрастают.

Вид и свойства наружной оболочки. Значительную роль играет тонкость оболочки. Различают тонкокожие ячмени, с тонкими поперечными морщинками, и толстокожие ячмени с широкими, неясными, более крупными складками. Толщина оболочки определяется, таким образом, по характеру ее морщинистости. Тонкокожие ячмени считаются ценным сырьем для пивоварения и растут в сухих солнечных районах. Ячмени с грубой оболочкой характерны для влажных районов с более резким климатом.

Поэтому морщинистость служит отправным пунктом для оценки урожая, района происхождения и содержания воды в ячмене. Оболочка не имеет никакой ценности для пивовара; она снижает экстрактивность ячменя и, в особенности, она неприятна тем, что из нее выщелачиваются вещества, отрицательно влияющие на вкус. С грубой оболочкой большей частью связано и более высокое содержание белков. Для светлых, более тонких сортов пива высокого качества предпочтительнее тонкокожие ячмени; для темного пива, напротив, лучше толстокожие. Содержание оболочки в ячмене колеблется между 8 и 10%.

Проба на ощупь ячменя дает указания на свойства оболочки и влажности зерна. Сухие ячмени жестче, теплее и более гладки наощупь, чем влажные, и дают при падении более чистый, резкий звук.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЯЧМЕНЯ

Вес гектолитра. Наиболее старым и распространенным способом оценки ячменя является определение веса гектолитра ячменя. Он зависит от двух факторов: 1) от количества зерен, которые укладываются в пурке, и 2) от абсолютного веса этих зерен.

Число зерен, которые занимают объем, равный одному гектолитру, зависит от формы зерен и от способа наполнения пурки.

Ячмени с полным зерном укладываются, благодаря тяжести зерна, более плотно, чем плоские зерна, зато у плоских ячменей промежуточное пространство между отдельными зернами меньше, чем у выпуклых.

Вес гектолитра также зависит от состояния зерна и от степени его чистоты. Удалением кончиков зерен можно повысить вес гектолитра, а при плохом удалении остей, наоборот, значительно понизить его. Если ячмень запылен, вес гектолитра становится ниже.

Большое значение имеет также способ наполнения пурки. Чем медленнее происходит наполнение, тем плотнее ложится зерно и тем выше вес гектолитра; наоборот, чем быстрее наполнение, тем рыхлее ложится зерно. Также не безразличны способ захватывания зерна на совок, высота падения и способ удаления излишка зерна сверху. Если хотят получить сравнимые цифры, лучше всего производить наполнение при помощи специальной воронки для наполнения. Но абсолютные цифры и здесь не получаются, так как выпускное отверстие воронки определенно влияет на характер распределения зерна в пурке.

Содержание влаги в ячмене при этом также играет роль. В общем с повышением влажности зерна падает вес единицы объема, так как объем зерен возрастает сильнее, чем абсолютный вес. Таким образом, сухость зерна повышает вес гектолитра.

Тяжелый ячмень с высоким объемным весом (наатурой) более желателен для пивоварения, чем легкий. Из составных частей крахмал имеет наибольший удельный вес, и поэтому тяжелые ячмени наиболее экстрактивны. Но вес гектолитра может служить мерилем доброкачественности ячменя только совместно с другими свойствами, например, с сортировкой, прорастаемостью, формальным числом и т. д.

Вес гектолитра колеблется между 63 и 75 кг.

Очень легкие ячмени имеют вес гектолитра 63 кг, легкие 63—65 кг, средние 65—68 кг, тяжелые ячмени 68—72 кг. Более высокий вес гектолитра встречается очень редко.

Для определения веса гектолитра пользуются метрической пуркой или весами Брауера.

Вес тысячи зерен. Величина и вес зерна находятся в прямой зависимости: чем крупнее зерно, тем больше его вес.

Вес тысячи зерен, поэтому, является более удобным мерилем для оценки ячменя, чем вес гектолитра, так как он находится в прямой связи с сортировкой и экстрактивностью ячменя. С повышающимся весом тысячи зерен процентное содержание первого и второго сорта и экстрактивность ячменя в общем становятся выше. Вес тысячи зерен лежит между 35 и 50 г. Ячмени весом в 35—40 г считаются легкими, в 40—44 г — средними, в 45 г — тяжелыми.

Весом тысячи зерен можно воспользоваться для сравнения качества партии с доставленным образцом и для сравнения с весом 1 000 зерен готового солода. Для подсчета тысячи зерен пользуются счетной пластинкой Kieckhauf'a и гранометром Вестфелта.

Величина и равномерность зерен ячменя. Желательно также иметь понятие об абсолютной величине, вернее, толщине зерна и равномерности величины отдельных зерен. Последнее наиболее важно, так как от величины зерна в значительной степени зависит процесс искусственного проращивания зерна. Неравномерные ячмени часто являются причиной технологических неудач. Ячмени замачиваются и прорастают неодинаково и поэтому трудно перерабатываются. Во всех случаях солодовщику желательно иметь даже более легкий, но равномерный ячмень, чем тяжелый, но неравномерный.

Для определения величины и равномерности зерна пользуются сортировкой Фогеля, которая имеет три сита, со следующей шириной щелей: 1-е — 2,8 мм, 2-е — 2,5 мм, 3-е — 2,2 мм. Ячмень может считаться равномерным, если сумма весов зерен на соседних двух ситах будет около 80%. Количество отходов должно быть возможно меньше (3 — 5%). В отношении количества 3-го сорта и отходов обычно требуют от поставщика зерна определенной гарантии.

Экстрактивность ячменя и солодов находится в зависимости от содержания 1-го и 2-го сорта. Чем больше 1-го и 2-го сорта содержит ячмень, тем выше его экстрактивность. Постоянной зависимости между белковистостью и экстрактивностью не имеется. Сорта 1-й и 2-й представляют собой настоящий солодовый ячмень, 3-й сорт — плоский — считается щуплым ячменем.

Свойства мучнистого тела. Характер мучнистого тела, так называемая «мучнистость» зерна, имеет большое значение для его оценки с точки зрения пригодности для соложения. Если сделать поперечный разрез зерен, то можно убедиться, что мучнистое тело имеет различный вид. Различают мучнистые и стекловидные зерна со всевозможными промежуточными формами, которые обычно называют полустекловидными. Оценка переходных форм необычайно трудна и зависит от опыта и индивидуальных способностей наблюдателя.

Поэтому желательно знать процентное соотношение зерен различной степени мучнистости, так как на основании этого можно сделать заключение о качестве.

Мучнистые ячмени редко встречаются в областях с резким климатом. У большинства ячменей наблюдается высокий процент стекловидных и полустекловидных зерен, причем это не вызывает особых затруднений при соложении. Все зависит от того, является ли стекловидность, имеющаяся в исходном зерне ячменя, вредной, т. е. остающейся, или доброкачественной, т. е. временной.

Установлено, что стекловидность ячменя может исчезать уже после 24-часового замачивания и последующего медленного, осто-

рожного высушивания; при этом первоначально стекловидные зерна в большинстве становятся мучнистыми. Временная стекловидность, в противоположность постоянной, не отражается на качестве ячменя.

Временная стекловидность часто обуславливается метеорологическими условиями, а именно — очень сухой, жаркой погодой во время созревания и жатвы. Ячмени с остающейся стекловидностью, которые обычно трудно «растворяются» при ращении, дают жесткие солоды с низким выходом экстракта в варнице и затрудняют фильтрацию. В этом случае стекловидность зависит от структуры клеток, которая связана с метеорологическими условиями в период созревания ячменя. Такие стекловидные ячмени часто имеют высокое содержание белков и являются менее ценными для пивоварения.

Для определения стекловидности делают поперечный разрез зерен или же просвечивают их.

Поперечный разрез производится при помощи фаринатомера Гробекера, Принда или Поля. Прибор для просвечивания (диафаноскоп) основан на том, что стекловидные зерна или стекловидные участки в зернах пропускают свет, в то время как мучнистые — не пропускают. Таким образом, можно определить отдельные стекловидные участки внутри зерна.

Числовым выражением для стекловидности или мучнистости служит коэффициент мучнистости Брауна или степень растворимости Приора.

Коэффициент мучнистости Брауна принимается для мучнистых зерен = 100, для полустекловидных = 50, для стекловидных = 1 и сумма делится на 100.

Энергия и способность прорастания. Способность прорастания является важнейшим свойством ячменя, так как она служит пробой на образование ферментов. Превращение ячменя в солод возможно лишь в том случае, если он может прорасти. Только при прорастании зерна образуются ферменты, которые вызывают «растворение», распад белков и крахмала и прочие изменения в зерне.

Таким образом, для производства солода пригодны ячмени только с высокой способностью прорастания.

Если в солоде будет много непроросших зерен, способность осахаривания в солоде падает, получается плохо обрабатываемое сусло с небольшим содержанием сахара. Подобные ячмени особенно неблагоприятны для темного солода и пива. У светлых солодов более низкая способность прорастания не так сильно дает себя знать; при помощи особых мероприятий, например, применением более длительных белковых пауз и методов затираания, принятых для солодов очень короткого ращения (Spitzmalz), — недостатки плохого растворения могут быть до известной степени исправлены.

Недостаточная способность прорастания ячменя может вызываться всевозможными причинами.

Прежде всего, плохо прорастает **свежесжатый ячмень**. Только после длительного хранения в течение многих недель ячмень приобретает нормальную способность прорастания благодаря так называемому дозреванию. Наступление дозревания связано с потерей влаги зерна. Если ячмень не подвергся необходимому дозреванию, он не только обладает плохой способностью прорастания, но также не дает нормального растворения при соложении.

В годы с неблагоприятными метеорологическими условиями ячмени обычно имеют плохую способность прорастания.

Если ячмень был подмочен дождем на корню или в сжатом виде не мог быть сразу увезен и во время дождя долгое время оставался на поле, то он прорастает и перерабатывается на току неудовлетворительно. Такие ячмени опасны еще тем, что они легко перемачиваются и начинают плесневеть. Поэтому они должны осторожно замачиваться, дезинфицироваться и подвергаться хорошей аэрации. Проросшие зерна отнюдь не теряют свою способность к прорастанию. У них часто наблюдается если не развитие корешка, то развитие зародышевого листка.

Способности прорастания зерна вредит также неправильная обработка ячменя при его хранении. Свежие или сырые ячмени надо сохранять тонким слоем и часто перелопачивать, благодаря чему происходит более быстрое дозревание и улучшение способности прорастания. Если ячмень сохраняется сырым, он легко портится. Ячмени, которые малопригодны для хранения, должны подвергаться искусственному подсушиванию.

Прорастаемость падает с увеличением **возраста ячменя**; только при сухом хранении и без доступа воздуха можно сохранить способность прорастания. Лежалые ячмени всегда, поэтому, частично теряют свою способность к прорастанию, в особенности, если они не очень сухи.

В практике имеет значение не только само прорастание ячменя, но и равномерность прорастания. Это свойство обозначают как энергию прорастания; практически она обозначает процент зерен, прорастающих за определенный срок. Обычно мерой в заводской практике служит прорастание в пределах 3 дней. У хороших пивоваренных ячменей число, выражающее энергию прорастания, должно быть очень близко к числу; выражающему способность прорастания.

Способность и энергия прорастания определяются или в шкафу для прорастания системы Обри или при помощи воронок для проращивания по Шенфельду. Число непроросших зерен в солодовне обычно выше, так как такие зерна лежат на току на самом низу и имеют плохие условия для прорастания.

Для оценки пивоваренного ячменя существует целый ряд систем бонификации, которые дают оценку отдельных свойств ячменя при помощи балльной системы, позволяющей произвести сравнение различных ячменей как по отдельным пунктам, так и по всей их совокупности.

ТЕХНО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЯЧМЕНЯ

Полное химическое исследование зерна для технологии не имеет практического значения. Это было бы слишком сложно, долго и дорого. Технику необходимы только некоторые техно-химические определения, имеющие практическую ценность и легко выполнимые.

Самое большое значение при этом имеет содержание крахмала в ячмене. Крахмал определяет ценность пивоваренного ячменя, так как служит основным материалом для образования экстракта.

Самый точный и быстрый метод определения крахмала представляет собой поляриметрический способ. В ячмене содержится 58 — 65% крахмала, считая на сухое вещество. Так как для поляриметрического способа требуется специальный прибор (поляриметр), то в практике чаще пользуются определением экстрактивности ячменя, которое в данном случае служит косвенным методом определения содержания крахмала. Под экстрактивностью ячменя понимают все те вещества солода, которые при кипячении с водой и последующем прибавлении ферментативной солодовой вытяжки переходят из тонкого помола ячменя (95% муки) в растворимое состояние. Таким образом, экстракт включает не только крахмал ячменя, но часть остальных углеводов, определенные группы белковых веществ и ряд минеральных солей. Экстрактивность должна быть всегда выше содержания крахмала и соответствовать экстрактивности будущего солода. Чем выше экстрактивность ячменя, тем выше экстрактивность солода.

Экстрактивность ячменя, считая на сухое вещество, колеблется между 74 и 80%. Разница между экстрактивностью и содержанием крахмала может быть принята в среднем равной 14,75%. Таким образом, на основании данных экстрактивности, можно сделать приблизительное заключение о содержании в ячмене крахмала. Содержание экстракта, а следовательно, и содержание крахмала зависят также от целого ряда других свойств ячменя.

Экстрактивность ячменя определяется по методам Графа, Рейхарда, Пурукера, Зейбригера, Гейнца и др.

Азотистые вещества состоят, главным образом, из белковых соединений, которые наряду с крахмалом представляют собой наиболее существенную часть зерна. Пока не было надежных методов для определения крахмала или экстракта в ячмене, содержание белка являлось важнейшим критерием при оценке качества ячменя.

Содержание белков колеблется между 8 и 14%, считая на сухое вещество, причем в пивоваренных ячменях колебание белковистости допускается в более узких границах, а именно: 9 — 12%. Содержание белков обуславливается вегетационными и метеорологическими условиями.

Как общее правило, можно считать, что содержание белков, крахмала и экстракта находится в определенном соотношении, причем между ними наблюдается обратная зависимость¹:

Крахмал (в %)	Экстрактив- ность (в %)	Содержание белков (в %)
64	78—79	8—10
63	77—78	10—11
62	76—77	11—12
61	75—76	12—13

Таким образом, содержание белков оказывает влияние на экстрактивность ячменя. Экстрактивность падает с повышением белковистости ячменя. Это важное соотношение обуславливается целым рядом других зависимостей. Максимальную экстрактивность имеют те ячмени, у которых низкое содержание белков совпадает с большой величиной зерен и их большим весом. У ячменей с одинаковым содержанием белков наиболее тяжелые ячмени дадут наибольший выход экстракта. Между формой зерна и оболочкой также, повидимому, имеется закономерная зависимость, выражающаяся в том, что тяжелые и полные зерна имеют более низкое содержание оболочек и более высокую экстрактивность. Обычно высокобелковые ячмени неохотно применяются для пивоварения, так как они дают понижение выхода экстракта. Кроме того, белки дают себя неприятно чувствовать при переработке ячменя. Высокобелковые ячмени часто очень трудно растворяются, имеют склонность прорасти с разогреванием, короче говоря, они требуют при соложении значительно больше труда и затрат, чем нормальные ячмени. В дальнейшем при изготовлении сусла и пива такие ячмени также вызывают затруднения и могут явиться причиной в высшей степени неприятных явлений помутнения готового продукта. С другой стороны, для мюнхенских солодов и пива содержание белков не должно быть слишком низким, так как белки способствуют образованию аромата и цвета в солоде при его проращении и сушке.

На основании содержания крахмала и белков получают вполне достаточное представление о составе сухого вещества ячменя. Содержание воды колеблется между 12 и 20%. Высокая влажность снижает ценность ячменя и затрудняет его переработку и хранение.

¹ Haase, Zur Veredlung der schlesischen Braugerste, Heft 2, S. 33. Bleisch und Regensburg, Z. 1904, S. 721.

ПШЕНИЦА

В качестве сырья для изготовления солода можно также пользоваться пшеницей, которая, однако, по своему значению далеко уступает ячменю. Смесь пшеничного солода с ячменным применяется для изготовления так называемого белого или пшеничного пива. Для пивоварения почти исключительно пользуются коричневыми сортами пшеницы. Светлые сорта пшеницы для соложения не применяются, так как они труднее перерабатываются, труднее растворяются и не в состоянии дать желаемого золотистого цвета пива. Однако, из хороших светлых сортов пшеницы, поскольку они имеют соответствующее содержание крахмала и белков, без особых затруднений могут быть изготовлены солода соответствующего качества.

МОРФОЛОГИЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Плод пшеницы голый, т. е. не имеет мякинной оболочки. Он покрыт только плодовой и семенной оболочкой, сросшимися между собой и состоящими из нескольких слоев клеток. Семенная оболочка плотно прилегает к мучнистому телу (эндосперму) и так же, как у ячменя, состоит из двух родов клеток — жиросодержащих и содержащих крахмал. Клетки, содержащие жир, образуют только один слой, под которым расположена основная масса клеток, наполненных крахмалом. Крахмальные зерна имеют различную величину и концентрическую слоистость. Зародыш так же, как и у ячменя, расположен в нижней части зерна. Расположение будущих осевых органов, зародышевого листка и корешка, а также питка и всасывающего эпителия такое же, как у ячменя. То же самое нужно сказать и о поступлении питательных веществ к зародышу.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПШЕНИЦЫ

Сухое вещество пшеницы в значительной степени состоит из тех же составных веществ, как у ячменя, т. е. азотистых и безазотистых органических соединений и составных частей эола. Только процентное содержание и свойства нерастворимой клейковины другие. Основным безазотистым веществом здесь также является крахмал. Но зерна крахмала пшеницы имеют несколько другую форму, чем у ячменя. Содержание крахмала в пшенице колеблется от 74 до 80% на сухое вещество. Содержание клетчатки около 2—3%, содержание жира около 1,5—2%. Содержание

азотистых или белковых веществ колеблется от 9 до 15% и в среднем может быть принято приблизительно в 12% на сухое вещество. Пшеница, у которой содержание белков выше 15%, непригодна для соложения.

В пшенице имеются следующие белки: из альбуминов — лейкозин в количестве 0,3 — 0,4%, из глобулинов — эдестин от 0,6 до 0,7%. Оба эти вещества идентичны с соответствующими веществами ячменя. Типичным для пшеницы является присутствие клейковины, которая приблизительно составляет 70% от общего количества белков. Клейковина не представляет собой точно дифференцированного химического соединения, а является смесью различных веществ. Из белков в клейковине содержится глютеин и глиадин. Глютеин (глютелин) представляет собой протеин, нерастворимый в разбавленном спирте, в растворах солей и в воде. В пшенице содержится около 4 — 5% глютеина. Глиадин (проламин) встречается в количестве 4 — 4,5%. Клейковиной называют клейкий, тянущийся в нити остаток, который получают при замешивании пшеничной муки и ее вымывании водой. Она представляет собой желтую или серую массу, не имеющую ни вкуса, ни запаха; при высушивании клейковина становится роговидной. Клейковина, полученная таким образом, никогда не бывает чистой и содержит различные количества крахмала, клетчатки, жира и золы. Содержание клейковины достигает приблизительно 20%.

Золы в пшенице содержится 2%. Так же, как у ячменя, зола состоит, главным образом, из калия и фосфорной кислоты. Содержание влаги в пшенице колеблется от 10 до 18%, т. е. в среднем около 14%.

Вес гектолитра пшеницы колеблется между 76 и 80 кг; вес тысячи зерен обычно составляет 37 и 40 г (в общем от 33 до 48 г). Для соложения наиболее пригодна пшеница со средней величиной зерен, так как она легче растворяется и легче поддается переработке в варнице. В отношении прорастаемости руководствуются теми же соображениями, что и для ячменя. Особо ценными для пивоварения являются мягкие сорта пшеницы, так как стекловидное зерно, богатое клейковиной, дает меньшие выходы экстракта и солодится значительно труднее.

Главнейшими вредителями пшеницы является *Tilletia caries* и ржавчина (*Ustilago carbo*). Первая превращает весь эндосперм в черную массу. Другими часто встречающимися вредителями пшеницы являются пшеничные черви (*Anguillula Tritici*). В эндосперме таких зараженных зерен содержится масса мелких червей.

ВОДА

Для того, чтобы начался процесс прорастания, необходима вода. Только в присутствии воды можно пробудить к жизни покоящееся зерно.

Для образования клеток и тканей зародыш потребляет вещества, которые растворимы в воде и могут передаваться из клетки в клетку.

Но такие вещества в распоряжении зародыша имеются в очень незначительном количестве. Основная масса мучнистого тела, которое представляет собой питательный материал для зародыша, нерастворима в воде, неспособна к диффузии и поэтому не может потребляться зародышем.

Таким образом, запасные вещества мучнистого тела, прежде всего, должны перейти в растворимое состояние, чтобы действительно стать питательными веществами. Для этого необходимо присутствие известного количества воды, которое называют вегетационной водой. Способ подачи этой вегетационной воды будет описан ниже.

Природа и свойства воды на разных заводах различны. Все эти производственные воды представляют собой не что иное, как раствор всевозможных солей и газов, которые разным образом влияют на зародыш.

Прежде всего, надо выяснить, какого рода вода имеется в каждом отдельном случае.

Соли попадают в воду следующим образом. На земле существует колоссальное количество воды — моря, реки, ручьи, родники и т. д., которые составляют приблизительно $\frac{1}{4}$ общей земной поверхности. Под действием солнечных лучей происходит грандиозный процесс дистилляции. С поверхности текучих и стоячих вод испаряется вода в виде водяных паров, т. е. химически чистой воды. Эти водяные пары поглощаются воздухом, поднимаются в более высокие слои воздушными течениями, проносятся над континентом, охлаждаются, конденсируются при соответствующих условиях в тончайшие капельки, туман и облака и при достаточном охлаждении падают на землю в виде дождя, снега и града.

Если поднимающиеся водяные пары по чистоте приближаются к дистиллированной воде, то этого нельзя сказать по отношению к дождевой воде. При падении дождевая вода поглощает известное количество кислорода и азота; кроме того, в ней встречаются следы углекислоты, аммиака, азотной кислоты и т. д. Затем в эту воду попадают твердые частицы пыли и жившие микроорганизмы.

мы. Если дождевая вода падает после засухи, она поглощает еще больше веществ. В период длительных дождей, когда воздух более чист, дождевая вода опять приближается по своему составу к химически чистой воде. На загрязнение дождевой воды при прохождении через воздух влияют и другие обстоятельства. Вблизи моря дождевая вода, например, обычно содержит поваренную соль.

Но в пивоваренном производстве речь идет не о дождевой воде. Дождевая вода является только одной из промежуточных ступеней, уясняющих нам роль состава воды для пивоварения.

Вода, достигающая поверхности земли в виде осадков, просачивается сначала в самые поверхностные слои почвы, где разлагаются отмершие растения. В этом процессе гниения образуется, наряду с другими продуктами, большое количество углекислоты, которая поглощается просачивающейся водой. Кроме того, поглощается еще ряд органических веществ, которые окисляются кислородом до углекислоты. Вода теряет свой кислород и обогащается углекислотой. Насыщенная углекислотой вода проникает дальше вглубь почвы через поры или тонкие трещины и расселины выветрившихся пород, пока не достигнет водонепроницаемого слоя (глины), где она, следуя закону тяжести, ищет путь в более глуболежащие слои. Эта вода носит название грунтовой воды.

При таком тесном соприкосновении в почве с горными породами вода, благодаря своей способности растворять всевозможные соли, обогащается ими и превращается в раствор солей. Характер растворенных веществ зависит от состава пород, через которые просачивается вода, т. е. от геологических свойств почвы. Особенно способствует процессу растворения содержание в воде углекислоты, так как, благодаря этому, растворяются углекислые соли почвы — углекислый кальций и магний. Грунтовые воды могут снова выйти на поверхность земли, тогда они уже носят название поверхностных вод.

Водонепроницаемые слои могут состоять из каменных пород, глины и т. п. Подобно тому, как на земной поверхности имеются горы, долины и равнины, точно также они существуют и в водонепроницаемых слоях; грунтовая вода, прежде всего, собирается и стоит в котлованах и долинах или же в виде потока грунтовых вод движется в направлении наклона пластов.

Если водонепроницаемые слои проходят таким образом, что они где-нибудь выходят на поверхность, грунтовые воды также появляются в виде ключей, которые дают начало всем естественным поверхностным водам, в виде ручейков, рек, прудов, озер и т. д.

Грунтовые воды можно вывести на поверхность также искусственным способом; примером могут служить колодцы.

Основным является вопрос о том, насколько изменилась по своему составу вода, которая тем или иным путем появилась на поверхности, т. е. какие вещества она содержит.

Таким образом, состав воды зависит от природы и геологических свойств почвы. Конечно, позднее в воду также могут попасть и другие вещества, а также живые организмы, но они в редких случаях вызывают резкое изменение в характере воды. Из горных пород, содержащих небольшое количество растворимых солей (такowymi являются первичные горные образования), вымывается очень мало солей; наоборот, из осадочных пород, — как например, доломиты, — под влиянием уголекислоты выщелачивается много солей.

Поэтому в воде очень распространено содержание уголекислой извести, которая образует на земле мощные отложения, даже целые горные цепи, и вследствие этого может сильно влиять на солевой состав воды целых областей. Большей частью уголекислый кальций встречается одновременно с различными количествами уголекислого магния. Эти соли сами по себе мало растворимы в воде, но в присутствии уголекислоты они переходят в так называемые двууголекислые соли, которые хорошо растворяются. Обычно часть уголекислоты в воде остается свободной.

В верхних слоях земли часто содержатся различные количества гипса. Гипс растворим в воде легче, чем уголекислый кальций. Очень плохо растворяются кремневая кислота и глинозем, которые благодаря этому в составе воды играют незначительную роль. Соединения железа также большей частью растворяются плохо и только в определенной форме, как например, в виде бикарбоната.

Кроме указанных веществ, в воде может содержаться еще целый ряд легкорастворимых соединений, как поваренная соль, которая в небольших количествах встречается повсюду, а в некоторых местах попадаются мощные отложения. Помимо поваренной соли, вблизи морей встречается ряд других хлоридов, хлористый магний ($MgCl_2$), хлористый кальций ($CaCl_2$), и серно-кислый магний ($MgSO_4$).

В зависимости от местных условий, в воде могут встречаться и более редкие соли, как сода, соли марганца и т. д. Вода может также поглощать соединения, образующиеся в результате местных загрязнений. Сюда относятся аммиак и аммиачные соли, которые образуются при гниении азотистых органических веществ, встречающихся вблизи человеческих поселений. Если аммиак окисляется, образуется азотистая кислота (нитриты) и азотная кислота (нитраты).

Кроме того, в воде могут присутствовать растворенные органические вещества, содержащие азот или свободные от него. Их присутствие обуславливается наличием около колодезя свалочных мест, откуда растворимые органические соединения могут проникать через почву и загрязнять источник. В стоячих водах загрязнение происходит благодаря гниению отмерших частей растений и т. п.

Судить о качественном составе и количестве солей можно только на основании химического анализа. Но, даже основываясь на таком анализе, очень трудно дать точную картину того, как связаны между собой основания и кислоты и каково равновесие смеси солей и газов в воде.

Приводим перечень растворенных в воде веществ:

Газы	Труднорастворимые вещества	Легкорастворимые вещества	Местные загрязнения
Углекислота (CO_2) Кислород (O) Азот (N)	Углекислый кальций (CaCO_3) Углекислый магний (MgCO_3) Сернокислый кальций (CaSO_4) Соли глинозема Силикаты Углекислая закись железа (FeCO_3)	Хлористый натрий (NaCl) Хлористый кальций (CaCl_2) Хлористый магний (MgCl_2) Сернокислый магний (MgSO_4) Сернокислый натрий (Na_2SO_4) Углекислый натрий (Na_2CO_3) Соли азотной кислоты (HNO_3) Соли азотистой кислоты (HNO_2)	Аммиак (NH_3) Азотистая кислота (HNO_2) Азотная кислота (HNO_3) Органические вещества

Число обычно встречающихся в воде солей, особенно у нас в Германии значительно меньше, так как в большинстве случаев попадают преимущественно соли кальция и магния.

Род и количество растворенных в воде солей имеют большое значение. В технике возникла потребность найти выражение, кратко и точно определяющее то и другое. Это дает нам жесткость воды.

Жесткость не является точным определением количества всех содержащихся в воде солей, так как она относится только к солям кальция и магния; но для технологии пивоварения этого достаточно. Таким образом, с этой точки зрения различают мягкие и жесткие воды с малым или большим количеством солей кальция и магния.

Для измерения жесткости воды в разных странах пользуются различными единицами, которые называются градусами жесткости. Один немецкий градус жесткости соответствует 10 мг CaO или эквивалентному количеству MgO в 1 литре воды, или же:

1 немецкий градус жесткости (dH°)	= 1 г СаО в 100 л воды
	= 1,25 английского градуса жесткости,
	= 1,79 французского градуса жесткости,
1 английский градус жесткости	= 1 грану (=0,065 г) СаСО ₃ в 1 галлоне (4,544 л),
	= 1 г СаСО ₃ в 70 л воды,
	= 0,80 немецкого градуса жесткости,
	= 1,43 французского градуса жесткости,
1 французский градус жесткости	= 1 г СаСО ₃ в 100 л воды.
	= 0,56 немецкого градуса жесткости,
	= 0,70 английского градуса жесткости.

Для пересчета английских или французских градусов жесткости на немецкие умножают последние на 0,8 (для английских градусов) или на 0,56 (для французских).

Эта жесткость называется общей жесткостью воды, причем здесь имеется в виду все количество кальция и магния, связанное с углекислотой, серной, азотной и соляной кислотами или каким-нибудь другим кислотным остатком. Вода для пивоваренного производства может иметь общую жесткость, колеблющуюся в пределах от 1 до 30 немецких градусов.

Вода, имеющая общую жесткость от 4 до 8°, считается мягкой, от 8 до 12° — средней жесткости, от 12 до 30° — жесткой и свыше 30° — очень жесткой.

Но одна общая жесткость не позволяет определить характер данной воды и выяснить, обусловлена ли жесткость карбонатами или сульфатами или их одновременным присутствием.

Необходимо вычислить, какие количества кальция и магния связаны отдельно с углекислотой и серной кислотой, так как только в этом случае возможна более точная характеристика воды.

Количества кальция и магния, связанные с углекислотой, выраженные в весовых единицах СаО или эквивалентного количества MgO, дают указание на карбонатную или временную жесткость. Эта жесткость называется устранимой потому, что первоначально находившиеся в воде в виде бикарбонатов растворимые соли при кипячении переходят в нерастворимые карбонаты.

Таким образом, вода при кипячении теряет часть солей и становится более мягкой. Впрочем следует указать, что при кипячении не все растворимые бикарбонаты переходят в нерастворимые карбонаты. Так, напр., углекислый магний даже при длительном кипячении не выпадает нацело. Поэтому практически карбонатная жесткость и устранимая жесткость не равнозначны.

Соли кальция и магния, связанные с серной, азотной и соляной кислотами, при кипячении не выпадают. Обусловленная этими солями жесткость сохраняется. Поэтому такую жесткость называют «постоянной» жесткостью. Так как в пивоваренном производстве принимаются во внимание, главным образом, кальций и магний, связанные с серной кислотой, обычно говорят о сульфатной жесткости и сульфатных водах.

Карбонатные воды называются так потому, что большая часть содержащихся в них солей находится в виде карбонатов; в суль-

фатных же водах эти соли находятся в виде сульфатов. Таким образом можно различать два главных типа воды для пивоваренного производства, причем основные типы пива, несомненно, находятся в определенной зависимости от этих двух типов воды.

Воды различных пивоваренных заводов отличаются как по общей жесткости, так и по своей устранимой и постоянной жесткости. По своему происхождению вода на различных пивоваренных заводах может быть ключевой, колодезной и поверхностной (ручьи, реки, пруды, озера).

Наиболее чистой является ключевая вода. Колодезная вода при расположении колодцев неподалеку от населенных мест может сильно загрязняться. Текучие воды рек и ручьев большей частью мягче ключевой и колодезной воды; это зависит от того, что при улетучивании углекислоты происходит переход более легко растворимых бикарбонатов в труднорастворимые карбонаты, которые выпадают в осадок. Кроме того, состав подобных вод сильно колеблется, так как они часто загрязняются сточными водами фабрик и заводов. В последнем случае перед употреблением вода должна подвергаться особой очистке химическими средствами или при помощи специальных фильтрационных установок.

Химический состав стоячих вод, т. е. прудов и озер, зависит от питающих их рек и ручьев. Такие воды большей частью содержат меньше плотного остатка, чем ключевая вода, так как здесь имеет место осаждение карбонатов; органических веществ в них, однако, содержится больше благодаря присутствию более развитой флоры и фауны.

Влияние некоторых солей сказывается, главным образом, только при растворении солода в варнице; впрочем, некоторые соли оказывают действие уже на ослуживание, хотя это влияние еще недостаточно выяснено. Это наблюдается, главным образом, при замочке ячменя, так как при дальнейшем процессе прорастания подачи воды не происходит. Соли, растворимые в воде, могут действовать только на наружную оболочку, и, благодаря полупроницаемости семенной оболочки, не оказывают влияния на жизнь зародыша. Таким образом, это влияние сводится только к реакциям, которые могут происходить между веществами оболочки и солями воды. В общем, химический состав воды, если он не является совершенно необычным, не оказывает никакого влияния на процесс прорастания.

Биологические свойства воды имеют еще меньшее значение по сравнению с химическими свойствами. Количество организмов, содержащихся в воде, ничтожно по сравнению с количеством микроорганизмов, находящихся на самом ячмене. Кроме того, вода для замачивания многократно сменяется, благодаря чему большая часть организмов удаляется. При работе с загрязненными водами, кроме того, применяются еще особые дезинфицирующие вещества, которые прибавляют во время процесса замочки.

ПРИЕМКА И ПОДГОТОВКА СЫРОГО ЯЧМЕНЯ К СОЛОЖЕНИЮ

Ячмень подается к рампе, расположенной таким образом, что возможна легкая подача и откатка вагонов или автомобилей. Перед рампой должна находиться площадка достаточных размеров, чтобы даже при значительном движении можно было свободно маневрировать.

Еще до сих пор ячмень обычно прибывает на заводы в мешках, содержимое которых опорожняется в приемный желоб. Последний должен быть достаточно объемист, чтобы вмещать соответствующее количество ячменя.

Поступающий ячмень принимается по весу. Вес можно определить при помощи весов, установленных на пути доставки ячменя; после измерения общего веса определяется вес тары, вагона и мешков. Можно также пользоваться автоматическими весами или измерительными приборами, через которые пропускается ячмень.

Взвешивание ячменя при помощи таких измерительных аппаратов точнее: в этом случае сразу получается чистый вес. Автоматические весы занимают мало места и очень портативны. Само собой понятно, для того, чтобы они работали безукоризненно, их необходимо время от времени проверять.

Если при приемке требуется взять образцы зерна, то средняя проба берется при помощи специального щупа для взятия проб.

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ЯЧМЕНЯ

Ячмень может подаваться или на очистку или же в силосы и закрома.

Первым условием транспортирования прибывшего, а также очищенного и сортированного ячменя, является выбор наиболее короткого пути. При больших количествах ячменя нерациональный путь может сильно удорожить всю работу. Правильная передача зерна создаст экономию средств, времени и труда.

Для передачи зерна на солодовенных и пивоваренных заводах применяются очень разнообразные транспортные приспособления¹. Если зерно прибывает в мешках, то дальше оно может следовать на ручных тачках, в подъемниках и мешковых элеваторах.

¹ V. Hanfstaengl, Die Beförderung von Massengütern, Verlag, J. Springer, Berlin.

торах — в зависимости от того, требуется ли горизонтальная или вертикальная передача.

Если требуется транспортировать зерно россышью, то пользуются следующими приспособлениями:

- 1) передача вручную при помощи опрокидывающихся тележек,
- 2) червячная передача,
- 3) бесконечные ленты,
- 4) ковшевой элеватор,
- 5) самотряски,
- 6) пневматическая подача (нагнетательная и всасывающая).

Во многих случаях применяются комбинированные способы, позволяющие полностью механизировать передачу.

Решение вопроса о преимуществах того или иного вида и способа передачи зависит от расхода энергии отдельных установок, требуемой площади, производительности и безопасности работы, стоимости установки и надзора. Эти условия на предприятиях разной мощности могут быть совершенно различными.

Для вертикальной передачи лучшими механизмами являются ковшевые элеваторы. Как известно, они состоят из ленточного транспортера, натянутого между двумя шкивами и снабженного ковшами, прикрепленными на одинаковом расстоянии друг от друга.

Большой частью передача ковшами производится из особого сборочного аппарата, так называемого приемника, из которого ковши зачерпывают зерно; при опрокидывании ковшей зерно высыпается.

Обычно ковшевой элеватор заключен в деревянный ящик, который ставится совершенно вертикально, чтобы избежать скольжения ленточного транспортера и ковшей по стенкам и предохранить их от изнашивания.

Расход силы небольшой, и поэтому ковшевой элеватор представляет собой превосходную установку как для крупных, так и для небольших заводов.

Для горизонтального транспортирования на солодовенных и пивоваренных заводах обычно применяется шнек (червяк). Шнек представляет собой массивный вал с винтообразной лопастью. Шнек помещается в железном жолобе, в котором зерно медленно движется по ходу винта в одном направлении.

Между стенкой жолоба и шнеком имеется зазор, благодаря чему часть зерна остается в жолобе. Шнек хорошо перемешивает зерно, но аэрация при этом зерна недостаточна. Кроме того, шнек повреждает зерно и тем больше, чем чувствительнее материал по отношению к давлению.

Расход силы велик и эксплуатация дорога. Транспортирование зерна при помощи шнека для передачи на большое расстояние нерационально.

Большой частью шнек применяется в комбинации с ковшевым элеватором; при удачной комбинации материал может пере-

даваться по желанию между зданиями и этажами. Наклон шнека не должен быть больше 30° .

Сходным со шнеком устройством являются передаточные трубы.

Значительно реже встречаются передаточные жолоба; здесь зерно медленно движется в подвижном жолобе. Чаще всего применяется самотряска. Последняя укреплена горизонтально или с небольшим наклоном на колеблющихся пружинах таким образом, что она приходит в быстрые колебательные движения при помощи какого-нибудь силового источника, благодаря чему зерно скользит вперед.

Бесконечные ленты, называемые также ленточным транспортом (пассом), представляют собой ленты, двигающиеся на роликах, которые находятся на расстоянии 2—4 м друг от друга. Лентой ленты должно быть всегда хорошо натянуто.

Транспортеры имеют очень большую производительность и поэтому в первую очередь применяются на крупных заводах. Транспортеры могут работать не только в горизонтальном направлении, но и при наклоне до 30° , что является существенным преимуществом. Зерно совершенно не повреждается, скорость передачи значительна (2,0—2,5 м/сек.), а расход силы невелик.

В последнее время получила большое значение пневматическая передача. Принцип этой передачи заключается в том, что материал подается по узким трубам при помощи давления воздуха или вакуума. Передача осуществляется потоком воздуха, который приводится в движение компрессором. Передача при помощи вакуума обычно применяется в том случае, когда зерно из различных пунктов направляется в одно место, а передача нагнетанием воздуха для подачи зерна из одной исходной точки в различные места.

Сеть труб может быть проведена в любом направлении.

Для нормального функционирования пневматической системы передачи имеет большое значение устройство трубопроводов. Трубы должны иметь совершенно точные размеры в зависимости от транспортируемого материала, производительности и устройства передачи, чтобы гарантировать безукоризненную работу. Всяких искривлений и сгибов следует, по возможности, избегать; внутренняя поверхность передаточных труб должна быть совершенно гладкой.

Количество воздуха, который служит для передачи, очень велико по отношению к количеству передаваемого материала и возрастает с удлинением пути. При передаче посредством вакуума воздух попадает в насос сильно запыленным и вызывает его быстрое изнашивание. Поэтому перед насосом должны быть установлены воздушные фильтры, задерживающие большую часть пыли. Удаление пыли является также необходимым во избежание инфекции. Эта опасность особенно велика при нагнетательной системе и требует особых мероприятий.

У пневматической передачи имеются следующие преимущества:

- 1) полное опорожнение трубопроводов,
- 2) отсутствие какого-либо повреждения ячменя,
- 3) энергичное проветривание,
- 4) отсутствие смазки и расходов на нее,
- 5) полная независимость от рабочей силы.

Особенно выгодно применять этот способ передачи на больших расстояниях или когда помещения расположены нерацionalmente и при пользовании другими способами передачи потребовалась бы очень сложная установка. Но этот способ передачи дорог и требует большого расхода силы.

Вопрос о том, какая передача — механическая или пневматическая — наиболее целесообразна, должен решаться в каждом отдельном случае в зависимости от конкретных условий.

ОЧИСТКА И СОРТИРОВКА ЯЧМЕНЯ

Поступающий на завод ячмень не может идти непосредственно на соложение; это еще «сырой ячмень» с большим или меньшим количеством ненужного баласта.

Такой ячмень содержит посторонние примеси, состоящие из сорняков, зерен других злаков, щуплых зерен или половинок, камней, пыли и остей. Все это должно быть удалено перед соложением.

Кроме того, зерна ячменя одной партии неравномерны по толщине. Для проращивания же применяется только равномерный по величине ячмень. Отдельные зерна уже в первые дни ращения должны иметь равномерное развитие; значительное запоздание проращивания отдельных зерен, как это имеет место в естественных условиях на поле, где только через длительный период времени наступает выравнивание, — в заводских условиях недопустимо.

Поэтому ячмень должен быть предварительно подвергнут такой обработке, которая создает для всех зерен условия равномерного проращивания. Для этой цели зерна рассортировываются по величине, чтобы поглощение влаги как во время замачивания, так и самого проращивания шло равномерно.

Поэтому очистка сырого ячменя от всяких примесей и сортировка его по величине зерен — первый процесс обработки, которому должен подвергаться ячмень. Эту задачу выполняют чистильные и сортировочные аппараты, после чего получится ячмень, пригодный для соложения.

Перед хранением ячмень также должен быть очищен и отсортирован, так как иначе он плохо сохнет и дозревает, а также и хуже сохраняется. Тщательная очистка зерна при приемке особенно необходима в случае хранения его в силосах.

Очистка ячменя должна происходить в изолированном помещении, во избежание опасности загрязнения воздуха микроорганизмами, которые в огромном количестве находятся в пыли. Особенно велика опасность в этом отношении для производства, когда пивоваренный завод имеет свою солодовню. Вследствие этого очистку устраивают в верхних этажах производственного корпуса. Целесообразнее всего очистительную установку располагать в особом здании.

Площадь, требующая для очистки зерна, зависит от величины предприятия. На небольших заводах можно уложить все процессы в одном аппарате и в одном этаже. На более крупных заводах такая машина была бы слишком сложной, неудобной, и производительность ее была бы недостаточной. Уже одно то обстоятельство, что скорость в отдельных аппаратах должна быть различной, необычайно затрудняет разрешение этой задачи. Каждый отдельный специальный аппарат должен быть совершенно легко доступен для обслуживания. Поэтому очистка зерна должна занимать большую площадь и обычно располагается последовательно в нескольких этажах (рис. 3).

Мощность очистительной установки должна соответствовать производительности завода, способу доставки и периоду снабжения завода сырьем. На практике же часто наблюдается, что пропускная способность очистительной установки слишком мала.

ОЧИСТКА ЯЧМЕНЯ

Примеси и загрязнения отличаются от ячменного зерна по следующим признакам: 1) по форме — они могут быть меньше или больше, 2) по весу — они могут быть легче или тяжелее.

Очистительные аппараты, вследствие этого, разделяются на отдельные части, каждая из которых берет на себя удаление одного рода или целой группы загрязнений, чтобы сделать ячмень однородным по форме и весу. Применяемые для этого средства следующие:

- 1) сотрясательное движение, имеющее целью удалить механические загрязнения и повысить пропускную способность сортировочных сит;
- 2) вентиляция для удаления легких частей;
- 3) сита для удаления более крупных или более мелких примесей;
- 4) била для удаления остей и грязи;
- 5) магнит для удаления железных частей;
- 6) триеры для удаления всех круглых примесей;
- 7) пылеуловители для удаления пыли и легких частиц.

При помощи этих взаимно связанных аппаратов, работающих в соответствии друг с другом, удаляются все примеси и получается настоящий пивоваренный ячмень. Очистка и сортировка обычно совершаются в два приема: сначала ячмень подвергается

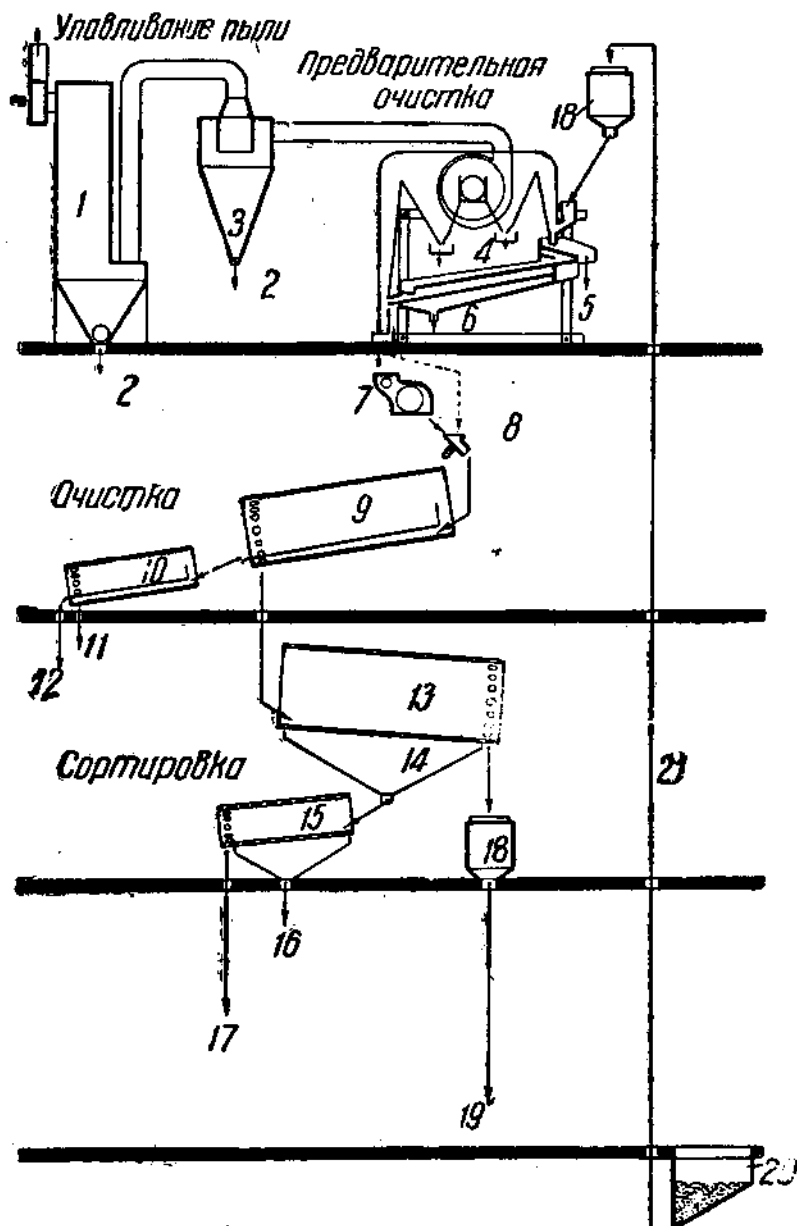


Рис. 3. Схема очистки и сортировки ячменя.

Улавливание пыли: 1—фильтр, 2—пыль, 3—циклон; предварительная очистка: 4—солома, 5—грубая примесь, 6—песок; очистка: 7—шпатель, 8—магнит, 9—главный триер, 10—добавочный триер, 11—очищенное зерно, 12—отходы триера; сортировка: 13—сортировка 1-го сорта, 14—2-й и 3-й сорт, 15—сортировка 2-го сорта, 16—3-й сорт, 17—2-й сорт, 18—весы, 19—1-й сорт, 20—приемник элеватора, 21—ковшовой элеватор.

предварительной, грубой очистке и сортировке, а затем уже передается на специальные очистительные аппараты и сортировочные машины.

Грубая предварительная очистка и сортировка производится с помощью машины для предварительной очистки (сепараторов, рис. 4). Их целью является удаление посторонних примесей: соломы, пыли, песка, комочков земли, мякины, кусочков дерева, веревки и т. д. Машины для предварительной очистки состоят из

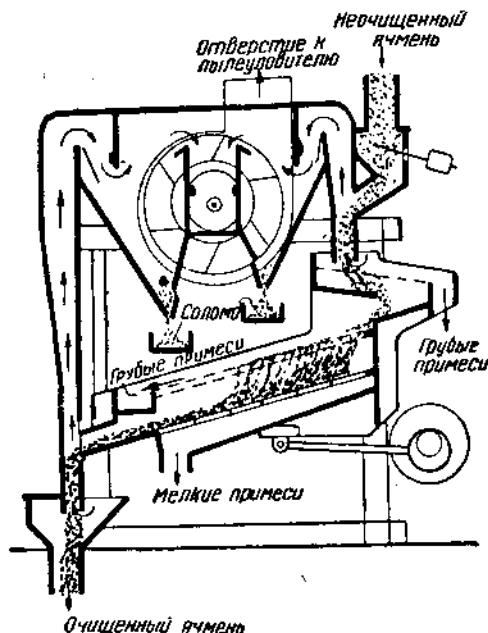


Рис. 4. Машина для предварительной очистки (сепаратор).

массивной станины, эксгаустера, всасывающих камер и одного или двух сит («Монитор»).

Приспособление для подачи зерна работает автоматически и может регулироваться по желанию, как и работа вентилятора. Процесс работы состоит в следующем: зерно тонкой струей поступает в машину и при входе подвергается действию эксгаустера, который выдувает вверх все легкие частицы пыли, мякину и т. п., и уносит их в расширенное пространство. Так как, благодаря расширению поперечного сечения, струя воздуха при этом теряет скорость, такие частицы могут оседать; через отверстия двух клапанов по частям, толчками, они удаляются из машины. Такие клапаны устраиваются у всех машин с воздушной тягой. Их цель — пропустить зерно, не допуская попадания воздуха. Наруж-

ные клапаны преграждают доступ атмосферного воздуха, давление которого их захлопывает. У внутренних клапанов собираются выделившиеся отходы, которые своим весом производят давление таким образом, что открываются только нагруженные выделившимися отбросами внешние клапаны, а внутренние клапаны захлопываются благодаря своей собственной тяжести. Выделившиеся частицы давят только на внешние клапаны, которые могут открываться потому, что они изолированы от разреженного пространства. Таким образом, спуск отбросов из машины может происходить в то время, когда воздух залепт внутренними клапанами. Такое явление происходит все время, пока работает машина. Подобные клапаны работают хорошо и известны под названием «пальцевых клапанов» (рис. 5).

Струя ячменя отсюда поступает на предварительное сито само-
тряски, задерживающее все посторонние предметы, которые круп-



Рис. 5. Схема пальцевых клапанов.

ноо ячменного зерна. Сито имеет отверстия таких размеров, что все объемистые тела, как веревка, стебли соломы, кусочки дерева и т. д. остаются на сите, в то время как годный для соложения ячмень проваливается через него. Грубые посторонние примеси выводятся из машины сбоку. Согрясательное движение разрушает также некоторое количество комочков грязи и земли. Затем ячмень проходит через второе сито, которое должно отделить все посторонние примеси, меньшие по величине, чем зерна ячменя.

На этот раз ячмень остается лежать на сите, а примеси проваливаются. Отверстия этого сита сравнительно очень невелики. Рационально делать их все же настолько широкими, чтобы через них проваливался и шуплый ячмень. Благодаря этому, очистка и сортировка значительно разгружаются, потому что кормовой ячмень не должен будет проделывать весь путь до сортировочных цилиндров.

Очищенный пивоваренный ячмень, двигаясь тонкой струей по второму ситу, выходит из машины и вторично подвергается действию вентилятора, который удаляет образовавшуюся во время

движения зерна пыль и все легкие примеси. Подсортированный и грубо очищенный ячмень направляется дальше на специальные аппараты.

Первым аппаратом является шасталка, которая удаляет у зерен ости: она представляет собой барабан с круглыми билами или тупыми ножами, которые отделяют ости при вращении с большим числом оборотов.

При помощи таких бил отделяются грязь и отставшие оболочки, а также разбиваются комья земли, которые не могут быть разрушены на последующих аппаратах.

Необходимо образовавшуюся при отбивке остей пыль удалять вентилятором. Удаление песка и мелких камешков весьма желательно во избежание износа триеров.

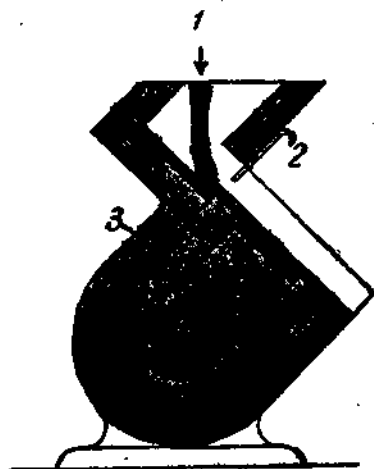


Рис. 6. Схема устройства магнита:

- 1—ячмень,
- 2—шибер,
- 3—магнит.

Ввиду того, что некоторые сорта ячменя при пылении легко могут повреждаться, должна быть обеспечена возможность выключать шасталку в любой момент.

Далее ячмень проходит через магнитный аппарат. В интересах сохранения машин, из ячменя следует удалить все железные примеси, это важно особенно потому, что железные примеси, доходя до дробилки, могут повредить валцы и даже иногда вызвать взрыв. Магнитные аппараты устраиваются в виде стальных полюсов, железных подков или электромагнитов (рис. 6).

Магнит имеет наклон в 45° . Между полюсами магнита проложен материал, непроводящий магнитный ток, что защищает магнит от изнашивания. Чем больше изнашивание, тем шире должна быть поверхность. Поэтому устраивается ряд магнитов, тесно прилегающих друг к другу, каждый из них имеет ширину в 40 мм.

Пыль, образующаяся при очистке зерна, обязательно должна быть удалена.

Удаление пыли диктуется не только гигиеническими соображениями, но и технологической необходимостью — во избежание износа машин, аппаратов, уменьшения опасности пожаров, взрывов и устранения инфекции.

Пыль нужно удалять на месте образования, чтобы предупредить ее оседание.

Установки для удаления пыли представляют собой очень важные вспомогательные аппараты при очистке зерна; они служат для улавливания всех легких частиц, механически увлекаемых током воздуха. В качестве пылеуловителей употребляются различные приспособления — пылевые камеры, сборники пыли без фильтров, сборники пыли с фильтрами.

Пылевые камеры — наиболее старый тип приспособлений для улавливания пыли и прочих легких отходов при очистке — представляют собой просто отгороженное пространство значительной величины, стены которого обычно состоят из хорошо пригнанных деревянных досок. Вентилятор гонит воздух с механически увлекаемыми частицами в пылевую камеру; в более широком пространстве скорость движения воздуха падает, и легкие частицы оседают на дно, а воздух поднимается вверх и выходит наружу. Чтобы воспрепятствовать попаданию в пылевые камеры дождя, выходное отверстие для воздуха и боковые выходы снабжаются небольшой крышей. Осевшие примеси собираются лопатой в мешки или спускаются в имеющуюся на дне камеры трубу с подвижным мешком. Целесообразно дно у пылевой камеры делать воронкообразным, чтобы избежать неприятной и вредной работы в пылевых камерах. Стены камеры, во избежание возгорания, лучше всего обложить кирпичом, оштукатурить или оцементировать.

Во всех пылеуловительных камерах тонкие частицы пыли плотно оседают на крышах и образуют трудноудаляемую толстую и тяжелую кору, которая может вызывать опасную инфекцию в производстве.

Единственным, получившим широкое распространение, пылеуловителем без фильтра является «циклон» (рис. 7).

Обычно циклон изготавливается из цинковой жести; сверху он имеет цилиндрическую форму, внизу — коническую. Отверстие для притока воздуха находится в цилиндрической части и расположено таким образом, что воздух поступает сбоку. Воздух, подаваемый вентилятором, получает вращательное движение, опускается вниз, меняет свое направление и возвращается вверх. Увлеченные частицы также получают вращательное движение и, благодаря центробежной силе, отбрасываются к стенкам и падают непрерывно вниз по спирали к нижнему выходному отверстию. Очищенный от пыли воздух движется вниз в постепенно все более суживающемся пространстве, а затем в центре поднимается перпендикулярно вверх и удаляется через верхнее выходное отверстие. Последнее значительно больше, чем входное отверстие,

и поэтому между скоростями входящего и выходящего воздуха существует обратная зависимость. Для хорошей производительности циклона обязательны достаточные размеры и совершенно гладкие внутренние стенки, чтобы воздух нигде не задерживался.

При очистке зерна в циклон вдувается пыль различного веса, и самые тончайшие частицы ее не оседают; поэтому выходящий воздух нельзя выводить обратно в помещение. Обычно этот воздух выводят наружу через вертикальную трубу или же выход-

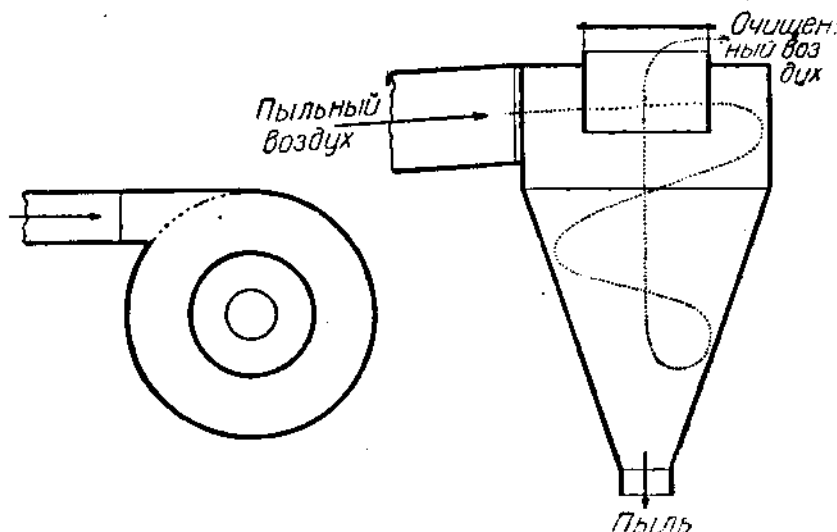


Рис. 7. Циклон.

ное отверстие снабжают металлической крышкой, которая отклоняет воздух в горизонтальном направлении и выводит его наружу.

Пылевая камера и циклон допускают только грубое удаление пыли. Воздух, выходящий из этих аппаратов, всегда содержит тончайшую пыль. Если требуется такую пыль удалить, необходимо применить фильтрацию воздуха.

Пылеуловители с фильтром представляют собой пылевые камеры с фильтрующими стенками. Но так как пылевые камеры занимали бы очень большое пространство, то пылеуловители конструируются в виде подвижных машин, которые требуют незначительного места и образуют одно совершенно замкнутое целое.

В настоящее время зерновые установки почти исключительно пользуются фильтрами из материи; воздух, содержащий пыль, просасывается или прогоняется под давлением через какую-нибудь ткань, которая задерживает пыль.

Чтобы получить возможно большую поверхность фильтрации при наименьшей площади, фильтрующая ткань имеет форму ру-

кавов, расположенных рядами. Существуют две системы фильтров — нагнетательная и всасывающая, в зависимости от того, применяется ли воздух под давлением или с разрежением.

Нагнетательные фильтры состоят из верхней и нижней камер, которые соединяются друг с другом посредством рукавов. Пыльный воздух вдувается в верхнюю камеру аппарата, распределяется по рукавам и через них выходит наружу.

Пыль, осевшая на стенках рукавов, стряхивается с помощью особого приспособления (в виде поднимающейся и опускающейся решетки), падает на дно нижней камеры и собирается в мешки. В этой системе нагнетательного рукавного фильтра невозможно избежать обратного поступления воздуха с тончайшей пылью в рабочее помещение; поэтому о полном освобождении от пыли здесь не приходится говорить. Фильтры такого типа большей частью закрывают кожухом.

Всасывающий рукавный фильтр состоит из деревянного или железного кожуха, внутри разделенного перегородками на ряд отделений (секций). Каждое из этих отделений имеет 4 — 8 рукавов, прикрепленных открытыми нижними концами ко дну фильтра, в то время как их верхние концы закрыты крышкой. Рукава укреплены на рычаге и туго удерживаются пружиной (рис. 8).

Способ работы фильтра следующий: труба *k* фильтра присоединяется к вентилятору, при помощи которого всасывается пыльный воздух через отверстие *i* и распределяется в корпусе по отдельным рукавам. Воздух проникает через ткань наружу, а пыль задерживается тканью рукавов. Прошедший через рукава воздух профильтровывается и выходит очищенным от пыли.

Чтобы повысить продолжительность работы и фильтрующую способность рукавов, осевшая на них пыль должна регулярно удаляться. Как было упомянуто, рукава группами прикреплены к рычагу и крепко удерживаются при помощи спиральной пружины. Часовой механизм время от времени оттягивает рычаг, который ослабляет натяжение рукавов. Через некоторое время рычаг возвращается в прежнее положение вследствие давления спиральной пружины. Благодаря такому сильному встряхиванию рукавов, которое повторяется несколько раз, пыль отстает от них и падает вниз в воронку *g*, откуда она удаляется при помощи шнека.

Во время процесса очистки группы рукавов клапан *l* закрывает приток воздуха в эту секцию, и одновременно открывается клапан *m* для свежего воздуха в верхней части фильтра; таким образом в соответствующей секции образуется сильная воздушная тяга в противоположном направлении, т. е. сверху вниз. Во время встряхивания такой воздушный поток проникает в ткань рукавов снаружи внутрь и сгоняет пыль к шнеку.

Когда одна секция фильтра подвергается встряхиванию, прочие секции работают без изменений. Всасывающие рукавные фильтры предпочтительнее нагнетательных трубчатых фильтров.

Грубые части пыли до фильтра задерживаются в воздухопроводе особой перегородкой, поставленной перпендикулярно к направлению воздуха. Об эту перегородку ударяются более грубые частицы и выводятся наружу при помощи трубы с пальцевыми клапанами.

Величина рукавного фильтра зависит от того, к какому аппарату он присоединяется.

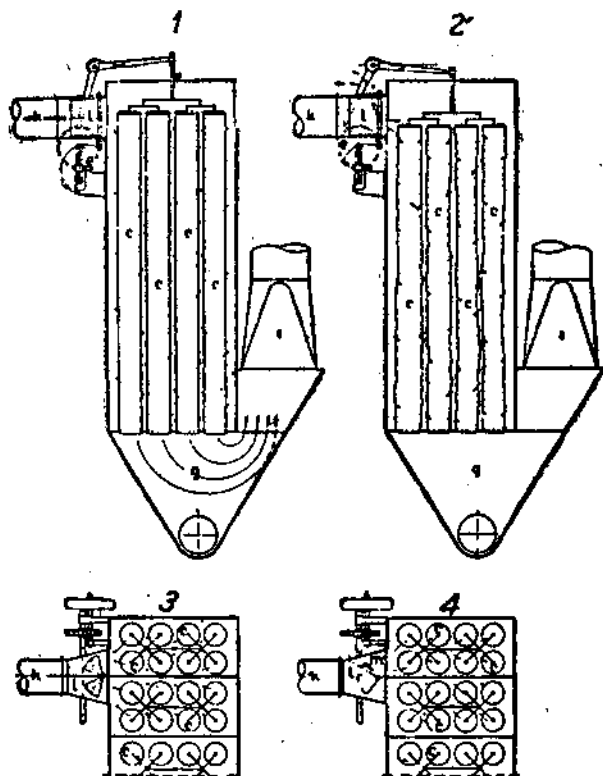


Рис. 8. Всасывающий рукавный фильтр.

Количество улавливаемой ячменной пыли достигает 0,2—0,3%. Ячменная пыль обычно используется для продажи.

Специальный аппарат для удаления всех примесей круглой формы носит название триера. Этот процесс осуществляется очень простым способом.

В цинковом листе толщиной 4—5 мм делаются углубления, так называемые ячейки (карманы), в которых должны задерживаться круглые примеси. Из существующих всевозможных конструкций триеров в солодовенном производстве принят триер в виде цилиндра.

Триерным листам придают цилиндрическую форму; в эти цилиндры, медленно вращающиеся вокруг своей оси, поступает струя зерна. Круглые примеси проваливаются в ячейки триера и остаются там до тех пор, пока ячейка не примет верхнего положения. В этот момент примеси высыплются из ячеек и собираются в лоток, устроенный внутри цилиндра; отсюда примеси удаляются при помощи шнека (рис. 9).

Для правильной работы триера ячейки должны иметь такую форму, чтобы они не только выбирали семена сорняков, но и

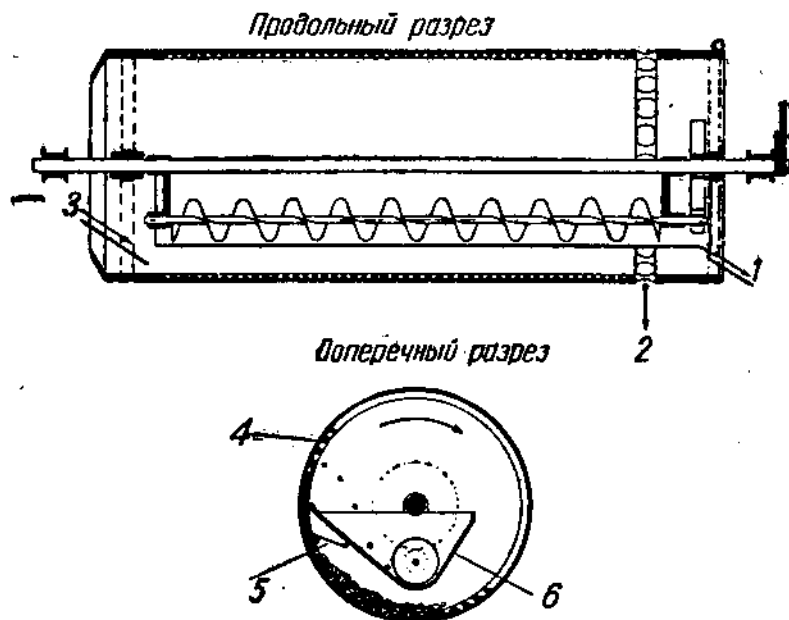


Рис. 9. Триер:

1—потоки зерна, 2—ячейка, 3—поступление ячменя, 4—рубашка триера, 5—шнек, 6—лоток.

крепко их удерживали, пока соответствующая ячейка не поднимется над лотком триера. Если семена сорняков будут высыпаться раньше, то они попадут не в лоток, а в поток зерна. Удержание семян сорняков возможно только в том случае, когда ячейки имеют поперечное сечение в виде карманов. Если ячейки имеют круглую форму, то удержание примесей становится невозможным. В особенности важно, чтобы край кармана был острым и прямоугольного сечения; это дает возможность дольше удерживать круглые примеси. Острота края ячейки зависит от способа изготовления листов триера. В настоящее время ячейки изготавливаются только при помощи фрезеровки. Величина ячеек также должна быть строго определенной; обычно она равняется 6,5 мм.

Во всяком случае величина ячеек должна соответствовать сорнякам, наиболее часто встречающимся в данной местности. Размеры ячеек колеблются в узких границах и достигают в среднем 6,75 мм, причем разница в 0,1 мм очень существенна для правильной работы триера. В случае необходимости, особые триеры устанавливаются для удаления примеси овса.

Качество работы триера также зависит от числа ячеек. Фрезерованные листы обычно имеют 30 000 ячеек на 1 м².

Наконец, необходимо обращать внимание на состояние ячеек триера.

Изнашивание триеров, вернее, острых краев ячеек, очень значительно благодаря присутствию в оболочке ячменя кремнезема. Вследствие этого, по прошествии двух лет триер обычно настолько бывает изношен, что удаление круглых примесей сильно ухудшается. Изнашивание триера может быть установлено с помощью воскового отпечатка карманов.

Кроме свойств ячеек, на работу триера оказывает влияние также скорость движения зерна при прохождении через триер. Для отбора половинок в триере требуется определенное время, и поэтому ячмень не должен слишком быстро двигаться через триер.

Скорость движения зависит от наклона цилиндра триера. При большом наклоне скорость становится слишком высокой, и работа триера оказывается неудовлетворительной. Наклон не должен превышать 6—10% длины цилиндра.

Важное значение имеет также окружная скорость; она не должна быть слишком большой. Число оборотов должно быть в определенном соотношении с диаметром цилиндра. Окружная скорость вычисляется следующим образом:

$$\begin{aligned}
 &\text{диаметр цилиндра триера} \dots\dots 0,6 \text{ м} \\
 &\text{число оборотов в 1 мин.} \dots\dots 18 \\
 &\text{окружность триера} \dots\dots 0,6 \cdot 3,1415 = 1,885 \text{ м} \\
 &\text{окружная скорость в 1 мин.} = 18 \cdot 1,885 = 33,9 \text{ м} \\
 &\qquad\qquad\qquad 33,9 \\
 &\text{окружная скорость в 1 сек.} = \frac{60}{60} = 0,56 \text{ м.} \\
 &\text{окружная скорость должна быть } 0,3 \text{ м/сек.}
 \end{aligned}$$

Очень важен также характер вращения цилиндра триера: вращение должно быть спокойным, равномерным, не порывистым, так как иначе зерна, проваливающиеся в ячейки, снова вываливаются. Вследствие этого, привод цилиндра триера делается с зубчатой передачей, которая придает движению равномерность.

Наконец, существенное значение имеет требуемая часовая производительность; чем она меньше, тем лучше происходит удаление горошка.

В этом отношении, прежде всего, имеет значение величина сыпи и устройство подачи зерна. Необходимо наблюдать за тем, чтобы был нормальный и непрерывный приток зерна в триер.

Иначе может случиться, что работа триера периодически будет происходить с недостаточной производительностью. Очень часто неправильная работа триера зависит от того, что засоряются отверстия для подачи зерна. В некоторых случаях умышленно, по тем или иным соображениям, усиливают приток зерна. Поэтому на многих заводах между закрэмами, силосами и установкой для очистки включается приспособление, которое, не изменяя очистки, пропускает через измерительный прибор часовое количество зерна.

Во всяком случае необходимо избегать перегрузки триера, иначе вместе с кажущимся повышением производительности неизбежно падает качество работы. Если триер загружен на высоту ладони, часовая производительность его будет большая, но качество очистки плохое.

Кроме засыпки, для производительности решающее значение имеет и сортирующая поверхность. К сожалению, последняя у цилиндров триера ограничена и в среднем достигает только $\frac{1}{4}$ его поверхности. Наряду с незначительной скоростью вращения, это является большим недостатком старых триеров.

Наконец, не безразлично положение лотка; он, безусловно, должен быть установлен правильно. Для легкого ячменя лоток ставят выше, так как в этом случае половинки дольше задерживаются ячейкой. Наоборот, у тяжелого ячменя лоток устанавливается ниже, потому что более полные зерна выпадают раньше.

Для лучшего освобождения ячеек от содержимого поверхность барабана очищается двумя фибровыми полосами.

Независимо от конструкции чистильных аппаратов и их отдельных частей, большую роль играет качество сортируемого материала, т. е. ячменя.

Чем больше засорен ячмень, тем больше требования предъявляются к чистильной машине, тем больше должна падать часовая производительность.

Это обычно имеет место в очень засушливые годы, так как хрупкие зерна с малым содержанием влаги легче повреждаются во время мелотбы, и поэтому в ячмене встречается больше половинок.

Немалое значение имеет также форма зерен ячменя. Более короткие и выпуклые ячмени требуют более тщательной работы триера по сравнению с более длинными зернами.

Поэтому часовая производительность чистильных аппаратов не всегда одинакова. Часовая производительность зависит от тех требований, которые предъявляются по отношению к очистке на разных заводах, и от степени чистоты исходного ячменя.

Если триерные отбросы содержат большое количество целых зерен, с большим успехом применяется добавочный триер, через который вторично пропускаются отбросы главного триера; после этого получается ценный материал для рашения. Такой метод ра-

ционален, главным образом, в том случае, когда перерабатывается ячмень разных районов или же когда производство форсируется.

Например, если в 100 г отброса имелось целых зерен:

Случай I Случай II

главный триер . . .	30,0	50,2
добавочный триер . .	12,0	10,5

Таким образом, при помощи добавочного триера можно получить значительное количество хорошего зерна.

Контроль работы триера должен происходить в лаборатории, так как при беглом осмотре можно очень легко ошибиться. При исследовании в лаборатории определяется количество отбросов в ячмене и количество целых зерен ячменя в отбросах.

Недостатком обычных триеров является их малая производительность и незначительная сортирующая поверхность. Вследствие этого, кроме широко распространенных цилиндрических триеров, был предложен целый ряд других аппаратов.

В последнее время вошел в употребление аппарат, в котором сохранен принцип цилиндрического триера, но число оборотов значительно увеличено. Это — так называемый триер высокой производительности (Миаг, Брауншвейг).

Он состоит, как и всякий триер, из барабана с утлублениями и из подвижного корыта, но, в отличие от обычного барабана, он не имеет наклона. Высокая производительность основана на увеличении окружной скорости барабана до предела, при котором сила тяжести еще настолько превышает центробежную силу, что семена сорняков могут попадать в лоток, край которого располагается сравнительно высоко. Так как, вследствие этого, рабочая зона очень широка, круглые зерна захватываются ячейками в отвесном положении и имеют, следовательно, наиболее выгодные условия для того, чтобы снова вывалиться без применения очисталок. Поэтому работа по отбору протекает успешнее. Этому содействует еще и то обстоятельство, что сравнительно быстро вращающийся барабан вызывает оживленное скатывание зерен. Происходит постоянное изменение взаимного расположения отдельных зерен, и вероятность соприкосновения всех зерен с сортирующей поверхностью возрастает (рис. 10).

Производительность триера такого типа в четыре раза больше, чем производительность обычного триера такой же величины. Барабан триера высокой производительности состоит из стальных листов со штампованными ячейками. Продолжительность службы этих листов, несмотря на более сильное натяжение металла, благодаря штамповке больше, чем у цинковых барабанов. Ячейки имеют особую форму, соответствующую способу работы триера.

Барабан лежит на четырех роликах, что дает возможность удобно наблюдать за его работой с обоих концов. Ролики, из которых одна пара служит для привода, состоят из особой вулка-

низированной фибры, которая совсем мало изнашивается даже после многолетней работы. Особое преимущество таких роликов состоит в том, что они обладают совершенно бесшумным ходом.

Благодаря горизонтальному положению барабана оберегается место в вертикальном направлении, и поэтому на одной станине могут быть расположены один над другим от 2 до 4 триеров.

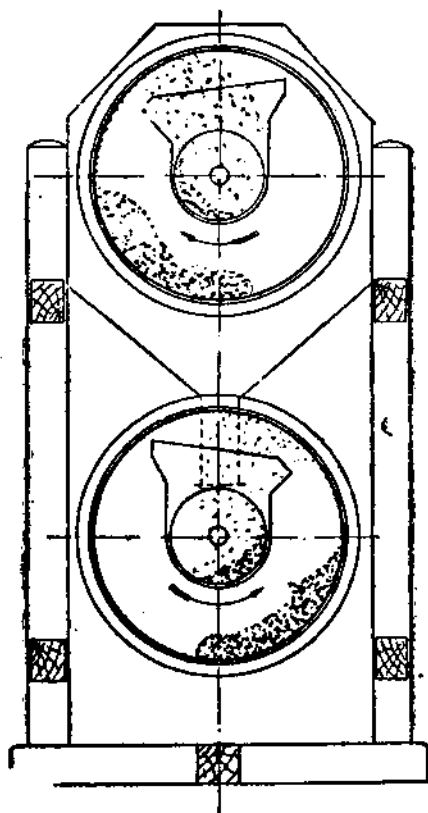


Рис. 10. Триер высокой производительности.

Расход силы незначителен. Для часовой производительности, например в 3000 кг, расход силы составляет около 0,5 л. с.

Триеры обычно устанавливаются перед сортировкой; только у планзихтеров очистка происходит в обратном порядке. Установка триера внутри сортировочного цилиндра технически нецелесообразна, хотя и дает экономию места.

После прохождения всех упомянутых чистильных аппаратов сырой ячмень не должен больше содержать грубых примесей. В дальнейшем ячмень сортируется только по величине зерен.

СОРТИРОВКА ЯЧМЕНЯ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЗЕРЕН

Сортировка ячменя по величине зерен необходима:

- 1) для равномерного замачивания и проращивания;
- 2) для получения солода с одинаковой величиной зерен, что обеспечивает равномерность помола;
- 3) для повышения экстрактивности солода (удаления щуплых, бедных экстрактом зерен).

Тщательная сортировка необходима особенно при пневматическом соложении.

Сортировка ячменя производится при помощи мелких металлических сит. Сита для сортировки бывают согнуты в цилиндры, вращающиеся вокруг своей оси, в то время как сортируемый ячмень скользит вдоль них. Сита располагаются также горизонтально одно над другим и приводятся в колебательное движение при помощи эксцентрического противовеса к вертикальному валу (планзихтер). Первый род сортировок наиболее распространен, и поэтому мы его рассматриваем первым.

Сортирующийся ячмень поступает внутрь вращающегося сортировочного цилиндра с отверстиями. Зерна крупнее ширины отверстий скользят по цилиндру и выводятся через соответствующие выходы, а те зерна, которые меньше ширины отверстий, проваливаются через сито и выводятся отдельно.

Качество сортировки зависит от скорости, с которой ячмень скользит по поверхности сортировочного барабана. Необходимо следить, чтобы ячмень не проходил через сортировочный цилиндр со слишком большой скоростью. Поэтому наклон и окружная скорость не должны быть чрезмерно велики. Максимальный наклон составляет 10° от длины цилиндра; однако, следует указать, что в настоящее время сортировочные цилиндры часто располагаются горизонтально. Нормальная скорость вращения равняется 0,7 — 0,8 м/сек.

Во время прохождения через сортировочный цилиндр ячмень должен равномерно и медленно скользить внутри барабана. При слишком быстром движении ячмень разбрасывается и поэтому недостаточно соприкасается с сортирующими поверхностями. Пользуются нередко зубчатой передачей, чтобы воспрепятствовать обратному движению. По тем же соображениям имеет значение длина и диаметр сортировочного цилиндра. Длинный цилиндр с небольшим диаметром при прочих равных условиях отсортировывает лучше и с большей производительностью, чем короткий цилиндр большого диаметра.

Далее, имеет значение загрузка сортировочной установки. Вслучае повышения пропускной способности снижает качество сортировки. Только в том случае, если зерно поступает тонкой струей, — каждое зерно приходит в соприкосновение с сортирующей поверхностью; иначе ни о какой сортировке не может быть и речи.

Качество сортировки зависит, прежде всего, от площади отверстий сортировочного цилиндра. Эта площадь сравнительно очень невелика и составляет всего $\frac{1}{4}$ общей поверхности цилиндра; сортирующей поверхностью является только самая нижняя часть вращающегося сортировочного цилиндра.

Простым средством для увеличения сортирующей поверхности барабанов являются планки Рунка. Это — короткие небольшие планки, имеющие наклонное положение по отношению к продольному направлению сортировки; они действуют таким образом, что препятствуют одностороннему движению, благодаря чему достигается лучшее распределение зерна на сортирующей поверхности.

Другой причиной изменения сортирующей поверхности сит является сваливание их под влиянием кремниевой кислоты, содержащейся в оболочках ячменя. Отверстия сит с течением времени становятся шире, и производительность аппарата изменяется.

Вполне естественно, что часть ячменных зерен может иметь толщину, соответствующую ширине отверстий данного сита. Такие зерна не будут проваливаться через сито, а застрянут в отверстиях. Если не позаботиться об их удалении, то они постепенно засорят отверстия, и сортирующая поверхность уменьшится. Иногда можно наблюдать совершенно засоренные сита, теряющие вследствие этого всякое значение сортирующих поверхностей.

Для того, чтобы отверстия не засорялись, существует специальное приспособление. Это — обыкновенные цилиндрические щетки, которые плотно примыкают к сортировочному цилиндру и очищают застрявшие зерна внутри сортировочного цилиндра.

При вращении щетки ни в коем случае не должны скользить по поверхности цилиндра, но плотно к ней прижиматься.

Для безукоризненной работы щеток имеет значение форма сита. Сита должны быть правильной цилиндрической формы. Даже незначительные впадины отрицательно сказываются на производительности аппарата, потому что к таким впадинам щетки или совсем не прижимаются или прижимаются слабо, вследствие чего эти места быстро засоряются. Поэтому новые сита нужно всегда проверять, — не помня ли они во время доставки. Сортирующая поверхность цилиндра может сильно измениться, потому что с течением времени та или иная часть ее засоряется застрявшими в отверстиях зернами ячменя. Наконец, на производительность сортировки оказывает влияние и качество ячменя. Хорошо очищенный ячмень будет сортироваться лучше и легче, чем плохо очищенный ячмень.

Правильный выбор размера отверстий для различных сортов ячменя является наиболее важным вопросом, так как именно на этом основано разделение ячменя на сорта. Обычно ячмень разделяется на три категории: первый сорт, второй сорт и кормовой ячмень. Первый сорт содержит наиболее крупные и тяжелые зерна и идет на соложение отдельно. Кормовой ячмень продается. Таким образом, задача состоит в правильном подборе наиболее

подходящей ширины отверстий. Ширина отверстий для первого сорта составляет 2,5 мм, а для второго — 2,2 мм. Более крупные зерна, относятся соответственно к первому и второму сорту; зерна, проскакивающие через отверстия в 2,2 мм, идут в кормовой ячмень.

Эти размеры не могут считаться стандартными при всех обстоятельствах.

Величина зерна ячменя может меняться; поэтому было бы нерационально сортировать одним и тем же ситом очень легкие и очень тяжелые ячмени. Ширина отверстий должна соответствовать характеру сортируемого ячменя.

Некоторые заводы по экономическим соображениям иногда бывают вынуждены солодить щуплые ячмени; в таких случаях следует пользоваться ситами с более узкими отверстиями, а также устанавливать съемные сита.

Сортировочные барабаны с подвижными отверстиями непрактичны, так как застрявшие зерна делают невозможным изменение ширины отверстий.

Если сита съемные, то всегда представляется возможность подобрать наиболее подходящие границы для сортировки¹.

Если имеется совершенно плоский ячмень, например:

ширина отверстий	2,8 мм	2,5 мм	2,2 мм	отброс,
ячмень неочищенный	15%	25%	55%	5%.

то следует учесть, что при обычных размерах сита давали бы очень незначительное количество первого сорта. Чтобы установить более благоприятные соотношения и получить равномерную загрузку аппаратов, целесообразно поставить соответственно более узкие сита для первого и второго сорта; например, для первого сорта взять 2,4 мм, а для второго сорта 2,1 — 2,0 мм.

Если перерабатывается очень выуклый ячмень, который даст следующие соотношения при нормальных размерах сит (в лаборатории):

ширина отверстий	2,8 мм	2,5 мм	2,2 мм	отброс,
ячмень неочищенный	46%	44%	7%	3%.

то следует применять более широкие сита. Это вызывается тем, что при чрезмерно узких отверстиях ячмень будет лежать в цилиндре слишком высоким слоем и произойдет неполное отделение щуплых зерен.

Определение сортировочных границ является очень важной работой. Нельзя одинаково сортировать всякий ячмень.

Попытки сортировки ячменя до триера, — чтобы для каждого сорта ячменя подобрать в триере подходящие отверстия, — себя не оправдали, так как толщина зерен и соотношение обеих ве-

¹ Bergdolt Z. 1936. S. 689.

личин меняются. Кроме того, и процентное отношение отдельных сортов подвергается большим колебаниям.

Правильность работы сортировочных аппаратов проверяется в лаборатории, где сита должны быть тех же размеров, что и в производстве.

В последнее время для заводской сортировки ячменя применяется, наряду с сортировочными цилиндрами, планзихтер. Планзихтер представляет собой двойную систему плоских сит, расположенных друг над другом, которые при помощи эксцентрического привода получают колебательное движение таким образом, что все точки их описывают окружности одинаковой величины. Противовес действует в плоскости центра тяжести системы, и устройство привода ведет к тому, что движущиеся массы постоянно выравниваются, независимо от колебания числа оборотов и степени загрузки сит. Благодаря этому, ход машин очень спокоен и исключает возможность сотрясения здания (Миаг, Брауншвейг).

Работа планзихтера благоприятно сказывается на сортировке, приближаясь к действию ручного сита. Для планзихтера особенно характерны величина его и полнота использования сортирующей поверхности. В то время, как в сортировочном цилиндре ячмень течет сильной струей, и вследствие этого используется не больше одной четверти всей сортирующей поверхности барабана, у планзихтера вся поверхность покрывается тонким слоем зерна, благодаря чему достигается лучшая сортировка. При этом на сравнительно небольшом пространстве можно разместить очень большое количество сит.

Подача зерна происходит при помощи неподвижно укрепленных направляющих пластин. Отверстия сита очищаются от застрявших зерен при помощи резиновых шаров, которые свободно движутся по поверхности сит. Грубые примеси самостоятельно выталкиваются.

Зерно выводится из аппарата любым способом, в зависимости от местных условий. Планзихтер может быть укреплен на потолке или на особой станине.

Сита можно легко менять. Машина имеет только два подшипника с автоматической смазкой. Расход силы очень незначителен; у больших планзихтеров он достигает максимум $\frac{1}{2}$ л. с.

После очистки и сортировки каждый сорт и отбросы взвешиваются, так как только при этих условиях возможен рациональный учет. Ввиду неудобства ручного взвешивания, которое к тому же и не всегда возможно, обычно пользуются автоматическими весами «Хронос», «Либра» и др.

Изменения зерна после очистки и сортировки подвержены большим колебаниям. Разница между поступающим, очищенным и отсортированным ячменем тем больше, чем хуже было исходное зерно и чем тщательнее проведена сортировка. И здесь также нельзя установить никаких твердых норм, так как все зависит

от качества поступающего ячменя, от применяемых сит и требований, предъявляемых к сортированному ячменю.

Главнейшим признаком изменения ячменя при очистке и сортировке является вес гектолитра. У ячменя после хорошей предварительной очистки вес гектолитра повышается приблизительно на 1 кг.

ХРАНЕНИЕ ЯЧМЕНЯ

Солодовщику всегда приходится заботиться о хранении ячменя. При этом приходится или хранить только что жатый ячмень, создавая для него такие условия, при которых он лучше дозревает, или же заботиться о хранении зрелого и пригодного для соложения ячменя до момента его переработки.

Свежесжатый ячмень почти всегда плохо прорастает. Он содержит 30 — 40% непрорастающих зерен и достигает наибольшей энергии и способности к прорастанию только по истечении периода вылеживания, которое может продолжаться 6 — 8 недель, в зависимости от свойств ячменя. Процессы, происходящие в зерне в период вылеживания, носят название дозревания¹.

В чем состоит дозревание, еще не выяснено. Без сомнения, эти процессы, которые не удастся выяснить аналитическим путем, очень сложны.

Мы знаем только, что дозревание связано с уменьшением количества воды, причем происходит выделение углекислоты и наступает ряд изменений в свойствах ячменя. Способность и энергия прорастания значительно улучшаются после дозревания.

Возможно, что клеточные стенки свежесжатого влажного ячменя обладают плохой проницаемостью для питательных веществ, необходимых для прорастания; ячмень начинает высыхать только тогда, когда клеточные стенки достигнут необходимой проницаемости.

Пытались также доказать, что изменения во время процесса дозревания происходят, главным образом, в зародыше, а не в мучнистом теле.

Во всяком случае, свежий ячмень всегда требует подобного дозревания, которое мы можем представить себе, как особого рода ферментативный процесс, после чего ячмень снова приобретает способность прорастания и, вообще, становится пригодным для соложения. Сколько требуется для этого времени, — трудно сказать; это зависит от степени зрелости ячменя в момент жатвы, его свойств и т. д. Чем моложе и чем влажнее ячмень, тем дольше происходит дозревание и тем необходимее вылеживание, так как при этих условиях мучнистое тело имеет вязкую консистенцию и с трудом растворяется. Ввиду того, что у наших ячменей часто встречаются подобные соотношения, желательно в начале кампании начинать соложение привозного ячменя более сухих районов.

¹ Lüers, Studien über die Reifung der Cerealien.

Достижение зрелости, т. е. пригодности для соложения, связано с доступом кислорода и идет рука об руку с понижением влажности зерна.

Если ячмень был снят сухим и достиг зрелости уже у производителя или на складах доставляющих организаций, он значительно легче сохраняется. Однако, следует помнить, что ячменное зерно не представляет собой мертвый материал, хотя его жизненные функции чрезвычайно слабы, но оно дышит, выделяет углекислоту, влагу и тепло.

Таким образом, хранение дозревшего ячменя должно быть организовано так же, как и хранение свежесобранного ячменя, лишь внутренние изменения в нем при этом будут значительно меньше.

При хранении ячменя главное внимание обращается на содержание в нем влаги. Чем влажнее ячмень, тем труднее его сохранять, так как степень влажности влияет на жизнедеятельность зерна. Дыхание, образование углекислоты, паров воды и тепла повышаются вместе с увеличением влажности. Поэтому при хранении ячменя легко может случиться, что он постепенно будет становиться все более влажным без всякого внешнего повода. Это, прежде всего, отражается на способности прорастания ячменя; зерно легко плесневеет, потеря на дыхание увеличивается, а следовательно количество получаемого солода уменьшится.

Зрелые ячмени также следует сохранить таким образом, чтобы они теряли влагу; кроме того, зерну необходим приток кислорода для поддержания хотя бы и очень ограниченного дыхания. Потеря веществ при хранении должна быть незначительной, способность прорастания при этом должна повышаться.

Наиболее целесообразно хранить ячмень тонким слоем, чтобы по возможности увеличить поверхность. Только при этих условиях возможно достаточное испарение воды и приток кислорода.

Открытое хранение в закромах является лучшим и наиболее распространенным способом хранения зерна.

Для хранения его обычно используют верхние этажи солодовни, в которых имеется сильная воздушная тяга, что способствует хорошему испарению воды и обеспечивает достаточный приток кислорода. Само собой разумеется, что попадание в хранилище влажного воздуха или водяных паров недопустимо. Крыши должны быть безукоризненными, стены здания сухими; доступ водяных паров с тарелок или из варницы должен быть совершенно исключен. Кроме того, в таких высокорасположенных помещениях загрязнение пылью хранящегося зерна незначительно; передача зерна в нижние помещения для замочки и соложения осуществляется легко и без затрат.

Существенное значение имеет прочность пола хранилища; пол, кроме того, не должен иметь теплых, обогреваемых мест.

Пол для зерна часто делается деревянным, реже — из железобетона. К сожалению, деревянный пол всегда имеет много трещин

и щелей, что создает опасность скопления в них вредителей. В этом отношении бетон имеет преимущество; к тому же он гораздо прочнее.

Чтобы ускорить процесс созревания и высыхания, ячмень нужно хранить тонким слоем. Чем влажнее и чем свежее ячмень, тем тоньше должен быть слой.

В некоторых случаях следует начинать с очень незначительной толщины слоя засыпки (например, 50 см) и только постепенно, по мере высыхания ячменя, доходить до 1 м и выше. При этом необходимо постоянно следить за температурой ячменя, чтобы она не поднималась выше температуры окружающего воздуха и не наблюдалось сильного разогревания кучи за короткий промежуток времени. В таких случаях зерно необходимо немедленно перелопачивать и рассыпать более тонким слоем. Разогревание указывает на слишком высокую жизнедеятельность зерна, которую во что бы то ни стало необходимо понизить.

Однако, и при отсутствии такого опасного разогревания частое перелопачивание необходимо в интересах созревания и подсыхания ячменя. Только таким путем различные слои ячменя попадают на поверхность и в состоянии терять свою влагу. Иногда достаточно перелопачивать раз в неделю, в других случаях необходимо перелопачивать два или три раза; в этом отношении все зависит от местных условий. Если на заводе имеется пневматическая подача зерна, то при ее помощи проветривание и перелопачивание зерна осуществляется очень легко.

Перелопачивание имеет целью не только снижение температуры и изменение расположения слоев; оно необходимо также для проветривания и подсушивания ячменя и поэтому должно происходить только при определенных условиях.

Так как осушающим средством служит наружный воздух, то при перелопачивании окна должны быть открыты, чтобы получалась определенная воздушная тяга, которая уносила бы водяные пары. Кроме того, воздух, обдувающий перелопачиваемый ячмень, должен быть холодным. Однако, и этого мало. Воздух должен обладать известными свойствами, чтобы производить осушающее действие.

Здесь в первый раз мы сталкиваемся с проблемой влияния влажного воздуха на сололожение. Это влияние играет огромную, часто недооцениваемую роль во всех стадиях производства солода.

Воздух всегда содержит водяные пары. В главе о воде нами уже отмечалось, что $\frac{1}{4}$ земной поверхности покрыты водой. На поверхности каждого водоема происходит медленное испарение воды, которая в виде паров поднимается в воздух.

Содержание в воздухе водяных паров, в первую очередь, зависит от температуры воздуха. Воздух содержит тем больше водяных паров, чем он теплее; это — аксиома.

Так, воздух может содержать:

при 0° — 4,9 г водяных паров	} в 1 м³
20° — 17,3 „	
60° — 130,0 „	

Если воздух содержит максимальное количество воды, которое он может поглотить при данной температуре, то он является насыщенным в отношении водяных паров; его влажность достигает 100%. Но воздух не всегда имеет максимальное количество водяных паров, которое может в нем содержаться физически и теоретически.

Например, при 10° воздух может содержать максимум 9,4 г водяных паров. Если же воздух содержит, например, только 7,6 г, то его влажность вычисляется следующим образом:

$$9,4 : 7,6 = 100 : x = \frac{7,6 \cdot 100}{9,4} = 80,85 = 81\%$$

Таким образом, при 10° воздух, содержащий 7,6 г воды, является насыщенным на 81% водяными парами. Влажность воздуха выражают не в граммах, а в процентах, которые называют относительной влажностью воздуха. Она указывает, какой процент от максимально возможного количества воды содержится в воздухе при данной температуре.

$$\text{Относительная влажность} = \frac{\text{действительная влажность в граммах} \times 100}{\text{максимально возможная влажность в граммах}}$$

Меняющаяся при различных температурах способность поглощения воздухом водяных паров дает, таким образом, возможность при помощи воздуха как сушить, так и увлажнять. Все стадии производства солода чрезвычайно тесно связаны с этим свойством воздуха.

Ясное и точное представление о значении этой проблемы является основой для солодовщика. В этом отношении было сделано бесконечно много ошибок.

Следующие данные показывают влажность воздуха при различных температурах:

Насыщение воздуха водяными парами в % (относительная влаж- ность)	Содержание водяных паров (в граммах) в 1 м³ воздуха при различной температуре					
	10°	13°	14°	16°	18°	20°
50	4,7	5,3	6,0	6,8	7,7	8,6
60	5,6	6,4	7,3	8,2	9,2	10,4
70	6,6	7,5	8,5	9,5	10,8	12,1
80	7,5	8,6	9,7	10,9	12,3	13,8
90	8,5	9,6	10,9	12,2	13,9	15,6
100	9,4	10,7	12,1	13,6	15,4	17,3

Отсюда могут быть сделаны следующие выводы.

1. Чем теплее воздух, тем больше он поглощает водяных паров.

Например, при 10° 1 м^3 воздуха может поглотить 9,4 г водяных паров, а при 20° 1 м^3 воздуха может поглотить 17,3 г водяных паров, т. е. почти вдвое больше.

2. Если воздух нагревается без изменения начальной влажности, его относительная влажность падает, потому что способность к поглощению водяных паров повышается.

Например, при 12° и насыщенности равной 80% воздух содержит 8,6 г водяных паров в 1 м^3 . Если этот воздух нагреть, избегая его увлажнения, то он будет иметь насыщенность, равную только 50% влажности.

3. Если воздух охлаждается без изменения влажности, его относительная влажность возрастает, так как его способность поглощения водяных паров падает.

Например, воздух при 20° и 80% влажности содержит 13,8 г водяных паров в 1 м^3 . Если этот воздух охлаждается без доступа влаги до 18° , его влажность поднимается до 90%.

4. Если воздух охлаждается настолько сильно, что он больше не в состоянии удерживать водяные пары, то последние конденсируются в капельно-жидкой форме.

Например, воздух при 20° и насыщенности равной 90% содержит 15,6 г воды в 1 м^3 . Если этот воздух охлаждается до 10° , то при этой температуре при наивысшей насыщенности в 100% воздух может поглотить в 1 м^3 только 9,4 г. Таким образом из каждого кубического метра выделится $15,6 - 9,4 = 6,2$ г воды в жидкой форме. Этим явлением и объясняется запотевание стен и потолка помещений.

5. Воздушные массы различной температуры могут иметь одно и то же содержание влаги, но степень насыщения водяным паром у них будет различная.

Например, воздух при 10° и 90% влажности содержит 8,5 г воды в 1 м^3 . Приблизительно это же самое количество воды (8,5 г в 1 м^3) воздух имеет:

при 12° и 80% насыщения	
• 14° и 70%	•
• 16° и 60%	•
• 20° и 50%	•

Эти факты играют чрезвычайно важную роль во всех стадиях солодовенного производства, начиная с хранения зерна, искусственного подсушивания и кончая ращением и сушкой солода.

Явление подсыхания зерна при перелопачивании основано именно только на том, что воздух холоднее, чем осушаемый материал. Чем больше температурная разница между окружающим воздухом и подсушиваемым зерном, тем больше осушающий эффект.

Кроме того, окружающий воздух должен быть сухим, т. е. обладать низкой степенью насыщенности, чтобы он мог поглотить возможно больше воды.

Наружный воздух при 10° и относительной влажности в 50% будет высушивать лучше, чем если бы он при той же температуре имел 85% влажности. Поэтому не следует открывать окон во время дождя и тумана, так как при этих условиях воздух имеет 100% насыщения влагой и даже может быть пересыщен. Поэтому несколько более теплый воздух с меньшей влажностью сушит лучше, чем воздух более холодный, но более влажный.

Например, воздух при 12° и 50% относительной влажности сушит лучше, чем воздух при 10° и 90% влажности. В этом случае более холодный воздух способен поглотить меньшее количество водяных паров.

Температура зерна не должна превышать 18° , что является непереносимым условием подсыхания зерна при его перелопачивании; температура зерна в 20° и выше настолько ускоряет рост плесени, что за очень короткий промежуток времени она может сильно испортить зерно, прежде чем процесс подсыхания ячменя может воспрепятствовать ее развитию. Даже уменьшение толщины слоя зерна на $10—25$ см не может в этом случае помешать плесневению зерна. В таких случаях может помочь только немедленное искусственное подсушивание.

Таким образом, зерно в отношении влажности находится в постоянной связи с окружающим воздухом. Если в склад зерна проникает влажный воздух, то его влага поглощается зерном и, наоборот, сухой наружный воздух подсушивает зерно.

При правильном хранении зерна его влажность под влиянием поступающего воздуха не должна возрастать. Установить, требуется ли для зерна проветривание при определенной влажности и температуре внешнего воздуха, можно лишь при помощи соответствующих измерений влажности и температуры.

Для определения влажности воздуха в помещении и наружного воздуха пользуются специальными приборами (гигрометрами).

При несоблюдении всех этих условий в случае хранения в закромах больших количеств зерна, особенно весной, создается большая опасность его порчи. Масса зерна за зимний период промерзает и, следовательно, теплый, влажный весенний воздух при продувании его через зерно может настолько сильно охладиться, что часть влаги осядет на зерне в виде капелек росы и увлажнит его.

Хранение зерна россылью невыгодно тем, что требует много места, а также больших, хорошо проветриваемых помещений.

Обычно считают, что ячмень занимает следующую площадь:

При высоте слоя в 10 см на 100 кг	1,40 м ²
" " " " " " " " " "	20 " "
" " " " " " " " " "	50 " "

Независимо от величины площади такое размещение ячменя связано и с другими затруднениями. Вследствие этого, была испробована форма закрытого хранения или хранения в силосах.

Силосы представляют собой особого вида шахты, в которых зерно хранится толстым слоем. Силосы, в зависимости от количества зерна, предназначенного для хранения, могут иметь диаметр от 1 до 10 м и высоту от 10 до 30 м. Силосы, по сравнению с закромами, дают лучшее использование площадей; поэтому они все более и более внедряются в промышленность, в особенности, на больших заводах.

Однако, если хранение в силосах имеет большие преимущества, то при таком хранении чрезвычайно усложняется выполнение основных требований хранения зерна, а именно — возможность испарения воды и безпрепятственного поглощения кислорода.

При хранении в силосах должны применяться особые меры предосторожности, чтобы предупредить порчу зерна.

Затруднения при хранении в силосах тесно связаны с влажностью зерна и выражаются в том, что в этом случае значительно больше возможность сгoreвания, плесневения и приобретения затхлого запаха в зерне. Особенно неприятно то, что при хранении выделяются продукты обмена, как углекислота и вода, а также тепло.

Интересные и сложные вопросы, связанные с силосным хранением, здесь могут быть затронуты только вкратце¹.

Существенное значение имеет материал, из которого построен силос. Современная техника применяет для этого дерево, железо и бетон.

Дерево выгодно тем, что оно имеет плохую теплопроводность. Зерно хорошо защищается от температурных колебаний толстыми стенами. Кроме того, благодаря проницаемости дерево допускает также определенную циркуляцию продуктов обмена газов и паров, образующихся во время хранения зерна. Вследствие этого, значительно уменьшается опасность образования осадков на стенках силоса.

Для влажного ячменя деревянные силосы наиболее подходящи, так как дерево в состоянии поглощать из зерна влагу. Если зерно сухое, то соотношения становятся более неблагоприятными, потому что на зерно может оказывать влияние влажность наружного воздуха.

Недостатком дерева является его огнеопасность и трудность содержания в чистоте. Абсолютно невозможно так обстругать дерево, чтобы не было никаких царапин и трещин; кроме того, дерево усыхает. В образовавшиеся трещины набивается пыль, частицы шелухи и плесень, попадающая с зерна. Возможность развития животных вредителей, паразитов, мышей возрастает и может принять угрожающие размеры, а истреблять их крайне трудно. Про-

¹ Hoffmann, Das Getreidekorn, II Band: Die Getreidespeicher, 1916.

тив животных вредителей можно бороться только своевременной обработкой малодоступных мест ядовитыми газами, чтобы воспрепятствовать развитию потомства. Если же дератизация газом применяется, когда вредители уже развелись, то после отравления не удастся удалить их трупы и они будут издавать нестерпимый запах.

Железные силосы имеют целый ряд преимуществ. Они требуют незначительного количества материала, постройка их сравнительно проста и они дают большое использование площади. Недостаток железных силосов заключается в невозможности циркуляции продуктов обмена зерна. Кроме того, они обладают большой теплопроводностью и тем самым создается опасность образования осадков на внутренних стенках силоса, что приводит к образованию ржавчины на поверхности зерна, прилегающей к стенам. В результате возможно сильное растрескивание зерна в силосе.

Водяные пары, появляющиеся между зернами, осаждаются на колодной железной стене в виде росы. Зерно около стен становится более влажным, обмен веществ усиливается, и зерно начинает прорастать. Полное прорастание всего силоса в таком случае только вопрос времени. Железные силосы требуют, кроме того, хорошей изоляции, во избежание промерзания зерна.

Бетонные силосы вытесняют все другие материалы, и силосы для ячменя и солода из железобетона чаще всего встречаются на больших пивоваренных заводах. Новые хранилища должны быть предварительно хорошо высушены перед загрузкой зерна.

Прежде всего, ячмень, предназначенный для силосного хранения, не должен быть влажным; желательно иметь ячмень с влажностью около 12%, что является границей устойчивости в отношении хранения. Разумеется, в ячмене не должно быть никаких влажных примесей, из которых оно может поглощать влагу. Если зерно влажное, всегда имеется опасность прорастания и разотривания. Вследствие этого, открытое хранение свежежатаго зерна должно предшествовать хранению в закрытых силосах. В Германии климатические условия во время жатвы только в редкие годы бывают таковы, что полное созревание зерна происходит целиком на поле¹. Большой частью зерно созревает только при хранении. Во время созревания изменяющиеся коллоидные составные части зерна теряют воду, и зерно сморщивается. В открытых закромах выделяющаяся влага может легко испаряться, что невозможно в закрытых силосах.

Неправильно при перекачке загружать зерно в тот же самый силос; силосы необходимо менять. Кроме того, зерно не должно иметь высокой температуры. Подсушенный ячмень должен охлаждаться перед загрузкой в силос.

¹ Климатические условия в СССР, в районах разведения пивоваренного ячменя, обеспечивают полное созревание ячменей, на что было в свое время указано проф. В. И. Диниш. (Прим. ред.).

Особая осторожность требуется при работе с железными силосными шахтами, так как даже незначительная влажность действует очень вредно, и при низкой внешней температуре стены могут покрыться влагой, вследствие чего ячмень будет прорастать.

При хранении в силосах во всех случаях необходима периодическая перекачка зерна; она должна происходить тем чаще, чем больше содержание влаги в зерне, чем выше слой и чем выше температура внешнего воздуха. Перекачка производится большей частью путем комбинирования вертикальной и горизонтальной передачи. Обычно ячмень сначала поступает на бесконечную ленту, далее при помощи шнека — на ковшевой элеватор и, таким образом, перекачивается в закром или в другой силос.

Очень выгодно при этом, применять пневматическую передачу. Перекачка одновременно является проветриванием ячменя. Чтобы сделать проветривание еще более интенсивным, ячмень рационально пропустить через аппарат для предварительной очистки или же проветривание осуществить при нижней вентиляции.

Свежесжатый, еще довольно влажный ячмень при закрытом силосном хранении никогда не может достигнуть нормального зрелого состояния, обеспечивающего его устойчивость при хранении, так как необходимое подсушивание в силосах не может быть достигнуто. Поэтому свежий ячмень нельзя сразу загружать для хранения в силосы, так как проветривание ячменя происходит с большим трудом, и попытки вертикального продвигания толщи ячменя дали неудовлетворительные результаты. Сопротивление столба ячменя слишком велико, и поэтому проветривание становится неравномерным.

Но проветривание ячменя во время созревания и хранения в настоящее время значительно более необходимо, чем раньше, так как состояние зрелости сырого ячменя по сравнению с прежним значительно ухудшилось.

Поступающий на заводы ячмень, по сравнению с прежними годами, менее зрелый, так как он обмолачивается и поступает на заводы немедленно после жатвы. Прежде ячмень выдерживали до декабря или ноября в снопах или в скирдах, где он мог хорошо вызреть, и пивовары получали материал, пригодный для немедленного соложения. Если же рано смолоченный ячмень подвергается неправильному хранению, то качество его ухудшается, он значительно труднее солодится, и процессы приращения будут иные. Кроме того, часто приходится считаться со сравнительно сырыми годами, и при недостаточном проветривании становится совершенно невозможным создать для местных ячменей такие условия хранения, чтобы они могли быть пущены на соложение в начале кампании.

С другой стороны, теперь стало еще более необходимым хранить сразу большие количества ячменя. Предприятия, благодаря концентрации производства, укрупняются и требуют зернохрани-

лиц больших размеров. Независимость от рыночной конъюнктуры стала еще более важной, чем раньше.

Таким образом, силосное хранение приобретает все большее значение, в то время как состояние поступающего ячменя, наоборот, становится все более неблагоприятным для такого хранения.

К счастью, вопрос о проветривании зерна в силосах был своевременно разрешен при помощи силосов с проветриванием. Они допускают проветривание ячменя без перекачки, посредством продувки воздуха через всю толщу зерна при помощи воздушных каналов, рационально устроенных на определенном расстоянии в стенах силоса. Благодаря этому, стало возможным продувание столба ячменя в поперечном направлении на высоте различных слоев. При таком способе проветривания в силосах могут сохраняться без всякой опасности влажные ячмени; во время хранения происходит непрерывная потеря влаги и приток кислорода, а способность прорастания сохраняется и даже увеличивается.

Устройство воздушных каналов показано на рис. 11.

Силосная яма, построенная из железобетона, имеет квадратное или прямоугольное сечение. В одном углу квадрата во всю длину силоса проходит вертикальный канал, который служит для притока воздуха. В противоположном углу проходит второй канал, который также тянется во всю высоту силоса; через этот канал воздух выводится наружу. На определенных расстояниях, приблизительно около 25 см от главных каналов, расположенных в углах силоса, вдоль прилегающих стен проходят горизонтально расположенные боковые каналы, в которые поступает воздух из подводящего канала. Каналы устроены так, что они вверху открываются по направлению к внутренней части, а внизу — к наружной стороне силоса. Воздух поступает в ячмень через главный канал и одновременно через боковые каналы, а с противоположной стороны выходит через выпускной канал. Таким способом ячмень продувается в поперечном направлении. Пропитание воздуха в ячмень облегчается тем, что между ячменем и боковыми воздушными каналами образуется небольшое промежуточное пространство. Благодаря этому возможно соприкосновение воздуха с более широкой поверхностью, и воздух проходит сквозь слой зерна. Потребность в воздухе очень значительна. Опыты показали, что при таком способе происходит достаточное проветривание всей толщи зерна. Для проветривания пользуются наружным воздухом. Высушивание зерна возможно лишь в том случае, если воздух холоднее и суше чем ячмень, т. е. в этом смысле существуют определенные ограничения для его применения. Поэтому во влажных районах во время тумана или дождя пользоваться внешним воздухом невозможно; ячмень в силосе может проветриваться только в сухие холодные дни.

Опыты показали, что в такие дни можно не только проветривать ячмень, но и подсушивать. Силосы с проветриванием приоб-

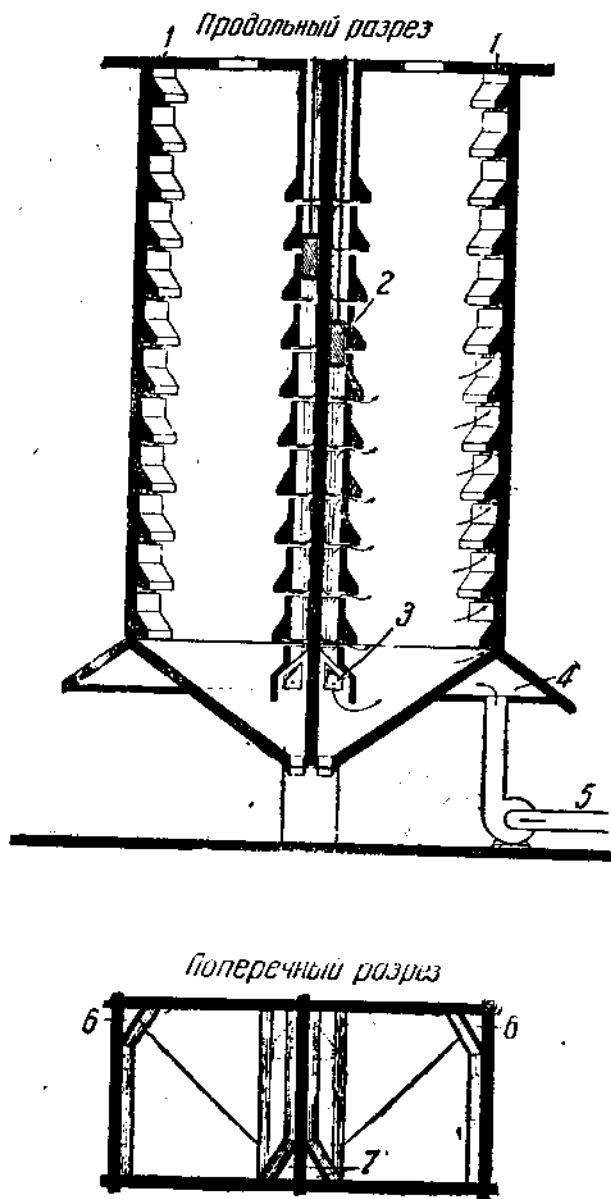


Рис. 11. Схема силоса с проветриванием (по Ранку).

1—исходящий воздух, 2—подвижной запор, 3—входящий воздух, 4—подача воздуха, 5—наружный воздух, 6—канал исходящего воздуха, 7—канал входящего воздуха.

ретают в таких случаях значение сушильных аппаратов, и этим самым значительно повышается их ценность для хранения ячменя.

Влияние воздуха на подсушивание ячменя в силосах будет подробнее разобрано в разделе о подсушивании ячменя.

Хранение ячменя толстым слоем имеет значительные преимущества, как показали сравнительные опыты хранения больших партий ячменя в силосах и в открытых хранилищах.

ИСКУССТВЕННОЕ ПОДСУШИВАНИЕ ЯЧМЕНЯ

В тесной связи с хранением ячменя находится его искусственное подсушивание. В разделе о хранении ячменя уже указывалось, что содержание влаги в зерне играет решающую роль. Следовательно, задача состоит в том, чтобы для хранения получить в зерне наиболее благоприятное количество влаги, при котором дыхание ячменя становится незначительным и не отражается вредно на его жизнеспособности. Ячмень с низким содержанием влаги имеет целый ряд преимуществ: возрастает устойчивость его в отношении хранения; сохраняется способность прорастания; уменьшается дыхание, и потеря при этом понижается до минимума; создаются неблагоприятные условия для развития плесени; сохраняется большое количество ценного вещества; расходы на транспорт и хранение, а также производственные расходы уменьшаются. Кроме того, можно раньше начать соложение, что делает завод независимым от импортного сырья. Таким образом, вопрос содержания влаги имеет экономическое, техническое и биологическое значение.

Поэтому, чтобы воспользоваться теми преимуществами, которые дает сухой ячмень, искусственное подсушивание зерна весьма желательно. Осторожное подсушивание отчасти компенсирует недостаток солнечной теплоты и выравнивает до некоторой степени неблагоприятные метеорологические и климатические соотношения. Зерно, которое искусственным путем было правильно подсушено, легче сохраняется и меньше портится, чем зерно, которое вначале не достигло сухого состояния и не могло своевременно созреть по-настоящему. Понятно, что при подсушивании имеют в виду не только исключительно удаление излишней влаги и не это считают самым существенным; решающим здесь являются те внутренние изменения, которые происходят в зерне во время медленного его подсушивания.

Искусственное подсушивание ячменя, однако, должно вестись при соблюдении целого ряда мер предосторожности, так как ячменное зерно представляет собой живой организм, чувствительный к внешним влияниям. Многочисленные исследования показали, что улучшение прорастаемости связано исключительно с подсушиванием зародыша.

Ячмень должен достигнуть, прежде всего, определенной степени зрелости¹ ранее, чем подвергнуться подсушиванию. Невыгод-

¹ Kiessling, Z. 1906, S. 304.

но молотить после жатвы и затем непосредственно, сразу же подсушивать, так как хотя такой материал и может хорошо сохраняться, но для соложения он непригоден. Если ячмень при этом еще недостаточно зрел, искусственное подсушивание может вызвать в нем серьезные повреждения, потому что подсушивание не может замнить недостаточное созревание. Часть зародышей от нагревания погибает или ослабляется; в других зернах может начаться даже процесс прорастания, который затем быстро прекратится. В общем лучше всего, если в ячмене перед молотбой в течение определенного времени могут протекать ферментативные процессы, и только затем уже он будет подвергнут искусственному подсушиванию. Как преждевременное, так и запоздалое подсушивание нецелесообразно. Ферментативные процессы, т. е. дозревание на корню, протекают более благоприятно, чем после молотбы. Прошлогодный ячмень при некоторых условиях можно пропустить второй раз через сушилку.

Подсушивание в особенности затрудняется тем, что ячмень имеет оболочку, которая малопроницаема для водяных паров. Ячмень должен долго оставаться в сушилке и подсушиваться очень медленно. Трудность подсушивания возрастает с увеличением количества высушиваемого материала. В срок меньше часа совершенно невозможно снизить содержание влаги в зерне с 20% до 15%, не повредив качества зерна.

Вторым условием является то, что ячмень после подсушки должен достигнуть определенной влажности.

Если содержание влаги будет ниже 10%, то ячмень теряет свою конституционную воду и утрачивает всхожесть. Только при силосном хранении можно снизить содержание воды до 10%; при обычном же хранении в закромах подсушивание ведут до 12%.

Целесообразно сушить только очищенный ячмень. Иначе вместе с ячменем приходится высушивать все примеси, которые часто сохнут значительно труднее; кроме того, существует целый ряд сушилок, в которых примеси значительно снижают эффект подсушивания.

Непременным условием всякого подсушивания является полное устранение источников водяных паров из окружающей атмосферы и немедленное удаление образующихся из ячменя паров воды. Это может быть достигнуто только при помощи больших количеств воздуха.

Технически подсушивание может осуществляться различными способами:

- 1) при помощи водоотнимающих средств;
- 2) нагреванием ячменя, или вернее, пропусканием нагретого воздуха;
- 3) охлаждением ячменя путем пропускания холодного воздуха.

Относительно всех этих способов необходимо сказать следующее.

Подсушивание при помощи водоотнимающих средств на практике себя не оправдало и при больших количествах невозможно, поэтому оно исключается.

Подсушивание зерна нагреванием до сих пор является наиболее распространенным способом. Почти все аппараты представляют собой сушильные приборы, работающие теплым воздухом. При подсушивании снова мы сталкиваемся с проблемой влажности воздуха в том же разрезе, как при перелопачивании ячменя в закромах.

Принцип подсушивания ячменя подогреванием заключается в том, что через высушиваемый ячмень пропускается подогретый воздух. Благодаря этому, воздух в состоянии поглотить больше воды. Таким образом, теплый воздух поступает с незначительной относительной влажностью в ячмень, нагревает его и подсушивает благодаря своей способности поглощать воду.

При таком способе подсушивания нагреванием большие затруднения связаны с тем, что ячмень чувствителен к высокой температуре. Если перейти определенную температурную границу, страдает способность прорастания ячменя и изменяется процесс образования и активность ферментов; кроме того, высокая температура влияет на цвет и запах ячменя. Для подсушивания обычно применяется температура не выше $40 - 50^{\circ}$, если не хотят повредить ячмень.

Эта чувствительность ячменя к высокой температуре и его сравнительно высокая потребность в воде представляют собой наибольшие затруднения при подсушивании с подогреванием.

Принцип подсушивания с применением тепла, как известно, заключается в том, что повышается упругость водяных паров зерна, благодаря чему она становится выше, чем упругость паров окружающего воздуха. Чем больше эта разница, тем быстрее само по себе происходит обезвоживание, так как пары с большей упругостью стремятся перейти в среду с более низким давлением пара.

Таким образом, скорость и полнота обезвоживания увеличивается с повышением температуры ячменя и со скоростью удаления образующихся водяных паров. Но так как при подсушивании ячменя температура не может быть повышена сверх 50°C , то не может быть повышена и упругость паров до любой величины; поэтому разница между упругостью пара в зерне и окружающего воздуха никогда не может быть значительной.

Кроме того, разница между давлением пара в зерне и в окружающем пространстве понижается вследствие высокой потребности ячменя в воде¹.

Ячмень с 13% воды при 14° в отношении упругости пара находится в равновесии с окружающей средой, относительная влажность которой 58%. Воздух с 60% относительной влажности уже будет отдавать воду ячменю.

¹ Hoffmann, Getreidekorn, II Band, S. 686.

Если влажность воздуха больше, то ячмень будет поглощать воду. Следовательно, разница между упругостью паров в зерне и окружающей среде значительно меньше, чем в других процессах высушивания.

При подсушивании ячмень становится теплым, и поэтому после подсушки он должен быть охлажден. В особенности желательно, чтобы ячмень приходил в соприкосновение с горячими железными частями сушилки.

Последний способ подсушивания ячменя заключается в пропускании через ячмень холодного воздуха. Этот вид подсушивания, как уже упоминалось, до сих пор применялся только в единичных случаях, но, повидимому, такой способ в будущем будет играть значительную роль¹.

Принцип подсушивания холодным воздухом не отличается от принципа подсушивания теплым воздухом.

Холодный воздух (около 5°) согревается, проходя сквозь слой ячменя, и становится, благодаря этому, способным поглощать воду и действовать осушающим образом. Это происходит совершенно так же, как если бы мы нагрели воздух до 40° и пропустили его через зерно. Разница состоит в том, что в одном случае ячмень охлаждается, в то время как в другом случае он должен нагреваться до 40°. Охлаждение зерна дает большие преимущества. Прежде всего, избегается нагревание зерна при продувании воздуха, что само по себе является несколько неестественным, и не требуется охлаждения зерна до нормальной температуры после нагревания до 40°. Кроме того, охлаждение зерна до 5—6° оказывает консервирующее действие.

В общем, можно принять, что ячмень при низкой температуре лучше и легче прорастает², чем при высокой. Опыты дают в среднем следующие результаты:

Температура	30—32°	20°	12°	6°
Процент проросших зерен	0	12—15	40—90	95—100

Таким образом, ячмени при холодном хранении имеют лучшую способность прорастания, чем при теплом хранении. Однако, систематически этот вопрос еще недостаточно проработан.

Одно из больших преимуществ холодного хранения заключается в том, что вредители зерна при низкой температуре переходят в состояние анабиоза, которое при большой продолжительности приводит к смерти или, по меньшей мере, препятствует размножению.

Между прочим, это также дает возможность сохранить ячмени до следующей кампании без уменьшения их способности прорастания.

¹ Dr. H. Thiel, Getreidelagerungsversuche in Gefrierräumen, Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1892.

² O. Mumerati, Compt. rend. de l'academie des sciences, 1925, 181. 1081.

Как показали опыты, ячмени при холодном хранении, даже после длительного хранения, имеют нормальные свойства и всхожесть. Так как в зерне при этих условиях не может происходить никаких биологических процессов, перекачка в другой силос требуется только через очень большие промежутки времени. Не рекомендуется только хранить влажное зерно, так как развитие некоторых плесеней не вполне останавливается даже при температуре около 5°.

В соответствии с развитием техники сушки в настоящее время пока почти исключительно применяются сушилки, в которых пользуются подогретым воздухом.

В качестве сушильных аппаратов используются или имеющиеся в каждой солодовне овины для сушки солода, или же особые сушилки специальной конструкции. Применение сушилок для подсушивания ячменя выгодно потому, что топка и сушильное помещение составляют одно целое и обладают небольшой поверхностью. Однако, использование площади недостаточно, потому что зерно, лежащее на решетках, нерационально понижает естественную тягу.

Первое условие при этом — вести сушку медленно и при низкой температуре. Иначе может возникнуть ряд серьезных затруднений. Оболочки будут отделяться от зародыша и отрываться с боков, способность прорастания зерна при этом может сильно пострадать. Подсушивание на овинах небезопасно и должно производиться поэтому с очень большой осторожностью.

Толщина слоя устанавливается в зависимости от тяги; при хорошей тяге она может быть 20 — 25 см. Время сушки 10 — 12 час. при 45°.

Специальные сушилки для ячменя характеризуются компактной конструкцией, требуемой экономическими соображениями. Сушка производится или непосредственно точечными газами или при помощи нагретого воздуха. Последний способ наиболее распространен.

Конструкция сушилок очень разнообразна: есть сушилки с вентиляторами, жалюзные, с сушкой на ситах, на наклонных плоскостях, лоточные сушилки, полотенные, барабанные и вакуумсушилки. На солодовнях немногие из этих сушилок находят применение.

Сушилка системы Кронфа представляет собой камеру, дно которой образуется из двух решеток, имеющих наклон в 40°. В самом глубоком месте обе решетки соединяются и образуют регулируемое отверстие, ведущее к пнеку. Зерно подается с обеих сторон при помощи отверстий, которые находятся в боковой стенке сушилки. Впускные отверстия расположены в три ряда друг над другом. Работа производится таким образом, что сперва через самое нижнее отверстие спускают на поверхность решетки слой

ячменя, который нагревается теплым воздухом, просасываемым сверху вниз. Когда этот слой ячменя нагрет до 40° , через следующее выпускное отверстие опускают в аппарат следующий слой ячменя, который ложится уже на нагретый слой. После того, как этот слой достигает 40° , таким же путем опускают третий слой. Самый нижний слой имеет толщину в 40 см, верхний — в 20 см. Просасываемый воздух нагревается специальным калорифером приблизительно до 60° , проходит сверху через аппарат, нагревает зерно и высасывается вентилятором сквозь решетки.

Сушилка разгружается при помощи шнека. Сушка длится 2 — 3 часа. В зависимости от количества испаряемой воды, дают два или три слоя. Аппарат может быть также использован для охлаждения подсушенного ячменя, причем вместо горячего воздуха через аппарат просасывают обыкновенный воздух. Особенность сушилки Кропфа заключается в том, что подвергающийся сушке материал лежит спокойно и неподвижно.

Следующая система, которая имеет значительное распространение, это — сушилки Топфа.

Сушилка состоит из отдельных составных элементов, которые могут быть соединены в любом количестве. Над сушильной колонкой устроено приспособление для впуска, которое производит равномерное распределение материала.

Подвергающийся сушке материал непрерывно подается по закрытому железному резервуару, имеющему форму шахты, равномерными слоями, и по пути пересекается сильной струей воздуха. Слои различных высот при этом одинаково уплотняются. Наиболее влажное зерно — самый верхний слой — соприкасается с самым теплым сухим воздухом. Температура зерна на всем протяжении пути возрастает очень незначительно. Кроме того, зерно при выпуске подвергается автоматическому охлаждению, и поэтому специального охлаждения не требуется. Заслуживает внимания то, что подаваемый воздух и зерно движутся через аппарат в одном и том же направлении.

Нагревание подаваемого воздуха происходит в калорифере при помощи свежего или отработанного пара.

В каждом элементе нагретый воздух уходит с противоположной стороны при помощи отсасывания.

На рис. 12 показана схема сушилки Топфа для часовой производительности в 500 кг. Она состоит из сушильной шахты, выпускного отверстия, 2-х сушильных элементов, нагревательного приспособления, эксгаустера и соединительных трубопроводов.

Следующим типом сушильного аппарата, применяемого в пивоваренном производстве, является сушильный барабан Фрейнда¹. Он устроен по типу солодовенных барабанов той же фирмы. Подаваемый воздух поступает через отверстия каналов в кожухе

¹ Lang, Z. 1913, S. 788; Windisch, W. 1917, S. 405; Hoffmann, W. 1913, S. 460.

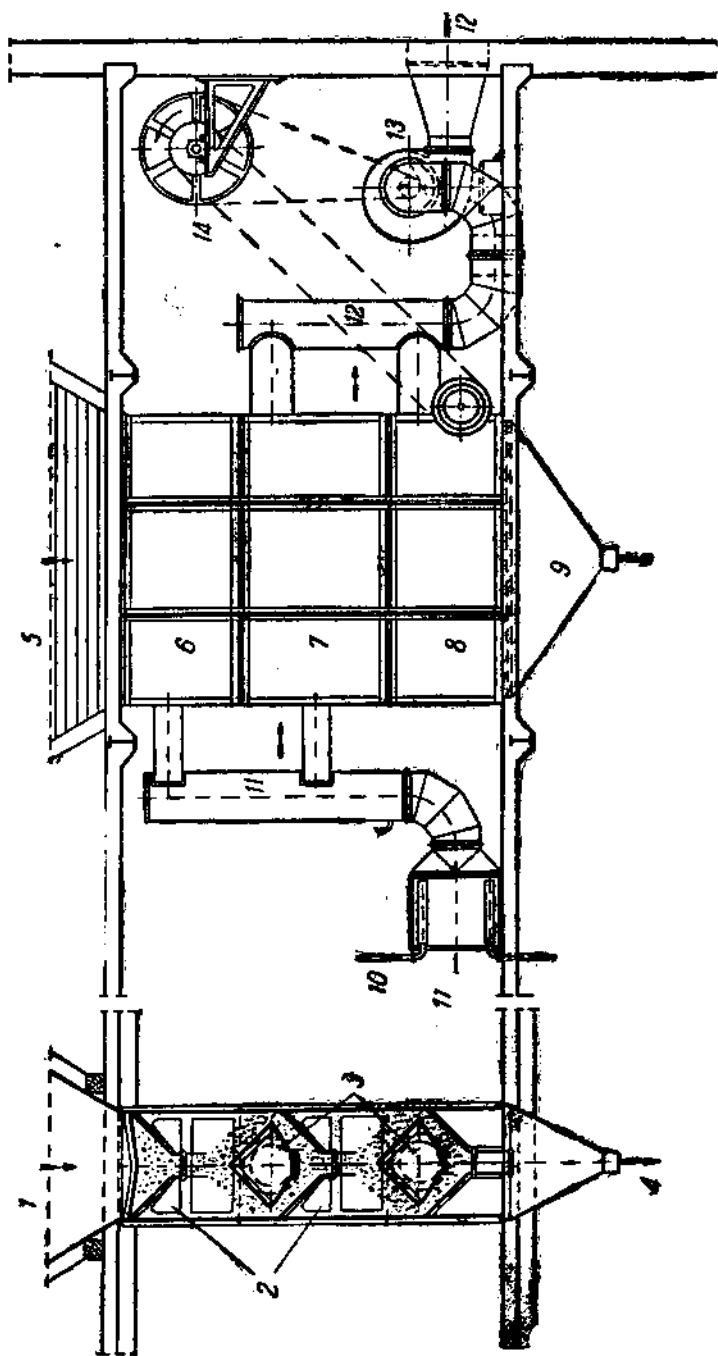


Рис. 12. Сушилка для ячменя системы Топфа:

1—поступление ячменя, 2—подача горячего воздуха, 3—подоконный люк, 4—спусковой люк, 5—впускное отверстие для подсушиваемого материала, 6—загрузочный ящик, 7—среднее отделение, 8—выход сухого ячменя, 9—паровой нагрев, 10—входной воздух, 11—исходящий воздух, 12—привод, 13—вентилятор и 14—привод.

барабана (рис. 26, см. стр. 224) сквозь слой ячменя в центральную трубу с отверстиями, всасывающую воздух. Вентилятор, присоединенный непосредственно к барабану, вытягивает воздух наружу через пылевую камеру, где оседают захваченная пыль, частицы оболочек и т. п. Очистка воздуха перед выходом его наружу происходит при помощи воды, тонко распыляемой в пылевой камере.

Такая установка приемлема только в том случае, если улавливание пыли происходит в замкнутом железном аппарате с отводной трубой (циклон). Иначе каменные стены поглощают влагу и снижают производительность сушилки.

Нагревание подаваемого воздуха может происходить различными способами. Иногда пользуются теплом от нагревательной батареи, которая может питаться свежим, отработанным или отбренным паром; или же от нагревательного приспособления с непосредственным подогревом, откуда топочные газы проходят по железным трубам, которые нагревают подаваемый воздух.

Вверху сушильного барабана имеется бункер, равный емкости барабана и вмещающий во время высушивания следующую загрузку. Под барабаном устроен бункер такой же величины, в котором может охлаждаться высушенный ячмень при помощи проветривания перед передачей в хранилища.

В зависимости от содержания влаги в ячмене, длительность сушки достигает около 8 час., включая загрузку, и следовательно, в течение дня могут быть сделаны три загрузки. Барабан строится емкостью до 17 000 кг; таким образом, подобная установка может давать ежедневно около 50 000 кг ячменя. Большая производительность достигается установкой нескольких аппаратов.

Стоимость подсушивания теплым воздухом колеблется, в зависимости от количества испаряемой воды, от той легкости, с которой ячмень отдает воду, от температуры и влажности воздуха, а также от различных местных дополнительных расходов на топливо, силу и материалы. Кроме того, эксплуатационные расходы разных сушилок различны.

Ячмень, подсушенный нагреванием, ни при каких обстоятельствах не должен поступать сразу на замочку; сначала он должен быть подвергнут выдержке в течение некоторого времени и многократной перекачке, несмотря на некоторую опасность вторичного поглощения влаги. Высушенное зерно, во избежание порчи во время хранения, должно быть правильно охлаждено.

Для сушки холодным воздухом не существует особых аппаратов. Единственным применяемым здесь аппаратом является силос с проветриванием (стр. 93), так как он допускает сравнительно легкое и равномерное холодное продувание всей толщи ячменя. Холодное проветривание является, так сказать, искусственной имитацией прежнего вымораживания ячменя, которое, повидимому, особо благоприятно действует на рано вымоченные ячмени. В этом случае силос становится сушильным аппаратом. При достаточном охлаждении подаваемого воздуха значительная

часть содержащейся в нем влаги конденсируется, благодаря чему получается не только холодный, но и сухой воздух, который особенно пригоден для обработки зерна. Такие же условия имеются в силосах с проветриванием зимой, если зерно во время энергичного проветривания приняло температуру в $3-4^{\circ}$. Весной проветривание, конечно, производят только в том случае, если можно избежать порчи зерна, вследствие образования росы. Очень часто при работе с силосами, имеющими приспособление для проветривания, во время теплой весенней погоды зерно проветривается внешним воздухом. Результатом этого является быстрое появление затхлого запаха. Хранение и консервирование больших количеств зерна при низкой температуре в амбарных постройках типа холодильников возможно было бы очень простым способом.

Консервирование при низкой температуре создает затруднения только при транспортировке холодного зерна, так как во время теплой погоды происходит его запотевание и порча. Поэтому применение низких температур ограничивается только местами переработки зерна, т. е. заводами.

Источником получения холодного воздуха являются холодильные компрессоры или твердая углекислота (сухой лед).

Производительность холодильных машин должна быть так рассчитана, чтобы возможно было, по крайней мере, охладить полностью один силос. Вся система силосов при помощи труб включается в общую систему охлаждения. Если один силос достаточно охлажден, то охлаждают второй и т. д. Холод сохраняется сравнительно очень долго; в особенности целесообразно предпринимать охлаждение весной, если содержимое силоса начинает согреваться.

В Америке недавно стали пользоваться для охлаждения брикетами из твердой углекислоты, которые себя хорошо зарекомендовали в качестве замены льда при перевозке в специальных холодильных вагонах легкопортующихся продуктов. Технически охлаждение зерна в силосах, при помощи сухого льда до температуры, исключающей возможность плесневения зерна, не вызывает затруднений. Воздух в силосах при этом будет вытеснен углекислотой. В результате консервирование было бы вызвано низкой температурой и удалением кислорода воздуха¹. Можно считать, что в Германии имеется достаточное количество твердой углекислоты; поэтому использование углекислоты, как средства для охлаждения, практически кажется очень ценным, и в нем заинтересована промышленность².

Холодное подсушивание при существующих соотношениях пока еще экономически уступает тепловому подсушиванию, так как оно дороже. Пивоваренные заводы располагают холодильными

¹ Dr. K. Seidel, Z. f. d. ges. Getreidewesen, 1928.

² Этот вопрос является вполне актуальным и в условиях Советского Союза, тем более, что углекислота и сухой лед в настоящее время получают на некоторых пивоваренных заводах или из дыма или улавливанием при брожении. Сухоледные установки у нас также в настоящее время освоены. (Прим. ред.).

машинами, но на заводах, вырабатывающих исключительно солод, необходимо было бы сперва установить холодильный компрессор, что во многих случаях — в частности на больших заводах — может окупиться.

Кроме подсушивания было сделано предложение искусственно обдирать ячмень, вернее, более или менее полировать шелуху. Таким путем пытались достигнуть более быстрого прорастания ячменя, повысить энергию прорастания и выхода, а также смягчить вкусовые свойства пива. Часть шелухи удаляется полировкой (отход 1—3%), ячмень очищается и замачивается. Но эта мера себя не оправдала, так как здесь наблюдаются ненормальные явления в процессе замочки и в развитии зародышевого листка, увеличиваются работы на току и сушка должна производиться с особой осторожностью.

ЖИВОТНЫЕ И РАСТИТЕЛЬНЫЕ ВРЕДИТЕЛИ ЯЧМЕНЯ

Кроме тех опасностей, которые создает более высокая влажность при хранении ячменя, приходится сталкиваться еще с целым рядом зерновых вредителей, которые различными способами могут вызывать тяжелые повреждения ячменя. Эти вредители или поселяются в зерне на поле, или же поражают ячмень только при хранении. Вредители, которые появляются в зерне еще на корню, представляют собой растительные паразиты, как головня, ржавчина и спорынья.

Спорынья разрушает завязи ржи, ячменя и пшеницы, причем завязь принимает совершенно необычную форму. Спорынья, благодаря своей крайне различной величине, очень часто переходит в солод, несмотря на чистку ячменя, и выделяет нежелательные вещества. Другой грибок *Cladosporium herbarum* вызывает потемнение кончиков ячменя. Кроме того, на ячмене встречаются споры головки, которые очень часто проникают в затор и сусло, и даже в бочечный отстой, и могут быть обнаружены микроскопически.

Вредители, появляющиеся при хранении, имеют более серьезное значение; они относятся к насекомым, к группе жуков и бабочек. В первую очередь надо упомянуть черного долгоносика (*Calandra granalia*), называемого амбарным долгоносиком; он поражает как ячмень, так и солод.

Самки кладут яички в едва заметные отверстия в зерне; вылупившаяся из яйца личинка пожирает содержимое зерна до превращения в куколку, что происходит здесь же. Образовавшийся из куколки жучок вылезает через пробурванное в кончике зерна отверстие, которое имеет ширину около 1 мм.

В продолжение своей жизни долгоносик питается хлебными зернами, которые он особенно охотно поедает на поврежденных местах, и постепенно их выедает. Долгоносик предпочитает темные и теплые места и скапливается в кучах на теневой стороне.

Долгоносики встречаются в ячмене независимо от его возраста и влажности. Поражение зерна долгоносиком можно определить по присутствию жучков. Обнаружить в зерне присутствие личинок долгоносика очень трудно. Жучки становятся заметными, если зерно перелопачивают, освещают или нагревают.

Если при приемке обнаруживается присутствие долгоносиков, то лучше от такого зерна отказаться. Если долгоносики появились, их очень трудно уничтожить.

Особенно часто долгоносики заносятся с пароходов.

Средства, обычно употребляемые для истребления вредителей, могут быть или механическими или химическими. К первым относится частое перелопачивание, пропускание зерна через чистильные аппараты для удаления вредителей, накрывание ячменя войлоком или мешками для того, чтобы заставить долгоносиков в них переселиться, а потом их сжечь. Весной стены закромов можно покрывать дегтем, к которому прилипают долгоносики. Иногда пытаются вымаривать долгоносиков голодом, оставляя закрома пустыми на лето; затем закрома основательно очищают и дезинфицируют.

Химические средства для истребления вредителей имеют гораздо большее распространение.

Анилиновое молоко представляет собой смесь 1 л анилинового масла с 15 л воды, напоминающую по виду молоко. Этим раствором можно дезинфицировать стены и пол в местах для хранения зерна. Анилиновое молоко и его пары ядовитые, поэтому не следует долго задерживаться в только что дезинфицированных помещениях. Анилиновое молоко не обладает взрывчатыми свойствами и не огнеопасно.

Сильно действующим средством является также сероуглерод, но, к сожалению, применение его небезопасно. Сероуглеродом можно обрызгивать стены и мешки или же установить плоские сосуды с сероуглеродом. Образующиеся при испарении пары осаждаются на зерне, так как они тяжелее воздуха. Недостатком сероуглерода является его большая огнеопасность и взрывчатость. Слишком длительное действие паров неблагоприятно отражается на способности прорастания зерна. Поэтому солод нельзя обрабатывать сероуглеродом.

Хорошие результаты дает применение эрила (Eryl), арегнала (Areginal) и гродила (Grodyl).

Арегинал¹ представляет собой тяжелую прозрачную ясидкость, которую помещают для испарения в плоские чашки. Применяется в концентрациях 1:10 000, т. е. 1 л арегнала достаточно для окуливания 10 м². Действие газа должно продолжаться в течение 12—24 час.; в некоторых случаях достаточно 6—8-часового действия. Во время окуливания все помещения герметически закрываются.

¹ Dr. L. Frickinger, Heft 45 der. Umschau, Wochenschrift für die Fortschritte in Wissenschaft und Technik.

Арегинал не оказывает никакого вредного действия на зерно, хотя он горит (необходима осторожность с открытым пламенем), но не взрывает и безопасен для людей и животных.

После окуливания арегиналом рекомендуется, перед загрузкой нового зерна, покрыть стены, потолок и пол зернохранилищ безопасным препаратом гродилом. Самое лучшее опрыскивать смесью 1 части гродила с 9 частями разведенного известкового молока. Для обработки площади в 40—45 м² достаточно 1 кг гродила или 10 л раствора гродила в известковом молоке. Через 12—24 часа кладут кучу зерна без долгоносиков; если через несколько дней в куче долгоносики не обнаруживаются, помещение для хранения можно считать свободным от вредителей.

Применение отравляющих газов возможно только в пустых помещениях и только в том случае, если они бетонные. Во всяком случае работа с ядовитыми газами требует большой осторожности.

Совершенно так же, как амбарный долгоносик, ведет себя рисовый долгоносик (*Calandra oryzae*). Кроме того, не меньшую опасность для зерна представляют и другие зерновые жуки (*Silvanus*, *Tribolium*, *Tenebrio*). Борьба со всеми жуками одинакова. Из бабочек (мотыльков) опасны при хранении зерна только некоторые из семейства молей и огневки. В особенности опасна зерновая моль, которая может причинить большой вред ячменю.

ИЗМЕНЕНИЯ ЯЧМЕНЯ ПРИ ХРАНЕНИИ

При хранении ячмень изменяется прежде всего в весе.

Некоторая потеря веса неизбежна, так как во время хранения ячмень теряет воду и становится соответственно легче. Большей частью это связано с незначительной потерей и в объеме.

Состав сухого вещества ячменя также претерпевает изменения, так как во время хранения зерно дышит. Даже, если это дыхание ограничено до минимума, все-таки оно неизбежно. Энергия дыхания сильно зависит от влажности ячменя. Чем суше ячмень, тем незначительнее его жизнедеятельность.

По опытам, проведенным в больших продовольственных хранилищах, потери бывают приблизительно следующие:

в 1-ю четверть года	1,3%
» 2-ю »	0,9%
» 3-ю »	0,5%
» 4-ю »	0,3%

Кроме влажности ячменя, на эти потери влияют природа и свойства ячменя, содержание белков, величина зерна, присутствие в зерне вредителей и т. п. Во всяком случае следует считаться со значительной потерей ценного материала у ячменя во время продолжительного хранения. За обычный период хранения в течение 4 мес. аналитически ячмень мало изменяется.

ЗАМАЧИВАНИЕ ЯЧМЕНЯ

При поглощении воды ячменем, так называемом «замачивании», зерно пробуждается к жизни. Этот момент является причиной начала важных химических, физических и ферментативных процессов. Каждое здоровое зерно при наличии достаточного количества воды начинает прорастать; иначе развитие зародыша невозможно.

Всякий ячмень при хранении содержит не менее 10% воды, которая представляет собой конституционную воду зерна. Это количество не должно понижаться ни при каких условиях, если нужно, чтобы зерно сохранило свою жизнеспособность. Количество воды, требуемое для сохранения жизнеспособности зерна, может быть названо организационной или конституционной водой.

До тех пор, пока в зерне имеется эта организационная вода, оно в общем не претерпевает существенных изменений, хотя в нем и происходят известные превращения. Заметные жизненные явления наступают только в том случае, если зерно поглощает большое количество воды, как это имеет место во время замочки. Поэтому насыщение водой воздушно-сухого ячменя является первым условием для проявления жизни. Вода, необходимая для процесса прорастания, носит название вегетационной воды; она делает возможным питание и рост зародыша. Для этого используются вещества, отложенные в мучнистом теле. Часть их способна к диффузии и растворима в воде, другая часть переходит в это состояние только после образования определенных ферментов. Растворение необходимых питательных солей, как и образование ферментов, может происходить только в присутствии воды. Поэтому во время всего процесса проращивания вегетационная вода должна доставляться в достаточном количестве, чтобы производить растворение и снабжать зародыш питательными веществами.

ТЕОРИЯ ЗАМАЧИВАНИЯ

Поглощение воды¹ ячменным зерном происходит, главным образом, через трахеиды, открывающиеся у основания зерна. Из пустот в клетках плодовой оболочки вода вытесняет воздух, который пристает к наружной оболочке в виде пузырьков. Вода, следовательно, поглощается у основания зерна, где находится зародыш. В этом можно убедиться, если замоченные и высушенные между листами фильтровальной бумаги зерна разрезать на три

¹ Luff, Z. 1901, S. 349; Brown, W. 1913, S. 243, Bode, W. 1904, S. 267.

части и определить в них содержание воды. Основание зерна содержит больше воды, по сравнению со средней частью и верхним кончиком:

основание	47,1%	воды
середина	38,3%	
кончик	39,1%	

Если срезать зародыш и отделить от остального зерна наружную оболочку вместе с внешним слоем зерна, содержание воды распределяется следующим образом:

зародыш	47,4%	воды
наружная часть зерна	38,2%	"
внутренняя часть мучнистого тела	36,1%	"

Таким образом, поглощение воды происходит также сверху и снаружи. Несомненно, распределение влаги в первое время неравномерно. Выравнивание¹ происходит позднее — факт, который подтверждается также практикой замачивания.

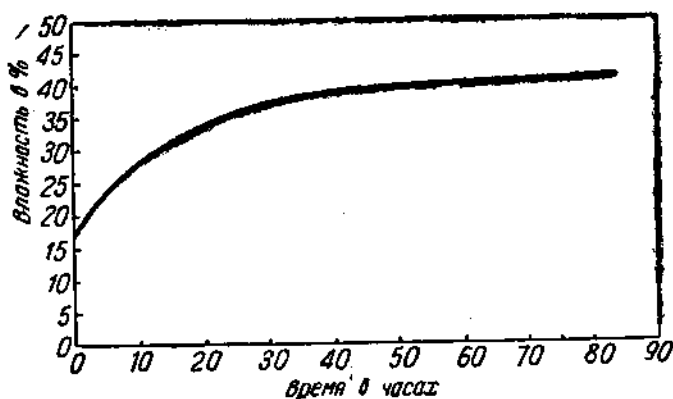


Рис. 13. Кривая изменения влажности при замачивании ячменя.

В неповрежденном состоянии наружная оболочка не в состоянии поглощать воду, так как клеточные стенки ее сильно утолщены и пропитаны кремнеземом. С течением времени оболочка теряет свою хрупкость, так как поглощает воду снизу и изнутри. Поэтому ячмени, которые не имеют наружной оболочки, замачиваются быстрее.

Особенно важен способ проникания воды в зерно.

Было доказано, что семенная оболочка, лежащая под мягкой оболочкой, полупроницаема; следовательно, из водного раствора солей, каковым является вода, внутрь неповрежденного зерна проникает только химически чистая вода. Содержащиеся в

¹ Emslander, Z. 1903, S. 73.

воде соли задерживаются оболочкой; таким образом, количество солей в воде не оказывает влияния на внутреннее состояние зерна. Только в поврежденном зерне вместе с водой проникают соли.

Скорость поглощения воды в первые часы замачивания очень значительна, но затем она падает, как показывают следующие данные (рис. 13):

Исходный ячмень	16,5%	воды
Через 13 час.	30,1%	поглощено воды (+13,6%)
» 36 »	35,7%	» » (+ 5,6%)
» 61 »	39,5%	» » (+ 3,8%)

На скорость поглощения действуют свойства воды и замачиваемого ячменя. Прежде всего, здесь играет роль температура воды.

Влияние температуры замачивания видно из следующего:

Температура воды при замачивании	10°	15,6°	21,3°
Первоначальная влажность ячменя	13,1%	13,1%	13,1%
Через 16 часов	29,5%	32,8%	34,2%
» 40 »	36,4%	39,3%	42,1%
» 63 »	39,2%	42,5%	44,9%
» 87 »	41,4%	44,0%	46,7%
» 112 »	43,3%	46,2%	48,2%

Таким образом, процесс замачивания зависит от температуры воды и не только поступающей воды, но также температуры, которую вода принимает в мочильном чане. В общем, чем выше температура замачивания, тем быстрее происходит поглощение воды. При обычных условиях за нормальную температуру замачивания принимают 10—12°. Если в распоряжении имеется вода с температурой выше на несколько градусов и помещение для замачивания расположено так, что эту температуру можно сохранить, имеет смысл применять для замачивания более теплую воду.

Следовательно, продолжительность замачивания есть величина относительная.

Замачивание в течение 40 час. при 15,6° одинаково с замачиванием в течение 60 час. при 10° или в течение 38 час. при 21,3°. Таким образом, при более короткой теплой замочке можно достигнуть той же степени замачивания, что и с помощью более длительной и холодной замочки.

Одна длительность замочки не разрешает еще вопроса о степени замачивания.

Содержание в воде солей, а также величина pH не оказывают влияния на скорость поглощения воды. Ячмень замачивается при pH 4,5 с такой же скоростью, как в дистиллированной воде или при pH 8,5.

Из свойств ячменя, прежде всего, имеет значение величина зерна.

Как уже было упомянуто, поглощение воды происходит снизу — вверх и снаружи — внутрь. Вследствие этого, внутренняя часть мучнистого тела только постепенно получает воду; следовательно, тяжелый вышуклый ячмень, чтобы достигнуть определенной степени замачивания, нуждается в более длительной замочке, потому что у него происходит более медленное выравнивание влажности, чем у щуплого ячменя.

Величина зерна	2,2—2,5 мм	2,5—2,8 мм	свыше 2,8 мм
Влажность ячменя до замачивания	13,3%	13,3%	13,3%
Через 16 час.	30,9%	29,7%	29,3%
» 39 »	37,1%	35,8%	35,2%
» 62 »	40,8%	39,6%	38,9%
» 87 »	43,1%	41,7%	41,0%

Таким образом, щуплые зерна за то же время поглощают больше воды на 0,7 — 2%.

Отсюда ясно значение тщательной сортировки зерна для получения равномерного замачивания.

Первоначальное содержание воды в ячмене при замачивании не играет никакой роли. Сухие ячмени поглощают воду не быстрее влажных. Уже через 15 час. содержание воды при одинаковой температуре одно и то же, независимо от того, какую первоначальную влажность имел ячмень.

Поглощение воды при замачивании достигает приблизительно 30 — 35%, так что общее содержание воды в замоченном ячмене поднимается до 44 — 45%, причем это количество воды должно быть сохранено в зерне во время всего процесса проращивания, т. е. в течение 8 дней.

Поглощение воды, которое на первый взгляд кажется чисто механическим процессом, имеет важные последствия.

При поглощении достаточного количества воды создаются благоприятные условия для процессов растворения и диффузии и пробуждается жизнедеятельность зерна.

Поэтому-то при хранении ячменя заботятся о минимальном содержании воды в ячмене, так как с повышением влажности возрастает и жизнедеятельность зерна. Естественно, что прорастание зерна наступает уже спустя очень короткое время после начала замачивания, т. е. раньше, чем ячмень достигнет так называемого «полного замачивания». Хотя внешне еще не заметно развития зародышевого листка и корешков, однако, внутри зерна в полном ходу серьезные изменения. Внешне они, прежде всего,

обнаруживаются по образованию углекислоты и повышению температуры, что указывает на развитие процесса дыхания.

Для жизни и для прорастания зерна необходим кислород воздуха. Отсюда следует, что для прорастающего зерна необходима подача кислорода, если хотят достигнуть с самого начала нормального процесса развития зерна. Условием для этого является надлежащее снабжение ячменя кислородом.

Зерно во время замочки покрыто водой и изолировано от воздуха. Вода, идущая на замочку, содержит, однако, лишь незначительное количество кислорода, которого недостаточно для прорастающего ячменя.

Поэтому требуется искусственно подводить воздух к ячменю, находящемуся под водой. Если этого не делать, то ячмень сперва потребляет кислород, растворенный в воде, но этот же кислород поглощается микроорганизмами ячменя¹. Благодаря этому, еще больше подавляется жизнедеятельность ячменя.

Чтобы получить необходимый для жизни кислород, зерно вынуждено разрушать свои собственные молекулы, содержащие кислород. Этот процесс носит название интрамолекулярного дыхания. Понятно, что такое дыхание сказывается вредным образом на качестве готового солода, так как с самого начала зерно не могло правильно развиваться, а поэтому был невозможен и нормальный обмен веществ.

При интрамолекулярном дыхании наблюдается недостаток кислорода. При недостатке кислорода нормальные продукты всякого процесса окисления, углекислота и вода не могут образовываться, и появляются только промежуточные продукты, как кислоты, сложные эфиры. В зерне наступают явления разложения, которые в конце концов могут привести ячмень к некоторому роду автолиза. Способность прорастания зерна падает, в особенности, у ячменя с плохой всхожестью.

Условия прорастания ячменя при недостатке кислорода совершенно иные, чем при естественном прорастании в почве, когда в расприжении зерна имеются неограниченные количества кислорода.

Чисто внешне такое состояние можно обнаружить по кисло-ватому или фруктовому запаху, который издает ячмень, замоченный в таких условиях. При дальнейшем проращивании зерна влияние недостатка кислорода проявляется еще резче с первых дней ращения.

Известно, что ячмени, которые замачивались без продувания, лежат на току в течение нескольких дней, как мертвые, и затем вдруг начинают прорасти неожиданно, с большим выделением тепла. В первую очередь зерно начинает разлагать вещества, которые образовались благодаря недостаточному притоку воздуха. Сидло сильно разогревается уже в ранних стадиях роста, благо-

¹ Meindl, Z. 1922, S. 103

даря чему его очень трудно сохранять холодным, и требуется частое перелопачивание. Большие потери, неравномерный рост и ненормальное развитие представляют собой неизбежные последствия такого процесса.

Достаточный приток воздуха делает возможным начало процесса прорастания уже в мочильном чане; солод получается со свежим запахом, свободный от ненормальных продуктов распада и с равномерным развитием. Прорастание начинается значительно раньше, и способность прорастания повышается. Часть ячменя уже из чана поступает на тока с «глазками», время ращения на току укорачивается и повышается производительность токов. Кроме того, значительно легче вести холодное ращение и регулировать жизненный темп развития зерна.

В тесной связи с недостатком кислорода стоит так называемое «перемачивание ячменя». Причиной этого является не длительное пребывание ячменя в воде, а недостаток кислорода во время замочки. Ячмень с ослабленной силой всхожести и не имеющий нормального обмена веществ поглощает больше воды, чем это необходимо, благодаря чему зерно становится совершенно негодным для ращения.

При достаточном притоке воздуха ячмень меньше страдает от длительного пребывания в воде, так как благодаря обмену веществ он лучше защищен от перемачивания. Чем влажнее ячмень, чем более подзрелым он был, тем больше он нуждается в притоке кислорода. Согласно новейшим исследованиям, достаточный приток кислорода очень благоприятно действует на поглощение воды, которое само по себе происходит быстрее.

Приток кислорода имеет также влияние на более раннее развитие процесса прорастания. Особенно оно ускоряется в том случае, если ячмень перед вымочкой проветривается без воды.

Благодаря поглощению воды и связанному с ним процессу продувания, в оболочке и внутри самого зерна происходят химические и биохимические изменения.

Прежде всего, соли воды действуют на вещества, заключающиеся в оболочке.

Но это действие неодинаково вследствие большого различия в составе воды и ячменей. Судить о влиянии на замочку солей воды или добавляемых к ней различных реагирующих веществ не легко уже потому, что при этом часто могут играть роль факторы, стимулирующие замачивание и прорастание, причем эти факторы могут оказывать не прямое, а косвенное влияние, не связанное непосредственно с реакцией среды.

В настоящее время нельзя ответить на вопрос, какая реакция — кислая, нейтральная или щелочная — наиболее благоприятна для замочки, так как имеющиеся наблюдения еще недостаточны и противоречивы.

Подавляющее или стимулирующее действие добавляемых к

мочильной воде или свойственных ей от природы веществ с различной реакцией может происходить:

- 1) прямым прониканием в зерно;
- 2) выщелачиванием различных веществ из зерна;
- 3) реакцией с веществами оболочки зерна;
- 4) благодаря очищающим и дезинфицирующим свойствам;
- 5) благодаря стимулирующему действию.

Прямое проникание солей мочильной воды невозможно, ввиду полупроницаемости семенной оболочки. Это свойство сохраняется до 5 или 6-го дня роста, а следовательно, для неповрежденного зерна не имеет практического значения. Это влияние, по крайней мере в первое время, касается, главным образом, оболочки; в зависимости от рода мочильной воды происходит большее или меньшее выщелачивание имеющихся в ней веществ. При этом выщелачивание происходит тем сильнее, чем щелочнее вода.

Эту зависимость выщелачивания от реакции воды характеризуют следующие цифры¹:

Выщелачивание из 1 кг ячменя	Органические вещества	Дубильные вещества	Горькие вещества
Щелочная вода с едким натром	4,60 г	0,28 г	0,46 г
Щелочная вода с содой » » с изве- стью	3,90 »	0,19 »	0,44 »
Нейтральная дистил. во- да	3,77 »	0,173 »	0,34 »
Бикарбонатная вода	3,67 »	0,170 »	0,25 »
	3,47 »	0,10 »	0,31 »

Из этих данных видно, что мочильная вода с наибольшей щелочностью вызывает самое сильное выщелачивание, в особенности дубильных и горьких веществ. Дубильные и горькие вещества составляют лишь незначительную часть выщелачиваемых органических веществ. Щелочная мочильная вода всегда поэтому имеет непрозрачный и более грязный вид, чем нейтральная или даже кислая вода, у которой более светлый цвет и лучше запах.

Добавка гипса изменяет эти соотношения. Гипс совместно с бикарбонатами уменьшает выщелачивание дубильных веществ в среднем на $\frac{1}{3}$; в меньшей степени он влияет на выщелачивание горьких веществ. При чисто известковой воде гипс не вызывает дальнейших изменений. С другой стороны, соли мочильной воды задерживаются зерном, и больше всего — соли кальция; меньше — натронная щелочь и сода, и еще меньше — бикарбонат кальция.

Поглощение веществ из мочильной воды ячменем, вернее, его поверхностью (так как в неповрежденное зерно никакие вещества

¹ Macheleidt, W. B. 1923, S. 37.

из мочильной воды не проникают) может быть, с одной стороны, чисто механическим, с другой стороны, может быть вызвано реакцией с веществами оболочки. Так, например, соли кальция дают с дубильными веществами нерастворимые соединения и тем самым повышают вес зерна, — в противоположность горьким веществам, которые с этими солями дают легкорастворимые соединения и могут быть выщелочены из оболочки.

Поэтому мягкая вода удаляет значительно меньше горьких веществ по сравнению с жесткой водой.

Щелочь значительно более активна в отношении очистки от приставших частиц грязи и обильной флоры, чем кислота. Благодаря этой очистке не только приток кислорода и выделение углекислоты должны быть интенсивными, но имеющийся по близости кислород поступает исключительно в распоряжение зерна, а не потребляется в большей части микроорганизмами, приставшими к зерну.

В процессе рачения важную роль играют различные ионы электролитов, так как они, повидимому, в состоянии оказывать здесь стимулирующее действие. Это свойство, прежде всего, присуще кислотам и щелочам. Интенсивность такого стимулирующего действия различна и, видимо, обладает совершенно определенной оптимальной зоной реакции, вернее, определенной величиной pH. Согласно имеющимся данным, зерно переносит более значительные добавки щелочи, чем кислот¹, или, иначе говоря, высокие концентрации кислот значительно больше вредят замочке по сравнению с большими количествами щелочей. Но как раз на концентрацию до сих пор обращалось мало внимания, хотя она, повидимому, играет решающую роль. В отношении стимулирующего действия кислот существует различие между фосфорной, соляной и серной кислотами. Стимулирующее действие² наиболее сильно проявляется на более лежалых, плохо прорастающих или вовсе не прорастающих ячменях. Пригодность для этой цели фосфорной кислоты еще пока спорна.

Вопрос о наиболее благоприятной величине pH тесно связан с концентрацией щелочи и кислоты. Если исходить из тех соотношений, которые имеются в почве при прорастании, то в общем почва должна иметь щелочную или, по крайней мере, нейтральную, а не кислую реакцию. С другой стороны, указывалось, что ячмень при различной кислотности почвы сперва растет одинаково³ и только спустя неделю наблюдается ясное различие. Наиболее бурный рост происходит при pH 6,5 — 8,0, т. е. около нейтральной точки, сдвинутой несколько в щелочную сторону.

Заслуживает внимания часто наблюдаемое свойство ячменя проявлять при замочке определенную тенденцию к некоторому кислотному равновесию. Вследствие этого, кислая мочильная вода

¹ E. Moufang, *Das Bier*, 1918, S. 402.

² M. Gräscanin, *Biochem. Z.* 1928, 195, S. 457.

³ C. Olsen, *Ref. W.* 1925, S. 293.

становится щелочнее, а щелочная — кислее. Это равновесие, повидимому, устанавливается при pH 5,5 — 6,0; на процесс поглощения воды pH не имеет влияния. При pH 4,5 поглощается столько же воды и с той же скоростью, как при pH 8,5.

В более мягкой воде ячмень замачивается быстрее, чем в жесткой; это действие может вызываться более резкой разницей в концентрациях у зерна и воды и изменяющимся при этом осмотическим давлением.

Если объединить эти несколько противоречивые наблюдения, то в общем выяснится, что щелочная замочка дает преимущество, когда не применяются слишком высокие концентрации. При щелочной замочке наблюдается более сильное выпелачивание оболочки, более интенсивное очищающее и дезинфицирующее действие, происходит заметное ускорение процесса проращивания, лучшее растворение, а также улучшение цвета оболочки. Щелочная замочка подобно кислой замочке придает свежесть и лучший запах садилу.

Если сравнить кислую замочку с более нейтральной, то, оказывается, последняя имеет целый ряд преимуществ, но, конечно, не в такой степени, как щелочная замочка. Только запах зеленого солода и образование диастаза, повидимому, при кислой замочке лучше, чем при щелочной.

Биологические свойства воды при замочке не имеют никакого значения. Микроорганизмы воды не играют никакой роли по сравнению с огромным количеством организмов, имеющимся в ячменной пыли. Но все же желательно иметь воду с небольшим количеством микроорганизмов, потому что определенные виды их могут вызвать процессы загнивания.

Значительно более решающими, чем влияние солей воды, являются изменения в мучнистом теле, которые наступают благодаря начавшемуся процессу обмена веществ в зерне. Первые важные жизненные явления в зерне происходят во время замочки (стр. 144).

На это указывают значительные количества углекислоты, образующейся в мочильном чане, причем температура ячменя во время замочки повышается.

При этом содержание углекислоты различно в различных слоях мочильного чана; так, в 15 см от поверхности содержится 3% углекислоты, а в 115 см от поверхности 6—15% углекислоты.

Поэтому плоские мочильные чаны более выгодны, чем глубокие, так как в этом случае приток воздуха происходит значительно легче, равномернее, и можно обойтись без особых вспомогательных приспособлений для подачи воздуха. Чем глубже мочильный чан, тем больше увеличивается разница в содержании кислорода в различных слоях.

Пребывание ячменя на воздухе с большим количеством углекислоты в течение короткого времени не оказывает заметного

влияния на энергию прорастания, но при более продолжительном пребывании углекислота вредит зерну, а поэтому подводка свежего воздуха необходима.

ПРАКТИКА ЗАМАЧИВАНИЯ

Осуществление процесса замачивания с течением времени претерпело значительные изменения, так как вместе с пониманием этого процесса изменялись аппаратура и способы работы. Было предложено огромное число различных конструкций для замочки¹, и еще до сих пор можно встретить в практике не только свидетелей этого развития во всех стадиях, но также значительные различия в способах работы.

МОЧИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ И ЕГО ОБОРУДОВАНИЕ

Для проведения процесса замочки и для снабжения ячменя вегетационной водой служат открытые сосуды особой формы, т. е. мочильные чаны, имеющие на дне закрывающиеся отверстия. Соответственно эволюции замочки, чаны различаются по своей конструкции. Мочильные чаны прежде делались из каменных плит (песчаника), а в настоящее время для этой цели служат почти исключительно цемент, железо и железобетон. Бетонные чаны относительно дешевы и при хорошем материале и правильной работе достаточно прочны и непроницаемы. Их выгодность заключается в том, что цемент представляет собой плохой проводник тепла, т. е. он не чувствителен к изменениям температуры, но при некоторых условиях он разрушается водой. Поэтому необходимо применять облицовку. Железо в общем тоже очень распространенный материал. Железные чаны могут быть установлены где угодно, без особого увеличения нагрузки зданий. Они должны быть покрашены внутри и снаружи (сурик или специальная краска для чанов), чтобы воспрепятствовать реакции железа с дубильными веществами ячменя и избежать ржавления. Железные чаны должны стоять в помещениях, защищенных от температурных колебаний наружного воздуха, во избежание изменений температуры замачиваемого ячменя вследствие хорошей теплопроводности железа.

По форме чаны бывают четырехугольные, квадратные или цилиндрические, что несущественно для замачивания. Однако, перемешивание происходит, конечно, легче в цилиндрических чанах, так как нецилиндрические чаны всегда имеют мертвые углы. Железные чаны обычно строятся цилиндрическими, а цементные — четырехугольными. Форма дна не безразлична для вымочки. При плоском дне вымочка оказывается утомительной и трудной работой; при коническом дне она происходит гораздо легче, так как набухший ячмень легко сползает к выпускному люку, располо-

¹ Heinzelmann, W. 1907, S. 13; W. 1919, S. 242.

женному в вершине конуса, и поэтому все чаны заканчиваются коническим дном. Нижний конус у цементных чанов большей частью делается из железа.

Существенное значение имеет высота чана. Первоначально строились плоские, неглубокие чаны, которые постепенно все больше и больше углублялись; часто при этом процесс замачивания в различных слоях происходил неодинаково. Сперва предполагали, что в глубоких конических чанах неравномерное замачивание вызывается различным давлением в разных слоях. Но впоследствии установлено, что здесь принимается во внимание только взаимное давление зерен, которое не играет заметной роли.

Обнаруживаемые различия в степени замачивания в очень глубоких мочильных чанах вызываются неодинаковой аэрацией различных слоев и обусловленными тем самым различными условиями дыхания и повышения температуры зерна.

Процесс замачивания должен удовлетворить следующим требованиям.

1) Замочка очищенного ячменя должна происходить с минимальной затратой труда и средств; вымоченный ячмень должен быть легко подав на тока. Поэтому лучше всего мочильный чан располагать между закромами и токами.

2) Замачиваемый ячмень должен быть защищен от сезонных колебаний внешней температуры. Мочильное отделение поэтому не должно быть слишком теплым весной и осенью, холодным зимой, а также не должно реагировать на температурные колебания в течение дня.

Устройство мочильного отделения в помещении токовой солодовни нецелесообразно, так как вымочка становится затруднительной и дорогой, уменьшается площадь токов, а образующаяся во время замочки пыль создает большую опасность заражения.

Если замочка занимает два этажа, например, если нижняя часть конического чана располагается в помещении солодовни, — то оба этажа должны иметь приблизительно одинаковую температуру, так как иначе возможны различия в степени замачивания в разных слоях. Устройство мочильного чана постепенно изменялось и усложнялось. Самые простые приспособления, которые должен иметь каждый чан, — это ящик для сплава, подводка труб для подачи и удаления воды и люк для выгрузки.

Подводка и спуск воды должны быть рассчитаны так, чтобы как наполнение чана водой, так и спуск ее могли происходить достаточно быстро. При наполнении целесообразнее давать воду снизу, так как благодаря этому легче отделяется сплав, который может быть собран в коробе. Также легче удаляются и прочие предметы, загрязняющие ячмень. Конечно, при таком способе удаления воды расход ее больше, чем при спуске снизу.

Спускной люк большей частью находится на дне в виде круглого отверстия шириной 15 — 20 см с вкладным ситом; у чанов воронкообразной формы оно представляет собой конус, снабжен-

ный резиновой прокладкой, который укрепляется при помощи шпинделя.

Часто в чане имеется отметка, указывающая уровень воды, до которого наливается чан перед замочкой ячменя; иногда вторая верхняя отметка показывает, насколько чан должен быть наполнен ячменем. Выше второй отметки должно оставаться достаточное пространство на случай увеличения объема ячменя и для движения во время его промывания. Стекающую воду желательно отводить возможно дальше от имеющихся по близости колодцев.

Введение всех других приспособлений производилось постепенно в результате изучения биологических процессов, связанных с поглощением воды, и эволюции процесса замачивания.

На надлежащее содержание чанов должно быть обращено особое внимание. У бетонных чанов имеет значение облицовка, у железных чанов — окраска, которая должна быть испытана на прочность по отношению к воде и воздуху. Внутренняя окраска чанов производится или суриком или специальной краской для мочильных чанов.

Чистке чанов должно быть уделено самое большое внимание, чтобы воспрепятствовать накоплению слизи и бактерий на стенках. В современных чанах, имеющих внутри иногда сложную арматуру, чистка сильно затрудняется и требует большего времени по сравнению со старыми простыми чанами.

Размер мочильных чанов рассчитывают, исходя из количества замачиваемого ячменя, которое, в свою очередь, зависит от величины токов или аппаратов пневматической системы соложения, от количества воды, которое должно добавляться, от изменения объема, вызванного поглощением воды, от определенной прибавки объема на движение воды и ячменя во время перемешивания. Эти факторы непостоянны. Так, например, набухаемость ячменя в различные годы различна; также изменяется и прибавка, в зависимости от воды и способа перекачки. Нормальное увеличение объема считают равным 40%.

Принимая во внимание все эти факторы, расчет емкости мочильного чана производят следующим образом.

На 50 кг ячменя требуется 1 гл емкости чана плюс 5% на движение, т. е. 1,05 гл. Таким образом, мочильный чан на 10 т ячменя должен иметь, по крайней мере, емкость на 210 гл.

Для 1 гл ячменя потребуется 1,4 гл емкости чана плюс 5%, т. е. 1 гл сухого ячменя требует общей емкости 1,47 гл. Таким образом, мочильный чан на 200 гл ячменя должен иметь общую емкость 294 гл.

Общая емкость всех чанов должна быть рассчитана так, чтобы не было нужды сокращать время замочки. Необходимо иметь возможность осуществлять любую длительность замачивания. Общая емкость мочильного отделения солодовни должна соответствовать половине производительности солодовни. Таким образом, для двух токов определенной величины требуется в среднем один мочиль-

ный чан той же производительности. Для 20 токов с общей загрузкой 100 т мочильные чаны должны иметь общую емкость в 50 т, т. е. общий объем в 1050 гл. Для этого потребуется 10 мочильных чанов с общей производительностью 50 т ячменя или 1050 гл емкости чанов, т. е. каждый чан должен иметь в среднем емкость в 105 гл.

Емкость чана не должна быть слишком большой. Обычно она бывает не больше 12 500 кг и максимум 20 000 кг. При применении еще более крупной аппаратуры для соложения, как это сейчас входит в практику, лучше ставить 2 мочильных чана. Практически удобнее, если все чаны будут иметь одну и ту же емкость.

Таким образом, число чанов при токовом соложении равняется половине количества токов (при условии равенства их производительности) или для двух растильных аппаратов определенной величины нужен один чан соответствующей емкости.

Очень важным обстоятельством является расход воды при замочке, что становится особенно актуальным в больших городах, благодаря все увеличивающемуся потреблению воды. Возможно, что в будущем на заводах придется принимать особые меры для уменьшения расхода воды на замочку.

Расход воды на замочку зависит: 1) от температуры воды, 2) от длительности замачивания, 3) от степени загрязнения ячменя, 4) от способа налива и спуска воды, 5) от количества напусков воды. Чем теплее вода, чем короче продолжительность замочки и чем меньше загрязнен ячмень, тем меньше требуется воды на единицу замачиваемого ячменя. Но решающим моментом является количество смен воды.

Вопрос о том, где больше тратится воды — при первоначальном замачивании или при дальнейших сменах воды — не может быть точно разрешен. В общем, при первоначальном замачивании на единицу веса зерна требуется больше воды, чем при сменах ее. Очень часто воде дают до тех пор стекать, пока она не станет совершенно прозрачной. С этой точки зрения было бы желательно экономить потребление воды; возможно, что наступит время, когда потребуется применение искусственных мероприятий для понижения этого расхода.

В среднем считают, что на первоначальное замачивание 100 кг ячменя требуется от 1,8 до 2 гл воды.

При каждой следующей смене воды на 100 кг ячменя требуется 1,2 гл воды. Таким образом, на всю замочку 100 кг ячменя требуется при пятикратной смене воды около 0,8 м³ воды. Следовательно, для замачивания 5000 кг ячменя потребуется около 100 гл воды и при каждой дальнейшей смене — около 60 гл.

Если принять нормальную продолжительность замочки в 3½ суток, т. е. 84 часа, то потребуется сменить воду около 7 раз. Предположим, что мы имеем 5 мочильных чанов на 5000 кг ячменя каждый; тогда на замочку 25 000 кг ячменя потребуется

500 гл и при семикратной смене воды, кроме того, 2 100 гл, таким образом, общее потребление воды достигает 2 600 гл, что равняется 260 м³ воды.

Если 1 м³ воды стоит 0,12 марки, то расход воды на 25 000 кг ячменя = $260 \cdot 0,12 = 31,2$ марки или для 100 кг около 0,12 марки.

Кроме того, вода потребляется для чистки чанов, обрызгивания и т. н.; поэтому потребление воды на 100 кг в среднем доходит до 0,14 марки.

Несколько меньший расход, чем при обычной замочке, получается при оросительной замочке. Этот способ замачивания применялся уже давно. При такой работе с незначительным количеством воды захватывается очень много воздуха, и разницу в расходе воды между этой и обычной замочкой определить трудно.

Снижение расхода воды на замочку является еще не разрешенной проблемой.

Повторное применение отработанной воды, которое часто предлагалось, даже в том случае, если последняя сравнительно чиста, не рекомендуется.

Если действительно возникает необходимость вторично применить мочильную воду, должны быть приняты особые меры предосторожности. Обычная замочка, вследствие более длительного времени замачивания и обусловленной этим более частой смены воды и более продолжительной промывки для получения надлежащей чистоты, требует наибольшего количества воды. Современная воздушно-водяная замочка несколько уменьшает расход воды, но все же очень незначительно. Оросительная замочка также требует сравнительно большого количества воды. Таким образом, в настоящее время еще не существует средства, чтобы понизить количество воды, употребляемое при замочке.

ПРОЦЕСС ЗАМОЧКИ

Замачивание в своей простейшей форме происходит следующим образом.

Очищенный и отсортированный ячмень засыпается небольшими порциями в наполненный водою чан, причем лучше всего не сразу, а через распределитель. Тяжелый ячмень сразу падает на дно. На поверхности воды всплывают легкие зерна ячменя, легкие примеси и загрязнения, которые содержались в ячмене. Чтобы заставить всплыть все эти бесполезные примеси и отделить их от ячменя, целесообразно во время замочки производить размешивание. Сплав может вычерпываться или собираться в ящичке для оплава. Таким же образом могут быть удалены и прооросшие зерна. Чем хуже очищен ячмень, тем медленнее и более тщательно следует замачивать.

Собранный сплав высушивается и продается на корм. Его количество колеблется между 0,1 и 2% от исходного количества ячменя, в зависимости от его очистки и сортировки.

Первая вода предназначается для промывки ячменя; она не должна долго оставаться в чане и ее спускают через 1—2 часа. Дальнейшая смена воды зависит от чистоты ячменя, от длительности замочки и температуры. Нормально вода должна меняться через каждые 12 час., т. е. два раза в сутки или семь раз при замачивании в течение $3\frac{1}{2}$ дней. Перед дачей свежей воды ячмень рекомендуется оставлять без воды в течение нескольких часов.

Эта простейшая схема работы при замачивании ячменя применяется еще до сих пор. Вся работа при замачивании состоит исключительно в том, что ячмень оставляют определенное время в воде и воду меняют. При этом способом замочки уже имеются некоторые наски на аэрацию зерна, поскольку сырой ячмень остается некоторое время без воды. В плоских чанах, где обычно применяется этот примитивный способ замочки при частой смене воды, которая каждый раз вносит определенное количество свежего воздуха, такой простой вид аэрации достаточен.

Во время замачивания происходит не только поглощение воды ячменем, но еще целый ряд других процессов, которые связаны с поглощением воды или являются его результатом. В общем при замочке можно различать следующие процессы: 1) поглощение воды, 2) промывку ячменя, 3) продувание ячменя, 4) удаление углекислоты, 5) удаление горьких веществ из оболочек, 6) удаление красящих веществ из оболочек, 7) дезинфекцию ячменя, 8) воздействие на способность прорастания.

Когда выяснилось, что все эти процессы, которые происходят при взаимодействии ячменя с водой, должны быть приняты во внимание при замочке, прежняя примитивная схема работы изменилась применительно к поставленным задачам, причем были введены и соответствующие приспособления в мочильном чане.

При замачивании первой попутной операцией является промывка ячменя, которая не только в высшей степени желательна, но и необходима.

Даже при помощи лучших чистильных машин и аспираторов не удастся совершенно удалить приставшие к ячменю загрязнения вместе с сидящими на них микроорганизмами. Это часто становится возможным только после того, как ячмень в течение некоторого времени находился под водой, и загрязнения растворились. Вследствие этого самому процессу замачивания обязательно должна предшествовать очистка и промывка ячменя.

Очистка может происходить или в мочильных или в специальных чанах. В последнем случае говорят об особых промывных аппаратах для ячменя.

В примитивных мочильных чанах промывание осуществляется исключительно при помощи смены воды. Насколько это необходимо, можно судить по запаху и виду первых напусков воды. Эта вода бывает окрашена от желтоватого до коритинового цвета и имеет медовый запах. Чем интенсивнее цвет и запах, тем боль-

ше перешло в раствор различных загрязнений и тем раньше должна происходить смена воды.

Простая смена воды, однако, недостаточна для хорошей очистки зерна, так как при этом отсутствует всякое механическое трение или движение.

С течением времени были предложены всевозможные конструкции моечных аппаратов. Основные требования, которым должен отвечать всякий моечный аппарат, независимо от того, расположен ли он внутри чана или вне его, следующие:

- 1) возможно более сильное механическое движение для удаления грязи;
- 2) основательное перемешивание замоченного ячменя, чтобы достигалась равномерная обработка;
- 3) осторожная обработка ячменя, которая не должна механически повреждать его или сдирать оболочки.

Главным дефектом аппаратов старых конструкций было недостаточное механическое движение и трение ячменя, благодаря чему происходило неполное удаление приставших к ячменю частиц.

Вместе с тем недостаточным было перемешивание, а следовательно, в дальнейшем неодинаковы были и условия прорастания ячменя.

Современные моечные аппараты отвечают всем перечисленным условиям. Как пример такого моечного аппарата приводим аппарат Вильда¹ с пропеллером (Wild, Maschinenfabrik «Germania», рис. 14).

Этот аппарат при сравнительно небольшом диаметре очень высок.

В середине мочильного сосуда устроена широкая вертикальная труба, внутри которой находится пропеллер. Он поставлен так, что крылья вращаются выше уровня ячменя, но ниже уровня воды. Таким способом зерно приводится в интенсивное движение без всякого повреждения.

Пропеллер засасывает воду, которая приходит в быстрое движение, ячмень механически захватывается и все время находится во взвешенном состоянии. Пропеллер засасывает ячмень вместе с водой, действуя подобно пневматической подаче зерна при помощи вакуума; его действие усиливается тем, что между удельным весом ячменя и воды не имеется такой большой разницы, как между удельным весом воздуха и ячменя.

Узкая и высокая форма выбрана потому, что благодаря этому достигается большая равномерность, чем в плоских и мелких сосудах. Кроме того, создается возможность в случае применения для промывки теплой воды быстро и равномерно вытеснить ее холодной водой. Это также важно в целях равномерной обработки

¹ Wild, Z. 1910, S. 321.

ячменя и дает экономию воды. Промывка ячменя в таком аппарате требует сравнительно незначительного времени, а следовательно, достаточно одного такого аппарата на несколько мочильных чанов.

Очень часто промывка ячменя производится не в особом аппарате, а в самом мочильном чане. Промывка при этом комбинируется с продуванием.

Здесь мы соприкасаемся с наиболее важным вопросом снабжения ячменя кислородом во время замачивания.

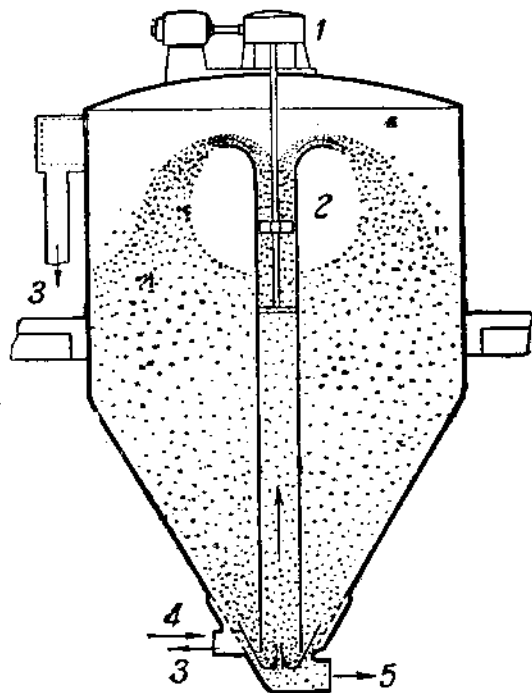


Рис. 14. Мочный аппарат Вильда:

- 1—привод пропеллера,
- 2—пропеллер,
- 3—спуск воды,
- 4—напуск воды,
- 5—спуск для зерна.

В теории замачивания указывалось, как важно снабжение ячменя кислородом, когда он находится под водой. Ячмень в естественных условиях растет в почве при неограниченном притоке кислорода. Отсутствие кислорода, как это имело место в старых мочильных чанах, вызывает неестественный обмен веществ, благодаря чему образуются ненормальные продукты обмена. Снабжение кислородом, или аэрация, зерна производилось всевозможными способами, причем этот процесс претерпел длинный путь развития и вызвал необходимость устройства в мочильном чане целого ряда дополнительных приспособлений.

Простейшим способом снабжения кислородом является спуск мочильной воды и пребывание более или менее замоченного ячменя без воды. Действие такого примитивного вида проветривания очень ограничено и возможно только при небольшой высоте слоя, т. е. только в плоских чанах.

С увеличением толщины слоя стали применять искусственные средства для аэрации. Обычным средством является продувание через ячмень сжатого воздуха, под определенным давлением. Сжатый воздух может продуваться снизу в чан, наполненный водой и ячменем, или в замоченный ячмень без воды.

Прежде сжатый воздух подавался через трубы с тонкими отверстиями, которые устраивались в виде ряда колец на дне чана или в его конической части.

В этом случае получается лишь умеренная аэрация, так как здесь отсутствует всякое перемещение и разрыхление плотно лежащего замоченного ячменя.

Следующая возможность заключается в том, чтобы сжатый воздух подавать в вертикальные трубы, вставленные в чан. Воздух затягивает в трубу воду и ячмень, и при этом не только происходит аэрация, но и перемешивание замоченного ячменя.

Подобной конструкцией является воздушно-водяная замочка системы Дорнкаата (Dornkaat, Göggel u. Sohn, München¹).

Конструкция этой системы промывки и продувания, которая может быть приспособлена как для плоских, так и конических чанов, следующая.

На дне чана устроены дюзы для воздуха, которые снабжены отверстиями в виде щелей. На дюзы навинчены трубы, верхний конец которых может закрываться при помощи навинчивающихся металлических насадок, устанавливаемых двумя способами.

Если требуется промывка и перемешивание ячменя, то насадка устанавливается так, что сжатый воздух, поступающий снизу через дюзу, засасывает из чана ячмень и воду. Смесь направляется вверх по трубе и выбрасывается веерообразно через щелевидные отверстия металлических насадок.

Число труб зависит от емкости чана. Приблизительно считают одну дюзу на 300 кг ячменя, при небольших установках — несколько больше.

Если металлические насадки установлены другим способом, тогда труба сверху закрыта. Поступающий из дюз воздух должен проходить через замоченный ячмень.

Если металлические насадки снимаются и вместо них надеваются колеччатые трубы, то при помощи поступающего сжатого воздуха ячмень может быть перекачан в другой чан.

При таком способе работы процесс замачивания распадается на процесс промывки и комбинированный процесс замачивания с продуванием.

¹ Windisch, W. 1900, S. 729, 761, 781.

Благодаря такой воздушно-водяной замочке с перемешиванием¹ ускоряется начало прорастания зерна, которое поступает на тока в стадии глазков.

Опасность перемочки, которая возможна при обычных способах замачивания здесь меньше, особенно при подмоченном дождем или неравномерном ячмене или при глубоких мочильных чанах.

При такой замочке садило растет медленно и равномерно и обнаруживает меньшую склонность к разогреванию по сравнению с ячменем обычной замочки.

Для промывки и равномерного перемешивания замоченного ячменя этот способ продувания, несомненно, благоприятен, но он недостаточен для удаления продуктов дыхания и для равномерной подачи свежего воздуха.

Тяжелая углекислота стремится опуститься на дно и не может быть таким способом удалена из чана.

Поэтому явилась идея об удалении продуктов дыхания и снабжении свежим воздухом путем вытеснения углекислоты; в дальнейших конструкциях чанов сжатый воздух сохраняется для промывки и перемешивания, а снабжение кислородом происходит при помощи всасывающего вентилятора после спуска мочильной воды. Следовательно, процесс промывки, вернее, перемешивания отделяется от процесса аэрации.

Таким способом работает мочильный чан Винде-Зёдинг² (Winde-Söding, Miag, Dresden).

Как видно на рис. 15, установка распадается на две части: одна часть служит для промывки ячменя при помощи сжатого воздуха, получаемого от компрессора, пока ячмень находится под водой; другая часть после спуска воды служит для обсушивания и продувания ячменя и, таким образом, производит возбуждающее действие на зародыш. Подводка сжатого воздуха находится внутри чана или делается сбоку, в то время как отсасывающее приспособление находится в мочильном чане.

Вертикальные трубы устроены так же, как в мочильном чане Дорнкаата. Для сухой аэрации предназначена воронкообразная вытянутая труба, открытая снизу; она расположена в середине чана и служит для просасывания свежего воздуха через всю толщу ячменя и для удаления углекислоты высасыванием вверх. Через эту трубу для продувания проходит вторая труба со съемной распределительной насадкой. Если производится сухая аэрация, то распределительная насадка удаляется, и обе части широкой трубы для продувания соединяются посредством передвижения муфты.

Обе описанные системы мочильных чанов хотя и разрешили проблему продувания, но только при помощи неудобных приспособлений.

¹ Emslander, Z. 1902, S. 721; Becker, Z. 1903, S. 829.

² Söding, Z. 1913, S. 516

соблений, которые причиняют много затруднений в работе при чистке чана. Поэтому естественно было желание освободиться от них. В мочильном чане Зёдинга эта задача была разрешена благодаря тому, что подводка сжатого воздуха могла быть устроена вне мочильного чана.

Сжатый воздух всасывает замоченный ячмень, который поступает через выпускной люк, вдувает его через напорную трубу, находящуюся вне чана, вверх к распределительному щиту, от-

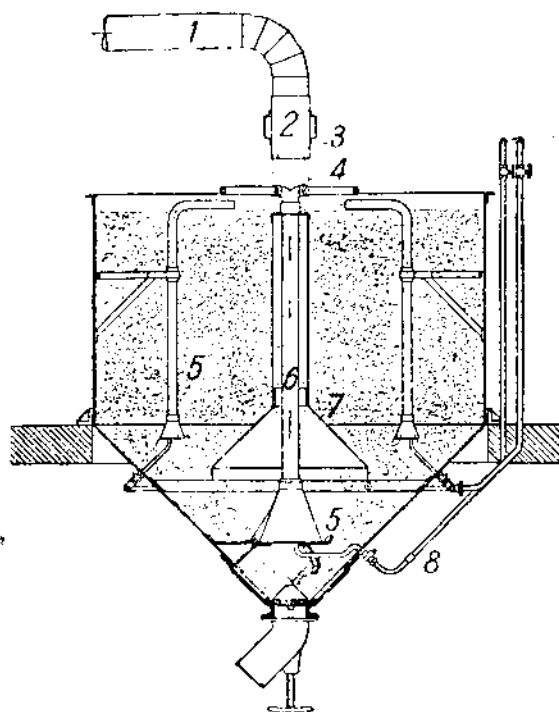


Рис. 15. Мочильный чан Винде - Зёдинга (фирма Зекк, Дрезден):

- 1—к эксгаустеру,
- 2—вздушная труба,
- 3—подвижная муфта,
- 4—съемная распределительная головка,
- 5—мочильный аппарат,
- 6—промыльная труба,
- 7—воздушная заслонка,
- 8—подводка сжатого воздуха.

куда ячмень падает обратно в чан. Снабжение свежим воздухом происходит таким же путем через воронкообразную вытянутую трубу, как у вышеописанного мочильного чана.

Действительным решением проблемы продувания и дальнейшего усовершенствованием явилось применение насоса для перемишивания. Применение насоса было невозможно до тех пор, пока не имелось такой конструкции, которая бы не повреждала ячменя. Только когда такая конструкция была найдена, мочильный чан освободился от всей излишней арматуры. Другое преимущество введения насоса заключается в том, что таким путем стало возможно отделить при перекачке промыльную и мочильную воду от ячменя. При перекачке замоченного ячменя из одного чана

в другой, ячмень и вода направляются к распределителю с отверстиями. Ячмень проходит над распределителем, а вода уходит из чана через отверстия распределителя и замкнутую трубу (рис. 16).

При этом способе перекачки одновременно происходит сильное трение зерен об отверстия распределителя, и ячмень хорошо промывается, перемешивается и насыщается кислородом. Продуванию может содействовать установка дырчатого кольца или про-

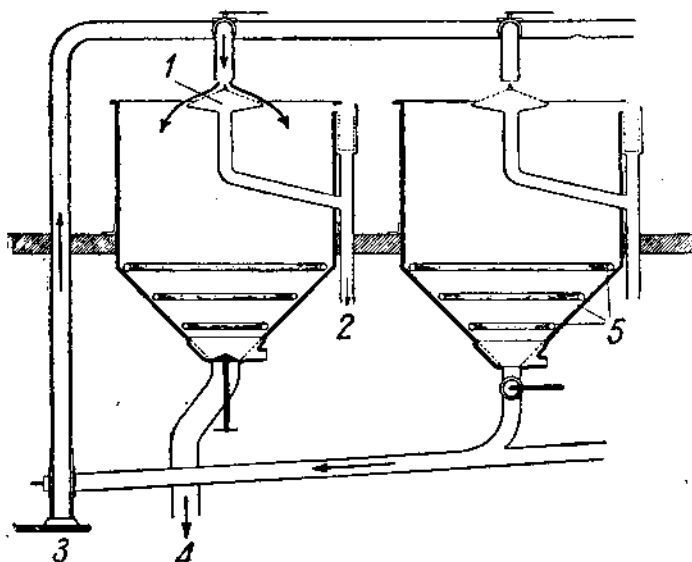


Рис. 16. Воздушно-водяная замочка с перекачкой.

1—распределитель и сетка, 2—спуск воды, 3—насос для перекачки, 4—спускной люк, 5—воздушная труба.

ставленного сбоку всасывающего вентилятора, который подводит свежий воздух.

Этим заканчивается рационализация аппаратуры для замочки. Мочильный чан снова становится пустым внутри и легкодоступным для чистки аппаратом, а все требования в отношении промывки, продувания и основательной очистки воды и ячменя выполняются единственным простым приспособлением. Сравнительно сложная проблема насыщения ячменя водой со всеми ее последствиями была тем самым технически разрешена.

Описанное выше развитие конструкции мочильных чанов на основе постепенного изучения процессов, связанных с поглощением воды, не могло остаться без влияния и на режим работы замачивания.

Первоначально работа по замачиванию состояла исключительно в том, чтобы спускать мочильную воду через известные промежутки времени, снимать сплав, только иногда устраивая короткие паузы между отдельными оменами воды, которые должны были служить для проветривания замоченного ячменя, лежащего сравнительно тонким слоем. Таков характер работы типичной «водяной» замочки. Промежутки времени, в течение которых ячмень оставался лежать в чане без воды, были очень короткими и не имели никакого отношения к самому процессу замочки. Никакой специальной обработки ячменя при этом также не применялось. В продолжение всей замочки ячмень оставался неподвижным в мочильном чане, без всякого перемешивания.

Введение промывки, помимо очистки ячменя, изменило характер замочки тем, что при этом получалось некоторое проветривание в моечном аппарате, длившееся в течение всего процесса мойки, поскольку при промывке одновременно происходило перемешивание замоченного ячменя. Последнее, однако, тоже, ограничивалось только периодом промывки, и такую работу можно рассматривать почти как типичную водяную замочку.

Значительный поворот в работе замачивания наступил с появлением так называемой воздушно-водяной замочки, начало которой связано с появлением мочильного чана Дорнкаата. Как уже указывает само название «воздушно-водяная замочка», здесь дело идет о перемешивании слоев замоченного ячменя в продолжение всей замочки, и впервые вводятся в практику термины «воздушная» и «водяная» замочка. При этом имеет место не только искусственное продувание замоченного ячменя, но, в особенности, продуванию ячменя в мокром и сухом состоянии, вернее с водой и без воды.

Здесь впервые проводится мысль о «воздушной замочке», т. е. об оставлении ячменя без воды; эта мысль стала ведущей в дальнейшем развитии конструкции мочильного чана. Проветривание происходило отчасти перемешиванием и перекачкой в другой чан, как это имеет место при системе мочильных чанов Дорнкаата или путем применения сжатого воздуха. Но продувание оставалось все-таки еще «мокрым», т. е. в присутствии воды, так как распределение воздуха при сухой замочке было очень неудовлетворительным и дорогим. Мокрое продувание в течение, например, 3 дней, происходило каждый день по 1 часу и производилось только один раз в сутки, так что общее время продувания достигало 150 — 180 минут.

В основном к этому моменту воздушно-водяная замочка должна рассматриваться все же, как мокрая замочка с одновременной, сравнительно короткой, воздушной замочкой.

В мочильном чане Зёдинга впервые сознательно введен принцип мокрой и сухой замочки.

Обработка ячменя разделяется на две достаточно резко разграниченные стадии. Процесс замачивания и промывки происхо-

дит обычным путем и в целом продолжается приблизительно 50 час., т. е. до поглощения главного количества воды; затем дается сухое продувание, во время которого ячмень сперва стоит в течение нескольких часов (6 час.) без воды, после чего несколько часов просасывается воздух. Это сухое продувание повторяется два раза и в целом продолжается 18 — 20 часов.

Благодаря этому, достигается полное обсушивание ячменя в мочильном чане, отпадает необходимость класть на току ячмень толстым слоем в ворох, и садило может раскладываться сразу тонким слоем. Продувка отдельных слоев мочильного чана очень рациональна.

Таким образом, наряду с мокрой замочкой, мы имеем растянутую во времени сухую замочку, и самый процесс поглощения воды отделяется от процесса распределения воды и от начала прорастания зерна. Кроме того, впервые осуществилась мысль укоротить мокрую замочку с частичной заменой ее сухой замочкой, что облегчает рост и способствует развитию зародыша.

Еще более резкое разграничение на мокрую и сухую замочку происходит при применении принципа перекачки. Здесь сухая замочка и сухое продувание получают перевес (рис. 17).

Однако, не только продувание стало более интенсивным и процесс замачивания распался на мокрую и сухую замочку, но изменилась и сама техника продувания. Теперь уже не ограничиваются однократным длительным продуванием, например в течение 1 часа, но продувание ведут чаще и короче. Это более естественно и более соответствует биологическим процессам. Процесс дыхания в зерне происходит, как известно, непрерывно и умеренно. Согласно с этим, теперь применяется режим замачивания, который предполагает шестикратное продувание и, благодаря этому, требует более внимательного обслуживания. Прежний мочильный чан Дорикаата продувался 1 раз в день, т. е. всего три раза; современные мочильные чаны с перекачкой продуваются 13 раз водой и 35 раз без воды, т. е. всего 48 раз. Затраты окупаются экономией на продолжительности замачивания и проращивания.

Оросительная замочка, хотя и не связана с описанной эволюцией процесса замочки, но по своей идее основана на тех же самых соображениях. Она также стремится к тому, чтобы ячмень всевозможно меньше оставлять под водой и комбинировать поглощение воды с притоком кислорода. Поэтому замачиваемый ячмень подвергается лишь орошению водой, и стекающая через ячмень вода все время удаляется. Тонко распыленная вода содержит большое количество кислорода, и поэтому такой прием является ни чем иным как удобным и простым способом одновременного снабжения зерна водой и достаточным количеством необходимого кислорода.

Последним вариантом этой комбинации подачи воды и снабжения кислородом является замочка, которую можно было бы назвать «замочкой Саладина», так как здесь применяются ящики

а) Водяная замочка без продувания

в) Водяная замочка без продувания																					
Дни:		1-й день				2-й день				3-й день				4-й день							
часы замочки		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80 часов
напуск воды																					
Режим замочки		6ч		12ч			12ч			12ч			12ч			12ч			12ч		продолжительность замочки 76 часов в воде
Спуск воды																					
Продувания		нет																			
Переноска		замочка-4	24 час																		замочка-3 24 часа

б) воздушная водяная замочка с продуванием через час

Дни:	1-й день				2-й день				3-й день				4-й день			
часы замочки	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60 часов	
напуск воды																
режим замочки	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	продолжительность замочки 60 часов в воде 144 часа без воды
спуск воды																
5-ти мин продувание через час																
переноска	замочка-1	10 часов								замочка-2	24 часа				замочка-3	10 часов

в) замочка сапелина

Дни:	1-й день				2-й день				3-й день				4-й день			
часы замочки	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48				
напуск воды																
режим замочки	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч	2ч	6ч				
спуск воды																
5-ти мин продувание через час																
переноска	замочка-1	10 часов								замочка-2	24 часа				замочка-3	10 часов

Рис. 17. Рационализация режима замочки.

Саладина или, по крайней мере, подобный им аппарат с сетчатым дном и приспособлением для продувания воздуха; при этом ячмень лежит сравнительно тонким слоем.

Новое в этом способе работы состоит в том, что ячмень оставляют в мочильном чане только один день, затем переносят в ящики и все время продувают воздухом, который предварительно увлажняется. Дальнейшая подача воды в ящики происходит таким способом, что на каждые 5 000 кг ячменя дается каждые 6 час. лишь 2 гл воды. Эта мера осуществима только в современной ящичной системе Саладина.

Все эти изменения в режиме замочки, в первую очередь, выразились в изменении порядка и оформления работы. Вытеснение мокрой замочки сухой замочкой, частое умеренное продувание в мочильном чане ячменя с водой и без воды внесли существенные сдвиги в различных моментах, а именно: 1) в продолжительности замачивания, 2) в продолжительности проращивания, 3) в расходе воды, 4) в химико-биологических процессах, 5) в стоимости замочки. Нужная степень замачивания при частом продувании достигается значительно раньше. Благодаря этому продолжительность замачивания становится значительно меньше и сокращается до $\frac{1}{3}$ от прежней продолжительности. Конечно, при этом нельзя говорить о каком-либо определенном сокращении времени, так как длительность и характер «сухой замочки» могут быть совершенно различны.

Здесь идет дело не только об уменьшении продолжительности замачивания, но и о сокращении продолжительности проращивания.

Целью соложения является возможное уменьшение срока ращения, в целях повышения производительности солодовни. В прежние время, когда почти исключительно пользовались водяной замочкой, причем она большей частью была преувеличенной, сдвинуто часто больше суток не давало глазков. Благодаря недостатку кислорода зерно было настолько ослаблено, что на токах в нем не могла сразу пробудиться жизнь. Такое состояние прекратилось только с введением сухой замочки; благодаря чему со стороны техники развилось даже преувеличенное стремление вызвать первые признаки прорастания уже в мочильном чане.

Такое прорастание в чане имеет свои границы. С появлением глазков образуется уже довольно значительное количество углекислоты и тепла, поэтому не может быть речи о равномерном появлении корешков по всей толще зерна в мочильном чане. К тому же, в современных мочильных чанах замачиваемый ячмень лежит слишком толстым слоем, и поверхность мочильного чана слишком незначительна. Если замачиваемый ячмень так подготовить в мочильном чане, что после вымочки в нем быстро могут появиться глазки, то при этом можно лишь говорить о появлении глазков в верхней его части (около 20—30 см глубины).

Потребление воды при водяной замочке всегда значительно выше, чем при воздушной, благодаря более длительному времени замачивания и обусловленной этим частой смене воды. Чем более растянута воздушная замочка, тем меньше будет потребление воды. Биохимические процессы при комбинированной воздушно-водяной замочке наступают много раньше, чем при исключительно водяной замочке. Благодаря этому, ячмень легче и раньше начинает прорастать.

Стоимость комбинированной воздушно-водяной замочки всегда выше по сравнению со старой замочкой, вследствие стоимости электроэнергии и увеличения расходов по обслуживанию.

Таким образом, современная воздушно-водяная замочка постепенно развилась из водяной замочки. Воздушно-водяная замочка имеет уже потому большое преимущество, что она в очень значительной степени приближается к естественному поглощению воды зерном из почвы. Нет никакого сомнения, что прежняя обработка замоченного ячменя с длительным пребыванием ячменя под водой, без притока кислорода, была неправильной.

Именно кислородный голод растущего ячменя доказывает, насколько неправильно рассматривать и проводить замачивание как самостоятельную, резко обособленную стадию процесса ращения зерна, и точно также само ращение считать самостоятельной, ограниченной стадией. Естественное прорастание ячменя в почве не знает никакой особой предварительной «замочки». В природе оба процесса составляют одно целое, и техника должна так проводить искусственное проращивание, чтобы оно, по возможности, приближалось к природным условиям. Во всяком случае, такое соединение этих двух процессов значительно более естественно, чем соединение ращения и сушки, которое так часто предлагается. Два последних процесса резко отличаются друг от друга, так как сушка представляет собой искусственное прекращение процесса естественного прорастания. Ращение и сушка имеют совершенно противоположные цели и предпосылки, а поэтому они технически не могут проводиться в одном аппарате.

Наконец, в процессе замачивания необходимо выделить третью группу новых способов обработки, которые первоначально возникли при промывке ячменя, но постепенно приняли другое направление и привели к другим, новым предложениям.

Обычная промывка ячменя во многих случаях не вполне достигает своей цели. Удаляя пыль и легкие примеси, тем самым мы еще не можем уничтожить затхлый запах, улучшить цвет ячменя, убить зародышей в воде и ячмене, повысить способность прорастания, воспрепятствовать образованию плесени и удалить все загрязнения ячменя.

Дезинфекция и освежение ячменя с целью повышения способности прорастания могут быть достигнуты только добавкой химических веществ к замочной воде; однако, эти химические вещества не должны вредить ячменю.

Самым старым и наиболее распространенным дезинфицирующим средством при замочке является известь. Ее дезинфицирующее действие очень слабо, но все же достаточно для того, чтобы предупредить развитие плесени на току и предохранить от заболеваний корешки у зеленого солода. Она действует очищающим образом, удаляет комочки грязи на ячмене и уничтожает затхлый запах. Кроме того, она выщелачивает красящие вещества из оболочек и устраняет вещества, ухудшающие вкусовые качества пива. Способность прорастания при этом не только несколько не страдает, но даже повышается.

Действие извести зависит от способа ее применения. Лучше всего пользоваться не прямо известью, а известковой водой. Известь растворяют в воде, применяемой для замочки ячменя. Количество растворенной извести зависит от химического состава воды, а именно от содержания свободной и полусвязанной углекислоты в воде. Поэтому не может быть дана схема, пригодная для любой воды; в каждом отдельном случае это количество должно быть вычислено или установлено опытом. Задавать в мягкую воду больше извести, чем вода может ее растворить, не имеет никакого смысла.

Нерастворившаяся известь пристаёт к оболочкам ячменя, высыхает во время сушки солода и распыляется.

Для получения известковой воды обычно над мочильным чаном ставится старый бродильный чан, наполняемый водой, куда добавляется в избытке негашеная известь. Ее хорошо размешивают, благодаря чему получается насыщенный раствор, а избыточная известь садится на дно. Такую воду можно непосредственно пускать в работу.

Известковая вода применяется в качестве второй или третьей воды. После спуска известковой воды чан можно снова наполнить свежей водой, перемешать ее и, таким образом, приготовить второй раствор извести. Известь постепенно переходит под действием углекислоты воздуха в углекислый кальций, поэтому надо время от времени добавлять свежей извести или готовить ее заново. После обработки замоченного ячменя известью, в конце процесса замачивания приставшую к ячменю известь смывают обыкновенной водой, во избежание вредного влияния ее на зерно.

Вместо извести в воду могут добавляться также и другие химические вещества.

Из известковых солей чаще всего пользуются хлорной известью; она действует значительно более резко, чем обычное известковое молоко, обладает большей дезинфицирующей силой, но применение ее труднее регулировать, и она более опасна для ячменя или, вернее, для солода. Хлорная известь вызывает прикус орехов, который заметен даже в пиве.

Чтобы достигнуть более сильного дезинфицирующего действия, стали применять другие вещества.

В связи с этим возник еще не разрешенный окончательно вопрос о щелочной и кислой замочке.

Как уже упоминалось в теории замачивания, на этот вопрос нельзя дать исчерпывающего ответа на основании имеющихся данных.

Наряду со всеми этими вопросами возникает еще один, а именно, сокращение продолжительности замачивания без влияния на биологические процессы.

Наиболее простым способом является более высокая температура замачивания, которая согласно прежним указаниям, вызывает более быстрое поглощение воды зерном.

Применение теплой замочки связано со следующими предположениями, несоблюдение которых может вызвать серьезные неприятности: 1) основательная очистка ячменя, 2) частая смена воды, 3) добавка дезинфицирующих веществ, 4) сильное перемешивание замачиваемого ячменя, 5) обильная аэрация.

Если ячмень недостаточно хорошо промыть и не делать частой смены воды, находящиеся на зерне микроорганизмы, благодаря более высокой температуре, быстро размножаются и сообщают замачиваемому зерну нездоровый затхлый запах. Вследствие наступления процесса загнивания способность прорастания понижается. Исходя из этих соображений, при теплой замочке следует добавлять дезинфицирующие вещества, например известковое молоко, даже в том случае, если вода сама по себе безукоризненного качества.

Продувание, т. е. приток кислорода, в этом случае должно быть более интенсивным, так как жизнедеятельность зерна с повышением температуры также повышается.

Опасаться более сильного выщелачивания не следует, так как неповрежденное зерно не может выщелачиваться независимо от того, применяется ли холодная или теплая вода, а плодовая оболочка ячменя непроницаема для растворенных веществ. Степень выщелачивания при теплой замочке остается примерно такой же, как и при холодной, т. е. составляет около 0,8%.

Температура мочильной воды при теплой замочке может быть очень различна: она доходит до 20° и до 30°.

Подогревание воды обычно происходит при помощи паровых дюз; которые устраиваются в чане.

Наиболее распространенная схема теплой замочки следующая:

При первой смене мочильной воды употребляют известковую воду с температурой в 25° и оставляют в ней замоченный ячмень на 4 часа; вторую воду дают в 20° и через 4 часа ее также спускают после предварительного основательного продувания; затем замоченный ячмень в течение 6 час. оставляют без воды. Дальше замачивание ведется таким же путем, т. е. замоченный ячмень

оставляют на 6 час. под водой при 20° и потом снова на 6 час. без воды.

Первую мочильную воду нагревают до 30 — 32°, оставляют в ней замоченный ячмень на 4 часа и основательно его промывают. Если ячмень очень грязен, на второй день еще раз дается на 4 часа известковая вода.

Сокращение продолжительности замачивания при этом довольно значительно.

Вследствие успешности применения теплой замочки явилось стремление к дальнейшему повышению температуры и переходу к «горячей замочке».

При замачивании горячей водой ячмень засыпается сразу в воду с температурой 55°, тотчас же сильно перемешивается и подвергается действию горячей воды приблизительно в течение $\frac{1}{4}$ часа. После этого горячую воду быстро вытесняют холодной. В первые 8 час. происходит более интенсивное поглощение воды, но затем оно выравнивается. Кривая замачивания при горячей замочке поднимается более круто, чем при нормальной замочке.

Хотя горячее замачивание лучше очищает ячмень и гарантирует сокращение продолжительности замочки, но оно не безопасно, так как требует особого внимания к поддержанию необходимой температуры. Температура в 50° на многие ячмени не только не оказывает улучшающего действия, но даже вызывает понижение способности прорастания. Первые порции ячменя, попадающие сразу в горячую воду, могут пострадать благодаря высокой температуре, в особенности, если чан не имеет мешалки. Не следует замачивать выше 40°, и даже эту температуру рекомендуется поддерживать в течение лишь короткого времени.

В связи с горячей замочкой возникала мысль о возможности получения «бескорешкового солода», так как было установлено, что горячая замочка угнетает развитие корешков, в то время как зародышевый листок развивается, как обычно, давая нормальное растворение. Таким образом, казалось, что растворение зерна идет независимо от образования корешков и вследствие этого в горячей замочке видели необычайно заманчивое средство для угнетения развития корешков и уменьшения потерь.

Не говоря о том, что такой «бескорешковый солод» должен быть неоднородным по своим свойствам, сомнительно, чтобы можно было образование корешков считать ненужным.

Белковый распад при прорастании стоит в более тесной связи с образованием корешков, чем с образованием зародышевого листка. Недаром в практике при сильно белковистых ячменях ведутращение таким образом, чтобы добиться более сильного роста корешков и тем самым получить лучшее растворение.

В настоящее время горячая замочка применяется весьма редко, так как правильная регулировка температуры должна проводиться очень аккуратно, а во многих случаях сохранить высокую температуру во время замочки крайне трудно. Проще и есте-

ственно вызвать ускорение поглощения воды зерном путем достаточного притока кислорода; именно воздушная замочка всегда вызывает более быстрое поглощение воды и прорастание, так как обмен веществ стимулируется дыханием. Насколько это имеет место, зависит от продолжительности воздушной (сухой) замочки и количества подаваемой воды.

СТЕПЕНЬ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАМАЧИВАНИЯ

Теперь возникает вопрос, сколько же времени ячмень должен находиться в чане, лучше сказать, какое количество воды должно быть поглощено и какие изменения должно претерпеть зерно при замочке. Это выражают понятием степени замачивания, которая обуславливается продолжительностью замачивания.

Далее, важно установить, какой масштаб оценки замачивания применим в технике.

Само выражение «замачивание» — по-немецки «Weiche» (размягчение) — указывает на то, что твердые зерна при поглощении воды становятся более мягкими, эластичными и оказывают все меньшее сопротивление давлению. Чем больше зерно поглотило воды, тем оно становится мягче. В отдельных случаях степень мягкости зерна может служить некоторым масштабом количества поглощенной воды.

И действительно, на практике для определения степени замачивания пользуются пробой на сопротивление ячменного зерна раздавливанию. Такой метод носит, конечно, чисто эмпирический характер.

Нужная степень замачивания считается достигнутой, когда зерно перегибается через ноготь, оказывая при перегибе слабое сопротивление, а при сдавливании концов зерна между большим и указательным пальцами, оно больше не колет, и оболочка при этом легко отделяется от мучнистого тела.

Однако, все эти признаки субъективны, и такое определение требует большого опыта.

Для характеристики поглощения воды пытались ввести также объективные методы путем определения процентного содержания влажности зерна, для чего пользовались различными способами.

Очень простым способом содержание воды можно определить аппаратом Бернрейтера.

Если известно на основании опытного соложения, что ячмень при определенном содержании воды достигает правильной степени замачивания, или если хотят замочить зерно только до определенного содержания воды, то можно с успехом пользоваться этим аппаратом.

Аппарат Бернрейтера представляет собой стаканчик с продырявленными стенками, куда помещается навеска замачиваемого ячменя, и прибор этот подвешивается в мочильном чане. По око-

чании замачивания сосуд встряхивают, насухо обтирают снаружи и взвешивают.

100 г ячменя, имевшего до замочки, например, 15% воды, загружается в аппарат и подвергается до тех пор действию воды, пока ячмень не будет весить 150 г.

150 г замоченного ячменя содержит $50 + 15 = 65$ г воды; отсюда 100 г ячменя содержит $\frac{65 \times 100}{150} = 43,3$ г воды.

Недостаток метода заключается в том, что предварительно необходимо знать содержание влаги в исходном ячмене.

Замочку также можно проконтролировать по весу 1 000 зерен ячменя до и после замачивания.

Нормальный вес 1000 зерен	42,0 г
Вес 1000 г замоченного ячменя	62,4 г
Поглощение	20,4 г

Отсюда поглощение воды, выраженное в процентах, составит:

$$42,0 : 20,4 = 100 : x; x = 48,6\%.$$

Если ячмень содержит 15% воды, а поглощение воды на 100 г достигает 48,6 г, то в 148,6 г в общем содержится 63,6 г воды, что соответствует содержанию 42,8% воды.

Здесь также требуется предварительное определение содержания воды в ячмене.

Наконец, можно воспользоваться простым определением влаги в замоченном ячмене. Для этого берется проба замоченного ячменя, приставшие капли удаляются фильтровальной бумагой и определяется содержание воды.

В этом случае определение воды производится в две стадии, так как сырой ячмень не может быть сразу подвергнут действию высокой температуры, а кроме того, и дробление его невозможно.

Для этой цели отвеивают определенное количество замоченного ячменя и дают ему подсохнуть на воздухе до воздушно-сухого состояния.

1000 г вес замоченного ячменя перед сушкой	
665 г	после подсушивания
335 г потеря в весе (33,5% влажности).	

Такой воздушно-сухой ячмень перемалывается, и остаточная влага определяется обычным путем.

Пусть эта вторая «гигроскопическая» влага равняется 13,2%; отсюда при пересчете на общий вес:

$$100 : 13,2 = (100 - 33,5) : x = 8,8\% \text{ влажности.}$$

Таким образом, содержание воды в замоченном ячмене достигает $33,5 + 8,8 = 42,3\%$.

Для получения требуемой степени замачивания, т. е. степени поглощения воды, первое правило состоит в том, чтобы избежать

слишком долгой и сильной замочки, которая всегда действует более вредно, чем умеренная замочка. При умеренном замачивании в процессе прорастания можно помочь последующей дачей вегетационной воды, путем обрызгивания на току. Перезамачивание же может для ячменя стать роковым. Зародыш при этом отмирает, зерно становится коричневым или красным и выглядит, как старый, лежалый ячмень. Исправить эту ошибку потом уже невозможно. В особенности, опасна перемочка при недозрелых ячменях.

Степень замочки у различных ячменей и для различных типов солода неодинакова. Решающим для степени замачивания являются: 1) характер получаемого солода, 2) особенности ячменя урожая данного года, 3) состояние ячменя (степень его зрелости), 4) система соложения (соложение на токах или пневматическое соложение). 3

Для светлого солода требуется лишь умеренная степень замачивания, т. е. поглощение воды. Интенсивность последующего проращивания определяется содержанием воды при замачивании. Слишком сильное замачивание не позволяет получить светлый солод, так как обмен веществ, благодаря этому, может стать слишком глубоким. Замочка должна быть умеренной (содержание воды около 44%).

Для получения темного солода требуется значительно большее поглощение воды. Ферментативные процессы при последующем проращивании должны пройти глубже, чем у светлого солода. Солод должен получить полное растворение, кроме того, сам процесс проращивания в этом случае происходит дольше. Поэтому для темных солодов дают более длительное замачивание, так называемую полную замочку. Зерну дают поглощать воду до тех пор, пока остается белой только небольшая точка, величиной с булавочную головку, в центре мучнистого тела, в то время как остальная часть мучнистого тела пропитана водой и поэтому кажется желтоватой (содержание воды около 46—47%).

Поэтому степень замачивания является относительной величиной и зависит от характера получаемого солода.

Слишком слабое замачивание действует таким образом, что прорастание происходит медленно, зародышевый листок и корешок с трудом развиваются, и возникает опасность высыхания.

Слишком сильное замачивание вызывает перемачивание спелых зерен, слишком интенсивный рост с разогреванием — высокую температуру и большие потери.

Здесь также играют роль вегетационные условия отдельных годов. Встречаются такие ячмени, у которых полная замочка достигается медленно, и наоборот, у других это удается легко.

Особенно нужно быть осторожным с замачиванием свежих, недозревших ячменей и при всех обстоятельствах замачивать их короче, иначе их способность прорастания ухудшается.

При хороших токах ячмень не особенно чувствителен к степени замачивания. Здесь легко помочь обрызгиванием. Например, при

сухих токах или токах с усиленной вентиляцией имеют место обратный случай; поэтому здесь требуется полная замочка. Для пневматической системы соложения важно полное замачивание, так как здесь опасность высыхания всегда больше, чем на токах. В общем, до известных пределов степень замачивания может быть исправлена в процессе соложения.

Со степенью замачивания тесно связана продолжительность замачивания, т. е. время, в течение которого зерно должно подвергаться действию воды, пока оно не достигнет необходимой степени замачивания.

Определенное поглощение воды достигается только после определенного времени замачивания. Во всяком случае не следует забывать, что одна «продолжительность замачивания» говорит немного. Как уже было сказано, продолжительность замачивания зависит от способа работы, продувания, соотношения между временем воздушного и водяного замачивания и различных добавок к мочильной воде.

Между прочим, для поглощения воды зерном имеют значение также свойства ячменя, форма зерна и свойства мучнистого тела. Наконец, химический состав мочильной воды и ее температура также обуславливают колебания в продолжительности замачивания.

Не устанавливая норм, коротким замачиванием называют такое замачивание, которое продолжается 30—35 час. (1½ суток), средним — продолжающееся 50—70 час. (2—3 суток), длительным — продолжающееся 90—100 час. (около 4 суток).

В общем, уже спустя короткое время (около 50 час.), зерно поглощает большую часть воды, в то время как в продолжение дальнейшей замочки идет, главным образом, распределение воды внутри зерна.

Короткую замочку применяют в начале кампании, при свежесжатых ячменях, при ячменях, подмоченных дождем, или если они влажны по другим причинам, а также при получении светлого солода.

Длительную замочку применяют при сухом ячмене, при засушливом лете, при изготовлении темного солода, а также на сухих токах с усиленной тягой.

Однако, продолжительность замачивания не служит мерой степени замачивания. Правда, эти два момента связаны друг с другом, но не равнозначны. При рациональном ведении работы, после сравнительно непродолжительной замочки, может быть достигнута более высокая степень замачивания, чем при неправильном способе работы за более продолжительный срок.

Продолжительность замачивания для двух основных типов солода так же, как и степень замачивания, является относительной. Числовые выражения при характеристике замочки имеют

значение только в том случае, если известны качества или свойства ячменя, условия прорастания, система мочильных чанов и способы работы при замачивании.

ПОТЕРИ ПРИ ЗАМОЧКЕ

Так же, как и очистка зерна, замачивание связано с известными потерями. Потери при замачивании складываются: 1) из потери целых зерен (сплав), 2) из вымывания приставших к зерну частиц грязи, 3) из выщелачивания ячменя при замочке, 4) из потери на дыхание.

При смешивании ячменя с водой некоторое его количество поднимается на поверхность в виде сплава. Большей частью этот сплав состоит из щуплых зерен ячменя, легких семян сорняков, оболочек и остей. Сплав снимается лопатой, высушивается и продается.

Чем медленнее засыпается ячмень, тем больше может быть собрано сплава. При быстром замачивании некоторое количество малоценных примесей увлекается вглубь чана.

Целесообразно время от времени перемешивать плавающее на поверхности зерно, чтобы здоровые зерна не попали в сплав. У ячменя неочищенного, плохо очищенного, зараженного долгоносиком, — количество мякины, остей и прочих примесей обычно выше. Плохо очищенный ячмень дает около 1—1,2% сплава, хорошо очищенный — 0,2%.

О потере от выщелачивания имеются различные данные. В общем эта потеря колеблется от 0,5 до 1,0% (в среднем 0,8%). При этом выщелачивание происходит только из оболочек зерна. Цвет и медовый запах мочильной воды получается именно от выщелачивания. Только в том случае, если ячмень поврежден, может идти выщелачивание веществ из самого зерна.

Потеря благодаря дыханию также различна; она зависит от того, происходит ли и насколько интенсивно процесс прорастания уже в мочильном чане. Обычно потеря на дыхание при замочке учитывается не отдельно, а вместе с потерей на дыхание при соложении.

РАЩЕНИЕ ЯЧМЕНЯ

Прорастание представляет собой биологический процесс, во время которого развиваются зачаточные органы зародыша — зародышевый листок и зародышевый корешок и возникает новое растение путем образования новых клеток.

Проращивание, которое происходит в солодовне искусственным путем, не отличается в своих основных чертах от прорастания в почве. Наблюдается только количественная разница в некоторых образующихся веществах.

Физиологический процесс прорастания происходит только при определенных условиях. Этими условиями являются влажность, температура и кислород.

Для прорастания требуется содержание влаги в зерне, так как всякая жизнь связана с определенным содержанием воды, как и большинство химических реакций. Только в присутствии достаточного количества воды возможна доставка зародышу в растворимой форме веществ, необходимых для его питания и для построения новых клеток. Кроме того, вода является средством передвижения питательных веществ из клетки в клетку.

Ячмень в процессе хранения или путем искусственного подсушивания теряет часть своей воды; в это время зерно находится в состоянии покоя, когда все жизненные процессы сведены до минимума. Поэтому зерну должна быть вновь доставлена вода, что технически осуществляется при так называемом замачивании. После замочки, как мы видели, содержание воды в ячмене повышается приблизительно до 45%, причем это количество должно быть сохранено в зерне в течение всего процесса проращивания. Избыточное количество воды вредит ячменю и может даже совершенно лишить его способности прорастания.

Жизнь всякого организма — животного или растительного происхождения — связана с определенной температурой, которая влияет на все внешние проявления жизни и скорость жизненных процессов. Для каждого процесса имеется определенная температура, при которой существуют наиболее благоприятные соотношения, в то время как выше или ниже этой температуры создаются менее подходящие жизненные условия. Наиболее благоприятная температура роста для ячменя лежит около 17°. При температуре с 3 — 5° жизнь прекращается так же, как при температуре в 30°. При высокой температуре обмен веществ в зерне происходит очень бурно, при более низкой температуре, наоборот, он замедляется.

Температурные соотношения при прорастании должны так регулироваться, чтобы достигался равномерный рост и соответствующий

щий сдвиг в обмене веществ. При слишком низкой температуре происходит ненужное замедление процесса прорастивания, при высокой температуре процесс дыхания слишком усиливается, и наблюдается неравномерное развитие зерна. Таким образом, очень важно поддерживать наиболее благоприятную температуру.

Источником энергии для роста зерна является дыхание. Оно представляет собой процесс горения, т. е. окислительный процесс. При всех обстоятельствах здесь требуется кислород, т. е. воздух. Особенно необходим приток кислорода в начале прорастания.

Передача кислорода воздуха клеткам совершается определенными ферментами — оксидазами. Сжиганию подвергаются, главным образом, углеводы и, следовательно, крахмал, т. е. самый ценный материал зерна. Продуктами сгорания являются углекислота, водяные пары и выделяемое тепло.

Хотя кислород абсолютно необходим, все же его приток ограничивают до минимума, чтобы воспрепятствовать бесполезной трате крахмала на дыхание, а также и потому, что благодаря выделяющейся при этом теплоте происходит более интенсивный рост. Биохимические процессы должны протекать в зерне медленно, чтобы техник мог ими управлять; кроме того, соотношение между потреблением и превращением веществ в зерне должно быть более или менее постоянным, которое при бурном росте неизбежно нарушится.

Образующаяся углекислота подавляет дыхание и даже может совершенно его прекратить. Поэтому необходимо позаботиться о своевременном удалении углекислоты и замене ее свежим воздухом, в особенности, в начале прорастания; иначе в зерне возникнут ненормальные явления и процессы распада. В более поздней стадии развития зерна, наоборот, накопление углекислоты даже благоприятно. Существуют такие способы соложения, которые умышленно вызывают накопление определенного количества углекислоты в садиле.

Таким образом, правильное регулирование влажности, температуры и содержания кислорода или, вернее, углекислоты в воздухе и в садиле, имеет громадное значение для процесса прорастивания зерна.

Свет для прорастания не требуется. Естественное прорастание ячменя в поле также происходит при отсутствии света. В солодовне прорастающий ячмень защищают от света, снабжая окна голубыми стеклами, благодаря чему могут проникать лучи только синей половины спектра. Синие лучи оказывают благоприятное влияние на образование и действие ферментов и одновременно несколько задерживают рост. При слишком сильном солнечном свете, в особенности у тонкокожих ячменей, может начаться асимбиляция, благодаря чему появится небольшое количество хлорофилла, который неблагоприятно действует на вкус солода.

ТЕОРИЯ ПРОРАСТАНИЯ

Процесс прорастания зерна характеризуется тремя явлениями: поглощением воды, развитием зародыша и превращением запасных веществ, отложенных в зерне. При этом происходят значительные изменения как в анатомическом строении зерна, так и во всем химическом составе его.

Во время развития зародыша, когда происходит образование новых клеток и новых тканей, зародыш нуждается в строительных материалах, для чего используются такие питательные вещества, как углеводы, белки, жиры и некоторые соли. Эти вещества должны быть предоставлены зародышу в легко ассимилируемой форме, т. е. они должны быть растворимы. Только в этом случае они подвижны, могут достигнуть клеток зародыша и быть использованными для питания и для образования новых клеток.

В мучнистом теле, которое представляет собой запас веществ, отложенных на первое время роста, подобного рода питательные вещества имеются; но эти вещества непригодны для питания зародыша, так как они нерастворимы в воде и неспособны диффундировать.

Питательные вещества мучнистого тела, которые соответствуют этим требованиям и находятся в небольшом количестве вблизи от зародыша, служат для питания в течение первых дней. Но они быстро исчерпываются, и зародыш должен был бы погибнуть, если бы ему не была предоставлена возможность самому получать вещества, необходимые для дальнейшего питания и роста. В этом состоянии начинается образование ферментов, цель которых — обеспечить жизнь зародышу, переводя определенные питательные вещества в растворимое состояние и допуская тем самым их передвижение из клетки в клетку и ассимиляцию их развивающимся зародышем.

Уже в покоящемся зерне ячменя имеются некоторые из этих ферментов, хотя и в незначительном количестве. Но основное количество ферментов и наиболее деятельных ферментов образуется только во время прорастания.

Одновременно наступают изменения во внешней форме зародыша, которые сперва выражаются в образовании корешка, а затем в образовании зародышевого листка. Сперва вытягивается главный корешок; плодовая и семенная оболочки и плотно прилегающая мякотная оболочка прорываются в том месте, где зерно было прикреплено к колосу. Влагалище выступает между двумя несросшимися оболочками, и появляются первые признаки корешка. У зерна показывается «глазок». Затем клетки в корешке разрываются, и появляется несколько корешочков. Корешок начинает разветвляться («развиваться»). Появляющиеся нежные корешки снабжены тончайшими капиллярными волосками, которые имеют большое значение для питания молодых выросших

растений. Благодаря их нежной ткани и тонкой верхней оболочке из почвы легко поглощаются питательные соли, которые затем передвигаются из клетки в клетку. Внешний кончик корня покрыт корневым чехликом, за которым лежит новообразовательная зона.

Рост зародышевого листка (Plumula), который сперва состоит из ряда завернутых листовых пластинок, проявляется в том, что в начале прорастания он разрывает верхним листом плодную и семенную оболочки и вылезает вперед по направлению к верхнему кончику зерна, оттесняя щиток в сторону. Это расположение будущего стебля в практике соложения называется «зародышевым листком».

Обычно при соложении полного разворачивания зародышевого листка не происходит. Развитие зародышевого листка должно происходить только до определенной длины. Если зародышевый листок перерастает длину зерна, говорят об образовании «гусаров».

Эти превращения веществ и новообразования в процессе прорастания имеют основное значение для свойства полученного солода.

Течение физиологических процессов и связанных с ними химических превращений зависит:

- 1) от рода веществ, отложенных в зерне во время созревания и хранения;
- 2) от качества и, прежде всего, от количества имевшихся в зерне ферментов и других веществ;
- 3) от внешних условий, в которых находится ячмень во время проращивания.

Во время дозревания и хранения происходит синтез веществ, в котором имеет место максимальное уплотнение (полимеризация или конденсация) низкомолекулярных веществ в более высокомолекулярные. Так, низшие сахара, монозы, дисахариды и т. д. превращаются в высшие углеводы, как крахмал, гемицеллюлозы, целлюлозы и т. п.; продукты распада белков, аминокислоты соединяются в настоящие белки, свободные жирные кислоты — в нейтральные жиры, а минеральные вещества дают новые соединения с органическими веществами. Такие превращения связаны с химической и механической потерей воды. Во время прорастания при механическом и химическом поглощении воды имеет место противоположный процесс, а именно — распад всех высокомолекулярных запасных веществ на низкомолекулярные, которые передаются из клетки в клетку и служат для питания и роста зародыша.

При насыщении зерна водой во время замачивания, прежде всего, внутри его образуется раствор легкорастворимых веществ, как ферменты, сахар, соли и т. д. Плазма и ряд других веществ набухают, клеточные стенки становятся проницаемыми; биохимические реакции, которые до сих пор протекали крайне медлен-

но, сразу усиливаются; наступают процессы распада и начинается интенсивная жизнедеятельность, которая проявляется в виде сильного выделения тепла и углекислоты.

Наряду с распадом веществ, который, в первую очередь, касается запасных веществ, также происходит синтез — сперва в зародыше, который путем деления клеток и поглощения питательных веществ питается и увеличивается в своих размерах. Медленный поток растворимых веществ движется от эндосперма по направлению к месту их потребления в зародыше; растворенные вещества в виде молекул и ионов движутся через клеточные оболочки из клетки в клетку, от мест с более высокой концентрацией в места с более низкой концентрацией.

Все превращения веществ, их распад и синтез, возможны только при интенсивной деятельности ферментов. Следовательно, образование ферментов и превращение веществ идут рука об руку.

Как уже было сказано, причиной образования ферментов является потребность зародыша в питании после поглощения им первоначально имевшихся в его распоряжении ассимилируемых веществ.

Голодное состояние зародыша, действительно, является причиной образования ферментов. Если отделенный зародыш заставить расти на питательной среде, содержащей крахмал и один из ассимилируемых им углеводов, например, тростниковый сахар, то при этом не удастся обнаружить образования диастаза, так как, очевидно, благодаря имеющемуся тростниковому сахару потребность в питании зародыша удовлетворена. Можно думать, что в отношении других питательных веществ зародыша имеет место такое же явление.

Местом образования ферментов являются клетки столбчатого эпителия, которые отделяют щиток зародыша от клеток самого эндосперма. Задачей щитка является всасывание питательных веществ из эндосперма и передача их зародышу. В качестве доказательства можно привести опыты культивирования зародышей (со всасывающим эпителием и без него) на питательной желатине, содержащей крахмал. Только зародыши, снабженные эпителием, в состоянии разлагать и растворять крахмальные зерна.

Материалом для образования ферментов, повидимому, служат белковые соединения эндосперма, которые подвергаются преобразованию во всасывающем эпителии; затем они снова диффундируют в виде ферментов в эндосперм, чтобы там проявить свое действие.

Но как именно происходит само образование ферментов, — пока еще неизвестно. Деятельность ферментов начинается после их вторичного образования в эндосперме. Очевидно, ферменты от всасывающего эпителия постепенно движутся по направлению к вершине зерна; таким образом, ферментативное действие начинается в нижней половине зерна, наиболее близкой к зародышу.

и соответственно направлению роста распространяется к вершине зерна.

Деятельность различных ферментов происходит в определенной последовательности. Работа отдельных ферментов до известной степени связана.

Повидимому, ферменты отчасти образуются вновь или постепенно выделяются в процессе деятельности или же активируются определенными веществами, приобретая способность к превращению веществ. При постепенном улучшении условий, например при повышении кислотности, ферменты могут достигнуть максимальной активности.

В непроросшем зерне имеется очень незначительное количество кислот, благодаря чему для работы многих ферментов условия не совсем благоприятны. Ферменты начинают работать в той последовательности, в которой возникают наиболее благоприятные условия кислотности в процессе прорастания. Деятельность ферментов падает, как только эти соотношения становятся для них неблагоприятными. Вместе с этим изменяются превращения отдельных или одновременно нескольких веществ, в зависимости от того, сколько ферментов и какие из них изменяют свою активность.

Увеличение количества ферментов во время прорастания во многих случаях происходит так, как это показано на кривой рис. 18. Во время процесса прорастания наблюдается иногда очень значительное увеличение количества ферментов и их активности, что, по всей вероятности, обуславливается продолжающимся новообразованием ферментов.

Так, прежде всего, гидролизующие ферменты в конце периода прорастания при удовлетворительных условиях достигают максимальной активности, и затем, начиная с этого момента, происходит уменьшение количества этих ферментов. Зерно с незначительным вначале содержанием ферментов позднее может обнаружить весьма высокую ферментативную активность.

Ферменты, растворяющие белки, играют, повидимому, двойную роль, которая имеет особенно большое значение в начале прорастания. Ферменты, часто прочно связанные с белком и потому сильно подавленные в своем действии, освобождаются только благодаря растворяющему действию гидролизующих ферментов. Кроме того, благодаря этому распаду белков, которое может происходить в различных местах, освобождаются необходимые азотистые низкомолекулярные вещества, которые допускают новообразование ферментов и способствуют ему. Отсюда ясно, насколько ферменты в своем действии зависят друг от друга.

Распределение ферментов в зерне неодинаково.

Наибольшее количество ферментов почти всегда находится вблизи зародыша, где, повидимому, происходит новообразование большинства ферментов, как например, образование диастаза в эпителии над щитком зародыша. В поверхностных частях эндосперма часто встречается еще значительное количество ферментов.

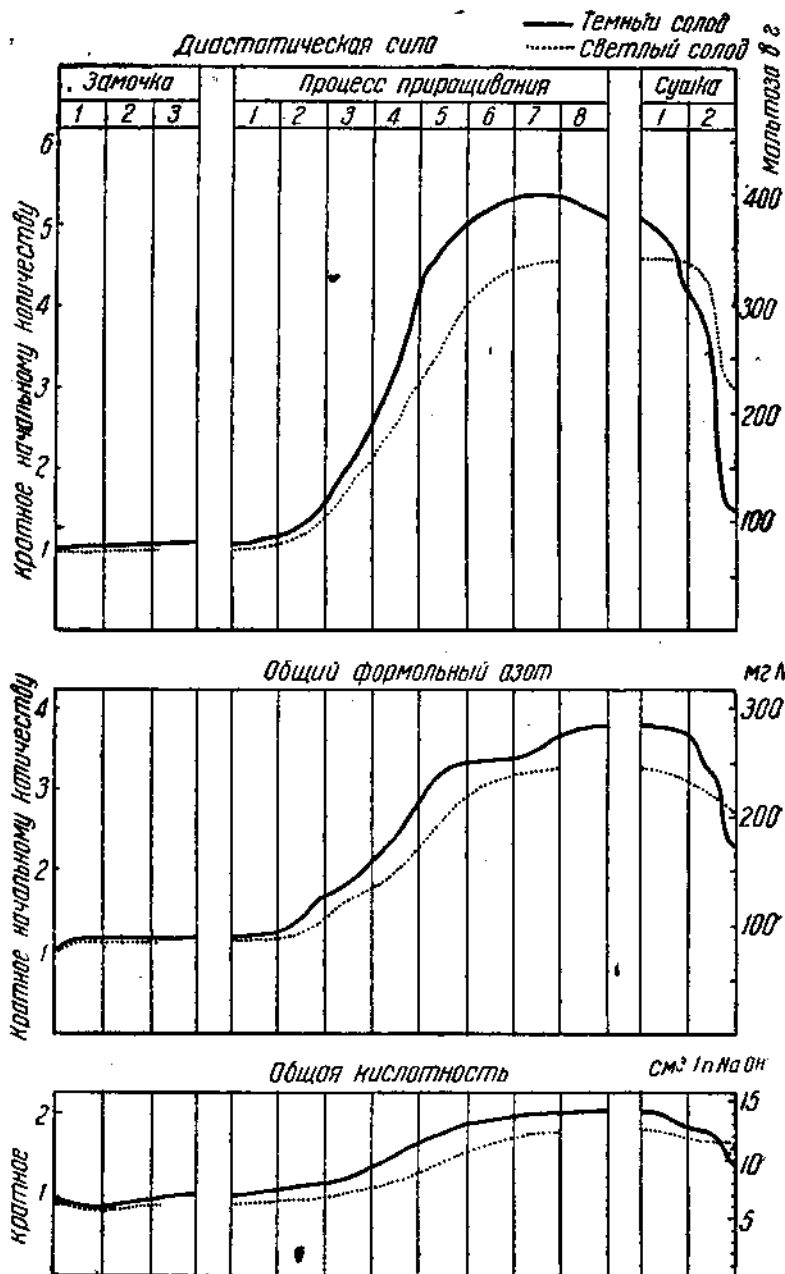


Рис. 18.

Изменения диастатической силы, формального азота и кислотности при проращивании.

которое совершенно нельзя обнаружить внутри эндосперма. Выделения этих ферментов в пограничной зоне по направлению к внутренней части эндосперма, очевидно, не происходит.

Образование кислот постольку имеет чрезвычайно важное значение для прорастания, поскольку кислотность, вместе с температурой, оказывает решающее действие на ферментативную способность. Только в том случае, если имеется соответствующая степень кислотности, ферменты могут быть активными. Таким образом, необходимая степень кислотности является первой предпосылкой для прорастания.

Во время прорастания все больше и больше образуется «титруемой кислотности», т. е. электролитов, как в этом можно убедиться титрованием или определением электропроводности вытяжек зеленого солода.

Повышение кислотности связано с тем, что различные фосфатазы освобождают из органических соединений фосфора фосфорную кислоту, вернее, ее кислую соль.

В первую очередь, здесь следует упомянуть о фитине оболочек, у которых фитаза выделяет из его соединений с инозитом фосфорную кислоту в виде первичного фосфата.

Свободная фосфорная кислота отчасти образуется также в эндосперме при расщеплении амилофосфатазой амилопектина. Благодаря этому крахмал становится доступным действию амилазы.

Затем здесь, видимо, принимает участие также глицерофосфатаза, которая расщепляет глицеринофосфорную кислоту липонидов — лецитин; различные гексозофосфатазы также отщепляют свободные кислоты, причем наряду с фосфорной кислотой освобождается соответствующее количество моноз. Сахарофосфатаза отщепляет фосфорную кислоту от сахарозы; сюда также относится нуклеотидаза, поскольку она уже имеется в ячмене.

При всех этих кислотообразующих процессах одновременно постоянно происходит накопление отдельных ферментов, которые вызывают подобные расщепления.

Сюда относится также ряд органических кислот, которые представляют собой промежуточные продукты при окислении углеводов до углекислоты и воды. Таким образом, количество кислот и сахара находится в определенном соотношении. Кислоты, в особенности, образуются там, где происходит дыхание, что связано с соответствующим понижением содержания углеводов.

Аминокислоты, которые образуются при распаде белков, отчасти переходят в оксикислоты, при отщеплении щелочной аминокислотной группы; при этом аминокислоты приобретают действительно кислый характер. Этот процесс также тесно связан с дыханием.

Наконец, сера органических соединений приводит к образованию незначительного количества серной кислоты или кислых сернокислых солей.

Наблюдающуюся в зерне кислотность делят на: 1) общую кислотность, 2) начальную кислотность и 3) ферментативную кислотность.

Под общей кислотностью понимают ту кислотность, которая образуется в результате затирания в течение 3 час. при 53°, т. е. при воздействии кислотообразующих ферментов зерна. Она состоит из начальной и ферментативной кислотности.

Начальной называется та кислотность, которая уже имеется в самом зерне до прорастания и извлекается из него водой после того, как ферменты убиты алкоголем. Ферментативная кислотность — это та кислотность, которая образуется только под действием ферментов при указанной выше температуре затирания. Ее числовое значение соответствует количеству имеющихся в зерне кислотообразующих ферментов и выражается как разность между общей и начальной кислотностью.

В зависимости от вегетативных условий, зрелости, условий хранения, происхождения зерна и условий или, вернее, продолжительности прорастания, кислотность может колебаться в довольно широких границах. Приблизительный ход кривых нарастания кислотности во время прорастания представлен на рис. 18.

Уже после короткого замачивания наблюдается подъем кривой кислотности, который на 4-й или 5-й день становится более крутым и достигает максимума, большей частью сохраняемого до конца ращения.

Эти кислоты, основное количество которых составляет фосфорная кислота, представляют собой слабые кислоты и действуют как химические буфера. Это обстоятельство делает понятным, почему во время прорастания концентрация водородных ионов (рН 6,1), т. е. активная кислотность, мало увеличивается, несмотря на резкое возрастание титруемой кислотности, как показывает кривая на рис. 18.

Нормальная или, вернее, наиболее часто наблюдаемая кислотность ячменя и солода следующая:

Кислотность в см ³ нормального раствора	Ячмень	Зеленый солод	
		светлый	темный
Общая	7—11	10,5—14	11,0—15,5
Начальная	1,5—2,5	4,0—7,5	4,5—7,5
Ферментативная	5—9	5,0—7,5	5,0—8,5

Ненормальный ход кривой кислотности или ее отдельных отрезков указывает также на ненормальные условия роста, недоста-

точную способность прорастания или недостаточную влажность, слишком высокую или слишком низкую температуру, перемачивание и т. д. В известном смысле кривая кислотности является также картиной растворения зеленого солода.

По своему химическому составу кислоты состоят из нелетучих органических кислот, как молочная, янтарная, яблочная кислота и др., из летучих органических кислот, из серной кислоты и из первичных фосфатов. В период прорастания несколько уменьшается только количество летучих кислот, количество нелетучих органических кислот возрастает очень незначительно; нарастание кислотности, главным образом, происходит за счет увеличения количества фосфорной кислоты или вернее ее кислых солей, имеющих также большое значение для качества солода.

Местом накопления кислот является зародыш, который содержит их значительно больше (часто вдвое), чем эндосперм.

Сахара, которые имелись еще в ячмене (первоначальные сахара), как тростниковый, солодовый, инвертный сахар (виноградный сахар и фруктоза) и рафиноза, растворимы в воде. Увеличение количества этих сахаров во время прорастания тесно связано с их усиленным потреблением в качестве питательного и строительного материала, а также источника энергии зародыша во время дыхания. Образование этих веществ, которое происходит за счет крахмала и гемицеллюлоз, однако, твердо не установлено, так как большая часть их сейчас же после образования вновь подвергается превращению и сжигается во время дыхания.

Правильное определение сахара в солоде возможно только после разрушения алкоголем ферментов, которые вызывают его образование.

Высокое содержание растворимых углеводов в готовом солоде может служить указанием на перерастворение, вызванное перемачиванием, слишком частым обрызгиванием, высокой температурой и т. п. Одновременно оно сопровождается и более высоким содержанием ферментов, увеличенным ростом, а также более коротким временем осахаривания солода. В этом случае также наблюдается повышенное содержание аминокислот.

Количество первоначально образовавшегося сахара сильно колеблется, в зависимости от ячменя, условий прорастания и сушки, а именно — между 7,5 и 14%.

Содержание сахарозы очень заметно падает во время замачивания, может быть, благодаря незначительному выщелачиванию или начавшемуся дыханию. Но в течение первых дней роста количество ее возрастает до 7%, причем сперва нарастание происходит быстро, а затем замедляется. К концу периода роста содержание тростникового сахара снова несколько падает. Все же наблюдается некоторое постоянство или незначительное увеличение его еще на верхней решетке; на нижней решетке количество сахара падает. Часть, а может быть и все количество, сахарозы должно возникать из мальтозы путем молекулярной перегруппи-

ровки. Разложение сахарозы может происходить при помощи сахаразы или путем инверсии водородными ионами.

Основная часть сахарозы содержится, главным образом, в зародыше, в то время как в эндосперме содержание ее увеличивается очень незначительно.

Количество мальтозы, которая совершенно отсутствует в ячмене, во время прорастания достигает 3%, но во время сушки снова падает. Мальтоза, повидимому, образуется из запасных углеводов (крахмала), причем она отчасти превращается в сахарозу или при помощи мальтазы в глюкозу.

Количество инвертного сахара во время замачивания в общем несколько уменьшается, но во время ращения большей частью до самого конца периода роста поднимается почти от 0 до 6% максимумом. При этом количество сахара сперва несколько уменьшается в зародыше, а в эндосперме сильно возрастает.

Образование инвертного сахара, состоящего из виноградного сахара (глюкозы) и фруктозы, происходит за счет сахарозы и мальтозы, если он образуется прямо при распаде крахмала и некоторых гемицеллюлоз.

Виноградный сахар всегда находится в избытке по отношению к фруктозе, так как последняя, видимо, быстрее потребляется и при сильной аэрации или, вернее, дыхании — почти совершенно исчезает. Оба эти сахара могут постепенно исчезать при хранении солода.

Сахароза должна иметь наибольшую питательную ценность для зародыша, затем идет фруктоза, глюкоза и, наконец, мальтоза.

Роль гекоксидаз при прорастании еще недостаточно изучена. Сахараза, кроме сахарозы, расщепляет также встречающуюся в ячмене рафинозу и другие сахара. Большая часть сахаразы имеется в зародышевом корешке, меньше — в зародышевом листке, а в эндосперме сахараза почти совершенно не содержится. С увеличивающимся образованием кислот возрастает деятельность сахаразы.

Мальтаза при прорастании, вероятно, быстро переходит из нерастворимой формы в растворимую, благодаря чему и ее активность превышает исходную активность больше, чем на 100%. На верхней решетке количество мальтазы также несколько возрастает, но на нижней решетке ее активность падает и при некоторых обстоятельствах мальтаза совершенно исчезает.

Действие сахаразы измеряется количеством образовавшегося инвертного сахара, а действие мальтазы — увеличением количества глюкозы.

Образование диастаза представляет собой самый важный процесс при соложении. Диастаз при соответствующих условиях вызывает разжижение и осахаривание крахмала ячменя. Если даже в начале практически действие диастаза незначительно, то позднее его работа имеет решающее значение. Поэтому из всех фер-

ментов ячменя наиболее подробно изучены образование и работа диастаза.

Самое большое количество диастаза находится около зародыша, как показывают следующие данные:

Верхняя часть эндосперма	25,0%	} эндосперм=95%
Нижняя часть » 	70,0%	
Щиток » 	4,0%	
Зародышенный листок эндосперма	0,4%	
Корешок эндосперма	0,5%	

В самом эндосперме диастаз также распределяется неравномерно; самое большое количество его находится во внешней части, в особенности, в алеуриновом слое, который также выделяет диастаз.

Относительно условий образования диастаза можно предположить, что при поглощении воды зерном сперва освобождаются кислоты и ряд первоначально имевшихся в зерне ферментов. Благодаря этому, зародыш может усилить свою жизнедеятельность и потребление имеющегося в зерне сахара, который в присутствии воды переходит в раствор. Растворившиеся ферменты начинают проявлять свое действие, причем первыми, вероятно, начинают работать кислотообразующие ферменты и ферменты, гидролизующие белки. Растворимые белковые вещества вблизи всасывающего эпителия могут проникать в эпителий и доставлять новый строительный материал для образования ферментов.

Соотношения кислотности постепенно становятся все более благоприятными для диастаза. Незначительная разжижающая способность так называемого транслोकационного диастаза все время возрастает, и фермент, который, казалось, один обнаруживал это свойство, а именно — амилофосфатаза, теряет свою связь с белком под действием соответствующего фермента, активируется и переходит в форму так называемого секретионного диастаза.

После того, как клеточные стенки эндосперма, благодаря действию цитазы, растворяются или, по крайней мере, станут проницаемыми, так называемый секретионный диастаз, который, согласно новейшим теориям, состоит из амилазы и амилофосфатазы, выделяется из всасывающего эпителия, передвигается по направлению к эндосперму и растворяет ближайшие участки крахмальных зерен.

Действие ферментов можно ясно видеть под микроскопом. В особенности в участках, близко прилегающих к зародышу, обнаруживаются крахмальные зерна, которые на своей поверхности изъедены, причем концентрические слои в зерне отделяются, и возникают радиальные трещины, которые становятся все больше и больше.

В общем наблюдается та же картина, что и при внесении ячменного крахмала в водную солодовую вытяжку при обыкновенной температуре. Постепенно крахмальные зерна исчезают и пере-

ходят в растворимый сахар, который отчасти потребляется голодающим зародышем, а отчасти сжигается во время дыхания.

Эти процессы, конечно, происходят в зерне не равномерно, а распространяются от зон максимального выделения диастаза по направлению к слоям, наиболее близким к зародышу, соответственно указанному выше распределению диастаза в зерне. Постепенное растворение крахмала с одновременно протекающим расщеплением наглядно показано на рис. 19. Крахмальные зерна, примыкающие к зародышу, разрушаются в первую очередь и сдавливаются растущим зародышем.

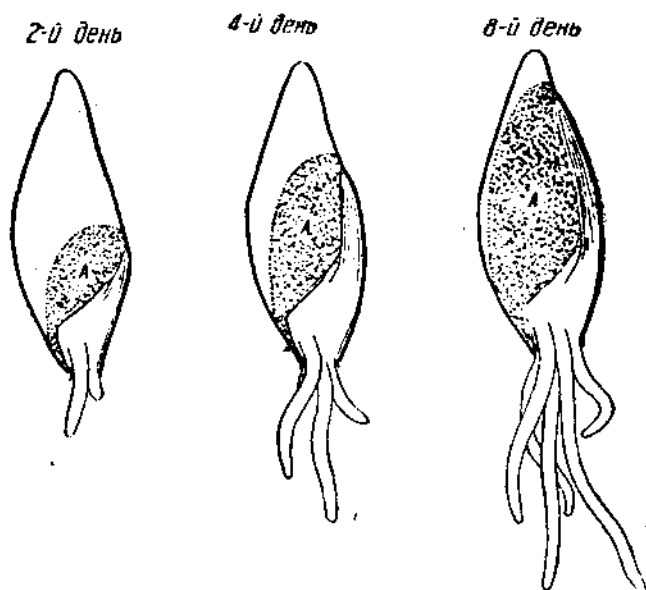


Рис. 19. Развитие зародыша и растворение зерна.

Химический распад крахмала в процессе прорастания протекает так же, как это происходит в лаборатории и в производстве искусственным путем. Но насколько далеко идет здесь образование вторичных продуктов распада — точно неизвестно.

Благодаря действию секреторного диастаза (или, точнее, амилофосфатазы) крахмальные зерна эндосперма после отщепления фосфорной кислоты амилопектина становятся доступными для освободившейся амилазы и затем происходит дальнейшее осахаривание.

Продукты распада в зерне накапливаются лишь в незначительном количестве, большая же часть их тотчас поступает для местного потребления зародыша и там используется на дыхание или для образования новых соединений, нужных для построения

клеток или органов. Наличие декстринов не установлено окончательно; напротив, обнаружен инвертный сахар (виноградный сахар и фруктоза), который образуется из тростникового сахара и частично из мальтозы. Далее, полагают, что в эндосперме как до прорастания, так и у прорастающего ячменя, в качестве вторичного продукта распада при расщеплении крахмала также образуется мальтоза, большая часть которой, однако, при передвижении к зародышу в щитке превращается в тростниковый сахар. Кроме того, есть предположение, что тростниковый сахар снова подвергается частичному превращению в крахмал, причем об этом заключают на основании следующих фактов.

Зрелый зародыш в состоянии покоя не содержит в своих тканях крахмала. Если же зерно попадает в благоприятные условия для прорастания, то вместе с удлинением главного корешка в определенных тканях зародыша появляется крахмал, количество которого постепенно увеличивается. Этот крахмал должен попасть в зародыш в течение краткого периода прорастания. Но так как крахмал не в состоянии непосредственно перейти из эндосперма, то он может возникнуть лишь путем преобразования какого-нибудь вещества, повидимому тростникового сахара.

Накопление крахмала в тканях растущего зерна непрерывно продолжается при дальнейшем процессе прорастания.

Крахмал, появляющийся в зародыше, называют транзиторным или странствующим крахмалом, так как он не связан с местом своего первоначального образования и не остается в тканях в виде неизменного крахмала. Он может неожиданно растворяться, превращаясь в тростниковый сахар, и снова начинает передвигаться в другие клетки. В виде сахара он непосредственно может быть ассимилирован и использован для построения тканей; неиспользованный сахар снова превращается в форму транзиторного крахмала и опять может претерпевать процесс превращения тростникового сахара в крахмал и обратно.

Диастаз, который вызывает процесс осахаривания странствующего крахмала, был назван транслокационным диастазом.

Если проследить за количеством диастаза, образующегося во время прорастания, то можно наблюдать значительное увеличение его количества.

Уже во время замачивания происходит увеличение диастатической или осахаривающей способности, которая с каждым днем постепенно возрастает и часто достигает наибольшего значения в конце нормального периода ращения. При этом большую роль играют условия прорастания, а также сорт ячменя и т. д., вследствие чего этот максимум часто может значительно сдвигаться (рис. 18).

Разжижающая способность также увеличивается, но оба эти свойства диастаза возрастают не параллельно, и разжижающая способность несколько отстает. Нередко при высокой осахаривающей способности наблюдается сравнительно слабая разжижа-

чая способность; между прочим, это является доказательством того, что здесь мы имеем дело со свойствами двух различных ферментов.

Причины возрастания количества диастаза отчасти лежат в освобождении фермента из его соединений с другими веществами, благодаря чему он переходит в растворимую форму, или в активировании фермента другими веществами. Наряду с этим, конечно, происходит дальнейшее новообразование этого фермента. Действие фермента также повышается с увеличением количества кислот.

Увеличение диастатической силы во время прорастания видно на рис. 18. Диастатическая сила непроросшего ячменя около 60—90. Следует заметить, что эти данные относятся только к водным вытяжкам из размолотого ячменя; в действительности же ячмень содержит больше диастаза, который, без сомнения, может быть из него выделен только при помощи особых искусственных приемов, — например автолизом.

Максимальное значение диастатической силы для зеленого солода большей частью не превышает 500 или 600, но в исключительных случаях может достигать 800. Во время сушки, в особенности у темных солодов, часть диастаза разрушается.

В отношении влияния величины зерен на количество диастаза сказалось, что щуплые зерна содержат больше диастаза, чем крупные, а именно в отношении 1:1,5—2. Такое соотношение сохраняется также при прорастании. Спустя 9 дней роста было установлено, например, следующее увеличение диастатической силы: крупные зерна 120—500, щуплые зерна 160—790.

Этот факт технически используется в винокурении, где особое значение придают солоду с большой диастатической силой, не обращая внимания на содержание в нем экстракта.

Затем имеются наблюдения, что растворимый белок и диастатическая сила возрастают одинаково с увеличением длины зародышевого листка. На образование диастаза оказывают влияние следующие факторы:

- 1) сильное продувание во время замачивания,
- 2) добавка дезинфицирующих и окисляющих веществ при замочке,
- 3) повышение температуры мочильной воды,
- 4) повышение температуры салила.

Оказалось, что определенному содержанию воды при данной температуре соответствует совершенно определенное максимальное значение диастатической силы.

С повышением количества диастаза в прорастающем зерне, которое обычно в 3—6 раз больше, чем у ячменя, расщепление крахмала в зерне, однако, не происходит пропорционально этому увеличению. Да это и не входит в задачу производителя. В целях уменьшения потерь на дыхание в процессе соложения стремятся получить минимальное количество сахара, необходимого для дыхания зерна.

Потери крахмала в первые дни проращивания незначительны, но затем они все больше увеличиваются и в конце периода проращивания достигают максимума.

Кроме образования диастаза в прорастающем ячмене большое значение имеет так называемое «растворение» солода. Под растворением понимают такой процесс при прорастании, благодаря которому наступают следующие изменения: во-первых, растворяются клеточные стенки эндосперма, лучше сказать — они становятся проницаемыми для питательных веществ; во-вторых, исчезает первоначальная твердость зерна, благодаря чему оно получает рыхлое строение, и зеленый солод растирается в муку между пальцами.

От способов практического выполнения этого процесса зависит качество и способность солода к дальнейшей переработке, а также выход экстракта, в особенности потому, что одновременно с этим процессом связаны и другие процессы распада (белковый распад).

Клеточные стенки эндосперма в покоящемся ячмене имеют значительную прочность. Так же, как одревесневшие клетки семенной и мякишной оболочек, они состоят из целлюлозы, которая значительно уплотнена так называемыми гемицеллулозами и другими веществами.

Эти вещества клеточной оболочки отчасти расщепляются и «растворяются» комплексом ферментов гемицеллулаз или цитаз.

Как происходит «растворение» этими ферментами, еще не выяснено. Вполне возможно, что сперва гемицеллулозы, которые, по видимому, находятся в клеточной стенке не как таковые, а в соединениях, сперва освобождаются, а затем подвергаются распаду.

Вероятно клеточные стенки не целиком «растворяются», а остается обнаженный слой гемицеллулоз и других веществ механической ткани, которые состоят из целлюлозы, неразрушающейся во время прорастания.

Относительно природы и продуктов распада, которые образуются под действием цитазы, пока ничего неизвестно.

Известны только внешние проявления работы цитазы, однако, до сих пор не найдено способов количественного учета растворения ни прямым ни косвенным путем.

Процесс растворения наступает не сразу по всему зерну, но идет постепенно от зародыша к кончику зерна, параллельно всасывающему эпителию.

Вследствие этого, действие цитазы сперва проявляется в слое опустошенных клеток, потому что вещества клеточных стенок последних в течение первого дня прорастания постепенно разлагаются и растворяются. Только позже начинается процесс растворения клеточных стенок клеток мучнистого тела, содержащих крахмал; этот процесс, сохраняя свое первоначальное направление,

параллельно всасывающему эпителию, продвигается по всему мучнистому телу вплоть до кончика зерна.

Во время растворения клеточных стенок крахмал не подвергается никаким изменениям. Только после растворения клеточных стенок, заключающих в себе крахмальные зерна, становится возможным осахаривание крахмала диастазом.

Утолщенные стенки алеуринового слоя дольше всего противостоят действию цитазы и во время короткого искусственного проращивания вообще не растворяются.

Подобно тому, как действие цитазы начинается с момента начала прорастания, белковые ферменты также начинают свою работу сейчас же после их образования в эндосперме. Все изменения белковых веществ можно определить термином «белковый распад». Под белковым распадом понимают разложение сложных белковых молекул на более простые тела.

Белковый распад протекает неодинаково в трех основных местах отложений белка. В зависимости от вида и мест отложений белка различают:

- 1) клейковинный белок алеуринового слоя,
- 2) резервный (запасный) белок под слоем клейковины в периферических клетках мучнистого тела,
- 3) гистологический белок в мучнистом теле.

Белок клейковины алеуринового слоя, находящегося непосредственно под мякинной и семенной оболочками, не расщепляется во время процесса прорастания, а попадает в дробину вместе с неизменной частью гистологического белка.

Большие колебания в количестве физиологического резервного белка обуславливают в первую очередь различное содержание белка в ячмене. Резервный белок первым подвергается действию протеолитических ферментов. Он дает основную массу растворимых белков, и его продукты распада служат, главным образом, для питания и для развития зародыша.

Гистологический или тканевый белок представляет собой остаток протоплазмы, отлагающейся преимущественно в клеточных оболочках эндосперма, и, повидимому, участвующий наряду с другими веществами в связывании клеток. Поэтому, чем больше количество таких отложений, тем большие затруднения встречает растворение.

Этот белок, вероятно, подвергается относительно менее глубокому распаду. Но все-таки и здесь должен происходить хотя бы частичный распад не только для хорошего растворения самого зерна, но и для того, чтобы получить необходимое количество белковых веществ, которые имеют важное значение для полноты вкуса и пенистости пива.

Белковые, вернее, азотистые соединения в разных частях зерна содержатся в различных количествах. Наибольшее количество белков находится около зародыша, затем идет кончик зерна,

в то время как середина его содержит меньше всего азотистых соединений:

кончик зародыша	2,8% азота=17,0% белка
кончик зерна	2,3% „ =14,4% .
середина зерна	1,8% „ =11,2% .

В покоем зерне ячменя почти не содержится в активной форме ферментов, вызывающих расщепление белков. Можно лишь наблюдать незначительную работу протеаз. При плохой уборке и в белковистых ячменях, напротив, эти ферменты должны встречаться в несколько больших количествах.

Только с увеличением кислотности при прорастании происходит повышение активности протеолитических ферментов.

Образование протеолитических ферментов, повидимому, происходит также вблизи зародыша, так как нижняя часть зерна содержит значительно больше протеаз, чем верхняя часть эндосперма.

Действие протеаз на белок ячменя слабое, как и у всех тканевых протеаз, ибо условия кислотности не всегда благоприятны, и продукты распада влияют подавляющим образом. Так как во время процесса замирания белковый распад может быть форсирован лишь незначительно, то главная часть этого процесса должна пройти во время прорастания, тем более, что от этого в значительной степени зависит качество солода.

Конечно, при помощи соответствующей температуры можно вызвать дополнительный белковый распад во время процесса варки, однако, ни при каких обстоятельствах не удастся исправить то, что было упущено на току. Видимо, тот белковый распад, который происходит в варке при способе настаивания или во время белковой паузы, протекает совершенно иначе, чем при низких температурах солодовни.

При белковом распаде так же, как при расщеплении крахмала, если его энергично доводят до конца, наблюдаются те же самые продукты распада независимо от того, вызвано ли расщепление ферментами или кислотами.

Ферментативный распад белков вызывается двумя основными видами протеаз. Цель этого распада — перевести нерастворимые запасные белковые вещества в низшие молекулярные соединения, которые способны диффундировать и поглощаться растущим зародышем. На неизменный белок первым действует пепсиноза (или близкий к ней фермент тканевых протеаз) и расщепляет его до пептонов и альбумоз. Триптаза или сходный фермент третьей группы, который, очевидно, действует вскоре после первого фермента, расщепляет эти вещества до полипептидов. Последние в свою очередь разлагаются пептидазами до аминокислот.

Ферментативный распад в простейшем виде может быть представлен следующей схемой:



Пепсиназа при этом вызывает, главным образом, разрыв структуры молекулы белка, состоящей, по видимому, из таких тел, которые можно сравнить с химическими радикалами. Эти радикалы не могут существовать самостоятельно, а тотчас же после своего отщепления от белковой молекулы связываются с подобными телами или отлагаются в более стабильных формах.

Изолированные при распаде белков и расщеплении крахмала продукты распада в действительности не являются основными кирпичиками, из которых построена молекула; они представляют собой продукты превращений, которые отчасти возникают уже при первом расщеплении белковой молекулы.

Образующуюся при этом смесь высокомолекулярных продуктов распада называют пептонами и альбумозами. Альбумозы и пептоны разлагаются дальше типичными гидролитическими ферментами, триптазой (аналогичной протеазам) до полипептидов и дипептидов; таким образом, этот распад вызывается настоящими протеазами, но не пептидазами, как это предполагали раньше. Пептидазы фактически действуют только на образовавшиеся пептиды и, в первую очередь, являются причиной образования аминокислот. В отношении отдельных моментов этого распада пока еще имеется большая неясность.

По Шёрннунгу (Schjerning) следующая схема может дать представление о ходе белкового распада и синтеза в прорастающем зерне:



- Q — общее количество нерастворимого белка, гордеин и эдестин,
 I — так называемое «белковое растворение»,
 A_{II} — эдестин в виде оолей,
 2 — превращение белков,
 A_I — лейкозин,
 3 — действие протеаз (пептиназ),
 P — так называемые пептические продукты распада (пептоны и т. д.)
 4 — действие триптазы и пептидазы,
 H — полипептиды и аминокислоты,
 5 — действие амидазы,
 G — аммиак.
 6 — азот на корешки.

Таким образом, в течение процесса прорастания нерастворимые белки превращаются в альбумин II. Этот первый процесс называется белковым растворением (1). Находящийся в непро-росшем зерне альбумин II, образовавшийся из нерастворимых белковых веществ, превращается в альбумин I. Эту вторую ступень называют белковым распадом (2). Альбумин I под действием протеаз переходит в так называемые продукты пептического расщепления — альбумозы-пептоны; этот процесс представляет собой пептический распад или пептонизацию (3). Продукты пептического распада разлагаются триптазой и пептидазами в «триптические» продукты расщепления (пептиды, амины и амиды). Этот процесс является «триптическим» расщеплением (4). Часть этих продуктов расщепления (действие амидазы — 5) потребляется на образование корешков (6).

Процессы белкового распада и синтеза схематически могут быть представлены следующим образом:

Процесс	Белковый распад	Белковый синтез
1	Распад протендов	Синтез протендов
2	Распад альбуминов	Синтез альбуминов
3	Пептический распад	Пептический синтез
4	Триптический распад	Триптический синтез
5	Аммиачный распад	Синтез аммиака
6	Азот (пошедший на образование корешков)	Азот (полученный корешками)

Если сравнить эти белковые вещества и продукты распада, согласно схеме Шёрринга, с таковыми же по Осборну, то мы получим следующую схему (см. схему на стр. 161).

В первую очередь для нас имеет значение вопрос о том, когда во время соложения белковый распад достигает во всех отношениях удовлетворительного окончания. По имеющимся исследованиям это происходит в том случае, если полученный солод не

П. Осбору ячмень содер- жит	Соединения азота						
	нерастворимые в воде		растворимые в воде				
	нераствори- мые в спирту и в растворах нейтральных солей	раствори- мые в 70% спирту	раствори- мые в 10% растворе нейтраль- ных солей	растворимые в 10% растворе ней- тральных солей			
	нерастворимые белковые веще- ства	гордени	эдестин	соли эдес- тина	лейко- зин	пептоны	Н и О
По методу охлаждения шёрнига	Q нерастворимые соединения			A II альбу- мин II	A I альбу- мин I	P пептиче- ские про- дукты рас- щепления	пептиды амиды аминок

содержит альбумина II (эдестина и его солей). Это объясняется тем, что альбумин II принадлежит к такой группе белковых веществ, которые через определенное время переходят в нерастворимую форму в растворах, содержащих большее или меньшее количество солей, как это, например, имеет место в пиве. Они выпадают, давая белковые мути, и поэтому необходимо, чтобы солод больше не содержал альбумина II.

Белковый распад¹ имеет решающее значение для доброкачественности солода и стойкости пива; во всех процессах приготовления солода и пива следует обращать внимание на эти соотношения при белковом распаде.

Прежде всего важно, чтобы исходный высокомолекулярный белок ячменя не переходил в сусло и пиво, а также чтобы все продукты распада, начиная с высших и кончая низшими, содержались в определенных количествах. Каждая группа этих продуктов распада выполняет определенную задачу, поэтому они должны присутствовать в определенных количествах.

Для белкового распада существуют такие же соотношения, как для расщепления крахмала. Расщепление крахмала должно происходить таким образом, чтобы больше не оставалось неизмененного крахмала; с другой стороны, ни при каких обстоятельствах не должно иметь место полное осахаривание крахмала до мальтозы, а обязательно должны присутствовать и некоторые промежуточные продукты этого распада.

Распад белков можно считать нормальным, если:

1) минимум 33% общего азота солода находится в состоянии растворимых белков (определяемых в лабораторном сусле в тонком помоле);

2) минимум 27% общего азота солода находится в виде продуктов распада белков;

3) лабораторное сусло не содержит альбумина II (эдестина и его солей);

¹ Lintner, Z. 1902, S. 671.

- 4) от 9 до 20% белков находится в форме аминокислот;
- 5) от 5 до 6% общего азота солода находится в виде альбумина I.

Конечно, достижение этих условий зависит от сорта ячменя, а также от вегетативных условий данного года.

Образование достаточного количества растворимых в воде продуктов распада белков, которые больше не выпадают при затирании, необходимо для пенистости и полноты пива; для соответствующего питания дрожжей надо стремиться к определенному содержанию пептидов и аминокислот.

Наиболее благоприятная температура для распада белков в солодовне лежит между 13 и 17°. Распад белков ослабляется при 17—20°; при более высокой температуре так же, как при слишком низкой, происходит неполный распад. Альбумин II (эдестин) не распадается нацело. Между тем, он не должен присутствовать, так как, благодаря его плохой растворимости, пиво может мутнеть.

В слишком сухом садиле белковый распад замедляется, в слишком влажном уменьшается распад альбумина II. Недостаточный приток кислорода также неблагоприятно действует на протеолитический распад.

Действие протеаз уже заметно во время замачивания, т. е. в самом начале прорастания. Слишком короткое и слишком длительное замачивание, повидимому, вредно отзываясь на распаде белков, в особенности на триптическом. При коротком замачивании для нормальных ячменей в течение около 50 час. белковый распад будет слишком незначительным.

Как увеличивается протеолитическая сила во время прорастания, показано на рис. 18. Здесь протеолитическое действие измерялось при помощи формольного титрования, которое основано на титрометрическом определении образовавшихся при распаде пептидов (поли- и дипептиды), а также аминокислот.

Сперва замечается незначительное уменьшение, которое связано с тем, что первые количества образовавшихся аминокислот и полипептидов тотчас же потребляются зародышем в самом начале прорастания. Только после того, как белковые ферменты начинают работать более энергично, образуется такое количество этих продуктов распада, что их избыток становится все более заметным. Это продолжается до некоторого максимума на 6-й день, а затем в ближайшие дни это количество остается более или менее постоянным. Во время сушки, после некоторого нарастания в самом начале, происходит сильное падение, в особенности, на нижней решетке, что отчасти вызвано потреблением продуктов распада при образовании окрашивающих веществ солода.

Большие изменения на протяжении всей кривой, а также наблюдаемые колебания вызываются временно или совершенно меняющимися условиями прорастания. Полученные аналитическим путем данные формольного титрования позволяют оделать опре-

деленное заключение о ходе белкового распада, об условиях прорастания, а также о растворении солода¹.

Здесь так же, как и в отношении кислотности различают так называемый исходный формольный азот, который в ячмене содержится лишь в незначительном количестве (около 20 мг) и колеблется в зависимости от вегетативных условий и величины зерен или, вернее, содержания в них белка.

Так называемый ферментативный формольный азот образуется во время затирания сухого или зеленого солода благодаря действию протеолитических ферментов, и его числовые значения являются выражением количества, вернее, работы или активности этих ферментов.

Начальный и ферментативный формольный азот солода вместе составляют общий формольный азот, накопление которого во время прорастания представлено на рис. 18. В непроросшем ячмене количество общего формольного азота достигает 90 мг на 100 г сухого вещества.

Нормальное, вернее, наиболее часто встречающееся количество формольного азота в готовом зеленом солоде должно быть следующим:

	Светлый солод	Темный солод
Общий формольный азот в мг :	225—400	250—450
Начальный формольный азот в мг	125—225	125—250
Ферментативный формольный азот в мг	75—175	100—225

Количество растворимого азота постоянно повышается во время прорастания до определенного максимума.

Растворимый коагулируемый азот в течение первых дней остается довольно постоянным, но затем также быстро возрастает.

Отношение общего растворимого азота к растворимому коагулируемому азоту во время прорастания сохраняется. Повидимому, это связано с тем, что при ращении его потребляется почти столько же, сколько переходит в раствор.

Наоборот, количество гордеина во время ращения непрерывно уменьшается, сперва незначительно, а затем — быстро падает наполовину, после чего остается более постоянным.

Так как белковый распад во время затирания обычно незначителен, то необходимо уже при ращении наблюдать за тем, чтобы получалось некоторое количество коагулируемого азота; с другой стороны, большая часть растворимого азота не должна быть в форме низших продуктов распада.

Количество коагулируемых белков падает во время сушки, так как часть их при нагревании переходит в нерастворимую форму.

В отношении зависимости между склонностью ячменя к разогреванию и содержанием в нем белков, выяснилось, что ячмени

¹ H. Langkammerer u. H. Leberle, Z. B. 1919, S. 236.

со щуплым зерном обладают этим свойством в значительно большей степени, чем ячмени с крупным зерном. Щуплые ячмени во всяком случае имеют более высокое процентное содержание формольного азота. Кроме того, такие ячмени в единице веса содержат значительно больше зародышей. Отсюда ясно, что жизнедеятельность, а также образование тепла должны быть гораздо сильнее, чем обычно, благодаря большому количеству легко усвояемых белков, а также благодаря большей массе вещества, расходуемого на дыхание.

Общие результаты ферментативных процессов приблизительно сводятся к тому, что первоначально имеющиеся совершенно неизменные белки отчасти превращаются в растворимые, которые могут принимать все формы, начиная с альбумоз и кончая амидами. Количество растворимых белков доходит до 20% от общего количества, в зависимости от года, сорта ячменя и т. д. При этом содержание растворимых белковых веществ в темном солоде меньше, чем в светлом. Однако, ни при каких условиях недопустимо присутствие в солоде альбумина II, который позже может перейти в сусло.

Во время сушки при температуре до 60° происходит дальнейший распад белков на верхней решетке. При этом играет роль содержание влаги в солоде. Одновременно с этим начинается свертывание некоторых белков; так, свертывание альбумина происходит при 90°, причем присутствие влаги ускоряет свертывание. Кроме того, белковые вещества играют главную роль при образовании красящих и ароматических веществ в солоде, в особенности, низшие продукты распада — амиды. Именно амиды имеют свойство давать темную окраску с сахарами и образовывать ароматические соединения (см. раздел «Сушка солода»). Во время сушки происходит также некоторое ослабление ферментов, но во всяком случае не полное разрушение их; таким образом, позже, во время процесса затирания, они еще могут проявлять свое действие.

Если солод сохраняется влажным, то имеющиеся в нем протеолитические ферменты продолжают работать дальше, содержание растворимых белков повыпается, и переработка такого солода очень плохо отражается на брожении.

Жир ячменя, первоначальное содержание которого достигает 2%, претерпевает некоторое уменьшение, так как часть его окисляется при прорастании, а часть расщепляется на глицерин и жирные кислоты. Увеличения холестерина и лецитина не наблюдается. Изменению подвергается лишь жир, содержащийся внутри ячменя — в щитке, жир же алеуринового слоя целиком переходит в неизменном виде в дробину. Так как жир разрушает пену в пиве, то необходимо избегать условий, благоприятствующих переходу его в сусло.

Гумми и пектиновые вещества, которые наряду с гистологическим белком представляют собой скелет эндосперма, вероятно,

также переходят под действием ферментов в какие-нибудь сахара и служат для питания зародыша вместе с теми веществами, которые дает цитаза при растворении клеточных стенок, пока сам зародыш не будет в состоянии получать сахар из крахмала при помощи диастаза.

Превращения во время прорастания первоначально содержащихся в ячмене веществ чрезвычайно разнообразны и весьма важны для дальнейших процессов. Эти изменения связаны с образованием всех необходимых ферментов и с их работой. Главная составная часть зерна — крахмал — вначале остается совершенно незатронутой ферментативным процессом. Основные изменения, которым подвергается крахмал, происходят при дыхании, т. е. при полном сгорании веществ до углекислоты и воды, необходимым для жизни зерна. В условиях производства для получения определенных свойств солода всегда стремятся все необходимые процессы провести с наименьшей потерей вещества. Затем желательно также стремиться к максимальному повышению коэффициента использования энергетического материала, расходуемого на дыхание.

ПРАКТИКА ПРОРАЩИВАНИЯ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При рассмотрении теории процесса прорастания мы убедились, что теперь в общих чертах мы можем разбираться в «таинственных» процессах прорастания. Но эти процессы все же настолько сложны, что даже при современных методах исследования некоторые моменты еще не могут считаться окончательно выясненными. Поэтому пока нельзя получить полного представления об этом сложном клубке химических превращений. Отдельные ферменты еще не выделены в чистом виде, их существование еще не установлено, и только некоторым образом различается их действие. Кроме того, все внешние проявления жизни настолько изменчивы, что невозможно установить общую схему для ращения, как и во всяком другом жизненном процессе. Как прежде, так и теперь при искусственном проращивании ячменя руководствуются рядом эмпирических признаков; в оценке еще неизученных до конца процессов проращивания приходится отдавать предпочтение опыту, аккуратности, интуиции руководителя.

Даже в настоящее время соложение представляет собой искусство. Здесь приходится при помощи нескольких сравнительно грубых наблюдений делать необходимые заключения о течении жизненных процессов. И в том случае, когда мы будем обладать полным знанием процесса прорастания, чрезвычайно трудно будет перенести теоретические данные в практику. Поэтому приходится удовлетвориться установлением общих принципов для практического проращивания ячменя, которые могут быть применимы во всех случаях.

Процесс проращивания характеризуется двумя основными моментами. 1) изменением веществ и 2) потреблением веществ, которое в сущности также представляет собой изменение веществ, — сжигание их до конечных продуктов окисления. Потребление веществ является источником энергии для всех химических превращений.

Можно установить следующие положения:

1) изменения веществ в ячмене должны быть доведены до совершенно определенной стадии: они не должны быть ни слишком глубокими, ни слишком поверхностными;

2) потребление веществ должно быть возможно меньшим;

3) изменение и потребление веществ должны находиться в правильном, рациональном соотношении; изменения веществ, необходимые для получения хорошего качества солода, должны быть достигнуты с возможно меньшим потреблением вещества.

Изменение веществ при соложении происходит исключительно благодаря работе ферментов, как это мы указывали в теории проращивания. Уже в ячмене существует целый ряд ферментов, но их недостаточно для необходимых превращений. Таким образом, нужное количество ферментов должно быть накоплено при помощи проращивания; кроме того, процесс ращения должен происходить так, чтобы образовавшиеся ферменты могли проявить свое действие желаемым образом.

Следовательно, проращивание имеет две основных цели: образование ферментов и их работу. Образование ферментов при всех обстоятельствах связано с ростом зерна и непосредственно зависит от него. Рост зерна, который поддерживается сжиганием определенных веществ, представляет собой источник энергии для всех биохимических изменений веществ; поэтому при образовании ферментов необходимо позаботиться о достаточном притоке кислорода. Кроме того, сами ферменты для своего образования нуждаются также в определенном количестве кислорода.

Другие соотношения имеют место при работе ферментов. Если имеется достаточное количество ферментов, то для их работы рост зерна, т. е. особая жизнедеятельность зерна, не требуется. Ферменты совершают свою работу, которая носит чисто химический характер, без участия кислорода. Так как избытка кислорода следует избегать в интересах сохранения вещества, то в этой второй стадии соложения стремятся лишь настолько способствовать дыханию и тем самым жизнедеятельности зерна, насколько это является необходимым для поддержания жизни самого зерна.

Таким образом, в технике соложения следует разграничивать эти две важные стадии. В первые дни ращения приток кислорода для образования ферментов может быть неограниченным, но в последующие дни его стремятся более или менее ограничить в интересах возможно меньшего потребления веществ.

В практике солодоращения пользуются некоторыми признаками для оценки изменений веществ в зерне ячменя и их потреб-

ления при соложении, а также для того, чтобы выяснить, протекают ли процессы в желательном направлении и находятся ли они в правильном соотношении. Перечислим эти признаки:

1) явления, наблюдаемые в зерне, — развитие корешков и зародышевого листа, «растворение» мучнистого тела ячменя;

2) образование продуктов дыхания — водяных паров, которые конденсируются на поверхности в виде «пота», и углекислоты;

3) разогревание зерна и изменение температуры в прорастающем зерне за определенное время.

Эти явления, заметные уже внешне, представляют собой почти единственные признаки, при помощи которых в технике солодоращения мы следим за исключительно сложными изменениями в ячмене и контролируем интенсивность потребления веществ. Точные измерения имеют место только для температуры, все же остальное оценивается на-ощупь.

Явления, наблюдаемые в зерне, т. е. развитие корешков и зародышевого листка, а также растворение, дают представление о внутренних изменениях веществ. Образование пота и разогревание садил определяют жизненный темп, интенсивность дыхания и потребление веществ.

Как должно идти развитие корешков и зародышевого листка (т. е. нового индивидуума) — вот первый принципиальный вопрос при искусственном проращивании.

Ращение должно быть прервано в определенный момент, так как при искусственном проращивании ради сохранения веществ в зерне требуется только известное развитие и глубина работы ферментов.

В первую очередь эта предельная граница проращивания определяется растворением зерна.

При растворении твердая хрупкая масса зерна принимает рыхлое строение и постепенно приобретает способность растираться между пальцами.

К сожалению, количественного масштаба степени растворения не существует и указанием служит только большая или меньшая рыхлость мучнистого тела.

Прежде масштабом растворения считали развитие корешков и зародышевого листка, причем принимали, что растворение мучнистого тела в каждом отдельном зерне продвигается соответственно с длиной зародышевого листка. Однако, такой метод не выдерживает критики. Дело в том, что можно приготовить солод с короткими зародышевым листком и корешками, у которого, несмотря на это, растворение будет продвинуто очень далеко; с другой стороны, у длинно-проращенного солода встречается плохое растворение. Идеалом является получение солода хорошего растворения с наиболее коротким зародышевым листком, так как с этим связана экономия наиболее ценного материала зерна — крахмала.

Таким образом, дать количественные нормы растворения не представляется возможным; опыт и чутье руководителя помогают определить, насколько зерно растворилось, и достаточно ли растворение в каждом отдельном случае.

Растворение мучнистого тела происходит исключительно в результате соответствующей работы цитазы и прочих ферментов. Оно происходит более интенсивно при приближении к оптимальным условиям работы этого фермента. С чисто технической точки зрения, процесс растворения желательнее было бы проводить возможно быстрее, чтобы тем самым повысить производительность солодовни, но практически осуществить это невозможно.

Растворение мучнистого тела начинается около зародыша и затем продвигается вглубь мучнистого тела, параллельно всасывающему эпителию. Таким образом, растворение, начиная от зародыша, постепенно захватывает все мучнистое тело (см. рис. 19, стр. 153).

Вследствие этого, с одной стороны, спинка зерна, где находится зародышевый листок, растворяется раньше и более интенсивно, чем брюшная часть. С другой стороны, нижняя часть зерна, к которой примыкает зародыш, растворяется раньше и интенсивнее, чем кончик. Таким образом, в зависимости от природы зерна, внутри мучнистого тела отдельных зерен возможны значительные различия в степени растворения.

Если действие цитазы усилить высокой температурой, наступает повышение ферментативной работы в зоне образования ферментов, а именно — около зародыша, однако, при этом в верхушке зерна более быстрого и лучшего растворения не наблюдается. Разница между основанием и верхушкой зерна в отношении растворения еще больше сдвигается в неблагоприятную сторону для верхушки: около зародыша наблюдается перерастворение, в то время как верхушка зерна сохраняет еще характер, свойственный ячменю.

Основной целью при соложении служит стремление провести все биологические процессы так, чтобы получить по возможности равномерный продукт; поэтому в отношении растворения также нужно добиваться выравнивания имеющихся от природы различий у обеих половинок зерна, а не углубления их.

Исходя из этих соображений, для процесса растворения исключительное значение имеет создание условий, при которых ферментативная работа во всем зерне будет протекать наиболее равномерно. Таким образом, растворение мучнистого тела является вопросом не времени, а условий, способствующих наиболее равномерному растворению.

Следующим важным моментом является различие ячменей по их способности растворения.

Некоторые ячмени растворяются легко и равномерно, другие — значительно труднее и неравномерно. Иногда даже в растворенной зоне могут оставаться отдельные частицы твердыми, в то

время как окружающие части растворены; вследствие этого различают мучнистое или мелкозернистое и крупнозернистое растворение, в зависимости от того, растворилось ли все мучнистое тело или же более или менее крупные частицы остались нерастворенными.

Наилучшим признается равномерное мучнистое растворение. Само собой понятно, что растворение мучнистого тела различных ячменей и в различные годы не может быть одинаковым. На синтез высокомолекулярных веществ мучнистого тела, без сомнения, оказывают влияние изменения условий вызревания ячменей, и поэтому, в зависимости от метеорологических условий, этот синтез протекает различно. Подобно тому, как при искусственном изготовлении какого-нибудь вещества, мы наблюдаем различия в зависимости от способов и условий его приготовления, точно также и синтез веществ в природе подчиняется тем же законам. Изменение влажности и температуры во время роста ячменя в поле, изменение количества солнечных и дождливых дней в отдельных стадиях роста обуславливает различное строение, различную конденсацию веществ и различную структуру ячменного зерна. К этому еще присоединяется различие сортов ячменя, удобрений, природных свойств почвы. Естественно, что и распад веществ, как он протекает при искусственном проращивании, должен сам по себе происходить различно, ибо природный синтез был различен и дал разные продукты. Исходя из этих соображений, невозможно по данным анализа предсказать степень пригодности ячменя для соложения.

Следовательно, причины различного характера растворения могут быть очень разнообразны. Растворение может зависеть от вида и сорта ячменя, от почвы, климата, удобрения, от ряда химических и физических свойств ячменя, т. е. таких соотношений, которые сложны и изменчивы.

Так, например, более крупные зерна растворяются медленнее благодаря большому количеству клеточного вещества, подвергнутого растворению. Ячмени с постоянной стекловидностью, с высоким содержанием белка и более сильным одеревенением клеточных стенок могут перерабатываться только при особо благоприятных, специально созданных условиях (см. «Теорию проращивания»).

Давно известно, что высокобелковые ячмени труднее растворяются, чем более бедные белком. Пытаются объяснить это тем, что белок мучнистого тела распределен между клетками, содержащими крахмал, и заполняет промежуточное пространство между ними. Чем больше белка в ячмене, тем больше будут защищены клеточные стенки против действия питазы и тем продолжительнее будет происходить процесс растворения. Питаза может начать работать при высокобелковистом ячмене только в том случае, когда для нее будет свободен путь к клеточным стенкам, так же как и диастаз, сможет осахаривать крахмал только после растворения клеточных стенок. Таким образом, в этом случае ра-

бота цитазы связана с предварительной или совместной работой ферментов, разлагающих белки.

Кроме того, степень растворения, к которой обычно стремятся, не является чем-то постоянным. Если в интересах рыхлого и дающего легкую фильтрацию солода в общем и стремятся к «хорошему» растворению верна, то все же степень растворения может быть различной. Растворение всякого ячменя можно сделать как очень глубоким, так и очень слабым. Поэтому мы различаем нормально растворенные, перерастворенные и недорастворенные солода.

Оценка растворения является понятием относительным. Определенное растворение в одном случае может считаться нормальным, в другом же случае — недостаточным или слишком глубоким.

Решающим здесь является характер получаемого солода.

Как известно, существует два типа солода — «светлый» и «темный» солод. Как показывает само название, различают два типа готового продукта, которые в отсушенном виде при растворении в воде могут давать светлый или темный цвет, т. е. обладать более или менее сильной красящей способностью. Цвет солода теснейшим образом связан с его растворением. Тем самым затрагивается очень важный вопрос, а именно — определение растворения. До сих пор под растворением всегда понимали разрыхление клеточных стенок. Не может быть никакого сомнения в том, что под растворением следует понимать не просто растворение клеточных стенок, но результат общего действия всех ферментов на мучнистое тело; следовательно, здесь имеется связь и с распадом белковых веществ.

Светлый солод, который при его осахаривании дает светло-желтую окраску, должен иметь только слабое растворение, и было бы ошибочным стремиться к слишком глубокому растворению, так как в этом случае даже при нормальной и правильной сушке получится не светлый, а более или менее окрашенный солод. Растворение идет рука об руку с белковым распадом. Чем глубже происходит растворение, тем сильнее будет и белковый распад; именно эти продукты более глубокого белкового распада обуславливают цвет солода, наряду с более интенсивным образованием сахара и кислот.

Слишком сильное растворение опасно для полноты зкуса и пенистости пива. Это также является доказательством того, что под «растворением» надо понимать не только растворение клеточных стенок, но весь комплекс ферментативных процессов. Поэтому из зеленого солода слишком глубокого растворения вообще не может быть получен светлый солод. По этой причине для светлых солодов следует допускать определенный процент зерен с твердыми кончиками.

При темных солодах наблюдаются обратные соотношения. Здесь во время проращивания надо стремиться к глубокому ра-

творению, иначе невозможно придать солоду правильную окраску во время последующей сушки. Благодаря глубокому растворению достигается, прежде всего, глубокий белковый распад, который наряду с более высоким содержанием сахара и кислот является причиной «темной» окраски солода. Поэтому для темного солода большая степень растворения является основным признаком и показателем его доброкачественности. Рыхлость солода также в первую очередь зависит от степени его растворения.

Отсюда ясно, что зеленый солод, у которого растворение является достаточным для темного типа готового солода, для светлого типа солода имел бы слишком глубокое растворение, т. е. он был бы перерастворенным, в то время как типичный светлый солод по отношению к темному солоду в данном случае должен быть назван недорастворенным.

Поэтому понятия нормального растворения, перерастворения и недорастворения являются относительными.

Если растворение для определенного типа солода происходит слишком глубоко, то говорят о перерастворении.

Типичное перерастворение в общем получается у каждого солода, растворение которого достигает самого кончика зерна. В этом случае мучнистое тело нацело и легко растирается. Перерастворение создаст немало неприятностей. Такой солод имеет слишком высокую ферментативную силу, зародышевый листок и корешки большей частью чрезмерно развиты, белковый распад протекает слишком глубоко. Подобные солода хорошо перерабатываются в варнице, фильтруются быстро, с блеском и дают высокие выходы, но брожение создает целый ряд затруднений — оно протекает ненормально и дает пустое пиво. Недостатки такого солода вредны тем, что потом никакими средствами не удастся выравнять или устранить отрицательное влияние избыточного растворения. Подобные перерастворенные солода особенно нехороша для более слабых сортов пива. Перерастворенный солод при обычном техно-химическом анализе может получить хорошую оценку, так как его недостатки таким анализом совсем не обнаруживаются.

Перерастворение наступает при избыточном количестве воды и слишком высокой температуре, т. е. при длительном замачивании или в присутствии излишней воды в аппарате для проращивания; например, при чрезмерном опрыскивании или при образовании конденсационной воды, при появлении пота на токах, на стенках в ящиках системы Саладина и Крöpfа и пота на сводах овинов в результате слишком долгого пребывания на току, при недостаточном перелопачивании, плохой тяге на овине или чрезмерно длительном проращивании.

Нedorастворение вызывает противоположные недостатки. Мучнистое тело растворяется участками и поэтому растирается только частично; ферментативная сила такого солода незначительна, росток короток. Потери также невелики. Вследствие этого не-

достатки солода обнаруживаются больше в варнице, в то время как при брожении они сказываются меньше. Эти недостатки до некоторой степени можно огладить в варнице путем выбора подходящего способа затирания. При светлых солодах опасность от недорастворения меньше, чем от перерастворения.

В общем недорастворение наблюдается при недостатке влаги и слишком низкой температуре проращивания, т. е. при очень коротком замачивании, сильной воздушной тяге на току или искусственном продувании в пневматических системах, при интенсивном удалении влаги при сушке, слишком холодном продувании и ращении или очень непродолжительном проращивании.

Наряду с нормальным растворением зерна существуют типичные недостатки растворения, о которых здесь можно только упомянуть, — это так называемое мажущее и водянистое растворение. Оно обычно связано с типичным кислым запахом и почти исключительно происходит от недостатка кислорода при замочке и при проращивании.

Развитие внешних органов прорастающего зерна, т. е. зародышевого листка и корешков, представляет собой второй способ оценки внутренних изменений в ячмене, применяемый в практике.

Росток зерна, т. е. зародышевый листок и корешок, оценивается в общем по длине. Только у корешка определенную роль играет, кроме того, и внешний вид его.

Зародышевый листок оценивают по отношению к длине зерна. Различают следующие стадии: $0 < \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, 1, > 1$, в зависимости от того, достигает ли зародышевый листок половины, трети или всей длины зерна. В практике различают короткий или длинный зародышевый листок.

Зародышевый листок считается коротким, если 70% зерен имеют листок, который приблизительно достигает $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$ длины зерна. Он считается длинным, если около 70% зародышевых листков вырастают до $\frac{3}{4}$ или всей длины зерна. Так как зародышевый листок сохраняется также в высушенном солоде и легко может быть измерен, он служит для оценки сухого солода и наряду с другими данными, как вес гектолитра, формольное число и пр. может дать очень ценные указания.

Раньше придавали особо важное значение развитию зародышевого листка, так как это развитие приводили в прямую связь с растворением, и полагали, что растворение в зерне продвигается только до того места, где кончается зародышевый листок.

Следовательно, солод с коротким зародышевым листком при всех обстоятельствах считали недорастворенным и поэтому менее ценным. Если даже и существует некоторая определенная зависимость между ростком и растворением зерна, то все же нельзя утверждать, что между длиной ростка и растворением имеется действительно тесная и непосредственная связь.

На самом деле скорость образования внешних органов и их величина зависят от способа ведения садил. Росток может быть только в том случае мерилем развития зерна, если известны условия, при которых это развитие происходит.

Если условия роста благоприятны, как это имеет место при теплом соложении, то зародышевый листок развивается быстро и пышно, однако, ферменты, которые производят внутренние превращения в зерне, при этом отстают в своем развитии.

В этом случае растворение будет сравнительно слабым и неравномерным, несмотря на хорошо развитый зародышевый листок, так как между верхней и нижней половиной зерна получится слишком большая разница в растворении.

При холодном ращении образование внешних органов замедляется, но внутренние превращения при таком медленном росте наступают раньше. Таким образом, несмотря на то, что зародышевый листок короток, превращения веществ будут протекать сравнительно интенсивно.

Следовательно, на основании только одной длины зародышевого листка нельзя делать выводы о растворении и превращении веществ.

Длина зародышевого листка только в том случае имеет значение для оценки солода, если при этом будут приняты во внимание также и прочие свойства солода. Далее, нельзя дать определенной схемы уже и потому, что при этом играет роль различная растворимость ячменя. Легкорастворимые ячмени уже при коротком зародышевом листке будут иметь большее растворение, чем труднорастворимые ячмени.

Равномерность развития зародышевого листка является более правильным масштабом для оценки, чем длина зародышевого листка. Несомненно, что у ячменей, которые имеют очень неравномерное развитие зародышевых листков, также будет неравномерным и растворение.

Неоднородность в развитии зародышевых листков наблюдается у различных по происхождению, плохо отсортированных или смешанных ячменей. Кроме того, это может быть вызвано неодинаковым замачиванием, неодинаковыми условиями роста на току или при пневматическом солодоращении, или же неодинаковыми условиями сушки в овине. Такой неоднородный солод при размоле и варке пива также будет обрабатываться неравномерно и неудовлетворительно.

Неравномерное развитие зародышевых листков часто происходит от теплого ращения, так как при этом садилу выравнивается с большим трудом или совершенно не выравнивается.

Несмотря на эти неустойчивые соотношения, все же упомянутые выше требования по отношению к длине зародышевого листка до сих пор еще удержались.

Так, у темных солодов предпочитают иметь развитой росток, который получается при холодном ращении. Длинный росток при

этих условиях является доказательством того, что превращения в зерне протекали так, как это необходимо для мюнхенского типа солода в интересах образования цвета и аромата.

У светлых солодов, которые не подвергаются таким глубоким превращениям, желателен короткий зародышевый листок, который является показателем неглубокого растворения.

Корешки, которые также имеются только у растущего солода, расцениваются больше по внешнему виду, чем по длине.

Масштабом длины корешков также является длина зерна. В общем корешки считаются короткими, если они достигают длины зерна; если их длина в 2—2½ раза превышает длину зерна, корешки считаются длинными.

Корешки у ячменя холодного и медленного ращения должны быть толстыми и крепкими, независимо от их длины. Тонкие, длинные корешки заставляют предполагать о быстром росте, а следовательно, о теплом солодоращении. К таким корешкам в практике относятся отрицательно, так как они вянут легче, чем толстые, сильные корешки. При барабанном соложении, конечно, приходится делать исключение. В этом случае корешки получают-ся всегда тонкие и прямые. Это происходит от частого вращения барабана, что препятствует образованию изгибов у корешков, так как здесь отсутствует геотропия.

Обильное развитие корешков желательно. Известно, что как раз корешки вытягивают из зерна значительное количество белков; этому факту придают особенное значение, так как, например, при сильнобелковистых ячменях намеренно стремятся к обильному образованию корешков. Однако, не следует забывать, что корешки являются источником значительных потерь. При чистке солода корешки удаляются и представляют собой отброс пивоваренного производства — ростки.

Обычно длина зародышевого листка и длина корешка находятся в определенной зависимости от скорости развития. При длинном зародышевом листке будут и соответственно более длинные корешки.

При изменении определенных условий ращения это соотношение нарушается, и может случиться, что зародышевый листок будет иметь нормальное развитие, в то время как образование корешков сильно запаздывает или наоборот.

В технике такие соотношения имеют большое значение, так как благодаря этому, с одной стороны, можно снизить потребление веществ и потери, с другой стороны, можно оказать влияние на определенные химические процессы (углубление белкового распада, благодаря усиленному образованию корешков).

Особая задержка роста корешков достигается, например, очень холодным ращением.

Подобным же образом на образование корешков действует горячая замочка. Большие количества углекислоты также подавляют развитие зародышевого листка и корешков.

Отсюда ясно, что как общее развитие, так и соотношения между зародышевым листком и корешком тесно связаны со способом ращения и системой соложения. Как масштаб для оценки растворения и ферментативных процессов они могут быть использованы только в том случае, если будут приняты во внимание все относящиеся сюда факторы.

В отношении степени развития корешков также различают ненормальные солода. Прежде всего, это наблюдается в отношении их длины. Зародышевый листок может быть или слишком коротким или слишком длинным. В солоде могут быть или непроросшие зерна или «гусары». Непроросшие зерна появляются в том случае, если исходный ячмень имеет плохую проращаемость или недостаточное количество влаги и растится при слишком низкой температуре, или же — если он подвергается слишком сильной аэрации. Иногда наблюдается чрезмерное развитие зародышевого листка, причем листок перерастает длину зерна. В этом случае солод является переросшим и такие зерна называют «гусарами».

«Гусары» могут оказаться при избыточном содержании влаги или слишком длительном проращивании. Избыточная влажность может быть при слишком долгой замочке, или когда на тока и в аппараты для ращения попадет вода, когда происходит усиленное образование конденсационной воды, образование пота на токах, в ящиках Саладина и Кропфа, при слишком сильном опрыскивании и т. п. Чрезмерное образование «гусаров» дает перерастворенный солод, что вызывает увеличение потери на дыхание. Если для темного солода допускается определенный процент таких переросших зерен, то у светлого солода присутствие их является показателем того, что процесс соложения протекал неправильно.

Поврежденные и лишенные мякинной оболочки зерна имеют большую склонность к образованию «гусаров», причем зародышевый листок растет вбок. Тоже самое наблюдается у переросших ячменей.

Весь комплекс явлений, кратко обозначаемый нами как «растворение» и находящий также соответствующее отражение в развитии ростка и корешков, является рефлексом на те жизненные условия, при которых происходит процесс прорастания зерна. Факторы, определяющие все жизненные явления в зерне, а именно — температура, влажность и приток кислорода, — являются решающими как для растворения, так и для развития зародышевого листка и корешков.

Технически все эти три фактора выражаются термином «режим ращения», понимая под этим условия, при которых ведется проращивание ячменя.

Понятие «режим ращения» охватывает следующие моменты:

- 1) температуру, при которой ведут проращивание зерна, и ее изменение в течение процесса проращивания;

2) содержание влаги в садиле и ее изменение в процессе ращения;

3) содержание кислорода и углекислоты внутри садила и изменение их соотношения в различных стадиях роста.

В отношении этих трех факторов в общем могут быть установлены такие положения: чем теплее и влажнее садило и чем больше оно получает кислорода, тем сильнее будет дыхание и тем интенсивнее действие всех содержащихся в зерне ферментов.

Применительно к этим факторам садило можно обрабатывать различным образом. Его можно вести сухо или влажно, тепло или холодно, давать меньше или больше кислорода, или оставлять зерно в атмосфере его собственной углекислоты. Меняя или комбинируя эти три фактора, можно усиливать или подавлять отдельные биологические процессы.

Опыт и сопоставление результатов показали, что процесс проращивания только тогда протекает нормально, гибко и равномерно, когда проращивание происходит медленно.

Надо стремиться к сохранению возможно низкой температуры в каждой отдельной стадии процесса проращивания и следить за тем, чтобы разогревание садила вследствие дыхания не было слишком быстрым и сильным.

При холодном способе солодоращения образование ферментов более слабое. Если наблюдается медленный рост благодаря понижению температуры, то дыхание идет слабее, разогревание держится в узких температурных границах и образование ферментов бывает умеренным.

При таком медленном, но непрерывном развитии достигается наибольшая равномерность образования и действия ферментов, и количество вещества, потраченного на дыхание, незначительно по отношению к имеющимся внутренним превращениям. Поэтому на практике стремятся применять холодное ращение во всех системах соложения.

Хотя такой способ солодоращения желателен и его преимущества совершенно очевидны, он неприменим для всякого ячменя. Имеются такие сорта ячменя, которые не допускают холодного ращения.

Причины этого могут быть следующие:

1) ячмень имеет склонность легко согреваться, причем в этом случае говорят о греющихся ячменях;

2) ячмень при низкой температуре холодного ращения не поддается нормальному растворению и в этом случае мы имеем дело с труднорастворимыми ячменями.

Склонность к разогреванию ячменя может иметь различные причины¹.

Прежде всего здесь играет роль сорт ячменя, причем последний в свою очередь зависит от жизнеспособной части зерна — за-

¹ Delbrück, W. 1932, S. 122.

родыша. Все изменения веществ, происходящие во время проращивания, вызываются действием ферментов, которые продуцирует зародыш. Повидимому, способность образования ферментов от природы различна в зародышах разных сортов ячменя. Встречаются такие ячмени, у которых зародыши образуют мало ферментов; у других, наоборот, зародыши очень деятельны, дают более активные ферменты и в большем количестве.

Кроме того, имеет значение число зародышей в единице объема. Щуплые ячмени, естественно, содержат значительно большее число зерен, а следовательно, и зародышей в единице объема, чем крупнозернистый ячмень. Так, например, если в 1 кг щуплого ячменя имеется 30 000 зародышей, то при крупнозернистом — только 20 000 зародышей. Так как зародыш представляет собой то место, где сосредоточено дыхание и образование энергии, то большее количество зародышей при прочих равных условиях вызывает более интенсивное выделение тепла. Таким образом, с уменьшением величины зерен образование тепла увеличивается.

Весовой процент зародышей по отношению ко всей массе ячменя может колебаться приблизительно в пределах 1%, поэтому, с увеличением общего веса зародышей, выделение тепла должно быть более энергичным.

Химический состав зерна также обуславливает большую или меньшую склонность к сильному сгоранию.

Здесь может играть роль содержание жира в зародыше. При более высоком содержании жира образование тепла увеличивается, потому что теплота горения жира вдвое больше (9400 Кал., чем у крахмала (4120 Кал.).

Повышенное содержание белков в мучнистом теле вызывает также склонность к сгоранию. При этом имеет значение свойство оболочек — тонкокожие ячмени дышат более интенсивно, чем толстокожие.

Если в ячмене наблюдается сочетание всех перечисленных свойств, и он имеет щуплое и тонкокожее зерно, а также высокое содержание белка, — перед вами типичный ячмень, склонный к повышенному сгоранию.

Ячмени подвержены разогреванию и в том случае, если они заражены плесенью. Нездоровые ячмени выделяют больше тепла, чем здоровые. Ячмени, замоченные без достаточного притока кислорода, также обнаруживают склонность к сгоранию.

При проращивании греющихся ячменей следует руководствоваться основными положениями холодного ведения солодоращения лишь постольку, поскольку возможно вести ращение сухо и при низкой температуре, избегая избыточной подачи кислорода. В зависимости от свойств ячменя, эти меры, однако, могут иметь только ограниченный успех; такой ячмень все же разогревается очень легко и должен часто перелопачиваться, благодаря чему снова усиливается дыхание. При помощи частого перелопачивания и раскидывания тонким слоем, казалось бы, можно добиться

холодного ведения ращения, но фактически это невозможно, так как отсутствуют существенные признаки холодного ращения — малая потеря при слабом и редком перелопачивании и полное растворение мучнистого тела. Потеря при такого рода холодном ведении ращения неизбежно будет высокой.

С другой стороны, встречаются ячмени, которые при нормальных температурах холодного ведения ращения не дают хорошего растворения.

Прежде всего здесь опять играет роль сорт ячменя, вернее, характерные свойства зародыша. Зародыши, которые не активны в отношении образования ферментов, будут, следовательно, также растворяться хуже или медленнее, и здесь надо попытаться добиться усиления превращения веществ путем повышения температуры ращения.

Трудно также растворяются ячмени с постоянной стекловидностью. Часто они имеют повышенное содержание белка и поэтому вдвойне трудно поддаются обработке. Вся структура такого зерна указывает на то, что оно находилось в неблагоприятных условиях роста. Если приходится перерабатывать такие ячмени, то их растворения можно добиться только в том случае, если будут созданы условия повышенной ферментативной работы. Их следует замачивать дольше, садило вести теплее, давать «схватываться» на более длительный срок и удлинять срок ращения. Кроме того, по окончании ращения, их следует подвяливать. Полученный продукт все же не может представлять собой идеальный солод, так как проращивание такого ячменя могло происходить только при применении искусственных средств.

Высокое содержание белка также может затруднить растворение. Это объясняется тем, что фермент, растворяющий клеточные стенки эндосперма, — цитаза — не может на них действовать, потому что имеющиеся в большом количестве белковые вещества преграждают доступ цитазе. Возможность растворения создается лишь в том случае, если белки настолько будут разложены протеолитическими ферментами, что может наступить процесс растворения.

Таким образом, во многих случаях приходится волей или неволей прибегать к более высокой температуре ведения солодоращения, чем это было бы желательно, т. е. применять более или менее теплое ведение ращения.

Кроме того, к теплому ращению могут вынудить также внешние условия (теплые тока, мягкий климат, необходимость соложения в теплые весенние дни), а также невнимательность при ведении солодоращения или несоблюдение необходимых предварительных условий режима. Таким образом, режим проращивания не может быть предопределен заранее, а должен регулироваться в зависимости от свойств перерабатываемого ячменя и применяемой аппаратуры.

При теплом солодоращении, при котором благодаря более благоприятной температуре рост усиливается, все жизненные явления протекают интенсивнее и более бурно. Соответственно этому, солода теплого ращения богаче ферментами, чем солода холодного ращения; у первых работа ферментов протекает более энергично и глубоко. Явления растворения наступают быстрее и охватывают все зерно, распад белков усиливается и соответственно выше становится потребление веществ.

Опасность теплого ведения солодоращения заключается в том, что садило трудно вести равномерно и, благодаря этому, неоднородность качества солода увеличивается. Вместе с тем становится труднее достигнуть правильного соотношения между потреблением и изменением веществ. Ввиду этого при теплом ведении солодоращения создается невозможность равномерного растворения тех зерен, которые по величине неодинаковы. Если солод ведут теплым ращением, то нижняя часть зерен перерастворяется, в то время как кончики их имеют типичный вид нерастворенного ячменя. Если вести сололожение до тех пор, пока не растворятся также и кончики зерна, то мы получим перерастворенный солод со всеми его недостатками.

Содержание сахара в солоде при теплом солодоращении будет выше, чем при холодном, так как при более высокой температуре диастаз образует больше сахара. Это особенно нежелательно для получения светлого солода, при изготовлении которого следует избегать образования красящих веществ во время сушки.

Потери на дыхание при теплом ведении солодоращения получаются чрезмерными по сравнению с достигнутыми изменениями веществ.

В общем при холодном ведении солодоращения можно гораздо легче управлять всеми превращениями в зерне и достигнуть более естественного его развития, чем при теплом.

В остальном ведение солодоращения зависит от типа солода и системы сололожения.

Светлые солода следует вести холодным ращением. Мы должны здесь стремиться к более слабому развитию ростка и неполному растворению, потому что это является непременным условием для получения светлого цвета солода. Таким образом, для светлых солодов непригодны ячмени, склонные к согреванию или трудно поддающиеся сололожению, а должны применяться ячмени, дающие легко растворяющиеся солода. Если приходится готовить светлый солод из других ячменей, то намеченная цель не может быть достигнута, ибо такие ячмени по своей природе непригодны для этого.

Для темных солодов, качество которых в первую очередь зависит от растворения, и которые должны иметь длинный росток, иногда приходится прибегать к более высокой температуре, чтобы достигнуть необходимого растворения, в особенности, при переработке труднорастворимых ячменей.

Второй момент, играющий существенную роль при ведении солодоращения, — это влажность садилы.

Известно, что при более высокой влажности все процессы превращения в зерне протекают быстрее и полнее. При процессе искусственного проращивания дыхание также становится тем интенсивнее, чем больше будет влаги в садиле. При этом выделение тепла усиливается и повышаются ферментативные процессы в зерне.

Таким образом, регулируя содержание влаги в прорастающем ячмене, можно оказать определенное воздействие на процесс прорастания ячменя и создать необходимые условия для ращения.

Влажность зерна зависит: 1) от степени замачивания ячменя и 2) от дальнейшего сохранения влаги, полученной при замочке, ее снижения или повышения.

Если хотят вызвать усиленную ферментативную работу, надо предоставить ячменю необходимое количество воды. В этом случае зерну дают полное замачивание, как это имеет место при изготовлении темных солодов. Если, напротив, хотят ослабить ферментативную работу, то удовлетворяются более слабой замочкой.

Значительно более трудной задачей является сохранение полученной при замочке ячменя влажности во время всего процесса проращивания. При ращении на токах это возможно благодаря образованию «пота»; при пневматической системе соложения влажность приходится поддерживать искусственно. Правильное увлажнение путем продувания влажного воздуха является основной проблемой пневматической системы соложения. Если все же содержание влаги в зерне падает, то приходится производить дополнительное увлажнение (обрызгивать). Это обрызгивание должно производиться своевременно, а не тогда, когда прорастающее зерно уже начинает подсыхать. Если содержание влаги упало слишком сильно, рост прекращается, корешки отмирают, вследствие чего будет наблюдаться недорастворение солода.

Третий существенный момент ведения солодоращения — это содержание в воздухе садилы кислорода и углекислоты. Чем больше имеется кислорода и чем меньше углекислоты, тем больше возможности для интенсивного дыхания и для усиленного сгорания, тем труднее становится сохранить в садиле низкую температуру. Необходимо уже в самом начале процесса проращивания в мочильном чане заботиться о том, чтобы зародыш получил необходимое количество кислорода. В противном случае неизбежны затруднения при ведении холодного ращения.

При осуществлении этого требования значительную роль играют различия отдельных систем соложения. Условия ращения на току значительно отличаются от тех, которые имеют место при барабанной системе соложения и ящичной системе Саладина, и, в особенности, при ящичной системе Крöpfа. Подробнее эти соотношения будут разобраны при описании отдельных систем соложения.

Если ограничить продувание воздуха до минимума, то понижается дыхание и разогревание зерна. Если, например, сократить на токах передопачивание и давать мало кислорода, то тем самым будут затруднены условия прорастания. Никогда не следует спускаться ниже определенной нормы подачи кислорода зерну, так как иначе оно, стремясь сохранить свою жизнедеятельность, будет заимствовать кислород за счет разложения собственных молекул, благодаря чему наступят явления молекулярного расщепления (интрамолекулярное дыхание).

Таким образом, правильная подача воздуха является необходимым предварительным условием холодного ведения солодоращения.

В тесной связи со способом ведения солодоращения находится последний фактор — время.

Чем холоднее и суше проводится процесс прорастания в условиях ограниченного доступа кислорода, тем медленнее он происходит, так как образование и действие ферментов также замедлено. Масштабом здесь опять-таки может служить растворение зерна. Длительность проращивания, в свою очередь, зависит от свойств ячменя и от типа получаемого солода. Если ячмень плохо растворится, его приходится растить дольше и при более высокой температуре, если хотят достигнуть полного растворения. Хотя это ведет к потере, но с точки зрения качества солода является неизбежным.

Солод монахенского типа при всех обстоятельствах требует более длительного проращивания, в то время как безупречный светлый солод может быть приготовлен за более короткий срок.

Холодное ращение с ограниченным доступом кислорода применяют, по возможности, для всех типов солодов, и отклонения от этих общих положений неизбежны лишь в тех случаях, когда этого требуют особые свойства ячменя, специфические условия работы или система соложения.

Основная задача соложения, таким образом, состоит в том, чтобы добиться нужных изменений в зерне в возможно короткий срок, с минимальными потерями, легко управляя процессом искусственного проращивания зерна. Всякая неоправданная необходимостью потеря крахмала на дыхание является бесцельной растратой самой ценной части зерна.

РАЩЕНИЕ НА ТОКАХ

Тока

Искусственное проращивание ячменя еще и теперь преимущественно происходит в особых подземных помещениях, которые называют токами.

Целесообразное проведение процесса проращивания, в первую очередь, зависит от качества токовой солодовни, так как се

можно рассматривать как аппарат для ращения солода. Плохие тока не только могут создать много затруднений и лишней работы, но подчас и невозможные условия для получения хорошего солода; то же самое нужно сказать и о значении недостатков пневматической установки для ращения. Хорошие тока позволяют сэкономить время и облегчают переработку даже малоподходящих ячменей.

Наиболее важным качеством помещения токовой солодовни является ее температура. Находящийся на токах солод занимает сравнительно незначительное пространство, и поэтому температура помещения оказывает на него большее влияние. Таким образом, температура прорастающего зерна всегда зависит от температуры помещения. Так как процесс проращивания должен происходить приблизительно при $13-18^{\circ}$, помещение токовой солодовни может иметь температуру около $10-12^{\circ}$ (см. рис. 21).

При более толстых токах невозможно поддерживать температуру, необходимую для холодного ведения солодоращения. Температура даже лучших токов зависит от внешней температуры, и в летние месяцы соложение на токах обычно прекращается, так как зерно чрезмерно согревается, и появляется опасность образования плесени.

При слишком низкой температуре может до некоторой степени помочь увеличение высоты слоя солода. Холодные тока в общем также непригодны, потому что соложение длится слишком долго, производительность токов падает, затрудняются растворение ячменей и сохранение в воздухе необходимой влажности.

Поэтому тока, по возможности, не должны зависеть от внешней температуры, чтобы не нарушать рост ячменя неожиданно резкими переменами.

Токовая солодовня, как правило, устраивается ниже уровня земли, причем расположение ее, конечно, зависит от местных условий. Часто бывает невозможно разместить все тока ниже уровня земли, например, при высоком стоянии грунтовых вод, при недостатке места или больших расходах по постройке. В этом случае тока должны иметь прочные и хорошо изолированные наружные стены, которые защищали бы помещение для ращения от температурных колебаний и предохраняли стены от запотевания. Несмотря на все меры предосторожности, обычно надземные тока всегда хуже, т. е. теплее.

Наряду с изоляцией стен здания необходима также изоляция самого основания токов. Оно должно быть устроено так, чтобы прорастающий ячмень не подвергался воздействию ни в отношении содержания воды, ни в отношении температуры.

Основание тока имеет два слоя. Нижний слой обычно делается из утрамбованной глины высотой около $\frac{1}{3}$ м. Глиняный слой должен быть равномерным и хорошо утрамбованным, так как иначе возможны его оседание и появление трещин и уклонов в отдельных местах пола.

На это основание, которое представляет собой изоляцию тока ст грунта, накладывается пол.

Настилочный материал для пола не должен ни поглощать, ни отдавать воду, должен быть прочным, совершенно гладким и легко поддающимся очистке. Для этого применяют обожженный кирпич, цемент или керамиковые плиты. Так как кирпичи могут образовать неровности вследствие неодинакового оседания отдельных кирпичей, обычно пол делают бетонным и сверху покрывают слоем цемента. Такой пол при правильном изготовлении безупречен. Лучшим материалом, хотя и наиболее дорогим, все же являются керамиковые плиты.

Независимо от применяемого материала, настилку пола следует производить очень тщательно. Поверхность токов должна иметь легкий уклон для стока воды. Канал, в который стекает вода, должен быть снабжен автоматическим затвором или сифоном. Сточные приемники устраиваются так, чтобы была удобна их очистка, выкачивание и дезинфекция хлорной известью.

Если тока — независимо от того, надземные они или подземные — слишком теплы, необходимо устройство искусственного охлаждения. Самый простой способ охлаждения — это промывка пола токов ледяной водой. Лучшее и более продолжительное охлаждение достигается распылением воды под высоким давлением, при помощи форсунок. Благодаря наступающему охлаждению, вследствие испарения воды, температура пола и воздуха понижается.

Кроме того, применяется специальное искусственное охлаждение помещения токов. Оно устраивается таким образом, что холодильные трубы, в которых циркулирует рассол, располагаются на потолке солодовни. Воздух токов, благодаря этому, охлаждается, и таким путем в особо затруднительных случаях может быть достигнуто понижение температуры помещения. Но такого рода охлаждение воздуха должно производиться с особой осторожностью. Теплый и влажный воздух, поднимающийся от прорастающего зерна, охлаждается на трубах, вследствие чего возникает циркуляция его снизу вверх. Выделяющаяся при охлаждении влага замерзает на трубах, и воздух становится не только холоднее, но и суше. Поэтому возникает опасность высыхания зерна на току, подобно тому как это может быть в пневматической системе. Помимо того, при оттаивании труб, когда выключается охлаждение, вода может капать на прорастающий солод. Поэтому холодильные трубы не следует располагать непосредственно над растущим зерном. Во избежание этого под холодильными трубами устраивают отводные желоба, которые могут быть сделаны из дерева. Во всяком случае вопрос об искусственном охлаждении токов далеко не прост. С помощью искусственного охлаждения в летние месяцы можно солодить много дольше, что значительно повышает производительность токовой солодовни.

При искусственном охлаждении солод на току обычно приходится опрыскивать.

Следующее важное качество токовой солодовни, или, вернее, ее воздуха, — это влажность.

Как известно, ячмень поступает на тока с содержанием влаги около 45%, которую он должен сохранить в течение всего процесса проращивания, т. е. 8—9 дней. Однако, в процессе проращивания в целях охлаждения садилу приходится распускать.

При этом происходит немедленное испарение части воды. Поэтому прорастающий ячмень может сохранить свою влажность только в том случае, если воздух будет иметь соответствующую влажность, т. е. когда он насыщен ею. При расщеплении крахмала в процессе дыхания всегда имеет место некоторое замещение испаряющейся воды, так как образующаяся при дыхании вода конденсируется в виде пота на поверхности растущего солода и сейчас же поглощается корешками. Однако, необходимым условием для удовлетворительного образования пота является достаточная влажность воздуха помещения токов. Поэтому для того, чтобы вообще мог происходить процесс проращивания, воздух на токах должен быть насыщенным, по крайней мере, до 90—95%. Иначе воздух будет сам поглощать влагу из прорастающего ячменя и высушивать его.

Обычно наружный воздух содержит около 56—60% относительной влажности, что значительно ниже того максимального количества влаги, которое воздух может содержать при данной температуре.

Если, например, при 12° воздух имеет 60% влажности, то в 1 м³ он содержит 6,4 г водяных паров. Но при этой температуре воздух может поглотить 10,7 г. Поэтому он поглотит 4,3 г водяных паров на 1 м³ и это количество воды отнимет из садилы.

Если в этом случае в прорастающий ячмень поступает много наружного воздуха, возникает опасность высыхания. Для свежесмыщенного, мокрого вороха это не имеет значения, но очень существенно для молодого садилы, в котором должен появиться пот, используемый солодом для компенсации испарения.

Поэтому влажность воздуха на токах связана с количеством имеющегося воздуха в помещении и существующей вентиляцией. Количество воздуха токовой солодовни, главным образом, зависит от высоты токов. Слишком высокие тока влияют неблагоприятно на влажность воздуха, так как теплый воздух вместе с водяными парами поднимается вверх и с увеличением общего количества воздуха становится все труднее сохранить нужную влажность помещения токов. Поэтому регулирование влажности на токах так же важно, как регулирование искусственного увлажнения при механическом или пневматическом соложении, поскольку влага является главным условием жизни прорастающего ячменя. Нормальная высота тока должна быть 3—4 м. Такая высота благоприятна потому, что воздух меньше портится, помещение не

перегревается теплотой прорастания, и сохраняется равномерность температуры. Низкие помещения хотя и допускают лучшее обеспечение влагой, но требуют более интенсивной вентиляции.

Вентиляция, в свою очередь, также имеет большое влияние на влажность воздуха. Тока нуждаются в соответствующем обеспечении воздухом. Следует позаботиться, чтобы использованный воздух и образующиеся водяные пары могли удалиться из помещения токов, так как избыток влажного воздуха способствует образованию плесени. Обмен воздуха должен быть устроен так,

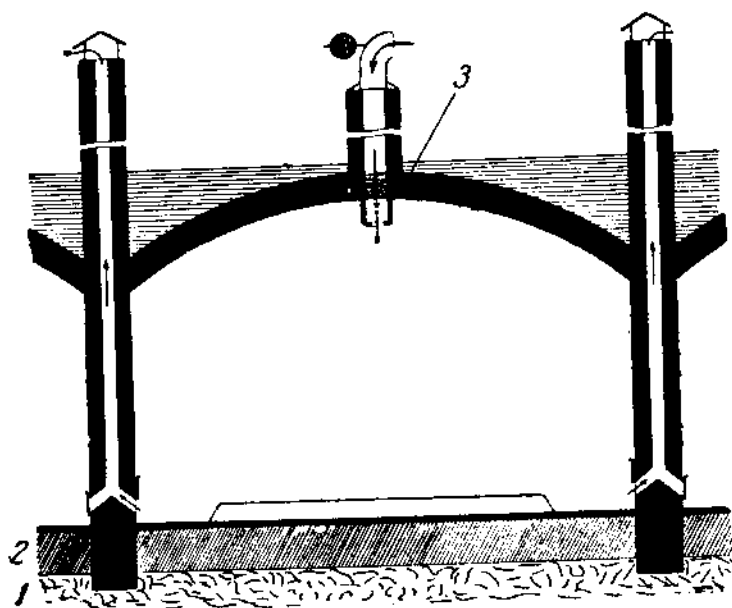


Рис. 20. Поперечный разрез токовой солодовни.

1—грунт, 2—глиняный слой в 50 см, 3—воздушный канал.

чтобы температура помещения сохранялась постоянной в желаемых пределах, и влажность воздуха на токах не слишком сильно изменялась.

Вентиляцию токов лучше всего строить таким образом, чтобы свежий воздух поступал сверху через закрывающиеся отверстия и выходил через каналы, заложенные в стенах токов (рис. 20). Эти каналы располагаются приблизительно на высоте 20 см от пола и поднимаются вверх; нижнюю часть канала рекомендуется делать наклонной, чтобы зеленый солод не мог туда попадать. Канал, который имеет такое же действие, как камин, должен быть достаточно высоким и закрывающимся с внутренней стороны. При таком устройстве вентиляции циркуляция воздуха на

токах может регулироваться безукоризненно. Вентиляцией следует пользоваться осторожно, так как при чрезмерном проветривании помещения невозможно сохранить необходимую влажность в солоде. На токах не должно быть сильной тяги, так как иначе неизбежно высыхание садил. По тем же причинам нежелательно, чтобы шахты подъемников оканчивались на токах, чтобы двери и окна плохо закрывались, или по каким-либо другим причинам получалось сильное движение воздуха на токах. Правда, иногда применяют вентиляторы для нагнетания и вытягивания воздуха, но в таких случаях поступающий воздух необходимо предварительно искусственно охлаждать и увлажнять, как это делается на пневматических солодовнях.

С другой стороны, обмен воздуха должен происходить во всех местах токовой солодовни. Поэтому большое значение имеет конструкция потолков. Они не должны иметь балок, где мог бы задерживаться воздух, несмотря на хорошую вентиляцию. В таких участках, защищенных балками, может застаиваться влажный, теплый и испорченный воздух, что вызывает развитие плесени, которая, разрастаясь все дальше во время теплой погоды, сделает соложение совершенно невозможным.

Таким образом, вентиляция и обмен воздухом имеют исключительное значение для поддержания правильного соотношения влаги воздуха в помещении солодовни и в самом солоде.

Для измерения влажности воздуха пользуются психрометром. Помещение токов не должно иметь никаких пристроек и столбов, которые затрудняют работу и вызывают неравномерность в проращении.

Величина площади токов зависит от продолжительности солодовенного сезона и продолжительности ращения светлого и темного солода. Период соложения колеблется в пределах 180—240¹ дней в году, а длительность соложения — от 8 до 11 дней. В отдельных областях производительность солодовен будет различной в зависимости от климата, ячменя и типа изготавливаемого солода (светлый или темный); эта производительность может также колебаться в зависимости от метеорологических условий. В среднем считают, что на 100 кг ячменя, идущего на замочку, требуется площадь токов 3,60 м², включая проходы. Следовательно, на 1 м² площади токов лежит зеленый солод, полученный с 0,3 — 0,35 ц ячменя.

При прорастивании надо избегать света. Поэтому боковые стекла закрашиваются мелом или же вставляются синие стекла. Целесообразно иметь ставни. Окна должны быть, по возможности, небольшими и плотно закрываться. Для освещения лучше всего пользоваться электрическим светом. Газовое освещение не

¹ На заводах СССР период соложения обычно считается в 270 дней за исключением теплых районов. (Прим. ред.).

рекомендуется, во всяком случае газовые трубы не должны проходить через токи.

В помещении токов необходим водопровод для мытья полов и, если потребуется, для увлажнения помещения.

Промывка токов обычно производится с помощью щеток, метел и таких простых дезинфицирующих средств, как гашеная известь. Стоки и приемные колодцы посыпаются хлорной известью и после достаточно длительного дезинфицирующего действия ее омывают водой. После окончания солодовенной кампании тока тщательно вымываются, посыпаются хлорной известью и в таком состоянии оставляются до начала следующей кампании. Плесень удаляется со стен при помощи щеток или скребков, стены и потолки обрабатываются свежей гашеной известью. Если тока теплые и влажные и вентилируются плохо, благодаря чему увеличивается опасность развития плесени, то применяются более сильно действующие средства.

Обработка ячменя на токах

В токовой солодовне происходят следующие процессы.

Когда ячмень достигает требуемой степени замачивания и, если он еще не наклюнулся, мочильной воде дают стечь и вытряхают всю массу замоченного ячменя в помещение токов.

Здесь мокрый ячмень раскладывается по тележкам и распределяется на току, причем стараются, по возможности, избегать повреждения и растрепывания ячменя.

При очень больших токах пользуются опрокидывающимися электрокарами.

Токовая солодовня должна быть расположена так, чтобы замоченный ячмень можно было подать с наименьшей затратой труда, силы и времени, а готовый зеленый солод имел бы возможно более короткий путь до верхней решетки овина.

Для ведения процесса прорастания особенно важна первоначальная высота слоя ячменя на токах, так как от этого зависит, наряду с температурными и вентиляционными условиями токов, дальнейший режим и продолжительность прорастания сидила.

Требуется, чтобы мокрое зерно обсохло и начало быстро, но не слишком бурно прорастать. Для первоначальной высоты вороха решающими являются следующие моменты:

1) поглощение и распределение воды в зерне в результате происходящего при этом домачивания;

2) испарение воды, т. е. подсыхание вороха;

3) начало жизненных процессов и их скорость.

Если кладут высокий ворох, может произойти следующее:

1) воздух будет поступать в небольшом количестве, благодаря чему процесс прорастания пойдет более медленно;

2) испарение воды затруднится, и ворох будет подвергаться более длительному воздействию влаги;

3) поглощение и распределение влаги будет лучше.

Если ворох кладут слишком толстым слоем, то, благодаря прекращению притока воздуха, прорастание становится невозможным, зерно лежит безжизненно, время теряется и возрастает опасность перемочки.

Высокий ворох кладут в следующих случаях.

1) При слабой замочке ячменя. При этом стремятся провести дополнительное домачивание на току, во время которого зерно может исплощать воду, задерживающуюся на оболочках ячменя. Если при слабой замочке ворох с самого начала положить тонким слоем, увеличив, таким образом, поверхность, то наступит быстрое испарение воды, ворох скоро охладится и потребуются больше времени для появления глазков.

Такую домочку на токах проводят умышленно, например, при изготовлении светлого солода. Этим способом можно избежать перемочки, особенно, когда мочильные чаны не имеют приспособления для продувания воздуха. Домочку можно проводить также в мочильных чанах.

2) При применении теплой замочки и продувания. В этом случае увеличение начальной высоты имеет целью воспрепятствовать слишком быстрому испарению воды, которое может получиться при укладке ячменя тонким слоем, благодаря чему прорастающий ячмень может слишком охладиться, и тем самым будет задержано образование глазков.

3) При очень холодных токах или при наличии сквозняков. Если ворох кладется тонким слоем, то при этом происходит следующее.

1) Воздух притекает в обильном количестве. Активирующее действие воздуха на зерно отчасти выравнивается благодаря охлаждению, которое наблюдается вследствие большой поверхности вороха.

2) Благодаря увеличению поверхности наступает более сильное испарение воды.

3) Дальнейшее поглощение, а также распределение воды в зерне прекращается.

Если ворох кладут очень тонким слоем, то благодаря увеличению поверхности и сильному испарению температура настолько снижается, что ворох с трудом начинает прорастать. Кроме того, возникает опасность высыхания.

Низкий ворох кладут в том случае, когда ячмень перемочен и хотят избыток воды снова быстро удалить или же когда тока очень теплые.

Во всяком случае, при выборе толщины слоя вороха надо принять во внимание существующие местные условия и, в особенности, температуру и влажность помещения токовой солодовни. Высота вороха может колебаться от 15 до 40 см, в зависимости от местных условий и от предшествующей замочки.

Для равномерного подсыхания мокрого вороха его необходимо перелопачивать, так как иначе верхний слой будет высыхать, а нижний — будет перемочен.

Точные нормы перелопачивания указать, конечно, нельзя, так как при этом играют роль меняющиеся соотношения влажности. В нормальных условиях мокрый ворох перелопачивается в первый раз через 6 час. после вымочки, а в дальнейшем — через каждые 12 часов.

В целях сокращения продолжительности проращивания, часто вообще избегают класть мокрый ворох на току, стремясь добиться обсыхания и появления глазков уже в мочильных чанах. Современные мочильные чаны с приспособлением для продувания позволяют это легко осуществлять, что приводит к уменьшению продолжительности проращивания.

В «сухом ворохе» появляются первые видимые признаки наступающего прорастания, которые выражаются в следующем: 1) в образовании корешков; 2) в образовании продуктов окисления, воды (пота) и углекислоты; 3) в повышении температуры.

Сперва появляется кончик корешка, который разрывает нижний кончик зерна. В ячмене появляется «глазок». В этом случае говорят, что сажало находится в стадии «наклевывания». Далее корешок начинает разветвляться, и сажало переходит в стадию «развиливания».

Уже эта стадия роста очень важна. В этот период дыхание развивается с полной силой, начинаются биохимические процессы и как следствие их — повышение температуры в сажале.

В это время, прежде всего, надо следить за тем, чтобы эти процессы протекали медленно и равномерно, так как в эту начальную стадию роста еще имеется возможность направить темп прорастания. Если жизненные процессы будут развиваться слишком быстро, что выражается в слишком сильном разогревании, возможность гибкого управления скоростью процессов теряется, и холодное ведение проращивания становится невозможным. Поэтому температура в этой стадии не должна подниматься выше 15°. Перелопачивание сажала необходимо производить через каждые 8 часов.

В этой стадии, кроме пота, появляется характерный огуречный запах.

Этот запах — нормальное явление и является показателем здорового сажала; кроме того, он служит масштабом интенсивности жизненных процессов. Слишком резкий запах так же как и избыток пота, является показателем того, что прорастание протекает слишком интенсивно.

Когда корешки развиваются еще сильнее, сажало называют «молодым»; наступает ускорение роста (на 3 или 4-й день).

В это время стремятся несколько ослабить жизненные процессы. Вследствие этого, сажало распускается более тонким слоем и требует большей площади тока.

В молодом садиле температура не должна превышать 17°, и оно должно быть «в поту», даже во время перелопачивания.

Разрешение вопроса о том, как часто и когда следует перелопачивать, зависит от силы пота, подъема температуры и толщины слоя. Вначале требуется перелопачивать через каждые 8 час., а когда, благодаря развитию корешков, садило станет более рыхлым, — через каждые 12 часов.

К концу этой стадии роста садило называется «зрелым». Здесь часто появляется опасность повреждения прорастающего ячменя. В то время как до этой стадии происходит интенсивный процесс роста, здесь энергия роста иногда сразу падает. Это связано с тем, что прорастающий ячмень больше не имеет необходимого количества влаги; образующееся во время дыхания количество воды становится недостаточным, чтобы возместить происходящее испарение.

Эту опасность можно заметить потому, что образование пота происходит слабо или медленно, и садило с трудом нагревается, т. е. должно долго лежать без перелопачивания. Все это указывает на недостаточную влажность. Особенно легко это может произойти, если замочка была недостаточной или наблюдается повышенное испарение влаги вследствие сухих или холодных токов, а также при повышенной тяге.

Подобного рода опасность никогда не следует упускать из виду, иначе можно нанести серьезный вред садилу. В этих случаях необходимо искусственно повышать жизненные процессы посредством опрыскивания садила водой.

Лучше всего опрыскивать садило при помощи лейки с мелкими отверстиями или распылительного аппарата — незадолго до перелопачивания.

Можно также насытить влагой воздух помещения с помощью распылителя; в этом случае зерна ячменя будут поглощать нужную им влагу из воздуха.

Рекомендуется производить такое опрыскивание на 5-й или 6-й день роста, т. е. в последней стадии молодого садила. Раньше не следует опрыскивать; это допустимо лишь в случае крайней необходимости. Позднее опрыскивать также не имеет особого смысла, а при некоторых обстоятельствах даже вредно.

Температура воды должна быть одинаковой с температурой садила. Лишь в том случае, когда опрыскивать приходится в самом начале прорастания, чтобы ускорить этот процесс на очень холодных токах, необходимо пользоваться теплой водой.

Опрыскивание во всех случаях не может считаться нормальным явлением, а служит лишь вспомогательным средством. Нужное для опрыскивания количество воды устанавливается опытным путем (0,5 — 1,0 л на 100 кг солода).

Во всех описанных стадиях необходимо постепенно следить за внешними и внутренними изменениями зерна, т. е. за развитием ростков и растворением (рис. 21).

Так как жизненная энергия и превращения становятся значительно слабее, такой способ обработки часто является недостаточным. В интересах улучшения растворения приходится создавать повышенную жизнедеятельность зерна.

С этой целью большинство ячменей, особенно если нужно получить темный солод, подвергается специальной обработке, которая возможна только на току. Именно этим объясняется преимущество токовой системы перед другими системами соложения.

Садилу дают «схватываться». Сущность схватывания заключается в том, что садилу оставляется на продолжительное время без перелопачивания. Благодаря этому создаются благоприятные условия для работы ферментов, и возрастает жизнедеятельность зерна.

Рост снова делается более интенсивным, корешки растут сильнее, сплетаются друг с другом, и все садилу представляет собой одну сросшуюся массу. Нижний пот становится обильнее, температура повышается, причем при правильном ведении ращения это повышение незначительно.

С помощью такого схватывания стремятся добиться лучшего растворения, особенно у плохо поддающихся обработке труднорастворимых или тяжелых ячменей, или в тех случаях, когда в солоде требуется получить глубокое растворение и сильное развитие зародышевого листка.

Такое схватывание садилу можно осуществить различными способами. Легкорастворимые ячмени растворяются без настоящего схватывания, им дают лишь слегка срастись. Таким же путем обрабатывают ячмени для светлых солодов.

При тяжелых и труднорастворимых ячменях, которые идут на темные солода, дают схватываться даже два раза. Так, например, с 5-го на 6-й день садилу дают сперва только слегка схватываться, что происходит спустя 14—18 часов. Второй раз садилу оставляют лежать по меньшей мере 24 часа (с 6-го на 7-й день) и за это время действительно корешки срастаются. Давать схватываться можно только в следующих случаях:

- 1) здоровым ячменям, так как иначе образуется подверженный плесени, дурно пахнущий солод;
- 2) если схватывание производится не слишком поздно, т. е. когда зерно еще находится в состоянии интенсивного роста;
- 3) если в прорастающем ячмене еще содержится достаточное количество влаги; в противном случае перед схватыванием садилу необходимо сбрызнуть водой.

Опасение, что схватывание может вызвать перерастворение, — неосновательно. Образующаяся углекислота накапливается в лежащем плотно неподвижном садиле и подавляющим образом действует на рост. Поэтому дыхание и потребление веществ становится незначительными.

Температура саада, помещения токов и наружного воздуха

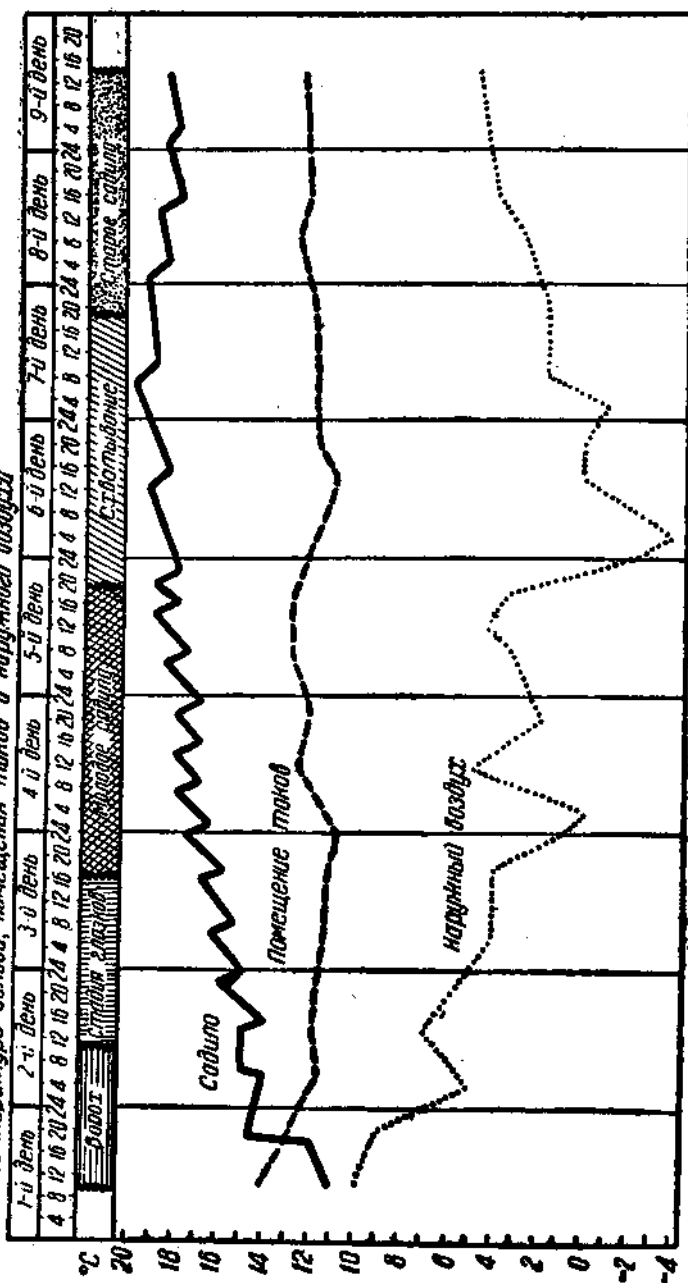


Рис. 21.

Косвенным следствием накопления углекислоты является также повышенное содержание сахара у подобного рода солодов, так как сахар остается в зеленом солоде неиспользованным благодаря незначительному дыханию. Вероятно, белковый распад при схватывании также более интенсивен, как это имеет место при ферментации прорастающего ячменя, которая является дальнейшим развитием идеи углубления работы ферментов в условиях ограниченного доступа воздуха (метод Кропфа). Неприятным, но неизбежным побочным результатом здесь является сильное развитие корешков и более трудное перелопачивание.

Во время схватывания температура повышается до 20—22°, а при труднорастворимых ячменях даже несколько больше.

Если образование пены и рост все больше и больше замедляются, и дыхание становится вялым, солод называется «старым». Перелопачивание приходится производить еще реже (через 12 час. и больше).

Когда будет достигнута желаемая степень растворения, конечный продукт искусственного проращивания представляет собой так называемый «зеленый солод». Зеленый солод механическим или пневматическим способом немедленно передается на сушку.

Длительность проращивания ячменя колеблется в довольно значительных пределах, в зависимости от происхождения ячменя, вегетационных условий данного года и сорта получаемого солода, а именно от 8 до 11 дней¹. Светлый, зеленый солод растут на 1 день меньше по сравнению с темным.

Условия ращения на токах

При ращении ячменя на токах обычно имеются следующие условия.

В отношении регулирования температуры во время отдельных стадий ращения тока допускают наибольшие возможности и превосходят все другие системы. Преимущество заключается в том, что, изменяя толщину слоя, можно как угодно регулировать температуру прорастающего ячменя; всякое чрезмерное согревание или охлаждение можно предупредить сравнительно легко и быстро.

Влажность ячменя, поступающего на тока, достигает 45%. При нормальных соотношениях эта влажность должна быть сохранена в зерне в течение всего процесса ращения, т. е. в среднем 8 дней. Этот сам по себе удивительный факт, что влажное зерно, лежащее тонким слоем, сохраняет свою влажность, несмотря на сильное испарение и частое перелопачивание, — объясняется тем, что испаряющаяся вода может быть восполнена тем или иным способом.

¹ На заводах СССР принят обычно более короткий период ращения — 7—8 дней. (Прим. ред.).

Испаряющаяся вода пополняется за счет мучнистого тела ячменя. Во время дыхания зерна крахмал мучнистого тела расщепляется на углекислоту и воду, причем последняя конденсируется на поверхности прорастающего ячменя благодаря низкой температуре. Корешки растущего садила всасывают эту воду, и содержание ее в ячмене остается постоянным.

При нормальных условиях сохранить на току влажность прорастающего ячменя на одной и той же высоте не представляет особых затруднений. Само собой разумеется, что пополнение испаряющейся воды в достаточном количестве может происходить только в том случае, если прорастание достаточно энергично.

Очень интересен, по сравнению с другими системами соложения, состав воздуха в самом садиле, т. е. отношение содержания кислорода к образующейся углекислоте. Состав воздуха в садиле постоянно изменяется, так как из него поглощается кислород, необходимый для роста зерна. На основании опытов было установлено следующее:

1) количество углекислоты, образующейся за единицу времени, зависит от возраста садила;

2) на содержание углекислоты оказывает влияние высота слоя садила, особенно — в случае значительной энергии роста;

3) образующаяся во время ращения углекислота только частично остается в садиле, частично же удаляется.

В первые дни во время энергичного дыхания образуется больше углекислоты; чем старше становится садило, и его жизнедеятельность падает, тем меньше накапливается в нем углекислоты. Так, например, в старом садиле, несмотря на редкое перелопачивание, содержание углекислоты меньше, чем на второй или третий день; только во время схватывания содержание углекислоты опять становится больше.

Следующие данные показывают, как влияет возраст и высота слоя садила на содержание углекислоты:

Дни	Содержание CO ₂ при высоте садила		Температура С°
	10—12 см	17—18 см	
3-й	около 2,5%	7,0%	17,0
4-й	> 2,2%	7,5%	18,0
5-й	> 2,0%	4,2%	19,5
6-й	> 1,4%	3,0%	21,5
7-й	> 1,2%	2,7%	21,0

Мы видим, что при токовом ращении происходит оживленный обмен воздуха садила с воздухом помещения. Иначе количество углекислоты, образующейся при дыхании, должно было бы по-

вышаться. Углекислота уходит из садила и распространяется по всей поверхности токов; кроме того, выравнивание происходит благодаря вертикальному движению воздуха. Даже при спокойно лежащем садиле наблюдается газовый обмен, который уменьшает содержание углекислоты. Обмен происходит тем легче, чем тоньше слой солода.

Остающееся в садиле количество углекислоты колеблется в зависимости от возраста, высоты слоя и обработки. При нормальном холодном ращении это количество меньше, и в первые дни прорастивания при слишком высоком слое достигает 2—4%; в последние — оно уменьшается до 1—2%.

При перелопачивании происходит дальнейшее небольшое уменьшение количества углекислоты.

На основании указанных соотношений ясно, что содержание углекислоты не может служить показателем интенсивности дыхания и служить масштабом потребления и изменения веществ в зерне.

Количество углекислоты, остающееся в садиле при нормальном токовом соложении, слишком незначительно, чтобы ограничивать дыхание или влиять на процессы превращения во время соложения. Зародыши в течение всего процесса соложения находятся почти в совершенно чистом воздухе. Поэтому на токах не требуется особой подачи воздуха, так как и без этого имеет место достаточный газовый обмен.

Таким образом, для прорастающего ячменя имеется достаточная влажность и окружающий воздух содержит достаточное количество кислорода; следовательно, имеются все условия для быстрого роста. Регулирование энергии прорастания и температуры при ращении на токах достигается следующими двумя способами:

1) распусканием, т. е. раскидыванием более тонким слоем прорастающего ячменя, и

2) перелопачиванием садила.

Распускание садила ведет к увеличению поверхности. С этим связано возрастающее охлаждение согревшегося ячменя, причем охлаждение возрастает благодаря повышающемуся испарению. Охлаждение уменьшает скорость роста и согревания и поэтому является действительным средством для регулирования интенсивности жизненных процессов.

Распускание садила и выбор любой высоты слоя являются самым большим преимуществом ращения на токах. Такое соложение тонким слоем позволяет широко применять индивидуальную обработку разных ячменей в зависимости от их специфических свойств и весьма полезно для достижения равномерного роста всех зерен. В любой стадии роста высота слоя садила может быть выбрана совершенно произвольной в зависимости от свойств зерна и самого тока (температурных соотношений, высоты слоя, вентиляции).

Перелопачиванием, которое требует большой наблюдательности, долголетней практики и опыта, достигается следующее. Прежде всего, перелопачивание позволяет производить смешивание и перемещение прорастающего зерна; это необходимо потому, что условия прорастания в нижнем и верхнем слоях отличаются от условий, имеющих в среднем слое. Эти слои сильнее охлаждаются и поэтому растут более медленно. Перелопачивание солода должно происходить так, чтобы нижние слои попадали наверх, а верхние — вниз. Это перемещение слоев приводит к выравниванию садил, что создает равномерный рост и равномерное прорастание.

Во время перелопачивания неизбежно происходит испарение некоторой части пота и воды, что вызывает охлаждение зерна; поэтому перелопачивание влияет также на температуру садил, понижая ее. Потеря влаги и понижение температуры вызывают заметное замедление жизненных процессов. Поэтому перелопачивать нужно осторожно, чтобы не уничтожить пот и не слишком сильно охладить садил. С одной стороны, садил не должно быть без пота, а с другой — оно не должно слишком долго лежать без перелопачивания. Иначе образуется слишком много пота, садил становится все более влажным и теплым.

Кроме того, при перелопачивании происходит удаление углекислоты и поступает свежий воздух. Если перелопачивают слишком часто, приток кислорода увеличивается, вследствие этого с каждым перелопачиванием снова усиливается рост.

Перелопачивание необходимо также для того, чтобы избежать срапывания корешков.

В каждой стадии проращивания преследуется обычно какая-либо одна из этих целей.

При перелопачивании вороха стараются, главным образом, удалить избыток воды и распределить ее в зерне так, чтобы способствовать более быстрому прорастанию. У наклеивающегося садил перелопачивание применяют для того, чтобы вызвать равномерное проращивание; при схватывании перелопачиванием стараются воспрепятствовать образованию комков; в старом садиле перелопачивание имеет целью вызвать отмирание корешков путем подвешивания их на воздухе.

В различных стадиях роста перелопачивание следует производить через правильные промежутки, чтобы своевременно оказывать влияние на развитие зерна; с другой стороны, перелопачивание должно быть ограничено до минимума, чтобы сэкономить рабочую силу, сохранить влажность зеленого солода и избежать избыточного притока кислорода и излишнего дыхания, а следовательно — уменьшить потери.

Таким образом, перелопачивание не должно быть ни слишком частым, ни слишком редким. Указать точный режим перелопачивания невозможно: даже на одном и том же току в разных случаях оно может быть различным и зависеть от специфических

свойств тока (материал пола, температура тока, внешняя температура), а также от свойств ячменя (степень замачивания, способ ращения, разогревание, тип солода и т. п.). Обычно сажало перелопачивается при 8-дневном ращении около 16 — 18 раз (рис. 22).

Гораздо целесообразнее регулировать рост правильным распусканьем сажала, по возможности, ограничивая перелопачивание.

В интересах равномерных условий ращения сажало должно иметь одну и ту же толщину слоя во всех местах. Только там, где имеются другие условия ращения, оно может лежать иначе, — например, по краям, где есть возможность сильного высыхания и охлаждения. Поэтому по краям сажала делают бортик. Толщину слоя увеличивают, если тока в каком-нибудь месте оказываются холоднее; в более теплых местах сажало, наоборот, распускается более тонким слоем. Из тех же соображений те части сажала, которые лежат по краям и отстают в росте, во время перелопачивания скидываются на середину, чем достигаются лучшие условия и выравнивание роста.

Легче всего перелопачивать зерно в стадии вороха, значительно труднее перелопачивать молодое сажало, и всего труднее — старое сажало, в особенности, если оно имеет длинные корешки. При перелопачивании во время схватывания, когда солод до некоторой степени срастается в войлок, сажало должно подвергаться обработке особыми разрыхляющими вилами, чтобы можно было разъединить сросшиеся корешки. Иначе образуются комки солода, зародышевый листок развивается слишком сильно и при сушке солод легко становится стекловидным.

Различная степень трудности перелопачивания в разные стадии проращивания вызывает также изменение производительности солодовщика.

Так, часовая производительность опытного рабочего при перелопачивании примерно следующая:

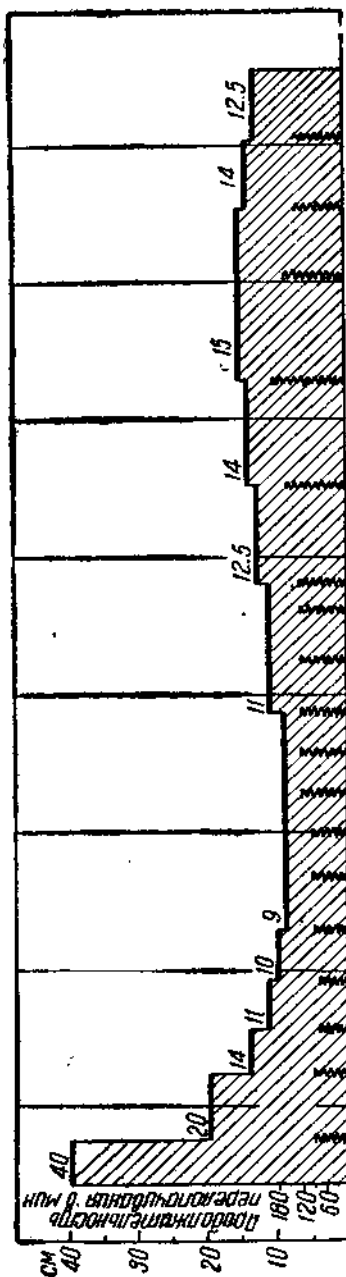
Для вороха	5 т
» наклеивающегося сажала	4 »
» молодого сажала	3,5 т
» сажала в период схватывания	2,5 »
» старого сажала	4 »

Отсюда можно приблизительно определить число рабочих для солодовни. Дать определенную нормальную производительность одного рабочего невозможно, так как условия в отдельных солодовнях, повторяем, могут быть чрезвычайно различными¹.

Во время перелопачивания на току должны быть открыты окна и прочие приспособления для вентиляции, если наружная температура не слишком низка и исключена возможность слиш-

¹ Приводимые автором нормы для германских лопатчиков в 2—3 раза ниже рекордных норм, достигнутых лучшими стахановцами советских заводов. (Прим. ред.).

Высота слоя солоды, количества и продолжительность перелопачивания зеленого солода из расчета 5 м замоченного ячменя.



Площадь пола, занимаемая зеленым солодом, полученным из 5 м ячменя

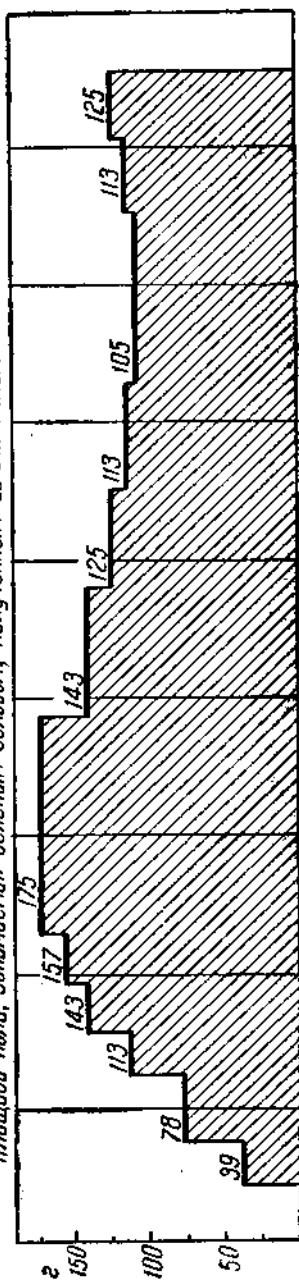


Рис. 22.

ком сильного испарения воды. После перелопачивания окна и другие вентилирующие приспособления должны быть закрыты, а поверхность садил тщательно выравнена. При перелопачивании необходимо стремиться к возможно меньшему повреждению и растаптыванию солода.

Выход зеленого солода на единицу веса ячменя не всегда одинаков. Обычно считают 1,5 ц зеленого солода из 1 ц ячменя, или из 1 гл ячменя около 2,2 — 2,4 гл зеленого солода.

В общем производительность токов чрезвычайно сильно колеблется. На производительность токов влияют следующие условия.

1) Площадь токов (на 1 м² 0,3 — 0,35 ц ячменя).

2) Продолжительность проращивания (чем она больше, тем меньше производительность солодовни). Так, при 7-дневном ращении в 70 дней может солодиться 10 садил, а при 10-дневном ращении — только 7 садил. Поэтому производительность при одной и той же площади токов различна для светлого и для темного солода.

3) Свойства ячменя. Труднорастворяемые ячмени, которые требуют более продолжительного ращения, снижают производительность токовой солодовни.

4) Температура на токах. Теплые тока имеют меньшую производительность, чем холодные.

Контроль температуры садил осуществляется при помощи обыкновенных ртутных термометров, помещаемых в различных местах садил. Ртутный шарик должен достигать только середины садил, так как на полу, в нижнем слое более низкая температура. Предпочтителен графический способ (кривая прорастания). Также контролируются температура и влажность помещения токовой солодовни.

Потери на току будут рассмотрены нами ниже.

Соложение на токах еще до сих пор является наиболее распространенным способом искусственного проращивания. Оно, несомненно, представляет собой самый лучший способ ращения и больше всего приближается к естественному прорастанию зерна в почве в смысле легкости солодоращения и приспособляемости этого способа соложения к особенностям различных ячменей. Оно выгодно и тем, что солодовщик постоянно имеет перед глазами большую часть прорастающего ячменя и может наблюдать за его ростом. На процесс проращивания можно в значительной степени воздействовать таким сравнительно простым средством, как высота слоя. Опасность разогревания легко ликвидировать при помощи распускания садил более тонким слоем.

При перелопачивании солодовщик, на основании постоянного наблюдения ростка, интенсивности пота и запаха, получает указания, как растет зерно и как различно ведут себя отдельные сорта ячменя. Он научается по некоторым признакам с большой легкостью распознавать затруднения при соложении ячменей дан-

ного года и подлаживаться к их требованиям. Ни при какой другой системе соложения не удастся в такой мере и так просто следить за жизнью зерна.

Правильное перелопачивание, несомненно, является самым лучшим, пожалуй, даже единственным средством для того, чтобы правильно проводить соложение; оно не может быть ничем заменено и с полным правом считается показателем искусства соложения.

Наконец, токи представляют собой до сих пор самый простой «аппарат для ращения», характеризующийся простотой наблюдения за ним, возможностью быстро распознавать и сравнительно легко исправлять ошибки. При всех других системах соложения аппарат для ращения много сложнее, ошибки замечаются труднее, и они тяжелее по своим последствиям.

Поэтому соложение на токах удержалось до настоящего времени как основной способ, причем в течение последних лет оно незначительно изменилось, несмотря на стремления к его механизации.

Но, несмотря на все сказанное, соложение на токах имеет также серьезные недостатки, которые носят чисто экономический характер; однако, они приобретают все более и более решающее значение в связи с развитием механизации в промышленности вообще и в пивоваренной — в частности.

Первым недостатком соложения на токах является зависимость от внешней температуры и климатических условий.

Как чувствительно неожиданное потепление для работы на токах и как укорачивает теплая весна период соложения — знает каждый солодовщик. Появляется плесень, солод на токах разогрывается и перерастворяется.

Таким образом, производительность токов сравнительно незначительна и подвержена большим колебаниям. Самое большее можно рассчитывать на 8 мес., т. е. 240 рабочих дней¹, которые иногда (в теплых районах) могут сократиться до 200 дней. Остальное время помещение остается неиспользованным; помещение в это время требует, правда, незначительного ухода, но все же оно должно быть, по крайней мере, заново побелено.

Задачей современной техники является устранение именно таких колеблющихся факторов, снижающих производительность, и стремление к максимально высокой производительности процессов соложения.

При токовом соложении, конечно, можно удлинять период солодоращения путем применения искусственных средств — изолированным сток, устройством искусственного охлаждения и увлажнения; но когда приходится прибегать к таким средствам, тока уже теряют свои преимущества. Соложение на токах в этих

¹ В большинстве районов СССР период соложения несколько дольше, его обычно считают равным 9 мес., т. е. 270 рабочим дням. (Прим. ред.).

случаях становится более или менее искусственным процессом; кроме того, все эти средства значительно легче и удобнее используются в пневматических системах. Механизация удорожает стоимость солодовни, так как требуется устройство больших установок для нагревания и увлажнения, чтобы достигнуть правильного регулирования температуры и необходимой влажности воздуха.

Чем крупнее производство, тем хлопотливее становится соложение на токах.

Только подземные тока обладают теми естественными преимуществами, которыми славится токовое соложение. Чем больше этажей занимает токовая солодовня, тем хуже обычно работа токов — солод легче сохнет, греется и в нем развивается плесень. Вместе с тем затрудняется разрешение вопроса о необходимых площадях.

По сравнению с пневматическими системами потребность в площади для токовой солодовни очень велика, — примерно в 6 — 10 раз больше, чем для пневматических систем.

На 1 м² площади токов помещается зеленый солод, полученный из 0,30 ц ячменя, а на 1 м² площади барабанов, в зависимости от емкости барабана, можно поместить солод, полученный из 5 — 7,5 ц ячменя; на 1 м² площади ящичной системы Саладина при высоте загрузки в 60 — 75 см приходится 3 — 3,75 ц; на 1 м² ящика системы Кропфа при высоте загрузки в 1 м можно загрузить 5 ц. Если даже включить проходы, установки для увлажнения и нагревания пневматической системы, то все же производительность их на 1 м² выше в 4 — 8 раз, чем на токах. При этом, само собой разумеется, контроль, вымочка и перелопачивание становятся легче и дешевле.

Трудно себе представить, какая огромная площадь потребовалась бы для соложения на больших заводах, если применять только токовое соложение; не менее огромны были бы и те трудности, которые возникали бы в таких случаях при расширении мощности заводов. Таким образом, становится совершенно ясно, что при укрупнении и концентрации производства токовая система соложения, с экономической точки зрения, отнюдь не является идеалом. Стоимость ухода за огромными помещениями, крышами и т. п. при соложении на токах, несомненно, значительно выше. Очень часто расположение токов по отношению к мочильным чанам и сипилкам солода бывает настолько непрактичным, что требует больших расходов и времени на подсобные работы.

Вызывает затруднения и вопрос о штатах рабочих и квалифицированных солодовщиков. Ручной труд дороже машинного, производительность его колеблется и обычно невысока. При этом большое значение имеет квалификация основного кадра работников. Находить старых солодовщиков, обладающих большим опытом, все труднее. Экономические соображения приводят к большей схематизации работы по перелопачиванию, и никто больше не заботится о том, чтобы перелопачивать каждое сажито тогда,

когда это требуется, и столько раз, сколько нужно. С укрупнением солодовен контроль каждого отдельного садила делается все затруднительнее и требует значительного времени, если он вообще не оказывается совершенно невозможным с увеличением площади. Соложение вручную является делом доверия и еще более становится таковым с укрупнением производства.

Экономические и социальные соотношения складываются все более неблагоприятно для токовой солодовни. С концентрацией соложения сдвиг тем больше увеличивается, чем крупнее становится производство, и в некоторых местах токовое соложение уже теряет свое прежнее значение. Поэтому мощность солодовни будет играть решающую роль в вопросе о выборе методов солодоращения, и несомненно, что будущее принадлежит механизированным системам соложения.

Идея механизации солодоращения возникла давно; первые попытки ее осуществления были сделаны еще 70 лет тому назад.

С течением времени предложено было¹ бесчисленное количество систем механического соложения, из которых лишь немногие действительно нашли впоследствии широкое распространение.

Попытки заменить токовое соложение другими системами можно разделить на две большие группы.

Первая группа стремится заменить ручную работу на токах механической, причем механизация касается исключительно перелопачивания, оставляя без изменения процесс ращения.

Солодовни, снабженные такого рода аппаратами можно назвать механизированными токовыми солодовнями.

Наиболее простым типом механизации токовой солодовни является применение так называемого солодового плуга².

Перелопачивание при ручной работе на току производится плоской лопатой. Перелопачивание садил не только требует специальной квалификации, ловкости и опыта, но отнимает также много времени и силы. Вследствие этого, первые попытки были направлены на то, чтобы, по крайней мере, частично исключить перелопачивание вручную и, таким образом, сэкономить на рабочей силе и времени.

Солодовые плуги представляют собой, как указывает само название, аппараты, похожие на плуги, которые протягиваются или проталкиваются через садил и разрыхляют прорастающее зерно, но переворачивают и перемешивают его недостаточно.

Здесь еще мы имеем элементы ручного труда, но производительность при применении плугов повышается и сам процесс ускоряется.

На практике применяются плуги конструкции Вольгемута, Кубелка, Яловеца, Эверта, Топфа и английский плуг.

¹ Fasbender, Technologie der Brauerei Supplementbd, Eckenstein, Die Fortschritte der Malzindustrie.

² Georg, Z. 1909, S. 181; Bleisch, Z. 1909, S. 86; Jalowetz, Z. 1909, S. 184.

Плуг не может полностью заменить перелопачивания и используется обычно, чередуясь с перелопачиванием. Побочный результат перелопачивания — аэрация садила — при работе с плугом значительно меньше.

Применение солодового плуга ограничивается или ворохом или садилом, в котором разбиты комья. Для солода долгого ращения и, особенно, для солодов, сросшихся в войлок, использование плуга почти совершенно невозможно. Применением плуга большей частью достигается экономия на потере, так как, благодаря меньшему притоку кислорода, ослабляется дыхание.

Точной инструкции по работе с плугом дать не представляется возможным; здесь также приходится руководствоваться местными условиями. При рациональном применении, плуг, несомненно, может явиться ценным и полезным вспомогательным аппаратом.

Настоящие механические растильные аппараты, предшественником которых может считаться солодовый плуг, совершенно устраняют ручную работу, и перелопачивание у них полностью механизировано.

Механические разрыхлительные аппараты, которые подражают движению лопаты, могут быть подразделены на аппараты со свободным движением и на аппараты, движущиеся по особым направляющим рельсам. Первые большей частью применяются на небольших заводах и имеют то преимущество, что могут работать на любых токах, не будучи связаны ни с формой тока, ни с размерами его. Но техническое применение их затрудняется тем, что ведущие колеса могут соприкасаться с солодом и повреждать его. Разрыхлители, двигающиеся по рельсам связаны с определенной формой токов и требуют особой конструкции помещения, но зато они дают гарантию в том, что при применении их совершенно исключено раздавливание зерен солода.

Существует большое количество ворошилок со свободным движением, которые, однако, нашли ограниченное применение на практике и сейчас встречаются редко. Устройство их очень сложно, но работают они безукоризненно. Есть также много типов ворошилок с направляющимися рельсами, в особенности, известны ворошилки системы Эйснер Верца (Eisner-Wörz) и фирмы Топфа. Их конструкция рассчитана исключительно для крупных заводов.

Аппарат Верца¹ состоит из ворошилки, тележки для вымоченного ячменя и подвижной платформы. Ворошилка представляет собой каретку, приводимую в движение от электромотора и снабженную механизмом для перелопачивания; ворошилка имеет в своей нижней части лопаты, соответствующие ширине токов и приводимые в движение собственным мотором.

Скорость движения каретки может регулироваться и колеблется от 1 до 3 м/мин при ворошении, а при холостом ходе —

¹ Eisner-Wörz, Z. 1909, S. 114; Jalowetz, F. 1917, S. 156.

25 м/мин. Скорость вращения лопат также может регулироваться; в 1 мин. они делают 30—60 оборотов. Глубина борозды колеблется между 2 и 7 см.

Ворошилка может выполнять различные функции. Она ворошит, моет токи и может быть также снабжена особенно прочными лопатами для обработки садил в период схватывания.

Перелопачивание производится с помощью цинковых лопат, имеющих форму гребней, которые производят разрыхление и перемешивание солода. Размах лопаты может достигать любой высоты и ширины, в зависимости от стадии роста солода. Благодаря сильной воздушной тяге, которую производят качающиеся лопаты, достигается желаемое охлаждение пола токов и основательное проветривание зеленого солода путем высокого подбрасывания. Ворошилка после включения движется вдоль всего тока и автоматически выключается, достигнув его конца. Обслуживающий рабочий только выключается, достигнув садил с краев.

При желании на ворошилке можно устроить распылитель для воды, который непосредственно вдвухает распыленную воду в подбрасываемое зерно.

Если садилу дают схватываться, на ворошилке вместо цинковых лопат укрепляются специальные лопаты, разбивающие комки зеленого солода и тем самым подготавливающие его к последующему перелопачиванию.

Мытье токов точно также может производиться с помощью ворошилок, у которых вместо лопат ставятся вращающиеся щетки. При этом токи предварительно поливаются водой.

Тележка для подачи замоченного ячменя имеет такую же каретку, как и ворошилка, и движется по тому же пути со скоростью 0,5—1,5 м/мин. На ней подвешен ящик на 20—50 гл, принимающий замоченный ячмень, который совершенно равномерно распределяется на токах при помощи питательных вальцев. Эта тележка заменяет обычную ручную тележку. Такой автомат для вымочки ячменя может выполнять различные задачи и снабжаться соответствующими вспомогательными приспособлениями — механическим разравнивателем ячменя и скребком для удаления готового солода.

Если, например, хотят разложить на току вымоченный ячмень или наклеивающееся садилу более тонким слоем, то с помощью приспособления для растягивания садилу, которое устроено на каретке, имеющей ящик для вымоченного зерна, — можно как угодно тонко растянуть садилу. В этом случае тележка для вымоченного зерна движется с небольшой скоростью, около 1,0—1,5 м/мин.

Для подачи готового солода к транспортному шнеку опускают имеющийся в передней части аппарата скребок, который сдвигает зеленый солод с тока и подает его к приемному шнеку для дальнейшей передачи на сушку. При этом не происходит повреждения зерна, так как поверхность пола токов хорошо отшлифована.

Чтобы можно было применить ту же ворошилку и тележку для вымоченного зерна на различных токах и, таким образом, одной ворошилкой и одной тележкой загрузить и обработать любое количество токов, — пользуются особой передвижной платформой.

Условия ращения на механизированных токах те же, что и при ручном соложении, с той только разницей, что ручная работа полностью заменена механической.

Лишь зеленый солод здесь обрабатывается несколько иначе: он больше аэрируется, чем обычно на току, получая больший приток воздуха. Разница по сравнению с соложением вручную состоит еще в том, что ворошилка требует приблизительно в 5 раз меньше времени, чем это понадобилось бы при перелопачивании вручную. Несмотря на более быструю обработку, садило не теряет пота, так что опасения в этом отношении неосновательны. Производительность механической ворошилки очень велика. Считают, что для тока площадью в 3000 м² требуется один человек днем и для 2 токов по 3000 м² — один человек ночью. Таким образом, с помощью подобной установки можно значительно снизить количество рабочей силы.

Применение и установка подобного рода ворошилки ограничены тем, что все тока должны быть одинаковой длины и ширины и не иметь колонн или столбов.

Механические растильные аппараты сравнительно мало распространены, несмотря на то, что они снижают расход рабочей силы; это объясняется тем, что другие недочеты токовой солодовни, как, например, зависимость токов от внешней температуры и необходимость наличия больших площадей — не устраняются. Вследствие этого, попытки найти другие методы искусственного ращения не прекращались; они были направлены, главным образом, на то, чтоб устранить зависимость от погоды, уменьшить площадь солодовни и сэкономить вместе с тем на рабочей силе. Все конструкции, которые разрешают эту задачу, можно объединить во вторую группу так называемых пневматических солодовенных аппаратов.

Аппараты подобного рода нашли в данное время значительно более широкое применение, чем механизированная токовая солодовня.

Пневматическое соложение

Пневматическое соложение характеризуется тем, что здесь совершенно не применяется перелопачивание солода, как это имеет место на токах. При этом методе используется совершенно новый принцип пропускания насыщенного влагой воздуха с определенной температурой через толстый слой прорастающего в аппарате ячменя. Перелопачивание происходит или вращением самого аппарата для ращения или при помощи особых механических ворошилок.

Выражение «пневматическое» выбрано очень удачно. Просасывание воздуха через прорастающий ячмень действительно является характерным для этой системы свойством; все затруднения при пневматическом соложении и отличия этой системы от токового соложения связаны именно с данным моментом.

Просасывание массы воздуха до сих пор является неизбежным условием при всех пневматических системах соложения, так как прорастающий ячмень, в противоположность ращению на токах, лежит слоем от 0,6 до 1,5 м. Таким образом, проблему пневматического соложения можно охарактеризовать, как соложение в толстых слоях.

Уже давно пытались механизировать соложение в тонких слоях, но эти попытки были неудачны. Увеличение толщины слоя в связи с интенсивным ростом ячменя в первые дни неизбежно должно привести к быстрому и чрезмерному развитию зерна, а следовательно, и к чрезмерному его разогреванию, которому необходимо всячески противодействовать. Излишнее повышение температуры при таком высоком слое зерна в начале ращения значительно опаснее, чем разогревание сидла на токах, так как с ним совершенно невозможно или во всяком случае труднее бороться.

Такого разогревания закрытых масс зерна можно избежать только просасыванием достаточно большого количества холодного воздуха.

Таким образом, первой целью при пропускании воздуха через зерно является охлаждение и поддержание в солоде желательной температуры.

Толщина слоя и трудность удаления тепла из зерна требуют пропускания через растительный аппарат значительного количества воздуха. По сравнению с токовым соложением здесь приходится работать с большим избытком воздуха.

Вторая цель, преследуемая продуванием воздуха, состоит в том, чтобы удалить из плотно лежащей массы углекислоту дыхания и снабдить растущее зерно свежим воздухом с достаточным содержанием кислорода. Прорастающий ячмень лежит толстым слоем, во многих случаях даже в закрытых аппаратах, и следовательно, естественный отток образовавшихся продуктов дыхания, т. е. углекислоты, — невозможен. При сравнительно небольшой поверхности, которую в противоположность токовому ращению имеет растущее зерно в растительном аппарате, такое искусственное снабжение кислородом становится неизбежным. Таким образом, продувание воздуха выполняет две задачи: охлаждение и аэрацию зерна.

Следует отметить, что для аэрации требуется значительно меньшее количество воздуха, чем для охлаждения, и здесь мы сталкиваемся с некоторым противоречием.

Каждая пневматическая система соложения состоит из двух главных частей — установки для продувания воздуха и самого аппарата для ращения.

Так как основные принципы продувания в общем одинаковы для всех систем пневматического соложения, они могут быть рассмотрены все вместе. Поскольку в отдельных системах наблюдаются некоторые отклонения, мы их рассмотрим отдельно в соответствующих местах. Описание различных аппаратов, их достоинства, недостатки, особенности и влияние на проращение зерна, будет дано в специальной главе.

Установки для продувания воздуха при пневматическом соложении

Точный расчет и размеры установок для продувания являются обязательной и решающей предпосылкой для правильной работы пневматической солодовни. Дефекты, наблюдающиеся при пневматическом соложении на некоторых заводах, и недовольные отзывы о качестве пневматического солода обычно имеют своей причиной ошибки в устройстве приспособлений для продувания воздуха.

Установки для продувания состоят:

1) из приспособлений для подготовки воздуха; они всегда располагаются перед поступлением воздуха в аппарат для ращения и состоят из очистительной установки, приспособлений для регулирования температуры (охлаждения или нагревания) и увлажнительной камеры (башни);

2) из системы каналов для подводки искусственного преравированного воздуха к аппарату и для отвода отработанного воздуха из аппарата;

3) из одного или нескольких вентиляторов, которые прогоняют воздух через камеру, систему каналов и толщу зерна в самих аппаратах для проращивания солода.

Очистительная установка

Очистка атмосферного воздуха является первой операцией по его подготовке. Как известно, воздух больших городов, особенно в жаркое время, всегда может содержать пыль, в которой имеется большое количество микроорганизмов; поэтому без предварительной очистки он непригоден для пневматического соложения.

Как будет указано ниже, воздух приходится пропускать по очень узким каналам распылительных форсунок. Если воздух содержит много пыли, то она при соприкосновении с водой отлагается в виде грязи в каналах распылителей, закупоривает и ухудшает их работу, иногда даже выводит из строя. Кроме того, богатый микроорганизмами воздух при прохождении через каналы и аппарат еще более способствует их загрязнению. Таким путем

грязная слизистая масса отлагается на стенках каналов и в камерах для увлажнения, что очень вредит работе и вызывает необходимость основательной и частой чистки всей установки.

Поэтому целесообразно предварительно возможно лучше очистить воздух, освободив его от частиц пыли и микроорганизмов. Этого достигают промыванием воздуха водой, которая осаждает пыль и микроорганизмы. Распыление воды происходит примерно таким же способом и при тех же условиях, как в увлажнительных камерах.

Регулирование температуры

Для продувания аппарата рашения следует всегда пользоваться наружным воздухом; однако, он редко имеет ту температуру, которая необходима для его подачи в аппарат.

Как правило, поступающий воздух должен быть холоднее, чем воздух в аппарате, чтобы вызывать эффект охлаждения и выполнить, таким образом, свою основную задачу.

Казалось бы, что наиболее правильно охлаждение очень холодным воздухом. В этом случае охлаждение достигается с минимальным количеством воздуха, в кратчайший срок и с наименьшей затратой. Но здесь физическими законами поставлены пределы, так как от температуры воздуха зависит также его влажность.

Охлажденный и насыщенный влагой воздух, охлаждая солод, нагревается сам и, благодаря этому, приобретает способность поглощать влагу. Эту влагу воздух отнимает у зерна и тем самым понижает его влажность. Поэтому, чем больше разница между температурой входящего воздуха и температурой зерна, тем больше становится опасность высыхания прорастающего ячменя в аппарате. Таким образом, хотя при пользовании холодным или очень холодным воздухом работа и облегчается, однако, это связано с неизбежным подсушиванием зерна. При этом возникает опасность переохлаждения за счет усиленного испарения — зерно погибает и корешки темнеют. Здесь происходит то же самое, что и на токах, когда благодаря чрезмерному перемешиванию теряется способность образования пота. Недостаток влаги в зерне, несомненно, имеет дурные последствия, и солод получается жесткий с плохим растворением.

Таким образом, от правильной температуры воздуха зависит рост зерна. Если зерно в аппарате сильно разогрелось, то температуру поступающего воздуха следует понижать лишь постепенно, так как иначе возникает опасность подсыхания зерна.

Исходя из этих соображений, температуру поступающего воздуха нужно регулировать в зависимости от степени разогревания зерна и от возраста солода.

Температура поступающего воздуха должна быть приблизительно 10 — 12°. Однако, в некоторых случаях ее приходится дер-

жать выше, например, когда солод слишком согрелся, при изготовлении темного солода или при плохорастворимых ячменях. Разница между температурой поступающего воздуха и воздуха в солоде не должна превышать 2—3°.

Атмосферный воздух лишь в очень редких случаях имеет нужную температуру.

Зимой или в холодных районах он слишком холоден и нередко имеет температуру от -20° до -25° ; такой воздух необходимо подогреть. Наоборот, летом или в теплые весенние и осенние дни наружный воздух бывает слишком теплый, и его приходится охлаждать. В наших широтах летом температура в $+25^{\circ}$ не редкость. Чем суровее зима, тем больше приходится подогревать воздух, и чем теплее лето, тем больше его надо охлаждать.

Итак, предпосылкой для правильной аэрации является хорошее перемешивание поступающего воздуха путем его подогревания или охлаждения.

Установка для регулирования температуры устраивается самостоятельно или комбинируется с увлажнением. Последний способ более старый и более распространенный.

Нагревание поступающего воздуха производится различными способами:

- 1) путем нагревания самой воды или непосредственным вдуванием пара в увлажнительную камеру;
- 2) путем установки специального подогревателя;
- 3) путем повторного использования отработанного воздуха (рециркуляционный воздух).

В старых установках нагревание воздуха происходит в увлажнительной камере путем подогрева воды, поступающей в распылители. Кроме того, воздух в увлажнительной камере может нагреваться непосредственно вдуванием туда пара. В этом случае надо озаботиться тем, чтобы пар не увлекался воздушной струей в аппарат для ращения, иначе он будет осаждаться на стенках его и может вызвать перерастание солода. Целесообразно пользоваться смесителем для холодной и теплой воды.

В более крупных установках для нагревания воздуха применяются особые нагревательные приспособления (калориферы). Их мощность должна быть рассчитана на максимальную потребность данной установки. Например, если зимой возможны морозы до -25° , то установка для нагревания рассчитывается так, что даже при наибольшей скорости подачи воздух может нагреваться от -25° до $+14^{\circ}$, т. е. в среднем на 40° .

Поступающий снаружи воздух после прохождения очистительной установки засасывается вентилятором в калорифер. Новейшие установки при ящичных солодовнях часто имеют для каждого ящика особый подогреватель воздуха. Калориферы устраиваются в виде башен, наружный воздух поступает снизу, поднимается вверх и нагревается при помощи змеевиков.

Если на заводе нет центральной котельной, то должен быть установлен собственный котел низкого давления.

Если каждый аппарат для рашения имеет собственный подогреватель, то это позволяет нагревать воздух до определенной температуры, в зависимости от стадии роста. При общем калорифере воздух поступает с одинаковой температурой во все увлажнительные башни. Установлено, что лучше всего нагревать воздух в калорифере до $24 - 26^{\circ}$, так как он снова несколько охлаждается водой. Более сильное подогревание и последующее охлаждение воздуха в увлажнительных башнях имеют еще то преимущество, что воздух легче насыщается влагой.

Третья возможность нагревания внешнего воздуха состоит в том, что используют воздух, нагретый солодом. Как известно, воздух при прохождении через прорастающий ячмень нагревается, и при его повторном использовании нагревания не требуется, благодаря чему отпадает необходимость устройства особого калорифера. Выходящий из аппарата нагретый воздух поступает через канал в помещение, куда подается свежий воздух и где при помощи разветвленной трубы нагретый воздух смешивается со свежим. Количественное соотношение между отработанным и свежим воздухом регулируется в зависимости от требуемых температурных соотношений. Повторное использование воздуха применяется, главным образом, в современной ячичной системе Саладина.

Охлаждение поступающего воздуха также происходит в увлажнительных башнях.

Это охлаждение достигается, во-первых, тем, что сама разбрызгиваемая вода обычно имеет более низкую температуру, чем воздух, главным образом, вследствие ее распыления. Этого достигают путем разбрызгивания воды под большим давлением при помощи особых распылительных форсунок. При распылении образуются мельчайшие частицы воды, что ускоряет испарение. При испарении происходит охлаждение, и воздух приходит в соприкосновение с большой поверхностью распыленной охлажденной воды. Охлаждение зависит от степени распыления, т. е. от давления воды, системы распылителей, количества и температуры распыляемой воды. Степень испарения зависит также от разницы температуры воздуха и воды.

Чем суше воздух, поступающий в охладительную башню, тем действительно будет охлаждение при данных условиях. Если воздух при поступлении в башню для охлаждения имеет сам большую влажность, то возможно лишь незначительное понижение температуры за счет испарения влаги.

Так как процесс охлаждения происходит в увлажнительной башне, при постройке ее необходимо точно рассчитать условия охлаждения.

Если необходимо особенно сильное охлаждение, например, летом и при больших установках, то проще всего разбрызгивае-

мую воду предварительно охладить в специальном резервуаре, так как подобным образом можно лучше охладить воздух, причем технически это легче, чем охлаждение самого воздуха.

Специальные установки для охлаждения воздуха встречаются поэтому в практике очень редко. В случаях применения охлаждения воздуха, при расчете мощности холодильной установки должны быть приняты во внимание скорость, температура и влажность поступающего воздуха. Ввиду того, что для охлаждения воздуха потребовались бы большие холодильные установки, гораздо целесообразнее охлаждать воду, идущую для увлажнения.

Увлажнители

Как было указано выше, продувание воздуха через прорастающий ячмень связано с опасностью подсыхания ячменя.

Известно, что прорастающий ячмень имеет около 45% воды и должен сохранить эту влажность в течение всего процесса ращения, т. е. около 8 дней. Но это невозможно, если через ячмень непрерывно пропускается воздух. Влажность ячменя неизбежно будет падать, что приведет к прекращению роста. Поэтому необходимо снабдить воздух таким количеством воды, чтобы зерно могло сохранить всю первоначальную влажность.

Здесь мы второй раз сталкиваемся с проблемой аэрации, но в другой форме.

В первый раз с продуванием мы встретились при хранении ячменя в целях его подсушивания и ускорения дозревания. Воздух там выполнял задачу удаления влаги из зерна для облегчения хранения и повышения всхожести. На этот раз продувание преследует другую цель, а именно — аэрация должна способствовать правильному прорастанию зерна.

Таким образом, задачей продувания воздуха является не подсушивание, а, наоборот, его увлажнение в целях сохранения необходимой влажности.

Опасность высыхания сидила, находящегося в аппарате, очень велика по следующим соображениям.

1) Продувание воздуха само по себе подсушивает, так как оно механически захватывает с собой водяные пары. В особенности, это происходит в том случае, если воздух имеет большую скорость, как это наблюдается в большинстве пневматических аппаратов для ращения.

2) Поступающий воздух должен быть холоднее, чем воздух аппарата. При прохождении через ячмень воздух нагревается и благодаря этому в состоянии поглотить больше воды, так как способность поглощения возрастает с повышением температуры.

Чем больше температурная разница в поступающем воздухе и зерне, тем больше влагоемкость зерна и тем сильнее происходит подсушивание прорастающего ячменя.

3) При постоянном вентилировании прекращается образование пота в аппарате для ращения, так как образующиеся при

дыхании водяные пары увлекаются воздухом. Образование пота становится невозможным, а следовательно, и нет восполнения испарившейся воды влагой, выделяющейся при дыхании, как это происходит на току.

Поэтому воздух должен быть пересыщен влагой, т. е. он должен механически увлекать с собой тончайшие частицы влаги, которые при прохождении через прорастающее зерно могли бы им задерживаться. Это тем более необходимо, что при длинном пути и изменениях в направлении тока воздуха, при неправильном расположении или сечении каналов, значительная часть механически увлеченной воды теряется благодаря большому сопротивлению.

Искусственное увлажнение воздуха происходит в увлажнительных башнях.

Башня для увлажнения должна быть расположена против передней стены пневматической установки, чтобы доставить увлажненный воздух к месту потребления наиболее коротким путем. Благодаря этому наилучшим образом избегается согревание или обезвоживание воздуха.

Чтобы достигнуть действительно хорошего увлажнения воздуха, необходимо стремиться к наилучшему соприкосновению его с распыленной водой, причем воздух не должен иметь большую скорость в башне.

Для этого увлажнительная башня должна состоять из нескольких камер, лучше всего из трех, чтобы достигнуть необходимого смешивания воздуха с водой; воздух не должен пускаться с большой скоростью через башню. Хорошее увлажнение воздуха достигается только при высоких башнях (минимум 5 м).

Для величины башни имеет значение способ продувания. В то время как при непрерывном продувании достаточное увлажнение сравнительно слабого тока воздуха достигается устройством простых оросительных башен, при периодическом увлажнении придается большое значение устройству установки для увлажнения. Чем больше скорость движения воздуха и его количество и чем ниже его температура, тем труднее получить достаточное насыщение влагой поступающего воздуха.

Увлажнительная башня с тремя отделениями пригодна для больших пневматических установок. В некоторых системах каждый аппарат для рашения имеет свою собственную увлажнительную башню.

Увлажнение должно происходить так, чтобы воздух при выходе из башни имел температуру в $12-14^{\circ}$ и влажность по возможности равнялась 100%. Таким образом, смесь воздуха с водой нормально содержит, по крайней мере, $10,7-12,1$ г водяных паров на 1 м^3 .

Для насыщения воздуха водяными парами имеются многочисленные способы. Еще до сих пор солодовни применяют распыление воды под высоким давлением через особые аппараты, —

распылительные дюзы. Действие их состоит в том, что поступающая вода приводится во вращательное движение, проходя по винтообразному или какой-нибудь другой формы каналу; благодаря центробежной силе происходит распыление ее на тончайшие частицы при выходе из сопла. В зависимости от давления воды, сечения и формы отверстия дюз, можно достигнуть различной степени распыления.

Благодаря тонкому раздроблению, часть воды испаряется. Проходящий через камеру воздух движется то по направлению разбрызгиваемой воды, то поднимаясь против течения; он не только захватывает механически водяной туман, но и поглощает часть образовавшихся водяных паров, насыщаясь влагой соответственно своей собственной температуре и влажности.

Условия, от которых зависит образование водяного тумана, следующие:

- 1) конструкция разбрызгивателя дюзы;
- 2) давление, под которым подается вода в дюзу для разбрызгивания;
- 3) исправное содержание разбрызгивающих дюз.

Степень раздробления воды для получения водяного облака зависит, главным образом, от конструкции разбрызгивающих дюз. Имеется много подобных конструкций — простые дюзы, дюзы с распределителем и регулируемые дюзы. Степень их распыления, т. е. тонкость водяного облака, не поддается измерению и может быть установлена только на-глаз.

Очень важное значение имеет давление, под которым вода подается в дюзы. Чем выше давление, т. е. сила, с которой вода проталкивается через узкое отверстие дюзы, тем сильнее будет ее распыление, потому что чем больше становится сопротивление, тем сильнее происходит разбрызгивание.

Наименьшее допустимое давление около 3 ат, наибольшее — 6 ат. Если естественное давление водопровода слишком незначительно, необходима установка особого насоса. Без достаточного давления даже при лучших конструкциях дюз распыление воды будет неудовлетворительным.

Условием хорошей пропускной способности дюз является содержание их в чистоте. Если каналы совершенно или только частично засорены грязью, то даже лучшие дюзы приходят в негодность. Чистке и исправному содержанию дюз необходимо уделять самое серьезное внимание; при плохой очистке воздуха и сильно загрязненной или содержащей известь воде их быстро приходится заменять. Контроль правильности работы дюз имеет важное значение при пневматическом соложении.

Большое значение имеет также расположение дюз в башне; они должны быть расположены таким образом, чтобы разбрызгиваемая вода не ударялась об стенки баппи, из-за чего она будет стекать вниз. Дюзы должны быть установлены так, чтобы воздух

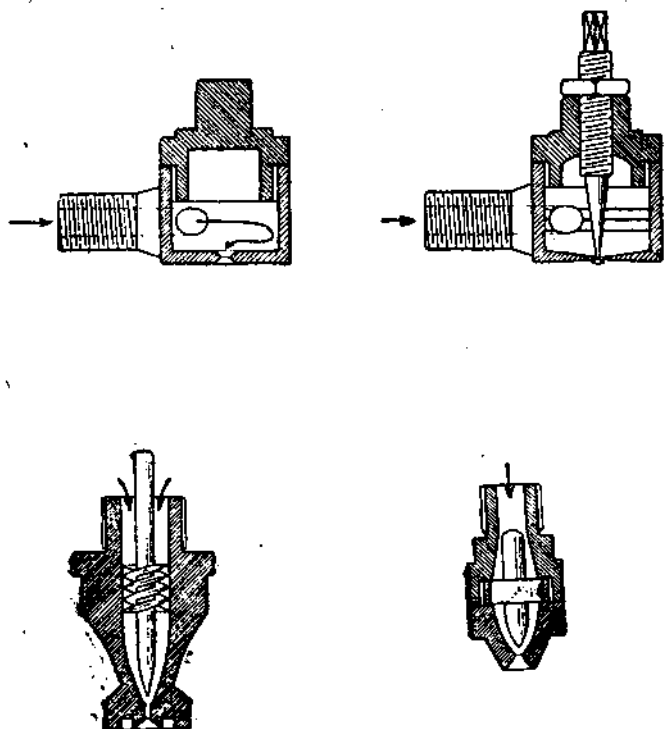


Рис. 23а. Различные системы дюз увлажнения воздуха.

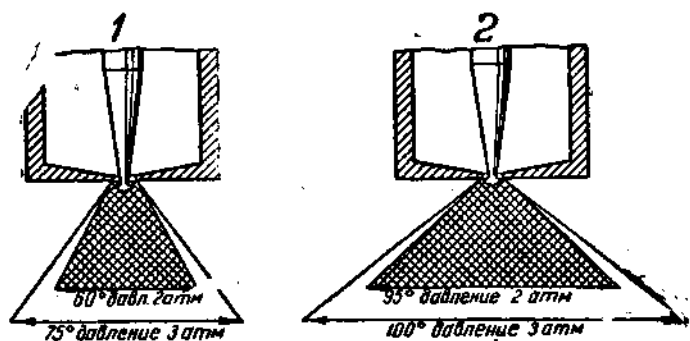


Рис. 23б. Работа дюзы при различной установке
1—широкое отверстие, узкий конус, 2—узкое отверстие, широкий конус.

был вынужден идти через весь конус рассеивания. Только при этих условиях можно достигнуть максимального эффекта.

Поэтому не безразличен также характер конуса рассеивания, образуемой водой при выходе из дюз; в зависимости от конструкции дюзы и применяемого давления он будет различен. Обычно конус рассеивания устраивается от 50 до 100°, т. е. представляет собой острый или тупой угол.

Конус рассеивания распыленной воды при выходе из дюзы всегда круглый. Использование распыляемой воды для увлажнения воздуха будет тем хуже, чем больше сечение башни приближается к прямоугольнику, так как при этом большое количество воды будет попадать на стенки, стекать и не использоваться для увлажнения воздуха.

Воздух, который проходит через внутреннюю часть конуса рассеивания, никогда не бывает таким влажным, как на наружной поверхности благодаря тому, что вода из дюзы, главным образом, выбрасывается к наружной поверхности конуса рассеивания. Это обстоятельство необходимо учитывать при распределении дюз в башне.

Число дюз и их распределение очень трудно указать. Это зависит больше от конструкции дюз, вернее, от угла рассеивания струи, тонкости распыления, водяного давления, конуса рассеивания, скорости движения воздуха и сечения увлажнительной башни.

Еще до сих пор не решен вопрос, что лучше — вести ли разбрызгивание навстречу подаваемому в башню воздуху, или в одном направлении. В башнях, состоящих из нескольких камер, направление воздуха чередуется.

Особенно важен расход воды для увлажнения воздуха. Этот расход зависит в значительной степени от всех упомянутых факторов и конструкции дюз. В отдельных дюзах, в зависимости от давления, он колеблется в чрезвычайно широких границах. Испытание дюз показало следующие колебания в расходе воды:

при 1,0 ат между 0,29 и 12,5 л/мин.
 „ 3,0 „ „ 0,50 и 22,4 „

Чем выше давление, тем больше расход воды.

Такое колоссальное различие в расходе воды при большом количестве дюз или в более крупных пневматических установках — экономически очень ощутимо. Нормально средний расход воды при давлении в 3 ат может быть принят от 1 до 2 л/мин. на каждую дюзу. Особое значение имеет расход воды для заводов, страдающих недостатком ее, или в тех случаях, когда вода очень дорога.

Если расход воды на 1 дюзу при водяном давлении в 3,5 ат равен 2,0 л/мин., то часовой расход дюзы составит $2,0 \times 60 = 120 \text{ л} = 1,2 \text{ гл}$. Если в башне имеются 14 дюз, то их часовая

расход составит $1,2 \times 14 = 16,8$ гл. При 8 аппаратах для ращения это составит $16,8 \times 8 = 134,4$ гл, т. е. около $13 \text{ м}^3/\text{час}$.

Следовательно, насос должен давать по меньшей мере $15 \text{ м}^3/\text{час}$.

Если все дюзы находятся в работе круглые сутки, то ежедневный расход воды составит $13 \times 24 = 312 \text{ м}^3$.

Поэтому подбирают дюзы, руководствуясь их конусом рассеивания, тонкостью распыления и расходом воды. Не всякая дюза пригодна для любой системы соложения или для всякой башни.

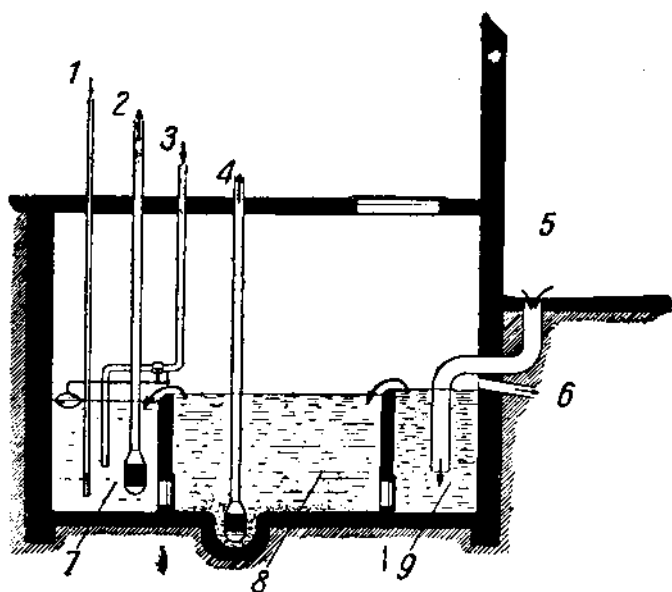


Рис. 24. Водяной резервуар.

1—пар, 2—к водяному насосу и распылителю, 3—добавка свежей воды, 4—к насосу для отстоя, 5—увлажнительная башня, 6—перелив, 7—очищенная вода, 8—отстойник, 9—сборник для отработанной воды из башни.

Чтобы понизить расход воды, предложено повторно использовать стекающую воду на дно башни, которую собирают в особый резервуар. Эти резервуары или сборные ямы устраиваются соответственно величине увлажнительной установки, т. е. количеству воды, собирающейся в ней за определенное время. В первом отделении собирается стекающая вода. Здесь оседают посторонние примеси. Отстоявшаяся вода поступает во второе отделение и здесь может вновь отстаиваться (рис. 24).

Из третьего отделения сравнительно чистая вода при помощи насоса снова поступает в оросительную башню. В третьем отде-

лежи для оттаивания вода может подогреваться при помощи омеевиков, которые питаются конденсатом калориферов.

При загрязнении воды неизбежно очень быстрое развитие микроорганизмов в приемной яме, которые покрывают стены слизью. Возникает также опасность загрязнения водяных сит, распылительных дюз и, наконец, стен увлажнительной башни.

Поэтому целесообразно при больших установках устраивать две приемные ямы, из которых одна всегда может подвергаться чистке или дезинфекции, чтобы находящаяся в яме вода не загнивала и со временем не засорила трубы или фильтр (озон, хлор). Приемные ямы должны быть устроены в удобных и легко доступных местах.

Расход воды при разных системах соложения (барабаны, ящики Саладина и т. д.) различен, в зависимости от конструкции дюз, возможности повторного использования воды, способов продувания (постоянное или периодическое) и, наконец, от количества пропускаемого через аппарат воздуха и его скорости.

Однако, нет никаких оснований при недостатке воды отказываться от пневматической установки, и необходимо приложить все усилия к возможному понижению ее расхода.

Часто перед входом воздуха в аппарат в каналах устраивают дополнительные оросители, чтобы снизить по возможности потерю влаги до места потребления.

Несмотря на все меры предосторожности, часто нельзя избежать подсыхания в аппарате прорастающего ячменя, а следовательно, и применения дополнительного увлажнения. В таких случаях солод в аппарате приходится опрыскивать. Это производится на 4-й или 5-й день при помощи лейки с тонко продырявленной сеткой или гидропультом. Это должно быть сделано, безусловно, своевременно.

Резюмируя все сказанное, можно считать, что опасность высыхания прорастающего ячменя в аппарате для ращения может наступить при следующих обстоятельствах:

- 1) если степень замачивания ячменя была недостаточной,
- 2) если поступающий в аппарат для ращения воздух недостаточно насыщен влагой,
- 3) если температурная разница между поступающим влажным воздухом и прорастающим ячменем слишком велика (максимум $2-3^{\circ}$),
- 4) если скорость движения воздуха слишком велика,
- 5) если неравномерно прохождение воздуха в отдельных частях аппарата,
- 6) если количество воздуха для охлаждения слишком велико,
- 7) если во время не производится опрыскивание,
- 8) если ведут слишком холодное ращение.

Чистке увлажнительной установки необходимо уделять большое внимание. Покрывающиеся слизью стены нужно время от

времени мыть и дезинфицировать. Особого внимания требует поддержание чистоты дюз, так как иначе они не будут выполнять своего назначения.

Система каналов

Способ подачи темперированного и увлажненного воздуха должен отвечать известным требованиям и нормам. Отдельные отрезки пути движения воздуха следующие:

- 1) шахта, подводящая воздух;
- 2) приспособления для подготовки воздуха (очистка, темперирование и увлажнение);
- 3) каналы от башен к аппаратам для ращения или соединительные каналы, связывающие отдельные аппараты (барабаны и ящики) друг с другом, и каналы для отработанного воздуха к высасывающему вентилятору.

Устройство шахты для подводки воздуха обязательно, так как воздух необходимо брать снаружи, где он имеется в неограниченном количестве, а не из рабочего помещения. В случае использования воздуха помещения, необходимо открывать окна или двери. Если для небольших установок это средство до некоторой степени еще достаточно, то для крупных — невозможно. Недостаток воздуха может вызвать серьезные дефекты в работе. Вентилятор будет работать впустую, аэрация идет дольше и, несмотря на это, все же будет неудовлетворительной. Кроме того, использование воздуха помещения неприятно тем, что создает постоянный сквозняк, который может вызывать заболевания рабочих и другие неудобства. Поэтому единственно правильным является пользование наружным воздухом.

Воздушная шахта, прежде всего, должна быть достаточно широкой, чтобы она могла удовлетворить всем требованиям; должны быть учтены также возможности расширения производства. Шахта должна быть расположена так, чтобы не мешать соседним производственным помещениям и доставлять чистый воздух, а не пыльный и грязный воздух дворов.

О дальнейшем пути через приспособления для подготовки воздуха уже говорилось. Этот путь, вернее его направление, обуславливается в каждом отдельном случае расположением аппарата.

Соединительные каналы, по которым проходит воздух, должны быть устроены так, чтобы они не оказывали влияния ни на температуру воздуха, ни на содержание влаги, имели возможно меньше поворотов и создавали возможно меньше препятствий.

Отсюда вытекают следующие требования:

- 1) каналы должны быть возможно короткими и прямыми, не иметь острых углов или других сопротивлений;
- 2) каналы должны иметь соответствующие размеры, равномерное сечение, возможно меньшую и гладкую изнутри поверхность;

3) каналы должны быть легко доступными для чистки и контроля.

Чем каналы длиннее, извилистее и чем больше углов они имеют, тем больше выделяется вода из воздуха и тем больше образуется вихреватостей. Облицовка стен здесь также играет роль. Кроме того, имеет значение поперечное сечение каналов. Лучшее всего было бы круглое сечение, т. е. трубы, так как окружность обладает наименьшей поверхностью и, вследствие этого, меньше всего способствует механическому отделению воды. Всякое другое сечение увеличивает поверхность, повышает вместе с тем трение и уменьшает содержание воды в воздухе. Как это ни странно, в пневматических солодовнях применяются почти исключительно четырехугольные каналы, а не трубы. Чем ближе сечение канала к прямоугольнику, тем больше становится опасность обезвоживания.

Что поперечное сечение должно быть достаточно широким для прохода воздуха, само собой очевидно, однако, на это не всегда обращается внимание. Часто допускают ошибку, делая поперечное сечение канала неодинаковым на всем протяжении, и он то суживается, то расширяется. Благодаря этому также меняется скорость движения воздуха и образуются вихреватости; при сильном сужении снова возникает возможность потери влаги. Внутренняя поверхность стен каналов также может влиять на содержание влаги.

Каналы располагаются так, чтобы их можно было легко прочищать и просматривать.

При некоторых установках и системах приток воздуха к аппарату для ращения регулируется особыми шиберами, клапанами и вентилями. Все подобные приспособления допустимы при условии полного понимания их назначения и действия. Подробности будут нами разобраны при описании отдельных систем.

Для всех регулирующих механизмов существуют те же самые законы, как и для каналов, т. е. они не должны препятствовать прохождению воздуха путем сужения или расширения его пути, а также изменять температуру или содержание влаги. Только в этом случае регулирующие механизмы достигают своей цели.

Вентиляторы

Движение воздуха основано на разнице давлений. Без этого воздух не может поступать из одного помещения в другое. Количество протекающего газа или воздуха за определенное время зависит от формы и поперечного сечения каналов, соединяющих оба помещения, и от скорости движения воздуха; последнее зависит от разницы давлений обоих помещений.

Для получения разницы давлений имеются различные машины и вспомогательные средства, среди которых для целей соложения применяются только вентиляторы.

Для выбора вентилятора рекомендуется привлекать специальные организации. Производительность вентилятора зависит, главным образом, от его конструкции и числа оборотов.

Производительность вентилятора должна быть правильно рассчитана в соответствии с величиной установки для рращения, количеством необходимого воздуха, высотой слоя солода, т. е. его сопротивлением, способом аэрации (всасывание или нагнетание, постоянное или периодическое). Производительность вентилятора не должна быть ни слишком большой, ни слишком малой. Недостаточная производительность вентилятора чрезмерно удлиняет продолжительность продувания, повышает потребление тока и вредно отражается на процессе прорастания. Например, в ящиках системы Кропфа недостаточная производительность вентилятора является причиной недорастворения солода. При слишком большой производительности расходуется излишнее количество тока, продувание становится избыточным, благодаря чему увеличивается дыхание, а следовательно, повышаются и потери. Вопрос о вентиляторах здесь затрагивается постольку, поскольку это отражается на росте зерна, т. е. в чисто технологическом смысле.

Для аэрации, с технологической точки зрения, является важным вопрос о выборе способа продувания, т. е. применять ли всасывание или нагнетание.

Если работают посредством всасывания воздуха, то возникают следующие соотношения.

Отсасывание воздуха из аппарата для рращения может происходить только в одном месте. В этом месте отсасывания, благодаря действию вентилятора, давление меньше атмосферного, образуется разрежение и воздух направляется именно сюда. В таких местах через прорастающий ячмень проходит больше воздуха. Благодаря этому неизбежно создаются неравномерные условия аэрации, выравнивание которых практически является очень трудным и может происходить только примитивным способом. При отсасывании должно всегда возникать в аппарате разрежение, но оно не везде одинаково; ближе к вентилятору оно будет больше, чем в удаленных местах. Эта разница увеличивается особенно от того, что зеленый солод представляет собой тяжелую и труднопроницаемую массу. С возрастанием толщины слоя солода и недостаточным притоком воздуха разрежение еще больше увеличивается.

Так, например, при работе на ящиках системы Кропфа с нижним проветриванием и верхним отсасыванием получают следующие соотношения:

Высота слоя солода	1—1,20 м
Разрежение на поверхности солода	50 мм
Разрежение в нижнем слое солода	10 мм
Падение давления в солоде	40 мм

При работе с нагнетанием воздуха вентилятор устанавливается перед ящиком и нагнетает воздух снизу.

Под прорастающим ячменем образуется сравнительно высокое давление, которое становится тем больше, чем больше сопротивление солода, т. е. толщина его слоя. В противоположность разрежению избыток давления дает преимущество, так как благодаря сопротивлению зерна давление равномерно распространяется под всей решеткой.

Таким образом, сопротивление солода имеет выравнивающее действие, в то время как при всасывании, т. е. разрежении, оно наоборот повышает разницу давлений в различных слоях солода.

При работе с нагнетанием воздуха снизу на поверхности получается наименьший избыток давления. При работе с отсасыванием воздуха, наоборот, на поверхности садилы наблюдается наибольшее разрежение, если продувание ведется, как обычно, снизу вверх. Это небезразлично в отношении увлечения воды. Вследствие этого разница давлений создается только в различных слоях одинаковой высоты, благодаря постепенному падению избыточного давления.

Конечно, при применении нагнетания воздуха также будет возникать определенная разница между различными по высоте слоями, и это падение давления неизбежно. Но эта разница давлений менее вредит проращиванию и, кроме того, она значительно меньше, чем при отсасывании воздуха; разница давлений менее ощутительна потому, что на одной и той же высоте во всех слоях садилы эта разница одна и та же. При отсасывании же создаются такие условия, что в определенных зонах садилы всегда в каком-нибудь определенном направлении может возникнуть неравномерность в давлении.

Избыточное давление под решеткой колеблется при высоте слоя солода в 60 см между 5 и 18 мм. Эта разница незначительна, и, прежде всего, не отражается вредно в смысле обезвоживания.

Поэтому принципиально работа с нагнетанием воздуха предпочтительнее, чем с отсасыванием. Применение нагнетания ограничивает лишь до известной степени высоту слоя садилы.

Для практики соложения важно измерение и контроль давлений, т. е. наличия избыточного давления или разрежения. Оно производится обычно путем измерения величины давления или разницы давлений; для этого исследуемое помещение приводят в соединение с атмосферным воздухом при помощи (рис. 25) U-образной трубки, открытой с обеих сторон и показывающей разницу давлений между обоими помещениями.

Обычно давление выражается в атмосферах. Так как в пневматической солодовне разница давлений не превышает $\frac{1}{10}$ ат, что соответствует давлению столба жидкости высотой в 1 м — пользуются водяным манометром. Если давление в исследуемом поме-

пении мы обозначим как p_i , атмосферное давление p_a , то практически возможны три случая:

$$\begin{aligned} p_i &= p_a \\ p_i &< p_a \\ p_i &> p_a \end{aligned}$$

Если давление в исследуемом помещении одинаково с атмосферным, тогда $p_i = p_a$. Вследствие этого, не может существовать никакого движения воздуха, и уровень воды в обоих коленах U-образной трубки одинаков.

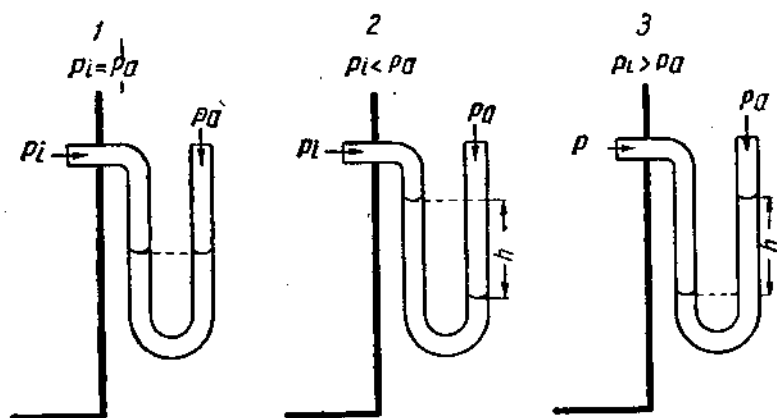


Рис. 25.

1—в состоянии равновесия, 2—разрежение, 3—избыточное давление.

Если давление в исследуемом помещении меньше атмосферного (разрежение), то p_i меньше, чем p_a ($p_i < p_a$). Воздух будет поступать в исследуемое помещение; следовательно, давление меньше, чем атмосферное. Уровень воды в обоих коленах U-образной трубки, следовательно, также не будет одинаковым. Так как атмосферное давление больше, чем давление в помещении, уровень воды в том колене, которое находится в помещении, поднимется выше (рис. 25, 2).

Если в закрытом помещении имеется более высокое давление (избыточное давление), чем снаружи, тогда $p_i > p_a$ и вода в правом колене манометра будет выше, так как атмосферное давление меньше (рис. 25, 3).

Разница давлений выражается в миллиметрах водяного столба.

Высота h измеряется линейкой, разделенной на миллиметры. В отношении количества расходуемого воздуха первое правило — исходить из возможно меньших количеств его. Чем больше количество воздуха, тем сильнее опасность высыхания. Коли-

чество потребляемого воздуха при всех пневматических системах значительно выше, чем при токовом соложении. В среднем расход воздуха достигает 1 м³/сек. на каждые 5 т. Но количество воздуха, в свою очередь, зависит от скорости движения в единицу времени. Скорость движения воздуха в разных системах различна.

Кроме того, исключительно важное значение имеет еще равномерность продувания. При неравномерном продувании прорастающий ячмень проветривается в разных местах различно, что ведет к неравномерности температуры и содержания воды. Именно при применении отсасывания определенная неоднородность все же неизбежна как на различной высоте слоя ячменя, так и в различных местах садил. По краям садил проветривается часто иначе, чем середина. Соответствующее заключение может дать только контроль и измерение количества воздуха. Здесь возможны большие различия.

Длительность продувания зависит от того, продувается ли воздух постоянно или периодически. От этого опять-таки зависят интенсивность аэрации, расход воздуха, скорость движения и расход силы на вентилятор. Аэрацию стараются ограничить до возможного минимума, чтобы снизить стоимость энергии.

Аппараты пневматического соложения

Среди многочисленных систем пневматического соложения практическое значение получали только две системы — барабаны и ящики.

Барабанная система соложения

Конструкция барабанной солодовни разработана, главным образом, Галландом (Galland). Конечно, уже до него были попытки создать такие аппараты, но он первый сумел облечь свои идеи в форму, в которой они стали технически применимы и действительно разрешали задачу пневматического соложения.

В настоящее время существует целый ряд систем барабанов, которые можно разбить на основные группы — закрытые барабаны и открытые барабаны.

Закрытые барабаны

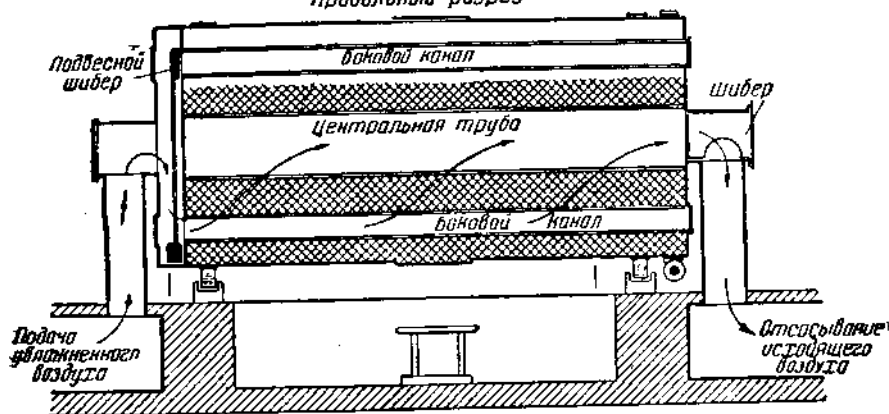
Барабанные установки, как и все пневматические системы, можно разделить на две основные части: собственно аппарат для ращения — барабан и установку для продувания воздуха.

Из закрытых барабанов большое распространение получил барабан конструкции Галланда. Впервые он был введен в 1880 г. и еще до сих пор сохранил в значительной мере свою первоначальную конструкцию.

Барабан Галланда представляет собой железный оцинкованный внутри цилиндр, который с двух сторон закрыт железными крышками. Барабан вращается на двух парах роликов.

На обеих крышках барабана имеются большие круглые отверстия, через которые происходит подача или отсасывание воздуха. Подаваемый воздух поступает не сразу в барабан, а сперва — в отделенную стенкой воздушную камеру барабана. От воздушной камеры вдоль всего барабана проходит целый ряд дырчатых ка-

Продольный разрез



Поперечный разрез

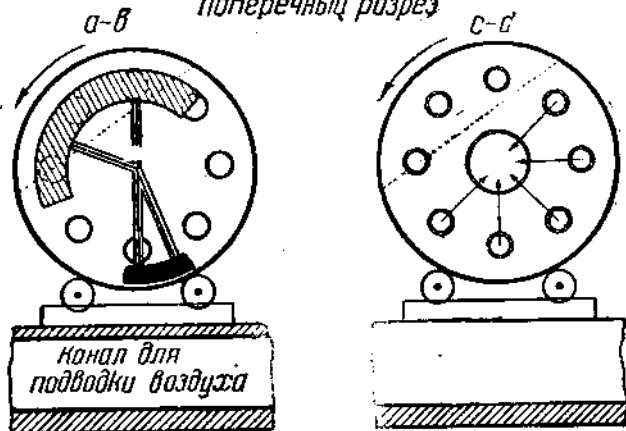


Рис. 26. Барабан Галланда.

налов, расположенных на определенном расстоянии. Эти боковые каналы на небольших барабанах устраиваются на внешней боковой стенке и имеют в этом случае полуцилиндрическое сечение; у больших барабанов каналы находятся внутри, несколько отступая от наружной поверхности, и вследствие этого имеют цилиндрическое сечение. В середине барабана имеется более широкая центральная дырчатая труба, которая служит только для отвода

воздуха. Для регулирования поступления и выхода воздуха имеются крестовобразные шпунцера, у больших барабанов — дроссельные клапаны, у небольших — вращающийся шибер. Кроме того, на кожухе барабана устроено несколько закрывающихся люков для наполнения и разгрузки.

Путь воздуха следующий.

Когда начинает работать эксгаустер, воздух через входную шахту, установку для регулирования температуры и увлажнительную башню направляется в воздушную камеру барабана по продольным воздушным каналам, проходит сквозь толщу зерна и отсасывается через центральную трубу. Продольные воздушные каналы барабана, которые при вращении его попадают наверх, всегда должны быть закрыты, так как воздух при прохождении через барабан и ячмень всегда ищет путь наименьшего сопротивления; поэтому воздух проникал бы только через верхние каналы и проходил бы над зерном, а не через нижние каналы, покрытые ячменем. Чтобы избежать этого, в воздушной камере имеется подвижной шибер, который во время вращения барабана запирает каналы при верхнем положении. Таким образом, воздух вынужден двигаться только по каналам, погруженным в солод. Шибер, подвешанный на центральной вращающейся цапфе, конечно, не может настолько плотно прилегать к передней стене барабана, чтобы совершенно прекратить приток воздуха в верхние, находящиеся над солодом, каналы (рис. 26).

Перемешивание прорастающего ячменя производится медленным вращением барабана при помощи червячной передачи. Вращение происходит очень медленно, и для одного оборота барабана требуется в среднем 45 минут. Во время такого медленного вращения барабана поверхность прорастающего ячменя не остается горизонтальной, а получает некоторый наклон, благодаря чему зерно медленно перемещается без особого механического воздействия, что исключает повреждение зерна. Если включить мотор, то барабан останавливается, причем собачка предохраняет его от обратного движения.

Для контроля вращения на каждом барабане сверху устраивается приспособление, которое при помощи зубчатой передачи регистрирует движение или остановку барабана.

Число барабанов должно соответствовать числу дней ращения.

Емкость барабана колеблется от 30 до 200 ц, причем нормальная емкость 100 — 125 ц.

Подобную же конструкцию, как барабан Галландта, имеет барабан Швагера (Schwager). Он тоже состоит из закрытого наружного барабана *A*, который обычным способом вращается на укрепленных шпунцерах *C*. В этом наружном барабане имеется внутренний барабан *B*, который связан с первым при помощи радиальных перегородок *E*.

Таким образом, барабан имеет двойную стенку.

Дырчатая центральная труба *F* в середине разделяется перегородкой *G* и может вентилироваться с обеих сторон. Подводка нагнетаемого воздуха *H* и отсасываемого *J* проходит внутри цилиндрических штуцеров. Благодаря радиальным перегородкам *E* образуются между наружным и внутренними барабанами воздушные каналы.

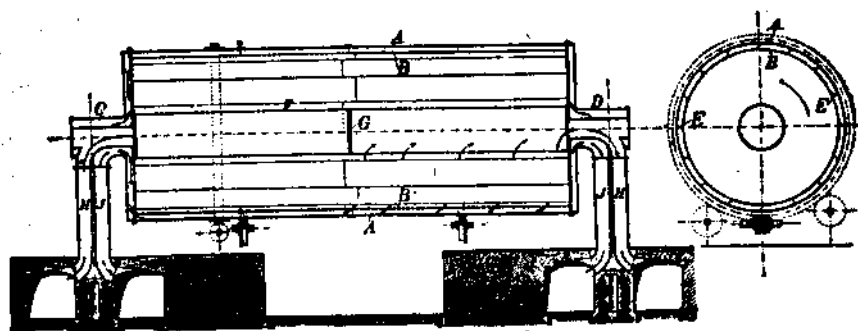


Рис. 27. Барабан Швагера (Фирма «Германия», Хемниц). Продольный и поперечный разрез.

Поверхность внутреннего барабана не сплошь глухая, а на половину продырявлена (рис. 27 и 28).

Каналы для воздуха, образуемые продырявленными участками внутреннего барабана, с передней стороны закрыты; наоборот, каналы в участках с непродырявленными листами спереди открыты и могут автоматически открываться и закрываться кла-

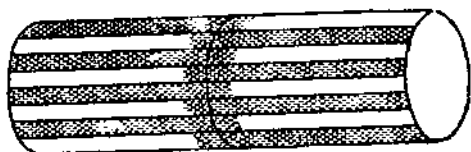


Рис. 28. Схема продольных каналов в барабане Швагера.

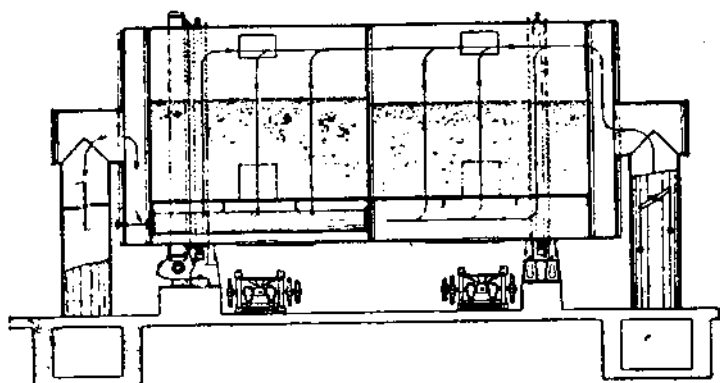
панами, благодаря чему воздух просачивается через солод и не может идти над ним.

Нагнетаемый с двух сторон воздух принужден идти с одной стороны барабана по совершенно закрытым каналам и проходит через солод с противоположной стороны барабана.

Барабан оказывается как бы разделенным на две половины: продувание происходит таким способом, что всегда продувается только одна половина. Подобно тому как в барабане Галланда, и в этой конструкции притоку воздуха в верхние каналы, непокрытые солодом, препятствует автоматический шибер, заставляющий его проходить только сквозь зерно.

Разделение барабана на две половины имеет целью более равномерное продувание зерна. Другим преимуществом барабана Швагера является меньший диаметр, благодаря чему ячмень лежит не таким высоким слоем, как в барабане Галланда, что приводит к более равномерной аэрации.

Продольный разрез



Поперечный разрез

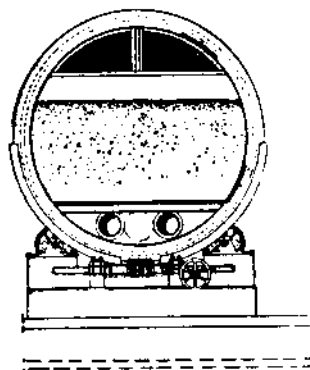


Рис. 23. Схема ящичного барабана Гопфа.

Новой конструкцией барабана является ящичный барабан Гопфа, представляющий собой нечто среднее между ящиком и барабаном (рис. 29).

От ящичной системы Крöpfа заимствована нижняя горизонтальная решетка. Так же, как в ящиках Крöpfа, воздух поступает под решетку, проходит через толщу зерна и отводится сверху. Рубашка барабана закрывает каждое сажало, благодаря чему соблюден принцип индивидуальной обработки.

Барабан представляет собой одно целое, так как он построен из цилиндрического железного резервуара со сплошным, т. е. не-

продырявленным железным кожухом. Ворошение сидила происходит вращением барабана. Скорость подобрана таким образом, что обеспечивает безукоризненное перемешивание зерна. При правильной работе образование комков исключено.

Конструкция барабана очень проста. Нет двойного кожуха, нет центральной трубы, а также вендеров, приспособления для ошсыкивания и т. д.; он состоит, как было уже сказано, из сплошного железного цилиндра, который при помощи двух рельсов по-коится на роликах. Наиболее существенным в этом барабане является то, что прорастающий ячмень лежит равномерно высоким слоем. Этим достигается равномерное продувание барабана, находящегося в покое. Во всех до сих пор известных системах барабанов высота слоя различна. Благодаря этому, имеет место неравномерное продувание, которое не отражается вредно только при продолжительном и очень частом вращении. Вращение ящичного барабана за 8 час. в среднем производится 1—1½ раза в течение 1 часа — 1 ч. 20 м. Выравнивание сидила после враще-ния не требуется, так как это происходит само собой. На практике этот способ работы превосходно себя оправдал и пригоден при всех условиях.

Продувание происходит с помощью вентиляторов, причем ящички строятся или только с нагнетающими вентиляторами, или одновременно с высасывающими и нагнетающими вентиляторами.

При продувании нагнетанием воздуха вентилятор устанавливается, так, что он может по желанию всасывать наружный воздух или воздух из помещения барабанов или же отработанный воздух из барабанов. Подаваемый от вентилятора воздух пропускается через башню, где он увлажняется и охлаждается: отсюда воздух идет через переднюю воздушную камеру под ситами, проходит сквозь солод и удаляется через заднюю воздушную камеру или прямо наружу или при помощи специального канала снова забирается вентилятором. При таком способе продувания над зерном в барабане создается определенное давление воздуха.

При применении всасывающего и нагнетающего вентилятора расположения нагнетающего вентилятора такое же, как в предыдущем случае. Всасывающий же вентилятор устанавливается таким образом, что он может отработанный воздух отсасывать прямо наружу или подавать его нагнетательному вентилятору. Тогда можно работать так же, как и с нагнетательным вентилятором, только в этом случае давление над зерном в барабане можно соответственно регулировать или, вернее, держать его более низким. Можно даже работать с небольшим разрежением воздуха над сидилом.

Эти барабаны позволяют вести рашение по методу Крöpfа. Такие ящичные барабаны строятся как одноящичные, так и много-ящичные. На практике широко распространены барабаны обоих типов, причем производительность их колеблется от 15 до 250 ц

замачиваемого ячменя. Даже при таких больших барабанах аэрация получается совершенно равномерной.

Расход силы на вращение барабана сравнительно незначителен. Так, для двух барабанов с загрузкой в 110 ц ячменя расход силы при холостом ходе мотора с редукционной передачей и приводным валом составляет 3,88 л. с. При вращении пустого барабана максимальный расход силы повышается до 4,18 л. с. При загрузке барабана замоченным ячменем расход силы повышается до 4,8 л. с. Если в одном барабане мы имеем свежезамоченный ячмень, а в другом он находится в стадии молодого садила, расход силы достигает 6 л. с. Но такой расход силы не является необходимым в течение всего времени вращения: он колеблется от 3,83 до 6,0 л. с. в зависимости от возраста садила. Поэтому средний расход энергии на один барабан с производительностью 110 ц ячменя можно считать около 1,1 л. с. в час. Каждый барабан вращается около трех раз в день.

Установки для продувания барабана в принципе были уже описаны во введении к пневматическому соложению. Здесь для барабанного соложения также требуются: 1) очистка воздуха, 2) регулировка его температуры, 3) увлажнение воздуха.

Толщина слоя зерна в барабанах не меньше 1 м, а при крупных барабанах, в самом толстом месте, достигает даже 2 м. Благодаря цилиндрической форме барабана высота слоя неравномерна. Это заставляет тщательно контролировать, насколько выполняются условия безукоризненной аэрации, во избежание чрезмерного разотгревания всего содержимого барабана или его части, что возможно при большой энергии прорастания в первые дни ращения. Повышение температуры в высоких слоях при неравномерной высоте значительно более опасно, чем на токах, так как оно чрезвычайно легко может повести к перерастворению и переращиванию зерна.

Проходящий через солод воздух и здесь в первую очередь имеет целью охлаждение зерна, что при таких закрытых аппаратах, как барабаны, чрезвычайно существенно.

При высоких слоях зерна неизбежно продувание больших количеств воздуха, а следовательно, работа с большим избытком его.

Вторая задача продувания состоит в удалении углекислоты и подаче свежего воздуха. Барабан является закрытым аппаратом, в котором невозможен отток углекислоты. Кроме того, солод в барабане имеет значительно меньшую поверхность, чем на току и поэтому требует лучшего снабжения кислородом.

Следовательно, правильное продувание воздуха является решающим моментом в барабанной солодовне. Три основных условия прорастания — влажность, тепло и воздух — определяются продуванием.

Таким образом, здесь соотношения те же, что и во всех других системах пневматического соложения. Однако, следует ука-

зять на то, что здесь не имеют места такие многочисленные формы и различия воздушных путей, какие наблюдаются в установках Саладина и Кропфа. В этом отношении барабанные установки проще, и грубые ошибки более редки.

Воздух должен быть правильно отрегулирован в смысле температуры и иметь высокое содержание влаги. Нормальная температура поступающего воздуха около $12-14^{\circ}$.

Причины, согласно которым необходимо основательное увлажнение воздуха водой, были уже рассмотрены.

Это мероприятие особенно необходимо при больших барабанах, потому что, благодаря многочисленным изменениям в направлении тока воздуха и разному сопротивлению, часть механически увлекаемой воды может теряться по дороге к прорастающему ячменю. С этой целью часто неподалеку от места вхождения воздуха в барабан помещают распылитель воды, чтобы по возможности компенсировать потери воды до места потребления.

Несмотря на все меры предосторожности, однако, во многих случаях нельзя избежать высыхания прорастающего ячменя в барабане и поэтому приходится применять дополнительное увлажнение.

Таким образом, постоянное наблюдение и контроль продувания являются главным моментом в работе барабанной солодовни, так как здесь каждая незначительная ошибка дает себя чувствовать.

В отношении температуры поступающего и выходящего воздуха это легко осуществить. Наоборот, измерение температуры в различных слоях солода в барабане затруднительно, и при обычных заводских условиях приходится ограничиваться измерениями температуры входящего и исходящего воздуха. Температура исходящего воздуха дает среднюю температуру солода в барабане. Если засоряется центральная труба, то при помощи измерения средней температуры это не может быть обнаружено.

Определить влажность воздуха гораздо труднее.

Применение гигрометров для определения влажности воздуха себя не оправдало, так как большинство аппаратов быстро перестает действовать. О достаточности увлажнения обычно судят по запотеванию внутренних стенок в местах вхождения воздуха.

В закрытых барабанах применяется исключительно отсасывание воздуха, хотя не представляет никакого труда переоборудовать подачу воздуха на нагнетание или работать попеременно с нагнетанием и отсасыванием воздуха. На некоторых заводах это уже осуществлено. Только в открытых барабанах необходимо работать с продуванием воздуха.

Конечно, при работе с высасыванием наблюдается неравномерность аэрации, как уже было упомянуто в общем введении; это происходит от того, что лежащее ближе к высасывающему вентилятору зерно проветривается сильнее. Это также видно из различия в разрежении, которое наблюдается во входящей и исхо-

дящей трубе для воздуха. При нормальных условиях в исходящей трубе разрежение достигает приблизительно 30 мм, во входящей трубе — только около 4 мм водяного столба. Давление в барабанах измеряется с помощью U-образных трубок.

При больших барабанах продувание воздуха производится непрерывно, так как периодическое продувание создает опасность разогревания солода в толстых слоях.

Количество воздуха, которое проходит через барабан, обычно очень велико.

Как общее правило, стремятся возможно меньше давать воздуха. Шибер на исходящей трубе открывают настолько, насколько это является необходимым. Количество воздуха регулируется в зависимости от температуры поступающего воздуха и температуры солода в период максимального роста, т. е. на 3-й или 4-й день.

Скорость воздуха не должна быть слишком большой. Определение скорости при помощи анеометра неудобно и не применяется при обычном контроле.

Часто меняют число оборотов вентилятора, уменьшая его зимой и увеличивая летом.

Особенно важным является максимальная равномерность продувания ячменя. Иначе температура, влажность и содержание кислорода в отдельных частях прорастающего ячменя становятся неодинаковыми, а также рост зерна и связанные с ним биохимические превращения.

Однако, например, в барабане Галланда скорость поступающего воздуха меньше, чем при выходе. Это объясняется тем, что влияние эконоустера значительно сильнее при выходе, чем в более удаленном от него месте вхождения воздуха. Различная скорость воздуха связана и с различными количествами его, и благодаря этому уже создается известная неравномерность аэрации.

Направление движения воздуха через растущее зерно также не способствует равномерной его аэрации; вентиляционный воздух, протекаемый вдоль боковых каналов барабана, вынужден изменить свое направление в аппарате и двигаться в каком направлении к центральной трубе. Такое косое продувание при входе в барабан происходит значительно слабее и медленнее, чем при выходе из него. Чтобы, по возможности, устранить эту связанную с самой конструкцией барабана неравномерность, пытались изменить количество отверстий в разных местах центральной трубы. Приблизительно пятая часть центральной трубы продырявлена таким образом, что расстояние между отверстиями уменьшается и лишь дальше расположение отверстий делается более равномерным. Были сделаны попытки путем уменьшения количества отверстий в выходном конце центральной трубы, ослабить более сильное засасывающее действие вентилятора в этом месте.

Независимо от различных скоростей, у большинства конструкций барабанов отдельные участки аэрируются неодинаково.

Неизбежным следствием неравномерности продувания являются неодинаковые условия роста, т. е. неодинаковая влажность и неодинаковая температура в различных слоях барабана. Практически неравномерность продувания легче и проще всего определить с помощью разницы температуры внутри садила, которая является естественным следствием неодинаковой аэрации.

Нормальная разница должна быть 4—5°. Однако, это зависит от величины барабана. Между прочим, и на току садила никогда не имеет совершенно одинаковых условий ращения и там также возможна в разных местах разница температур в нескольких градусах.

Из приведенных фактов видно, что главнейшее затруднение при барабанном соложении — это правильная аэрация зерна.

Приток воздуха к отдельным барабанам происходит из главного воздушного канала, который имеет соответствующие ответвления к отдельным барабанам. Поперечное сечение каналов должно соответствовать указанным ранее требованиям.

Чистка барабанов происходит непосредственно после разгрузки, во избежание просыхания ростков и оболочек. Солодовщик, одетый в непромокаемую одежду, проникает через лаз в центральную трубу и чистит ее щеткой изнутри. Боковые каналы прочищаются особыми щетками. Затем наружные и внутренние стенки труб промываются водой. Чистке центральной трубы и боковых каналов необходимо уделять особенное внимание, так как узкие отверстия легко закупориваются ростками, благодаря чему ухудшается аэрация следующего садила.

Каналы исходящего и входящего воздуха также следует время от времени прочищать. Канал для исходящего воздуха и внутренность вентиляторов особенно легко загрязняются ростками и оболочками.

Во время мытья наружных стен барабана нужно остерегаться попадания воды в масленку, в которой помещаются ролики, иначе масло, как более легкое, вытечет. Вследствие этого, при вращении барабана будут наблюдаться разогревание и затруднения при вращении. Поэтому лучше ролики смазывать густым жиром. Болты, которыми зубчатый пояс прикреплен к барабану, должны быть хорошо пригнаны, чтобы избежать проникания масла во внутрь барабана.

Лазы всегда должны быть хорошо закрыты. Если дверца откроется во время работы барабана, могут получиться большие неприятности, так как ячмень попадает в центральную трубу.

Механизмы барабанной установки также требуют правильного ухода. Прежде всего, необходима достаточная смазка червячной передачи и роликов. Если эти ролики имеют тяжелый ход или, благодаря недостаточной смазке, перестают вращаться, нагрузка на червяк увеличивается настолько, что он не может ее преодолеть. Для приведения во вращение барабана по неподвижным роликам потребовалась бы большая сила, между тем как задача

роликов именно и заключается в том, чтобы уменьшить расход силы на вращение барабана. Если ролики трудно вращаются, неизбежно должно наступить преждевременное изнашивание или даже поломка червячной передачи.

Хорошо ли смазана червячная передача, судят по состоянию маслянки.

Во всяком случае ролики и червячную передачу необходимо смазывать хорошим машинным маслом. К маслу еще добавляется на всякий случай чистый графит, чтобы масло не так легко стекало.

Если барабанная установка долгое время стояла, например, перед началом новой кампании солодоращения, перед пуском в работу все подшипники обязательно должны быть проверены.

Проращивание ячменя в барабане

Общие правила ведения ращения ячменя распространяются также и на соложение в барабанах.

Некоторые различия обусловлены лишь особенностями конструкции барабана.

Прежде всего следует избегать сильного разогревания сусла, так как в дальнейшем температура не может больше быть снижена, гибкость процесса теряется и получается совершенно перерастворенный солод с большой потерей.

Удовлетворительные результаты в барабане возможны только при холодном ращении, когда благодаря незначительному дыханию выделяется меньше тепла.

Продолжительность замачивания ячменя такая же, как и на току. В общем дают полную замочку и всячески избегают перемачивания. Недостаточное замачивание также может быть легко устранено в барабане последующим обрызгиванием.

Обычно ячмень подается в барабан вместе с мочильной водой. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы последняя вода была свежей и при загрузке барабана вытекала из него возможно быстрее. Загрузку целесообразно производить в три приема. После того, как первая треть ячменя перекачана в барабан, он поворачивается вокруг своей оси на пол-оборота, с целью лучшего распределения зерна и подготовки места для следующей части загрузки. Затем барабан вторично вращают на пол-оборота, чтобы принять последнюю треть.

Для ращения в барабанах имеют значение температура поступающего и исходящего воздуха, продолжительность вращения барабана и время покоя барабана. Температура поступающего воздуха должна всегда быть $10 - 12^{\circ}$, причем шибер для входящего воздуха должен быть открыт полностью.

После окончания загрузки барабан вращают сперва непрерывно при продувании неувлажненного воздуха, взятого непосредственно из помещения, пока зерно не обсохнет.

Продолжительность обсыхания зависит от влажности воздуха и летом колеблется от 1 до 4 час., осенью и зимой — от 3 до 6 часов.

В первый день после обсыхания барабан вращают по 1 часу через каждые 4 — 6 час. покоя; исходящий шибер слегка открыт.

Таким длительным покоем стараются ускорить начало прорастания ячменя. Если вентилировать слишком сильно, не наступает никакого разогревания, так как испарение задерживает начало прорастания зерна.

Во избежание усиленного охлаждения воздуха в барабане вследствие испарения влаги регулируют шибер исходящего воздуха.

Шибер для поступающего воздуха всегда открыт полностью, чтобы входящий воздух не встречал никакого сопротивления, и регулирование количества воздуха, проходящего через барабан, происходит исключительно с помощью шибера на стороне исходящего воздуха.

На второй день барабан вращают по часу через каждые 3 часа; исходящий шибер открыт настолько, чтобы температура выходящего воздуха достигала 12 — 13°.

На третий день барабан вращают по 2 часа через каждые 3 часа; температура исходящего воздуха 15°. В более теплое время года барабан стоит только 2 часа и вращается 1 час. Еще больше, чем на току, следует уделять внимание температуре солода в стадии молодого садила. Как раз в этот период барабан никоим образом не должен быть слишком долго в покое, иначе может наступить чрезмерное разогревание солода и образование комьев. Вследствие этого в более теплое время года вращение барабана следует производить через более короткие промежутки времени, так как поступающий воздух имеет высокую температуру.

На четвертый день вращают поэтому по 1 — 2 часа и дают паузы на 2 — 3 часа.

Шибер при этом открыт так, что исходящий воздух имеет температуру около 16 — 17°.

Если солод на четвертый день, который является днем наиболее интенсивного роста, подсыхает, то его увлажняют. Вода дается с помощью лейки через люк в кожухе барабана, причем, главным образом, у выходного отверстия, а не у места входа, так как у выхода высыхание сильнее, благодаря действию вентилятора. Смотря по обстоятельствам, можно увлажнять также через центральную трубу. Продолжительность опрыскивания зерна и способа его вращения. Солод в барабане следует увлажнять в начале вращения, чтобы лучше распределить влагу. После увлажнения барабан вращается около 2 час. для выравнивания влажности. Слишком запоздавшее, а также излишнее обрызгивание (на пятый или шестой день) вызывает размазывание зерна и засорение воздушных отверстий центральной трубы.

На пятый день максимальный период роста нормально уже пройден, и дальше можно — и даже следует — увеличить паузы, т. е. стремиться побудить зерно к более интенсивному росту. Поэтому барабан вращают по 2 часа, с паузами по 4 часа. Шибер открыт настолько, что температура исходящего воздуха поднимается до 18° .

Опрыскивать после пятого или шестого дня не рекомендуется, так как легко наступает перерастворение зерна и образование «гусаров». В таких случаях следует давать лишь очень немного воды, чтобы только сохранить росток свежим.

Начиная с этого момента, усиление процесса прорастания достигается при помощи удлинения времени покоя барабана.

На шестой день вращают по 2 часа через 5—6 час. и даже еще реже; исходящий воздух должен иметь $19—20^{\circ}$.

На седьмой день паузы увеличивают до 10—12 час.; исходящий воздух имеет такую же температуру, как на шестой день, т. е. $19—20^{\circ}$.

На восьмой день проращивание заканчивается.

В зависимости от состояния зеленого солода и времени года, солод подвливается путем продувания неувлажненным воздухом. При полностью открытом входящем шибере барабан больше не вращается, а лишь настолько поворачивается, чтобы содержимое его перемешалось. Затем барабан оставляют в покое на 8—10 часов.

Приводим схему работы на барабанах.

День роста	Вращение (в часах)	Время покоя между вращениями (в часах)	Число ежедневных вращений	Температура выходящего воздуха
1-й	1	4—6	Подсушивание возду- хом помещения	10—12
2-й	1	3	3	13
3-й	1—2	2—3	5	15—16
4-й	1—2	2—3	5	17
5-й	2	4	4	19
6-й	2	5—6	4	19—20
7-й	2	10—12	2	19—20
8-й	2	10—12	2	20
9-й		подвливание (воздух помещения)		18

От этой схемы приходится часто отступать, в особенности при труднорастворимых ячменях.

Перед выгрузкой барабан еще раз вращают, чтобы разрыхлить зеленый солод и облегчить его выгрузку.

Если под барабаном имеется приемная воронка, то при разгрузке все люки могут быть открыты, причем барабан вращается. Таким образом, половина солода выгружается сама, в то время как вторая половина выгребается двумя работниками тупыми

цинковыми вилами. Лучше всего зеленый солод подавать на самотряску, при помощи которой зеленый солод поступает на элеватор и поднимается самотаской или пневматикой на сушилку. Выгрузка солода из барабана так же проста, как и загрузка, и может происходить очень быстро.

Во время процесса прорастания обычным образом контролируется растворение и образование ростков.

В отношении растворения желательного достигнуть тех же соотношений, как на току, т. е. сухого растворения и определенной степени растворения, соответствующей типу получаемого солода.

Сухое растворение достигается умеренным замачиванием и продолжительным покоем барабана на шестой день, чтобы и корешок мог поглотить необходимую для его образования воду из самого зерна, что и приводит к сухому растворению. Также благоприятно для сухого растворения подваливать перед выгрузкой.

Вопрос о том, как долго надо подваливать, разрешается в зависимости от состояния ростков и температурных соотношений. В более теплое время года, чтобы сохранить ростки свежими, требуется меньше подваливать; например, летом подваливать совершенно не требуется, так как при последующей сушке удаление воды из зерна происходит, главным образом, через корешки, которые поэтому должны быть еще свежими, чтобы получить рыхлое растворение солода.

При работе в барабанах можно несколько влиять также и на росток.

Корешки больше развиваются, если барабан меньше вращается; наоборот, развитие зародышевого листка усиливается, если ячмень слегка увлажняется и барабан вращается часто и более продолжительное время. В этом случае развитие корешков задерживается.

При изготовлении светлого солода стремятся получить короткий росток и ведут холодное ращение; в первые дни барабан вращается часто, начиная с шестого дня вращение уменьшают, чтобы достигнуть хорошего и сухого растворения. Добиться дальнейшего растворения путем применения схватывания на барабане невозможно. Кроме чрезмерного подъема температуры и большой потери в этом случае было бы невозможно выгрузить солод из барабана. Это обстоятельство привело к мнению, что в барабане невозможно получить типичный темный солод. Однако, следует указать на то, что при соответственно более длительном ращении и более продолжительном состоянии покоя барабана можно получить более сильное развитие зародышевого листка.

При получении темного солода ячменю дают полную замочку, барабан вращают меньше и удлиняют паузы. Такими приемами удастся получить более длинные ростки, которые требуются для темного солода.*

Таким образом, для работы на барабанах в общем имеют значение те же моменты, что и на току. Сначала стремятся подавить

слишком бурный рост ячменя, позднее процесс прорастивания усиливается путем удлинения пауз.

Работа на барабанах, конечно, более схематична и не дает возможности так легко менять режим соложения, как на току.

Условия ращения

Из описанного процесса продувания воздуха и его влияния на зерно можно заключить, что условия прорастивания в барабане значительно отличаются от условий прорастивания на току.

Что касается сохранения влаги, полученной при замачивании, то имеющиеся соотношения здесь значительно более неблагоприятны, чем при токовом соложении. На току постоянно имеет место естественный процесс замещения испаряющейся воды в сатиле за счет образования пота во время роста зерна и связанного с ним дыхания. В барабане образованию пота препятствует постоянное продувание зерна; кроме того, нагретый воздух захватывает с собой влагу. Поэтому сатило в барабане находится под постоянной угрозой высыхания. На току сатило легко обходится без опрыскивания, что не всегда имеет место в барабане.

В отношении температуры также существуют определенные различия между ращением на току и в барабане. В то время, как на току можно добиться растворения у труднорастворимых ячменей при любой температуре, — в барабане это невозможно. Уже один тот факт, что зерно лежит толстым слоем в закрытом аппарате, обжигивает при всех обстоятельствах вести холодное ращение. Температура зерна в барабане должна быть низкой, если хотят избежать затруднений.

В отношении равномерности температуры в солоде следует указать, что против центральной трубы прорастающий ячмень всегда несколько более согревается. Кроме того, эта температурная разница не одинакова в разных участках барабана, правда, она выравнивается перемешиванием зерна при вращении.

Состав воздуха в зерне, т. е. отношение кислорода к углекислоте, всецело зависит от частого продувания, во время которого через барабан проходят большие количества воздуха. В барабане зерно находится почти всегда в атмосфере чистого воздуха, содержащего лишь следы углекислоты, около $\frac{1}{2}$ — 1%. Только во время длительного покоя барабана в нижних частях быстро накапливается большое количество углекислоты.

Барабанное соложение имеет целый ряд преимуществ чисто экономического порядка, как было уже указано во введении. Прежде всего, оно дает экономию на рабочей силе и устраняет зависимость от нее. Эффект становится тем выше, чем крупнее барабанная солодовня, и особенно повышается при применении механической подачи солода на сушку. Для наблюдения за производством достаточно одного знающего человека днем и ночью и нескольких опытных рабочих для разгрузки и чистки барабанов.

При работе на барабанах гарантирована определенная производительность при большой простоте самого процесса. Аппараты работают всегда равномерно, хотя может быть иногда не дают возможности индивидуального подхода к особенностям различных ячменей.

Вторым преимуществом является экономия места по сравнению с токами в 3—4 раза. Экономия места зависит от величины барабанов и расположения токов (т. е. в 1 или 2 этажа). У барабанов Швагера экономия места несколько меньше, так как они очень длинные, и ячмень в них лежит сравнительно нетолстым слоем. При больших затратах на фундамент первоначальные затраты, правда, будут выше, чем для токов.

Третьим существенным преимуществом пневматической системы соложения является независимость от климата и метеорологических условий и, следовательно, повышение производительности благодаря удлинению периода солодоращения.

Если это для нашего умеренного климата не очень существенно, то для теплых районов оно имеет исключительное значение. Там, где до сих пор температурные условия не допускали возможности токового солодоращения, устройство барабанных установок, несомненно, целесообразно.

Относительно расхода силы и воды трудно дать определенные нормы. Расход воды для каждого отдельного случая лучше всего определяется по количеству воды, вытекающей за минуту из одной распылительной дюзы, а затем уже по числу дюз каждой башины перечисляется на общую производительность солодовни или, вернее, на общее потребление воды. Расход силы складывается из расхода энергии на вращение барабана и расхода тока на вентилятор. Для расхода силы считают¹:

	Вращение барабана	Вентилятор
4 барабана по 50 ц	1 л. с.	3 л. с.
4 „ „ 100 „	2 „	5 „
4 „ „ 150 „	2 1/2 „	7 „
8 „ „ 100 „	2 1/2 „	9 „
8 „ „ 150 „	3 „	12,5 „

Стоимость тока в зависимости от местных условий (собственный ток или городской ток) и цены за киловат будет различной и может колебаться в широких границах.

Таким образом, стоимость производства зависит от величины установки, времени и способа ее работы.

Полученный барабанный солод имеет в основном те же свойства, что и токовый. Многочисленные исследования показали, что не существует никакой особенной разницы между токовым и барабанным солодом. В отношении внешнего вида зеленого солода и растворения в барабанном солоду предъявляются те же требо-

¹ Данные der Fremd-Stärke-Hofmannhütte.

вания, что и к токовому. Только ростки барабанного зеленого солода в некотором отношении отличаются от токового. Корешки прямые и тонкие, в противоположность закрученным корешкам токового солода, что зависит от частого вращения барабана.

Барабанный солод большей частью имеет очень свежий вид и запах; при правильном ращении он имеет такое же растворение, как токовой солод и меньше плесневеет. При перелопачивании на току, даже при максимальной осторожности, некоторое количество зерен неизбежно повреждается, в то время как ворошение барабанного солода происходит более осторожно. В барабане даже у поврежденных зерен плесень не образуется благодаря очень чистой атмосфере.

Открытые барабаны

Второй формой являются открытые барабаны, внешне имеющие много общего с закрытыми барабанами: высокий слой зерна, аэрация, охлаждение. Но благодаря тому, что внутренность садила вращением барабана. Но благодаря тому, что внутренность барабана сообщается с наружным воздухом, имеется целый ряд важных отличий в условиях проращивания по сравнению с описанными выше условиями ращения в барабанах. Существенное различие заключается также в том, что воздух в открытых барабанах движется в обратном направлении по сравнению с закрытыми барабанами; он поступает в барабан через центральную трубу и выходит через отверстия по всей поверхности барабана. Поэтому воздух продувается через зерно, а не высасывается.

Эти различия, однако, и явились причиной того, что открытые барабаны нашли меньшее распространение в практике, чем закрытые.

Дырчатая поверхность барабана дает важное преимущество по сравнению с другими пневматическими системами, имеющими совершенно закрытые аппараты для ращения. Но отрицательной стороной является то, что теплый воздух из барабана поступает в помещение солодовни, которое зимой бывает холодным. Вследствие этого водяные пары, образовавшиеся во время дыхания, конденсируются, помещение покрывается влагой, становится сырým и грязным, а железо ржавеет. Поэтому открытые барабаны встречаются реже и строятся теперь все меньше.

В качестве примера открытого барабана можно привести систему Топфа¹. Так же, как барабан Галланда, он представляет собой цилиндрический аппарат, покоящийся на двух парах роликов.

Интересно устройство внутренней поверхности барабана.

Ворошение садила происходит, как известно, путем вращения барабана. Но так как барабан Топфа внутри совершенно гладкий,

¹ Topf, Z. 1909, S. 233, 362; Pohl, Z. 1909, S. 301.

то при вращении его не получалось бы никакого перемешивания прорастающего ячменя, потому что зерно только скользит и пересыпается; с другой стороны, возможно проскальзывание ростков через отверстия. Во избежание этого, внутренняя поверхность снабжена планками.

Планки состоят из железных полос, укрепленных на центральной трубе и рубашке барабана. Сидящие на внутренней поверхности барабана планки, однако, образуют прямые углы, т. е. мертвые пространства, которые могут способствовать образованию «гусаров». Во избежание этого они скошены, и рубашка имеет форму, которую можно сравнить в поперечном сечении с очищенным апельсином. Эти планки мешают скольжению ячменя и обеспечивают правильное ворошение и перемешивание. Образование комьев не наблюдается и зерно лежит рыхло. Планки на центральной трубе устроены подвижными и могут ставиться и закрепляться в любом положении.

Воздух при помощи вентилятора через распределительную трубу подается в барабан, проходит в центральную трубу, а оттуда через ячмень и отверстия на поверхности барабана выходит в помещение солодовни, а затем снова поступает в воздушную шахту.

Подаваемый в барабаны воздух должен иметь те же свойства, что и в закрытых барабанах.

Увлажнение воздуха происходит при помощи системы увлажнителей, имеющейся перед каждым барабаном. Перед поступлением воздуха в центральную трубу избыток воды может быть отделен в лежащей непосредственно перед барабаном расширенной трубе, откуда воздух проходит дальше через тонкие трубочки. Если необходимо дополнительное увлажнение зерна, то для этого служит труба с тонкими отверстиями, которая находится в середине центральной трубы барабана.

Опасность высыхания в барабане Топфа незначительна, так как возможно частичное замещение испаряющейся воды за счет образования пота растущим зерном так же, как и на току. Кроме того, расход воздуха меньше, чем в закрытых системах, благодаря чему происходит менее значительное испарение воды.

Равномерность аэрации ячменя сравнительно высока.

Во избежание зависимости проращивания от внешней температуры, каждый барабан снабжен особым аппаратом для охлаждения, в котором для увлажнения воздуха имеются распылители воды, регулируемые снаружи.

Режим работы на барабанах Топфа тот же, что и при закрытых барабанах.

Как уже было упомянуто, в барабане Топфа происходит постоянный обмен воздуха барабана и помещения через отверстия рубашки. Благодаря такой естественной вентиляции необходимость искусственной тяги воздуха отпадает, и условия прораста-

ния в открытых барабанах сходны с теми, которые существуют на токах.

Подобную же конструкцию имеют барабаны Тильдена. Они сконструированы таким образом, что в них можно вести как проращивание, так и сушку солода.

Третий вид открытых барабанов основан на другом принципе.

Первоначально применение барабанной солодовни ограничивалось исключительно крупными предприятиями, так как преимущества барабанного соложения возрастают именно с емкостью барабана. Барабаны меньше чем на 50 ц ячменя встречаются очень редко.

Так как применение очень небольших барабанов для небольших заводов нерентабельно, была предложена конструкция барабанов, в которых одновременно могут проращиваться несколько сидил разного возраста. Разрешение проблемы заключается в том, чтобы иметь возможность находящиеся в одном аппарате и поэтому связанные друг с другом в отношении вращения сидила продувать и охлаждать самостоятельно; особенно важно было найти соответствующую конструкцию для независимого продувания каждого отделения барабана.

Барабаны для одновременного ращения нескольких сидил должны быть открытыми, а следовательно, они должны иметь проветривание от центра к периферии.

Такие барабаны впервые были сконструированы фирмой Топфа. Барабан разделен отдельными перегородками на несколько секций; каждая секция занимает все поперечное сечение барабана. Таким образом, этот барабан представляет собой несколько барабанов, соединенных общими стенками.

Проветривание отдельных секций регулируется таким образом, что каждая секция имеет собственную, независимую от других секций, воздушную трубу, устроенную в центральной трубе, благодаря чему возможно независимое продувание и увлажнение секций. Таким образом, ращение зерна, находящегося в различных стадиях роста, может происходить независимо друг от друга.

Когда нужно ворошить солод какой-нибудь секции, то, естественно, и все прочие секции также приходят в движение; но, как установлено, от этого не происходит никакого особого вреда для зеленого солода.

Конструкция и режим работы отдельных секций многосекционного барабана Топфа одинаковы с обычным барабаном Топфа.

Ящичная система Саладина (открытые ящики)

Принцип ящичной системы Саладина сходен с барабанной системой. Через толстый слой ячменя, лежащего на ситчатом дне, просасывается или продувается увлажненный воздух. Воздух

снабжает прорастающий ячмень кислородом, удаляет продукты дыхания и выделяющееся тепло. Однако, аппарат для ращения системы Саладина существенно отличается от барабана. Он представляет собой систему ящичков, которые располагаются по одному или в специальных помещениях. Таким образом, зерно лежит не в закрытом со всех сторон аппарате, но имеет открытую поверхность, соприкасающуюся с воздухом помещения. Поэтому зерно хорошо видно и более доступно, чем в закрытом аппарате, но зато здесь имеется зависимость от помещения ящичной солодовни. Зерно, лежащее в ящиках Саладина, можно в известном смысле сравнить с садилем на току, у которого ограничены боковые стороны и вследствие этого больше высота слоя. Перелопачивание происходит при помощи особого механизма, который обеспечивает равномерность процесса роста в различных слоях.

Ящичная система Саладина, в противоположность барабанам, с течением времени подвергалась значительно более серьезным изменениям в конструкции, о чем будет сообщено при рассмотрении устройства для продувания. Поэтому различают ящики старой и новой конструкции. Между ними имеется существенное различие в устройстве для продувания и способе аэрации, а вследствие этого работа на разных конструкциях ведется различно. Так как ящики старой конструкции имеют еще до сих пор распространение, они будут рассмотрены в последующем изложении.

Как и во всех пневматических аппаратах для ращения, в ящиках различают две основные части — устройство для продувания воздуха и аппарат для ращения (ящик).

Сначала мы дадим описание самих ящичков и помещения ящичной солодовни, так как от этого зависит система аэрации.

Ящики и помещение ящичной солодовни

Ящики Саладина представляют собой прямоугольные, открытые сверху ящики, отделенные друг от друга стенками.

Высота стенок, считая от решетки, нормально достигает 1 м; толщина стенки в зависимости от материала — 16 — 20 см. На верхней стороне обеих продольных стен устроены рельсы, по которым может двигаться ворошилка. Боковые стенки ящичков делаются из обожженного кирпича и штукатурятся цементом. Внутренние стены должны быть гладкими; это препятствует оседанию грязи, обрыванию ростков и облегчает чистку.

Очень важно отношение длины ящика к ширине. Оно зависит от существующих местных условий и поэтому в отдельных случаях может быть различно; однако, оно не должно выходить за определенные границы. Благоприятное соотношение ширины к длине — 1:5 — 1:6. Отношение это также может несколько меняться сообразно с величиной или, вернее, с емкостью ящика. При небольших ящиках это отношение играет меньшую роль, чем при больших. В очень узких и длинных ящиках осложняется равно-

мерное продувание прорастающего зерна, так как затрудняется подача достаточно увлажненного воздуха в наиболее удаленные части ящика, и во время длинного пути воздух теряет влагу. Очень широкие ящики также непригодны, так как ворошилку приходится строить очень массивной.

На некоторой высоте от дна ящика устраивается железное оцинкованное ситчатое дно, разбирающееся на отдельные части, на котором лежит ячмень. Таким образом, между дном ящика и съемными ситами имеется пространство, в которое поступает воздух. Общая площадь отверстий сит достигает 10% общей поверхности сита. Необходимо следить за тем, чтобы отверстия были распределены равномерно и не засорялись. Прорезы должны идти перпендикулярно к направлению ворошилки, так как иначе зерна зеленого солода при перелопачивании будут забивать отверстия, ростки будут обрываться, и общая площадь отверстий сита уменьшится.

На 1 м² площади ящика загружается в среднем 300 кг ячменя. Следовательно, общая производительность ящика в центнерах равняется его площади, умноженной на 3.

Расстояние сит от дна ящика должно быть настолько большим, чтобы вентиляционный воздух имел свободный, беспрепятственный доступ к прорастающему ячменю. Высота этого пространства нормально достигает 60 см. На высоту влияют следующие условия.

1) Длина ящика. Чем длиннее ящик, тем труднее подвести хорошо увлажненный воздух к более удаленным частям ящика; чем ниже и уже пространство под ситами, тем больше трение воздуха на поверхностях, особенно на решетке.

2) Способы работы. При непрерывном продувании высота пространства под ситами имеет меньшее значение.

Только в случае соложения в условиях ограниченного доступа воздуха (метод Кропфа), высота этого пространства должна быть ограничена (стр. 272).

Однако, еще является вопросом, целесообразно ли применение метода Кропфа в больших ящиках системы Саладина. Трудность заключается в том, что пространство между ситами и дном ящика должно служить в этом случае сборным пространством для углекислоты и одновременно воздушным каналом.

Перелопачивание ячменя происходит при помощи пневматической ворошилки. Она состоит из тележки, которая движется по рельсам вдоль стен ящика. На тележке по всей ширине ящика равномерно поставлены вертикальные шнеки, которые вращаются и перемешивают ячмень в вертикальной плоскости.

Диаметр лопастей ворошилки может быть различным, обычно он составляет 50 см, высота его также 50 см. Над каждой лопастью помещается еще неравноплечий U-образный кусок круглого железа, который имеет целью выравнивание поверхности

зерна. Отдельные шнеки вращаются навстречу друг другу, благодаря чему образуются характерные борозды.

Движение ворошилкам передается от трансмиссии или непосредственно от электромотора, причем первый способ передачи дорожке. При влажном помещении ящичной солодовни ремни приходится часто перешивать, благодаря чему увеличивается порча ремней; отчасти это происходит также потому, что ремни сильно изнашиваются при быстром движении шкивов ворошилки. Снашивание ремней очень различно, в зависимости от условий работы.

В современных установках ворошилки приводятся в движение одним или двумя моторами, которые установлены на тележке ворошилки. Подводку тока целесообразнее проводить при помощи кабеля. Прокладка голых электрических верхних проводов, подающих ток мотору с помощью ползунка или подобного приспособления, небезопасна.

На тележке устраиваются автоматические выключатели, которые выключают ток в тот момент, когда тележка доходит до конца ящика.

В целях экономии иногда строятся ящики, имеющие одну общую ворошилку на несколько ящичков. Это целесообразно только в определенных случаях. Из тех же соображений строят ящики очень большой емкости, содержимое которых подается на сушку в два приема. При очень широких ящиках тележка очень тяжела, и расход электрической энергии увеличивается. Скорость движения тележки одинакова при движении вперед и назад и не меняется в различные стадии проращивания. Скорость движения ворошилки должна быть точно установлена, так как при слишком быстром или медленном ходе повреждаются корешки.

Поступательная скорость ворошилки обычно достигает 0,40—0,60 м/мин.; она должна находиться в определенном отношении к числу оборотов ворошилки, чтобы избегалось повреждение корешков.

Перелопачивать следует экономно, чтобы сберечь ячмень и избежать потери влаги. Во время ворошения продувание прекращают.

Число ящичков целесообразнее всего устраивать такое, чтобы каждый день можно было разгружать один ящик. Таким образом, при 8-дневном ращении ставят 8 ящичков. Недопустимо, чтобы длительность проращивания лимитировалась недостаточным количеством ящичков.

Величина современных ящичных установок доходит до 500 ц, что является показателем того, насколько далеко можно идти по линии укрупнения ящичков.

Ящики стоят в особом закрытом помещении — в ящичной солодовне.

Раньше в одном помещении устанавливалось несколько ящичков, но в настоящее время каждый ящик устанавливается в осо-

бом помещении, т. е. образует отдельный аппарат для ращения. Так как ящички сверху открыты, для проращивания имеют значение свойства самого помещения. Оно должно быть, по возможности, независимо от влияния наружного воздуха.

Высота помещения должна быть приблизительно одинаковой с токами.

Потолок в помещении может быть устроен различно. Встречаются как гладкие потолки, так и балочные, бочечные или стрельчатые своды. Во всяком случае необходима правильная циркуляция воздуха, причем не должно быть пространств, в которых воздух может застаиваться. В противном случае может наступить сильная конденсация воды, вызывающая опасность появления плесени на потолке, перерастворения верхних слоев сажилы и образования «гусаров». В силу этого балочные своды должны быть окованы железом.

Необходимо принять все меры к тому, чтобы на потолке не происходило образования конденсационной воды при охлаждении. Если потолок помещения охлаждается быстрее, чем остальное помещение, необходимо позаботиться об его изоляции.

Ровные потолки непригодны, так как вода на таких потолках конденсируется в большие капли и каплет в сажило, в то время как со сводчатых или стрельчатых потолков она может стекать по стенам.

При необходимости переустройства токовой солодовни на ящичную приходится считаться с местными условиями устройства токов, приспособляясь к их особенностям в отношении высоты и ширины ящичков и установки приспособлений для аэрации. Однако, следует остерегаться вносить серьезные изменения в нормальные соотношения размеров ящичков. Пол токов, если он непроницаем для воды, может быть использован тогда, когда имеется достаточная высота помещения.

Во всяком случае, с чисто строительной точки зрения, конструкция ящичков системы Саладина сравнительно проста. Но следует указать на то, что эта конструкция на практике осуществляется различно и от этого зависят разноречивые мнения об ящичках Саладина.

Существенные различия ящичков Саладина заключаются в конструкции системы каналов, служащих для притока воздуха. Как раз эта система каналов, т. е. способ подачи и отсасывания воздуха, претерпела с течением времени большие изменения, и история развития ящичной системы Саладина по существу является историей развития системы подачи воздуха.

Для того, чтобы разобрать различные системы продувания, встречающиеся в ящичках Саладина, познакомимся сперва с развитием конструкции этих ящичков.

Можно установить три основных типа ящичков системы Саладина, причем у каждого типа имеются отклонения.

Различают следующие типы ящиков: 1) ящики старой системы Саладина, 2) ящики Мюгера, 3) современные ящики системы Саладина.

Сам ящик, т. е. аппарат для рашения, у всех трех типов в основном одинаков. Подача и удаление воздуха различаются в следующем.

Старые ящики системы Саладина (рис. 30 — план, продольный и поперечные разрезы) имели два особых канала для поступающего и выходящего воздуха, которые попеременно действуют совместно. Нижний канал проходит снаружи вдоль ящика Саладина на той же высоте, что и канал, образуемый ситом и дном ящика. Как видно на рисунке в продольном разрезе, канал пересекает пространство между дном ящика и ситом. Подача воздуха от этого канала под сита ящика Саладина осуществляется через ряд маленьких открытых отверстий квадратной формы в стенках ящика. Этот канал отделялся от главного воздушного канала шибером, при помощи которого также можно было регулировать вентиляцию каждого ящика. Потолок канала служил проходом вдоль отдельных ящиков. Боковое расположение каналов приводило к тому, что воздух проходил через сито не вертикально, сверху или снизу, но поступал в ячмень в косом направлении и в таком же направлении проходил вверх. Благодаря этому происходило неравномерное продувание воздуха вентилятором.

Само собой разумеется, это неодинаковое продувание создавало неравномерную температуру в зерне. Такая подача воздуха была нецелесообразна также и потому, что воздушный путь ни в коем случае не мог быть коротким; это неизбежно приводило к обезвоживанию увлажненного воздуха вследствие трения его о стенки каналов и большего сопротивления.

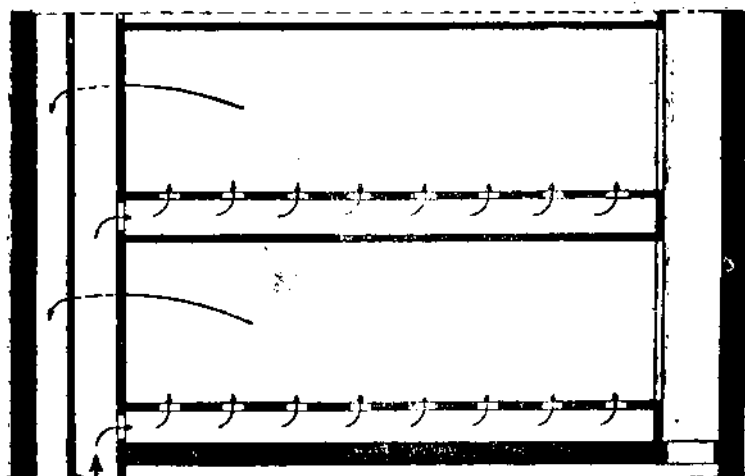
Верхний канал, который шел по потолку солодовни, имел на нижней стороне отверстия. По желанию он мог быть использован как приточный или вытяжной воздушный канал.

Позади увлажнителя имелись шиберы, которые позволяли по желанию подавать воздух сверху или снизу.

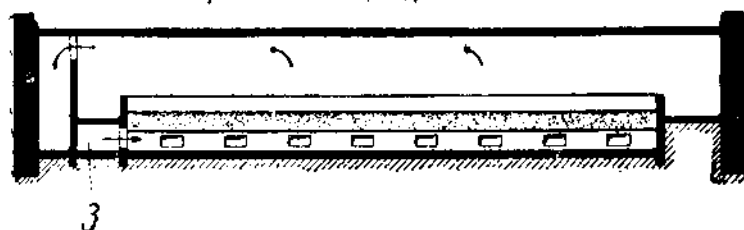
Изменение направления воздуха требовалось для того, чтобы выравнивать температурную разницу на различной высоте сита. При непрерывном продувании снизу это не удастся, так как воздух при поступлении в ячмень внизу холоднее и нагревается только при прохождении через зерно. Поэтому верхние слои вентилировались воздухом с более высокой температурой, чем нижние, благодаря чему они имели склонность к более интенсивному росту.

При установках подобной системы необходимым условием была хорошая герметичность помещения ящиков, так как иначе засасывающее действие вентилятора понижалось, и увлажненный воздух проникал через все щели. Поэтому в помощь высасывающему вентилятору при неблагоприятных условиях дополни-

План



Продольный разрез



Поперечный разрез

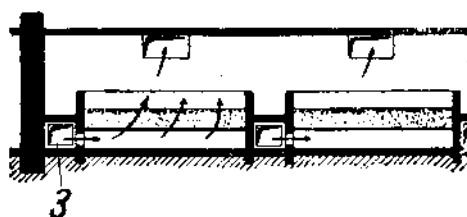


Рис. 30. Ящики старой системы Саладина.

1—к отсасывающему вентилятору, 2—от увлажнительной башни, 3—воздушный канал.

тельно ставился нагнетательный вентилятор. Это является опять-таки некоторой разновидностью старой системы Саладина.

Увлажнитель и вентиляторы также первоначально ставились вдоль ящиков. Для движения воздуха служил вентилятор, засасывающий наружный воздух и подающий его через калорифер над увлажнителем и ящиками. Обычно несколько ящиков устанавливалось в одном помещении и снабжалось общим увлажнителем и общим всасывающим вентилятором.

Ни в одной из этих установок никогда не удавалось подать в ящик действительно увлажненный воздух. Длинный путь и частое изменение направления воздуха понижали его влажность, особенно в самых дальних ящиках. Если воздух подавался снизу через закрытые каналы, он при этом еще содержал некоторое количество влаги. При вентиляции же сверху, когда воздух сперва должен был заполнить все пространство над садилком, высыхание было настолько велико, что требовалось частое опрыскивание солода.

С течением времени такого рода установки постепенно подвергались изменениям, путем которых стремились укоротить длину воздушного пути и улучшить условия аэрации. Для каждого ящика начали ставить особый вентилятор и увлажнитель, расположенный непосредственно перед ящиком.

Однако, в самом способе вентиляции существенных изменений не делалось. Аэрация производилась попеременно сверху или снизу.

Сами ящики в таких установках отделялись друг от друга промежуточными стенками, причем полной изоляции отдельных помещений не придавалось значения.

При этих условиях можно в любом ящике поддерживать желаемую температуру и влажность. Но при такого рода установках выравнивание температуры в отдельных слоях зерна представляло те же трудности, так как способ вентиляции оставался тот же.

Ящики Мюгера точно так же имеют два особых канала для поступающего и выходящего воздуха, устроенных на верхней и нижней стороне ящика. Нижний канал уже не располагается вдоль ящиков на уровне пространства под ситами, а в центре ящика, как раз под его дном и верхним каналом на потолке. Поступление воздуха из центрального нижнего воздушного канала в ящики Саладина (т. е. в промежуточное пространство между ситами и дном ящика) осуществляется через круглые закрывающиеся отверстия, число которых зависит от величины ящика. Увлажненный воздух подается не сбоку, а снизу и точно по средней линии. Благодаря этому воздух более равномерно распределяется по всей поверхности ящика и, кроме того, проходит через зерно в вертикальном направлении. Вследствие укорочения пути воздуха подачей его в центр ящика отпадает необходимость пов-

торного увлажнения его, что, несомненно, является шагом вперед по сравнению со старыми ящиками Саладина.

Удаление воздуха в ящиках Мюгера происходит таким же путем, как и его подача. Точно такой же канал, как для поступающего воздуха, устроен в потолке над ящиком.

В этих приточных и вытяжных каналах устроены увлажнительные дюзы, которые дополнительно увлажняют воздух непосредственно перед его поступлением в ящики. Как в приточных, так и вытяжных каналах по желанию можно изменять направление воздуха и подавать его снизу вверх или сверху вниз.

Существенным преимуществом является то, что каждый ящик располагается в небольшом отдельном закрытом помещении.

Особенностью этой системы является возможность герметически закрыть любой ящик для накопления в нем углекислоты и тем самым понизить потерю на дыхание.

Путь воздуха через ящики и солод представлен на рис. 31.

Чтобы предохранить солод от попадания при аэрации капель воды с дюз и вентилях, расположенных на потолке, внизу устроенные особые воронки для улавливания и отвода этой воды во избежание образования «гусаров».

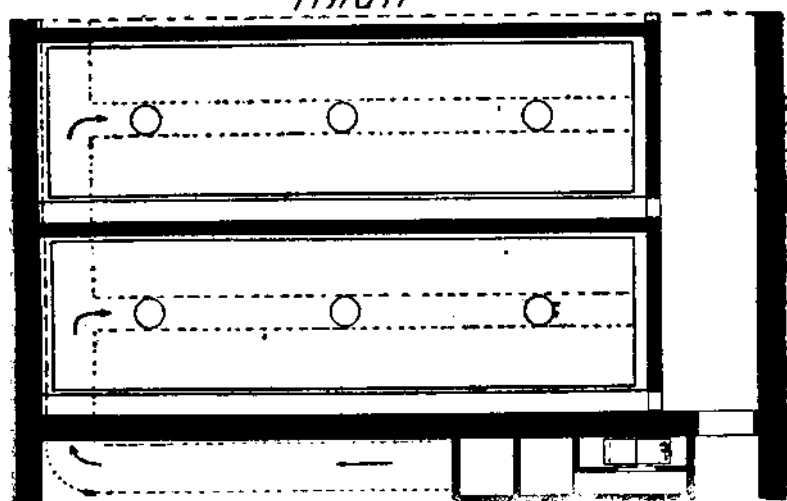
Современный ящик Саладина является результатом постепенной рационализации его старой конструкции. Первым отличительным признаком этого ящика является отсутствие специального канала для подводки воздуха. Выходящий из увлажнителя воздух вдувается непосредственно в пространство между ситом и дном ящика спереди, а не сбоку ящика.

Непосредственная подача воздуха в пространство под ситом, прежде всего, имеет большое преимущество потому, что поперечное сечение всего этого пространства может быть использовано как канал. Поэтому подача воздуха под сита более мощная, чем в предыдущих системах. Исключается возможность изменения поперечного сечения благодаря отсутствию вентилях, шиберов и прочих приспособлений. Воздух поступает под сита, не встречая тех многочисленных и нежелательных по своим последствиям сопротивлений, которые имелись в других системах. Вместе с этим устраняется главная причина потери влаги в зеленом солоде, создается возможность работать с минимальными количествами воздуха, уменьшить его скорость и избежать прежних, чрезмерно высоких разрежений. Продувание становится более легким и, прежде всего, равномерным.

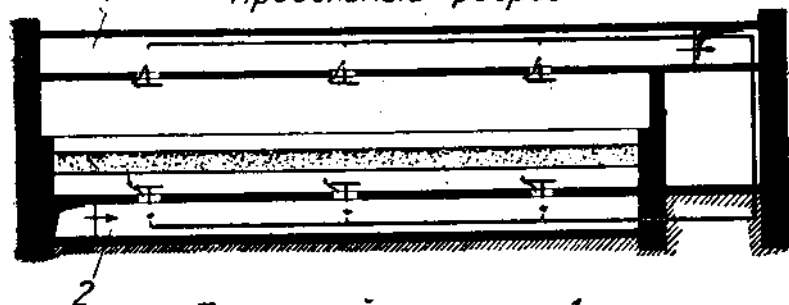
Для отвода воздуха также не требуется особого канала. Отходящий из садилы воздух удаляется наружу через шибер, который устроен в задней стене помещения ящичной солодовни.

Дальнейшее преимущество новых ящиков состоит в том, что продувание все время происходит в одном направлении. Изменение направления в старой системе Саладина затрудняло обслужи-

План



Продольный разрез



Поперечный разрез

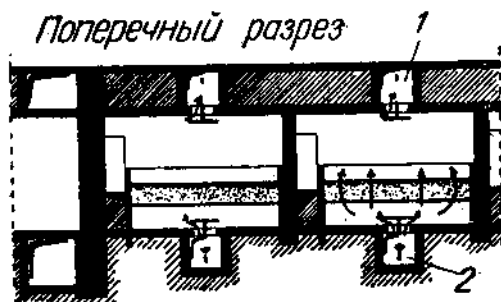


Рис. 31. Ящики системы Мюгера.

1—верхний воздушный канал, 2—нижний воздушный канал.

живание и повышало, в свою очередь, неравномерность аэрации. Окончательное устранение всех этих недостатков стало возможным только при аэрации в одном направлении, что при старой системе могло осуществляться лишь снизу вверх.

Для продувания здесь возможно применение только нагнетания воздуха, так как отсасывание вызывает трудно устранимую неравномерность аэрации. Неравномерность уменьшается до минимума, если вентилятор, который служит для подачи воздуха, рассчитан на достаточно высокое давление и достаточную подачу воздуха, благодаря чему под ситами создается сравнительно высокое равномерное давление.

В целях экономии топлива выгодно весь отработанный воздух полностью или частично использовать повторно. Твердую схему подобной установки дать не представляется возможным, так как здесь открывается широкий простор для комбинаций в зависимости от местных условий. В каждом отдельном случае установка должна быть спроектирована индивидуально.

При последнем способе работы стнадаст необходимость иметь индивидуальное помещение для каждого ящика, однако, каждый ящик должен иметь отдельный увлажнитель и вентилятор.

Продувание воздуха

Принципиальные вопросы продувания в пневматических системах соложения были уже рассмотрены во введении (стр. 207).

В отношении аппаратуры для подготовки воздуха надо еще добавить, что многие из современных установок Саладина имеют для каждого ящика собственное приспособление для подогрева и увлажнения воздуха или, по крайней мере, свою собственную увлажнительную башню.

В современных ящиках при использовании теплого рециркуляционного воздуха особых приспособлений для нагревания иногда не делают.

Если при каждом ящике имеется такое приспособление для подогревания воздуха, то, в зависимости от стадии роста сидила, воздух может подогреваться до определенной температуры. При общем калорифере воздух поступает во все оросительные башни с одинаковой температурой. Часть воздуха в калорифере нагревается до 22° — 25° и затем охлаждается приблизительно до 14° холодной водой, так как при этом он легче насыщается влагой.

Оросительная башня в ящиках Саладина также является очень существенной частью. Она примыкает непосредственно к передней стенке ящика, чтобы увлажненный воздух кратчайшим путем попадал в ящик. Это лучше всего позволяет избежать перегрева или обезвоживания воздуха. Потребление воды зависит от возможности вторичного ее использования, от способа распыления дюз и т. д.

Вопрос продувания ящика Саладина исключительно сложен, как уже было указано выше. Причина этой сложности лежит как

в различии систем ящиков, так и в различии способов продувания. Само зерно во всех системах требует одинаковых условий аэрации; оно лежит небольшим равномерным слоем высотой в 60 см, и во всех точках имеет одинаковое сопротивление. В процессе прорастания толщина слоя солода возрастает до 80 см.

Таким образом, различия в аэрации могут заключаться в следующем:

- 1) в способе продувания (нагнетание или отсасывание или их комбинация),
- 2) в продолжительности, силе и регулировании продувания,
- 3) в направлении тока воздуха ($\uparrow$; $\downarrow$) и возможности изменять направление.

Первоначально для продувания ящиков Саладина применяли только отсасывание воздуха; его недостаток заключался в неравномерном отсасывании. Так как воздух ищет наиболее короткий путь для выхода, такая неравномерность неизбежна, причем в старых ящиках Саладина она еще больше возрастала благодаря неодинаковому поступлению воздуха.

Первым улучшением явилось периодическое изменение направления воздуха в целях выравнивания температуры отдельных слоев солода. Благодаря этому аэрирование несколько улучшилось. Ввиду невозможности рационального использования воздуха расход его сравнительно высок.

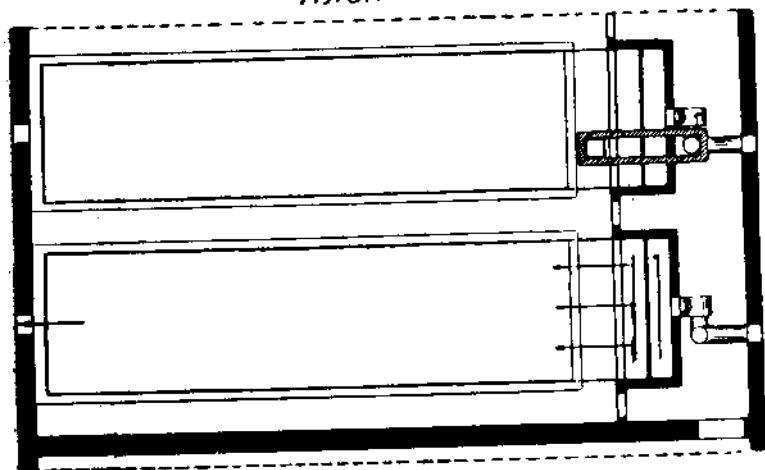
Следующим изменением режима аэрации, которое мы уже встречаем в старой системе Саладина, является комбинация приточно-вытяжной вентиляции для уменьшения неравномерности температуры в солоде; но и здесь, благодаря применению всасывающего вентилятора, имеют место указанные выше недостатки. Поэтому на некоторых заводах, наряду с комбинированным продуванием, предусмотрена еще возможность изменять направление воздуха, что достигается с помощью специальных клапанов.

При проектировании новых ящиков Саладина комбинированная приточно-вытяжная аэрация вначале была сохранена. Но подача воздуха производилась не сбоку, а спереди, непосредственно в пространство между ситом и дном ящика.

Последний этап в рационализации продувания воздуха, осуществленный лишь в современных ящиках Саладина, характеризуется тем, что ставится лишь один нагнетательный вентилятор без какого-либо отсасывания отходящего воздуха, будь то вентилятор или каминная тяга.

Нагнетательный вентилятор подает воздух через оросительную башню непосредственно под сита ящика; он дает постоянное равномерное давление под прорастающим зерном благодаря тому, что между вентилятором и ящиком не имеется никакого регулятора или запора (рис. 32). Регулирование количества воздуха происходит только при помощи шиберов на исходящем воздухе,

План



Продольный разрез

Канал рециркуляции
ного воздуха



Поперечный разрез

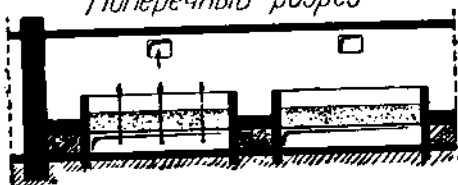


Рис. 32. Современный ящик Саладина.

который находится над солодом, — следовательно, после прохождения воздуха через зерно, а не путем уменьшения подачи воздуха, как это было раньше.

Благодаря этому над ячменем образуется воздушное давление, которое может регулироваться. От разности давлений воздуха над ячменем и под ячменем зависит количество воздуха, проходящего через зерно; количество поступающего воздуха можно регулировать давлением.

Вследствие равномерного давления под ячменем и равномерного противодействия над ячменем прохождение воздуха равномерно во всех точках. Этот новый способ продувания требует значительно, меньшего количества воздуха для регулирования температуры садла, чем все другие способы; количество воздуха снижается до $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ от ранее расходовавшегося воздуха. Благодаря этому уменьшается дыхание садла, ячмень охлаждается без чрезмерного продувания, и расход силы на вентиляцию, несмотря на высокое давление, значительно уменьшается по сравнению с прежними способами работы.

Само собой разумеется, определенное падение давления от сборника до пространства над ячменем все же наблюдается; в среднем оно достигает 2 — 3 мм. Обычно избыточное давление равно 10 — 25 мм.

Таким образом, имеются многочисленные комбинации способов продувания, встречающиеся на практике. По счастью, их количество все уменьшается по мере разрешения проблемы аэрации.

Возможны следующие виды продувания.

1) Продувание, ограниченное во времени (периодическое). Температуре в солоде дают подняться до определенного градуса, затем снова охлаждают до температуры поступающего воздуха, вследствие этого кривая температуры сильно колеблется.

2) Постоянное (непрерывное) продувание. Через прорастающее зерно длительно пропускается слабый ток воздуха. Температуру солода продолжительное время удерживают на определенной высоте. Поэтому температурная кривая имеет равномерный, медленный подъем.

3) Комбинированное продувание. Наряду с двумя главными способами аэрации, можно в процессе энергичного роста продувать непрерывно, а к концу проращивания — периодически, с применением томления в атмосфере углекислоты, или аэрированием лишь помещения солодовни.

Собственно, в отношении этого пункта наблюдаются различия в зависимости от способа аэрации воздуха, т. е. применяется ли отсасывание воздуха или воздух поступает под давлением.

Периодическое продувание требует сильных вентиляторов, так как приходится считаться с определенной часовой производительностью, именно — верхние слои нельзя подвергать сильному разрежению в течение любого времени.

Периодическое продувание имеет тот недостаток, что температурная кривая солода все время колеблется, и зеленый солод подсыхает.

Как уже упоминалось, направление тока воздуха может меняться при всех способах продувания, в зависимости от того, будут ли продувать сверху вниз или снизу вверх (↑↓). Принципиально здесь следует заметить следующее.

Более целесообразным является продувание снизу вверх ↑), так как верхние слои солода всегда теплее, чем нижние. Поэтому при продувании снизу вверх тепло верхних слоев удаляется из солода наиболее коротким путем, в то время как при обратном направлении воздуха сперва все зерно согревается, а затем лишь начинает охлаждаться. Кроме того, при продувании снизу вверх нет опасности уплотнения солода, и создается лучшая возможность увлажнения садила.

Поэтому в настоящее время аэрация сверху вниз применяется в единичных случаях. В современных ящиках отсутствует приспособление для такого рода продувания, и работа ведется только с продуванием в одном направлении (↑).

Раньше изменение направления воздуха происходило с помощью поворотных клапанов, от положения которых зависит изменение направления воздуха. Клапаны должны быть хорошо пригнаны и иметь достаточную ширину и высоту.

В современных ящиках Саладина сначала также устраивали такие клапаны для входящего воздуха. Часто устраиваются сопряженные клапаны на противоположных стенках ящика, причем когда один открывается, другой закрывается. Так как подобное сопряженное регулирование при различных способах работы оказалось неудобным, лучше, если каждый клапан будет работать независимо. Воздушные клапаны устроены в железной раме и могут вращаться вокруг оси. Рама замурована в переднюю стенку ящика. Расстояние верхнего отсасывающего клапана от ячменя влияет на отсасывающую силу вентилятора в отношении воздушного пути и воздушных токов в растущем зерне. Ввиду того, что отсасывающее действие было самым сильным при выходе воздуха, при более низком расположении воздушных клапанов задние ближайшие участки солода продувались сильнее. Это не вредило работе, так как при длинном ящике падение давления нагнетаемого воздуха под ситами довольно значительно; при этом более сильное отсасывающее действие является желательным, потому что оно выравнивает давление.

В современных ящиках никаких клапанов больше не делают, чтобы не создавать сопротивления поступающему воздуху.

Другим нововведением является использование рециркуляционного воздуха, что возможно только при работе с нагнетанием воздуха. Этот способ заключается в том, что продуваемый через солод воздух не выпускается наружу, а по рециркуляционному каналу снова подается к вентилятору, смешивается со свежим

воздухом и опять поступает в солод через оросительную башню. При этом воздух нагревается без всякой затраты, что при больших ящиках дает большую экономию. Предположение, что при этом могут уменьшиться потери на дыхание, так как вторично применяемый воздух содержит углекислоту, является ошибочным. Количество углекислоты, содержащейся в рециркуляционном воздухе, очень невелико по сравнению с количеством свежего воздуха; кроме того, углекислота поглощается водой в оросительной башне.

Преимущество повторного использования воздуха заключается только в экономии пара на его нагревание.

Последним вариантом продувания при работе с отсасывающим вентилятором является аэрация самого помещения. Закрытием обоих нижних воздушных клапанов, если таковые имеются, и открыванием верхнего воздушного клапана можно в случае надобности охладить или проветрить помещение. Это часто действительно является выгодным в зависимости от конструкции ящиков, изоляции стен, потолков и пр. (удаление застоявшегося воздуха, отсутствие запотевания потолка и стен). Особенно целесообразно такое проветривание при наличии маленького вытяжного вентилятора перед переменной направлением движения воздуха. Даже при самом сильном запотевании в большом помещении можно достигнуть обновления воздуха в течение нескольких минут. Вредного действия на самые верхние слои солода, т. е. подвяливания, не наблюдается, ввиду краткости такого продувания.

Проращивание ячменя в ящиках Саладина

Ячмень, поступающий для переработки в ящики Саладина, должен быть хорошо очищен и отсортирован. Плесневелые или вообще сомнительные ячмени здесь часто создают еще большие затруднения, чем на току.

При соложении в ящиках желательно применение современных мочильных чанов с приспособлениями для промывки, продувания и перекачки; иначе при ращении в толстых слоях легко наступает образование плесени, особенно летом. Существенное значение имеет также равномерная достаточная степень замачивания ячменя.

В общем, как правило¹, для больших ящиков Саладина применяется подача ячменя из мочильного чана вместе с водой.

Обычно содержимое мочильного чана передается в ящик с помощью центробежного насоса, над которым находится съемный трубопровод, который может быть укорочен по желанию. Этим облегчается выравнивание ячменя в ящике.

¹ Baumgartner, Jahrbuch des Verbandes ehemaliger Weihenstephaner, 1925, S. 28.

Обсыхание зерна происходит¹ с помощью слабого тока сухого воздуха, который продолжительное время просасывается через ячмень. Если это обсушивание идет очень энергично, — когда пропускают большие количества сухого воздуха для ускорения начала прорастания, — то ячмень под влиянием сильного испарения может переохладиться, что задержит прорастание.

Благодаря этому жизненные процессы и процесс дыхания сперва замедляются, а затем усилятся, чем будет сильно затруднено соложение.

Поэтому периодическое продувание нецелесообразно, хотя оно все еще применяется на различных заводах. Если сильно продувать зерно в течение $\frac{1}{2}$ часа через каждые 6 час., то оно большей частью высыхает только спустя 36 часов. При постоянном продувании обсыхание, в зависимости от температуры поступающего воздуха, может наступить через 20 час. (поступающий воздух $14 - 15^{\circ}$). При непрерывном продувании глазки появляются через 40 — 48 час., т. е. на вторые сутки.

Время обсыхания зависит (рис. 33):

1) от количества сухого воздуха, которое просасывается через садило;

2) от скорости и силы тока воздуха;

3) от температуры поступающего воздуха и его влажности;

4) от высоты слоя зерна.

Для высоты слоя ячменя в ящиках Саладина имеют значение, во-первых, возможность равномерного продувания и, во-вторых, возможность холодного ращения, т. е. любого регулирования темпа роста.

Поэтому зимой слой зерна может быть выше, чем в теплое время года, если не имеется искусственного охлаждения воздуха (не считая такового в оросительной башне). При непрерывном продувании слой можно класть выше, чем при периодическом.

Нормальная высота слоя 60 — 70 см; старый солод достигает высоты 75 — 80 см (рис. 34).

Если зерно загружено в ящики слишком высоко, движение воздуха затрудняется благодаря увеличению сопротивления. Вследствие неравномерности продувания возникают, несомненно, различия в разотревании садила и вследствие этого получается неравномерный рост. Кроме того, высокий слой зерна требует более продолжительного обсыхания, а затем дает очень бурный рост; вследствие этого в стадии наклеивающегося садила и развливания становится очень трудно вести холодное ращение.

Если слой зерна слишком низок, что встречается очень редко, тогда также наблюдаются известные ненормальности. Сопротивление зерна уменьшается, поэтому отсутствует надлежащее давление в системе, и при длинных ящиках не происходит равномерного распределения воздуха под ситами. Благодаря нерав-

¹ Schneider, Z. 1918, S. 100.

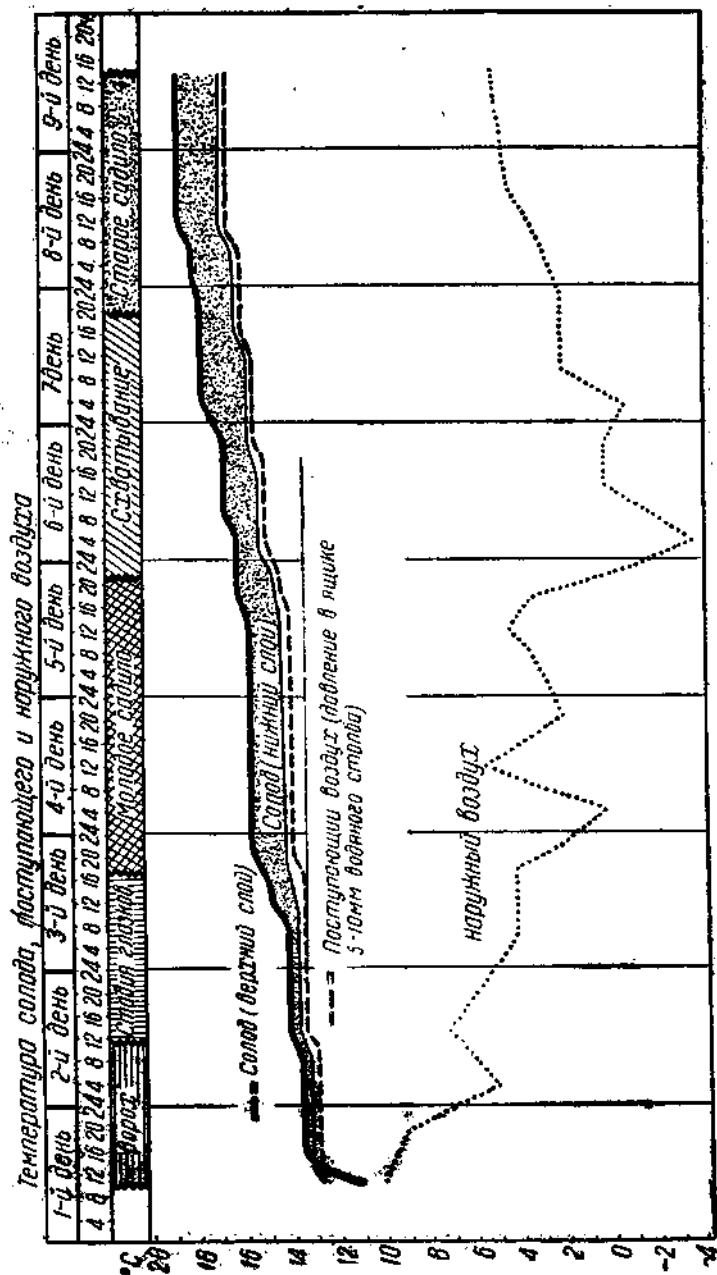


Рис. 33. Режим рашения.

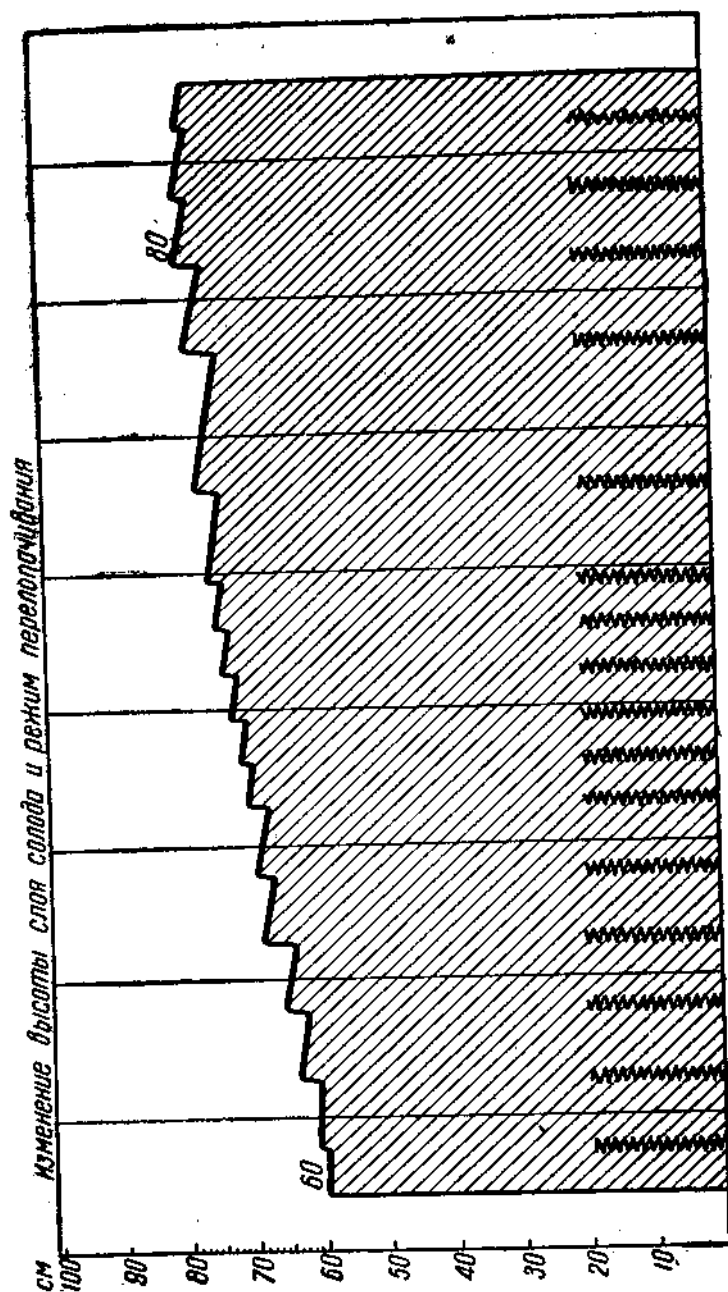


Рис. 34. Изменение высоты слоя солода и режим переполнения.

номерной проходимости воздуха сквозь ячмень получают те же недостатки, что и при слишком высоком слое; кроме того, повышается опасность высыхания более сильно продуваемых участков. При длинных ящиках зерно в месте вхождения воздуха выгодно класть на 8—10 см выше, чем в месте выхода. Подсушенный ячмень сильнее увеличивается в объеме во время соложения, что должно быть принято во внимание при определении количества замачиваемого ячменя.

Ворошение мокрого зерна на отдельных заводах производится различно. Если надо укоротить стадию вороха, целесообразно ворошить при постоянном продувании через каждые 8 часов.

Если хотят дать домачивание, оставляя лежать зерно в покое, т. е. повысить степень замачивания, увеличивают паузы между ворошением (около 12 час.).

В стадии вороха зерно иногда не перелопачивают и не продувают; это нецелесообразно, так как степень замачивания отдельных слоев становится различной. В этом случае верхние слои, соприкасающиеся с воздухом помещения, подсыхают скорее, и для того, чтобы солод обсох равномерно, требуется большое количество времени. Если зерно обсушивать таким способом, то процесс прорастания начинается слишком бурно.

Режим ращения (рис. 33) можно вести с периодическим продуванием и с непрерывным продуванием.

Режим работы при периодическом продувании

Во всех старых ящиках Саладина применялось только периодическое продувание. Температуре в садиле давали подняться до определенного предела, затем садилу снова охлаждали до определенной температуры так же, как и при токовом соложении.

Такое периодическое продувание встречается еще и при работе на новых ящиках, хотя оно здесь, без сомнения, нецелесообразно.

Обычно применялась следующая схема работы. Температура увлажненного воздуха поддерживалась около 11—12°. Продувание велось только в том случае, если температура зерна достигала 17°, и его снова охлаждали до 12°. Направление воздуха всегда давалось снизу вверх, исключая период перелопачивания. Если во время перелопачивания вообще применялось продувание, то направление воздуха по возможности менялось на обратное; это делалось для того, чтобы засосать до некоторой степени влагу поступающего воздуха вместе с воздушной струей. При трудно-растворимых ячменях температуру садилы держали несколько выше. Длительность проращивания достигала 8 дней. За последние 48 час. зеленому солоду давали два раза схватываться.

По этой схеме еще до сих пор работают на различных заводах.

При периодическом продувании опасность высыхания зерна всегда очень велика и редко удавалось доводить солодоращение

до конца без добавочного увлажнения (опрыскивания). Если это и не является вредным в отношении потерь и качества солода, то все же не может считаться правилом. Если не дать во время увлажнения, корешки отмирают, и растворение прекращается.

Режим работы при непрерывном продувании

Во время ращения при непрерывном продувании имеют значение следующие моменты:

1) не следует подавать больше воздуха, чем это необходимо для охлаждения садила;

2) продувание увлажненным воздухом должно начинаться только с того момента, когда температура обсушенного зерна достигает 16° ; во время перелопачивания продувание производить не следует;

3) температура поступающего воздуха должна быть только на $2-3^{\circ}$ ниже температуры зерна;

4) если температура помещения слишком высока, то помещение быстро проветривают, что особенно важно в теплые месяцы.

Для сохранения температуры садила нельзя установить никаких шаблонов. Обычно при нормальнорастворимых ячменях в течение первых 5—6 дней ращения стремятся держать температуру в $14-16^{\circ}$, в то время как в последние дни ращения, включая стадию схватывания, допускают подъем температуры до $16-18^{\circ}$. При труднорастворимых ячменях, начиная с шестого дня, допускают еще более высокую температуру, доводя ее иногда до 22° .

Благодаря разнице температуры верхних и нижних слоев образуется температурный перепад, который не должен превышать 2° (стр. 258). Этот температурный перепад должен быть более или менее постоянным.

Особенно важно, чтобы, начиная со стадии наклеивающегося садила до молодого садила, прорастающее зерно обрабатывалось правильно, не слишком разогревалось, и не пропускался момент опрыскивания.

Опрыскивание садила должно производиться до перелопачивания, если возможно, при одновременной перемене направления продувания воздуха, так как при этом влага всегда лучше проникает в солод. Другие способы опрыскивания редко достигают цели. Кроме того, легко может появиться опасность образования «гусаров» на поверхности солода.

Опрыскивание разогретшегося солода обычно только способствует дальнейшему повышению температуры и поэтому, в зависимости от стадии роста, его лучше совсем избегать.

В зерне, согретшемся в стадии молодого садила, повышается также потеря на $1-2\%$.

Перелопачивание солода происходит обычно, как и при периодическом продувании, два раза в день. В последние 2 дня точно так же солод через каждые 24 часа остается в покое для

схватывания. Часто бывает необходимо перелопачивать три раза между стадией наклеивающегося и молодого садила, особенно при толстом слое и греющихся ячменях.

Подъемку солода на овин из ящиков Саладина всего целесообразнее производить при помощи пневматики. Всякая другая передача более хлопотлива, требует большего расхода рабочей силы и обходится дороже. Чистка ящиков Саладина сводится к правильному мытью съемных сит, внутренних стен ящиков, воршилки и, наконец, оросительных башен.

Условия ращения в ящиках Саладина

При ращении ячменя в ящиках Саладина имеются следующие соотношения.

Зерно в начале проращивания лежит ровным, одинаковым слоем в 60—75 см. По сравнению с другими системами пневматического соложения здесь является преимуществом меньшая высота и равномерность роста.

Вследствие круглой формы барабанов зерно лежит в них неравномерно: в ящиках Кропфа слой ровный, но он почти вдвое выше и достигает 1,00—1,20 м. Зерно в ящиках Саладина, ограниченное с боков стенками, не может занять большую площадь; наступающее увеличение объема за счет развития зародышевых листков и корешков ведет к увеличению высоты слоя. Таким образом, во время проращивания слой зерна становится выше приблизительно на 20 см.

На поверхности солод свободно соприкасается с наружным воздухом. Поэтому самый верхний слой зерна в ящиках Саладина находится в тех же условиях ращения, что и на току.

Напротив, для средних и нижних слоев, которые не могут соприкасаться с воздухом, ящики Саладина по условиям ращения имеют сходство с ящиками Кропфа (стр. 283). Эти условия ращения окончательно определяются способом продувания.

Таким образом, три основных фактора ращения будут различными в связи с разными способами продувания в старых и новых ящиках Саладина. Вследствие этого условия проращивания в ящиках Саладина различной конструкции значительно более сложны и разнообразны по сравнению со всеми другими пневматическими системами соложения.

В отношении указанных трех факторов принципиально можно сказать следующее.

Температурный режим ращения такой же, как на токах. Здесь также наклеивающееся и молодое садиле ведется холоднее; лишь в последние дни ращения допускается некоторое повышение температуры поступающего воздуха и воздуха в зерне.

Но при этом никогда не удается избежать более высокой температуры в верхних слоях ящиков. При обычной высоте зерна в 65—70 см эта разница достигает 2—3°. При неправильном

продувании и неправильной конструкции солодовни разница получается еще выше. Кроме того, эта температурная разница зависит от способа продувания. При периодическом продувании она становится больше, чем при непрерывном.

При работе с верхним продуванием воздуха достигается значительное выравнивание температуры в отдельных слоях садла.

Что касается влажности садла, то замачивание происходит совершенно так же, как на току. Зерно поступает в ящик с той же самой степенью замачивания, т. е. в 45%.

Что касается влаги и химических превращений в различных слоях садла, то они более или менее одинаковы, что видно из приводимых ниже данных.

На соотношение влажности особенно влияет продолжительность продувания.

	Содержание воды (в %)	Общая кислот- ность (см ³ N/2)	Общий фор- мольный N (мг N)
Верх	45,83	14,2	295
Середина	45,51	13,5	313
Низ	45,31	13,4	317

Развитие зародышевого листа

	0	<1/2	1/2	2/3	3/4	1	>1	Сумма
Верх	2,4	14,1	21,5	23,4	15,1	11,7	11,8	100%
Середина	3,1	7,7	18,5	32,8	20,2	10,8	6,9	100%
Низ	5,2	15,6	13,0	37,7	20,1	5,2	3,2	100%

При периодическом продувании соотношение влажности частью аналогично токовому соложению, а частью приближается к условиям в ящиках Кропфа. Таким образом, эти соотношения довольно сложны.

Во время пауз между продуванием водяные пары, образующиеся в процессе дыхания в верхних слоях солода, конденсируются на поверхности; на 5—10 см в глубину возможно образование пота, благодаря чему происходит естественное пополнение влаги так же, как и при ращении на токах.

При высоте слоя в 60—70 см поглощение пота возможно приблизительно в шестой части садла в противоположность току, где при толщине садла в 20 см (включая образование пота на полу) почти одна третья часть всего ячменя имеет возможность поглощать эту влагу.

Благодаря высокому слою садил в ящике Саладина образование пота, конечно, сильнее; однако, только незначительная часть последнего может впитываться корешками прорастающего ячменя. Большая часть пота поглощается продуваемым воздухом, необходимым для охлаждения. На токах, несмотря на перелопачивание, большей частью пот удерживается и, таким образом, может равномерно впитываться зерном.

Часто содержание влаги в зерне медленно падает, за день приблизительно на $\frac{1}{2}\%$, и при выгрузке садил оно доходит до 43 — 42%. Даже при сильных повторных опрыскиваниях не удается восстановить потерю влажности.

Несмотря на образование пота и обусловленное этим естественное замещение влаги, в ящиках Саладина при периодическом продувании имеется опасность высыхания, которая здесь даже больше, чем при непрерывном продувании. Это зависит, прежде всего, от того, что сравнительно высокая температура садил должна быть снижена в короткий срок. Для этого приходится пользоваться большими количествами воздуха и энергичным продуванием. Поэтому при периодическом продувании требуются значительно большие количества воздуха, чем при непрерывном. Достигнуть достаточного увлажнения такого количества воздуха, который, кроме того, обладает большой скоростью, очень трудно, а при работе с примитивными однокамерными оросительными башнями — и вовсе невозможно.

Но и при постоянном продувании имеется опасность высыхания, несмотря на значительно меньшие количества воздуха и более слабый ток его, так как и здесь возмещение потери влаги за счет пота невозможно. Воздух при прохождении через садилу нагревается, причем влажность его изменяется. В длинных ящиках с длинными воздушными каналами очень трудно сохранить достаточное насыщение воздуха влагой, потому что при продувании сверху сильно увлажненным воздухом ближайшие части садилы по отношению к поступающему воздуху в длинных ящиках оказались бы пересушенными и перерастворенными.

Только при применении аэрации под давлением удалось уменьшить количество воздуха для охлаждения и тем самым понизить опасность высыхания.

В ящиках Саладина мы встречаем самые сложные соотношения в составе воздуха садил, т. е. отношение кислорода к углекислоте. Эти соотношения зависят, во-первых, от способа продувания (периодическое или непрерывное продувание) и, во-вторых, от возраста садилы.

При периодическом продувании, как это обычно имеет место в старых ящиках, и при работе с отсасыванием воздуха состав его зависит от возраста садилы, продолжительности продувания и количества пауз.

Самый верхний слой ячменя находится в тех же условиях, что на токах. Здесь имеет место естественное выравнивание вслед-

ствие диффузии. Напротив, средние и нижние слои содержат больше углекислоты и меньше кислорода. Разница между слоями тем больше, чем продолжительнее паузы и чем интенсивнее рост. Так, например, при двух- и четырехчасовых паузах в разные дни роста наблюдаются следующие различия в отношении содержания углекислоты¹.

Возраст (в днях)	Продолжительность периода покоя (в часах)	Содержание CO ₂ (в %)		Разница (в %)
		Нижние слои	Верхние слои	
2	2	6,0	5,4	0,6
3	2	7,0	6,0	1,0
5	2	7,5	6,0	1,5
7	2	8,7	6,0	2,7
2	4	9,6	7,0	2,6
6	4	15,6	10,4	5,2

Таким образом, сидло в ящиках, благодаря большей высоте слоя, имеет и большее содержание углекислоты, чем на току. В нижних слоях содержание углекислоты повышается с возрастом сидла и увеличением продолжительности паузы между продуваниями до 15 — 20%, т. е. в шесть или семь раз больше, чем на токах. Такое накопление углекислоты имеет известный положительный результат как для роста, так и для внутренних изменений веществ (стр. 283).

На практике это приводит к тому, что схватывание в ящиках Саладина может происходить только на поверхности. Приблизительно на 15 см ниже поверхности срастание корешков прекращается. Верхняя сросшаяся масса в этом случае образует крышку над нижними слоями, создавая условия, аналогичные условиям ращения в ящиках Кропфа.

Таким образом, в ящиках Саладина при периодическом продувании в отдельных слоях сидла наблюдаются особенности в отношении содержания углекислоты в воздухе и внешнем развитии зеленого солода, которые обусловлены оседанием углекислоты на дно во время пауз. Опасение, что это может создать неоднородные условия роста, — неосновательно. Перелопачивание солода позволяет выравнивать слои, так как при этом нижние слои попадают наверх, а верхние — вниз; таким образом условия проращивания так же выравниваются.

При постоянном продувании состав воздуха, т. е. отношение кислорода к углекислоте, будет совершенно другим. Непрерывное продувание препятствует накоплению в солоде продуктов обмена, и образующаяся во время дыхания углекислота непрерывно уда-

¹ Bleisch, Z. 1904, S. 17.

ляется; поэтому даже во время наиболее интенсивного роста в садиле имеются только следы углекислоты, не превышающие 1%. Прорастающий ячмень, таким образом, находится все время почти в чистом воздухе.

Относительно условий ращения при применении принципа томления в атмосфере углекислоты в ящиках Саладина наблюдаются существенные различия по сравнению с ящиками Кропфа, так как соотношения между высотой садила, его поверхностью, нижним каналом под ситами и его высотой здесь другие. Создается опасность, что благодаря сильной утечке углекислоты через сита будет слишком незначительное накопление углекислоты в самом солоде.

Так как воздух под ситами холоднее и, следовательно, плотнее, чем воздух садила, он противодействует выравниванию состава воздуха. Это благоприятствует накоплению углекислоты в самом зерне. Утечка углекислоты под сита подтверждается тем, что содержание ее в слое, лежащем непосредственно над ситами, меньше, чем в средних слоях садила.

Следующее различие заключается в том, что зерно находится в соприкосновении с воздухом помещения. Отчасти благодаря этому, отчасти благодаря утечке углекислоты вниз в отдельных слоях содержание углекислоты всегда различно. Таким образом, на поверхности садила эти соотношения будут более близкими к таким же соотношениям на токах.

Содержание углекислоты в ящиках Саладина колеблется в зависимости от способа продувания, длительности пауз между продуванием, расположения клапанов (верхние или нижние клапаны), стадии роста, различных слоев и мест в ящике, а также от влияния перелопачивания на накопление углекислоты.

Таким образом, накопление углекислоты зависит от многих факторов: от конструкции, емкости и размеров ящиков. Поэтому получаемые данные содержания углекислоты не могут иметь общего значения и являются характерными лишь для каждого отдельного случая.

Более благоприятные условия, чем томление в самих ящиках Саладина, могут быть созданы при комбинировании ящиков Саладина с ящиками Кропфа. Такая комбинация может быть рекомендована во многих случаях, где это позволяет место. При этом в ящиках Саладина проводится только проращивание, т. е. накопление ферментов. Когда образовалось достаточное количество ферментов, что определяют по растворению, садиле передают в ящик Кропфа и подвергают ферментации в атмосфере углекислоты.

Наиболее удобная комбинация обеих систем ящиков состоит в том, что ящики Саладина помещаются над ящиками Кропфа, что позволяет зеленый солод без особого труда передавать в ящик Кропфа. Ящики не должны быть непосредственно связаны друг с другом; кроме того, необходимо обеспечить достаточную подвижность сит в ящиках Саладина.

Такое комбинирование практично еще и потому, что соотношение размеров ящиков системы Саладина и системы Кропфа могут быть легко координированы. В ящике Кропфа зерно тежит приблизительно в два раза более высоким слоем, чем в ящике Саладина, и поэтому имеет вдвое меньшую поверхность.

Большой выгодностью такого комбинирования, наряду с сокращением рабочей силы и другими экономическими преимуществами, является то, что опасность высыхания зеленого солода уменьшается, и продолжительность как проращивания, так и ферментации может изменяться по желанию. В зависимости от качества ячменя ящик Кропфа всегда можно выключить. Рекомендуется перед сбрасыванием солода из ящика Саладина в ящик Кропфа продуть его сухим воздухом.

Сушка зеленого солода, пророщенного в ящиках Саладина, обычно не вызывает никаких затруднений.

Процесс сушки солода, пророщенного в ящике Саладина или Саладина-Кропфа, может протекать ненормально только в том случае, если повреждены ростки, что затрудняет и делает неравномерным удаление влаги. В этом случае неизбежна установка вентилятора на сушке.

Производительность ящиков Саладина в среднем составляет 300 кг ячменя на 1 м² площади.

Преимущества системы Саладина те же, что и при барабанной системе: экономия места и рабочей силы, широкая механизация, независимость от влияния климатических условий, значительное повышение производительности солодовни, которая может работать круглый год. Большим преимуществом является возможность строить ящики очень значительной емкости (до 50 000 кг), так как благодаря этому уменьшается затрата на установку вентиляторов, оросительных башен и т. п. Новые установки требуют незначительного применения ручного труда. Некоторый расход рабочей силы вызывается разгрузкой ящика, само же обслуживание ящиков обходится почти без использования рабочей силы.

Что касается качества солода, полученного в ящиках Саладина, то при хорошей конструкции ящиков оно ни по внешнему виду, ни по химическому составу не отличается от токового солода. Часто к недостаткам ящичного соложения относили обрывание ростков, что, однако, имеет место только при определенных недостатках в конструкции ящиков.

Выхода солода в ящиках Саладина несколько выше, чем на токах; потеря приблизительно меньше на 1%.

Ящики Саладина имеют сравнительно широкое распространение, так как условия проращивания близки к условиям токового соложения и позволяют индивидуальную обработку любого зерна.

Общие нормы расхода воды и силы дать не представляется возможным; это зависит от температуры воды для охлаждения,

оросительной установки, погоды и, кроме того, от различий в конструкции.

Контроль ящиков Саладина должен стремиться к выяснению наличия необходимой влажности, отсутствия чрезмерного разогревания и равномерности температуры в различных слоях. Кроме того, ведутся наблюдения над влажностью и температурой воздуха в помещении.

Ящичное соложение по Кропфу

(Ферментация¹ в атмосфере углекислоты)

В тесной связи с описанными двумя системами пневматического соложения находится способ соложения в условиях ограниченного доступа воздуха.

Метод заключается в том, что сначала ячмень проращивают обычным способом на току или на любой пневматической системе до тех пор, пока не наступит заметное растворение, после чего ячмень переносят в герметически закрывающиеся ящики. Время от времени через герметически закрытый прорастающий ячмень, который больше не перелопачивается, пропускается свежий воздух для удаления образовавшейся углекислоты.

Следовательно, процесс проращивания в этой системе распадается на две резко разграниченные стадии.

В первой стадии соложение происходит в условиях неограниченного притока воздуха, как обычно; во второй стадии приток воздуха ограничивается, и ячмень оставляется на определенное время в атмосфере углекислоты, накапливающейся в результате дыхания.

Таким образом, способ соложения в условиях ограниченного доступа воздуха является комбинированной системой соложения, т. е. выдерживание в атмосфере углекислоты наступает только с определенного момента; обычно после четвертого или пятого дня проращивания.

Идея, положенная в основу такого способа соложения, состоит в следующем.

Изменения веществ в ячмене, происходящие в процессе проращивания и выражающиеся главным образом в так называемом растворении, вызываются работой ферментов. Так как главная масса ферментов образуется в начале проращивания ячменя², то только эта фаза требует нормального количества кислорода воздуха.

Но как только образуется достаточное количество ферментов, дальнейшая их работа может идти одинаково хорошо и при огра-

¹ Немецкий термин „Kohlensäuregärung“, не имеющий аналогичного выражения на русском языке, мы переводим словом „ферментация“, точно выражающим сущность процессов, происходящих в ящике Кропфа в продолжение его герметизации. (Прим. ред.).

² Главное количество ферментов образуется до пятого дня. (Прим. ред.).

ниженным количестве кислорода. Когда обнаруживаются явные признаки растворения, что служит указанием на накопление достаточного количества ферментов в прорастающем зерне, приток кислорода нужен лишь для поддержания жизни зерна.

Присутствие углекислоты в первой стадии прорастания (например, во время замачивания) бывает вредным, так как может препятствовать нормальному развитию зерна; в последующие стадии это, наоборот, допустимо и технически вполне осуществимо.

Особенно характерным для такого соложения в условиях ограниченного доступа воздуха является разграничение процесса роста и процесса растворения. Кроме того, при практическом осуществлении такое разграничение приводит к некоторому облегчению работы, уменьшению потерь и повышению производительности на единицу площади.

Техническому оформлению этой идеи мы обязаны, в первую очередь, Герману Кропфу; он первый предложил такого рода систему соложения и практически ее осуществил. Этот способ получил название системы соложения Кропфа.

Ящики Кропфа и их устройство

Технически новым в способе соложения в условиях ограниченного доступа воздуха является периодическое полное прекращение притока воздуха к прорастающему ячменю. Эта герметизация обычно осуществляется в специальных камерах, называемых ящиками Кропфа.

Каждый ящик Кропфа, подобно всем пневматическим системам, состоит из двух основных частей: 1) самого аппарата для ращения, т. е. герметической камеры и 2) установки для аэрации.

Ящик Кропфа устроен так, как показано на рис. 35. Он имеет квадратную или прямоугольную форму, обеспечивающую равномерность аэрации; при этом он не должен быть слишком длинным или узким. Внутри ящика на определенной высоте от дна имеется сито, на которое кладется солод. Пространство между ситом и дном ящика, служащее сборником для выделяющейся углекислоты, имеет отверстие для притока или вентиль для подачи свежего воздуха. В пространстве над ситом ворошилки нет. С передней стороны каждого ящика имеются дверцы с резиновой прокладкой. Между дверцами и солодом устроена вынимающаяся перегородка, которая оставляет небольшое промежуточное пространство. На потолке или на боковых стенках имеются отверстия к каналам для продувания, закрывающиеся при помощи вентилей. Мы видим, что устройство ящика Кропфа действительно отличается большой простотой.

Несмотря на эту простоту, правильное устройство ящика Кропфа имеет чрезвычайно большое значение, так как от этого зависит возможность выдерживания солода в атмосфере углекислоты. Причиной неудач, имевших место при применении данного

метода на практике, как это было впоследствии установлено, была именно неправильная конструкция ящиков.

Самым большим минусом для распространения ящиков явилось отсутствие указаний на правильные размеры и выбор материала. Благодаря тому, что ящики часто устраивались при токовых солодовнях, причем в отношении площади и высоты прихо-

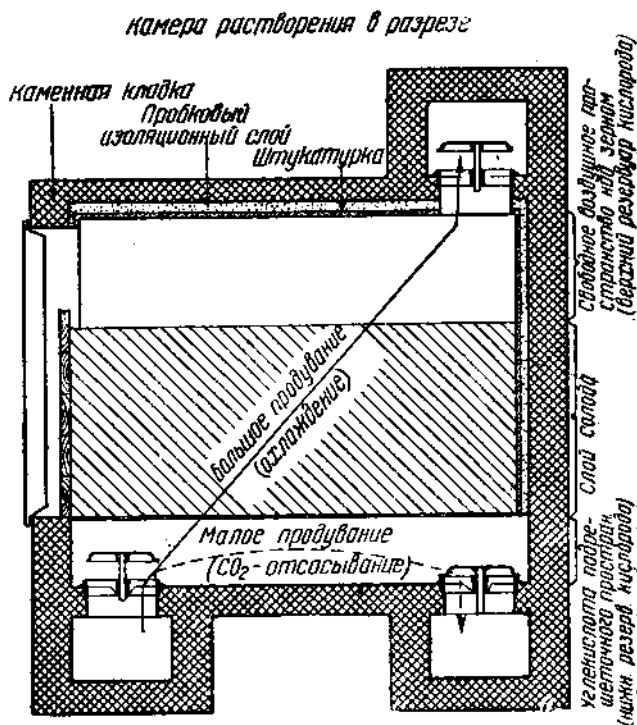


Рис. 35.

дилось применяться к местным условиям, — в некоторых случаях ящики имели размеры, неподходящие для соложения по этому методу.

Обычно стены ящиков делаются из обыкновенного кирпича. Прежде их оштукатуривали цементом и покрывали внутри парафином.

Более правильным и целесообразным оказалось применение хорошей изоляции (кирпич из пробковой массы) для стен, которые затем покрываются обыкновенной штукатуркой. Парафинирование стен, имевшее целью воспрепятствовать утечке углекислоты, нецелесообразно и излишне.

Крышки ящиков, которые лучше делать из бетона, так же должны быть хорошо изолированы во избежание отпотевания и образования капель, так как нагретый и насыщенный влагой воздух поднимается в ящике кверху, и при недостаточной изоляции влага конденсируется на потолке. Крышки должны изолироваться с внутренней стороны ящиков, а не снаружи, причем лучше всего для этой цели применять пробковую массу (5 см). На эту изоляцию снова наносится обычная штукатурка. Такой способ изоляции оправдал себя на практике; штукатурка имеет определенную пористость и может поглощать влагу, причем уменьшается опасность конденсации влаги и попадания капель в ящик.

Во всяком случае следует избегать возможности охлаждения как боковых стенок, так и потолка. Иначе на них неизбежна конденсация влаги, образующейся в садиле во время дыхания. Поэтому же соображениям вентиляции следует достаточно хорошо изолировать, поскольку они вообще находятся внутри ящика.

Стены и потолок также должны быть совершенно плотными, чтобы избежать утечки углекислоты или притока кислорода при закрытых вентилях, а также потому, что иначе при продувании одного ящика вместе с ним продуваются и другие.

Особенно важное значение имеют размеры ящиков; это тесно связано со свойствами образующейся во время дыхания углекислоты.

Как будет указано дальше, углекислота, вследствие своей тяжести, стремится опуститься вниз. Такое оседание углекислоты на дно в толстом слое неподвижной массы зеленого солода может происходить лишь очень медленно; оно имеет ту отрицательную сторону, что состав горизонтальных воздушных слоев ящика постепенно становится неодинаковым: верхние слои воздуха содержат в единице объема меньше углекислоты и больше кислорода, чем нижние. Благодаря этому создаются различные условия дыхания для слоев ячменя.

Поэтому необходимо стремиться по возможности уменьшить эту неоднородность воздуха в ящике, что осуществимо лишь при соблюдении определенных размеров, т. е. при определенных соотношениях между высотой и площадью ящиков.

Во избежание неравномерного состава воздуха в верхних и нижних слоях, ящик (а следовательно, и слой прорастающего ячменя) не должен быть слишком высоким, а площадь решетки слишком малой.

Обычно ящики загружаются таким образом, что на 1 м² помещается солод, полученный из 500 кг ячменя. Это соответствует приблизительно высоте слоя в 1 — 1,2 м. Более высокий слой не кладут из-за трудностей аэрации. Отсюда легко вычислить производительность одного ящика. Например, ящик в 25 м² будет иметь производительность 125 ц ячменя.

Практически применяются следующие размеры:

Общая высота	200—220 см
Высота сборника под ситами	40 "
Высота ящика	160—180 "

Кроме того, имеет большое значение соотношение между объемом, занятым ячменем, и объемом воздуха.

Чтобы понять это, нужно представить себе, с одной стороны, расположение ячменя в ящиках, а с другой — свойства углекислоты.

Как известно, лежащий в ящике ячмень не примыкает непосредственно ни к верхней, ни к нижней стенкам, так как он не заполняет всего ящика до потолка и лежит на ситах, отстоящих на некотором расстоянии от дна.

Вследствие этого как над ячменем, так и под ним находятся свободные воздушные пространства (см. рис. 35).

Объем этих пространств очень важен, так как они представляют собой верхний и нижний запасные резервуары кислорода для дыхания ячменя. В закрытом ящике зерно, после того как оно использует кислород, имеющийся в самом сидиле, может его черпать в дальнейшем только из этих резервуаров. Отсюда ясно, что для течения жизненных процессов размер этих резервуаров не безразличен.

Спрашивается, может ли и будет ли происходить поглощение кислорода из этих резервуаров спокойно лежащим зерном? Путем простой диффузии это было бы неосуществимо, так как диффузия происходила бы слишком медленно, и сидило должно было бы скоро задохнуться в атмосфере собственной углекислоты. Это затруднение устраняется благодаря свойству углекислоты вследствие собственного веса опускаться вниз; поэтому пространство под ситами, являющееся нижним резервуаром кислорода, приобретает особое значение. Благодаря тому, что углекислота опускается через отверстие сита в нижнее пространство, в таком герметическом закрытом ящике создается движение газов соответственно интенсивности дыхания прорастающего ячменя. Кислород воздуха, находящийся в нижнем резервуаре, постепенно вытесняется опускающейся углекислотой и, поднимаясь кверху, проходит сквозь слой зерна. Таким способом кислород все время понемногу подается небольшими порциями из нижнего резервуара в ячмень, благодаря чему дыхание становится возможным, правда, в ограниченной форме. Таким образом, с усилением выделения углекислоты повышается и подача кислорода воздуха к зерну.

Отсюда ясно, что как высота пространства между ситом и дном, так и соотношение между высотой всего ящика и рабочим пространством не должны переходить определенных границ. Если сборник слишком высок, то движение газов становится слишком незначительным; если же он чрезмерно низок, то количество

кислорода будет недостаточным. Обычно сборник имеет 40 см высоты.

Верхний запас кислорода имеет меньшее значение по сравнению с нижним, так как садило не может использовать кислород, находящийся в верхней свободной части ящика, и некоторое перемешивание выделяющейся углекислоты с воздухом здесь может происходить только за счет диффузии.

При очень полной загрузке ящика (до 20 см от потолка) лучше всего используется помещение ящика, и образование углекислоты становится несколько интенсивнее.

При очень слабой загрузке, несмотря на большое верхнее воздушное пространство, образуется меньше углекислоты, и поглощение кислорода в садиле чрезмерно ослабляется. Потери при соложении несколько увеличиваются и, кроме того, ухудшается использование ящиков.

Из всего сказанного нам ясно, какое важное значение имеет конструкция ящика для осуществления метода Кропфа.

Расположение ящиков также должно варьироваться. Помещения, которые в большой степени зависят от внешней температуры, менее пригодны, чем те, которые от нее не зависят. Кроме того, следует избегать установки ящиков непосредственно у наружной стены солодовни. Особенно это опасно при наличии холодных и сырых стен. Если подобное расположение по местным условиям все же неизбежно, то целесообразно такие стены хорошо изолировать. Располагать ящики следует таким образом, чтобы они были легко доступны для обслуживания.

Далеко не безразлично, стоят ли ящики непосредственно на полу или же они приподняты (стр. 296).

Число ящиков должно быть равно половине дней ращения; следовательно, лучше всего, когда их пять штук. Тогда каждый день один ящик будет свободным, что позволит правильно высушить и вычистить каждый ящик после работы. Установка лишнего ящика вполне окупается облегчением работы.

Устройство ящиков Кропфа на токах, вообще говоря, возможно при условии, что это не вызовет отступления от нормальных размеров ящиков.

Емкость ящиков не должна переходить определенных границ; строить ящики больше, чем на 1000—1250 кг ячменя не рекомендуется, так как иначе трудно достигнуть равномерного продувания. При больших ящиках в нижней части сборника целесообразно устраивать несколько каналов для поступающего воздуха, чтобы обеспечить равномерное продувание ячменя. Во всех случаях при больших ящиках следует избегать больших неправильностей в поперечном сечении (углы и пр.).

Условия продувания в ящиках Кропфа в общем не отличаются от тех, которые были изложены нами выше. От этих условий зависит не только способ продувания, но также, прежде всего, отращивание периода покоя садила к периодам продувания.

Для подогрева и увлажнения воздуха пользуются такими же установками, как и при пневматическом сололожении. Для получения удовлетворительных результатов воздух должен иметь определенную температуру и влажность.

Производительность приспособления для подогрева воздуха должна быть рассчитана так, чтобы воздух даже при максимальной низкой температуре, возможной в данной местности, мог быть нагрет до нужной температуры; кроме того, должна быть обеспечена возможность регулировки его подачи. Недостаточно нагретый воздух никогда не может обеспечить хорошего увлажнения, и поэтому сажало при продувании слишком холодным воздухом неизбежно будет подсыхать.

Установка для увлажнения должна обладать особенностями, которые уже были описаны на стр. 207. Слишком низкие установки для увлажнения часто являются причиной того, что сажало растёт нежелательным образом. Увлажнение воздуха зависит от степени распыления воды. Здесь имеет значение давление воды, конструкция дюз и их состояние. Чем выше давление, чем лучше конструкция дюз и их состояние, тем интенсивнее происходит распыление воды.

Одно время увлажнение воздуха считалось ошибочным и находили, что пересыщение воздуха водой не является необходимым при сололожении в условиях ограниченного доступа воздуха, так как барабанное сололожение отличается от сололожения в ящиках Кропфа: большого испарения, которое вызывается в барабане постоянным продуванием, в ящике Кропфа не происходит. Полагали, что из-за отсутствия испарения в ящиках Кропфа скорее можно опасаться переувлажнения. Наблюдавшиеся одно время явления разложения в зерне приписывали чрезмерной влажности. Во избежание этого зерну давали неполную замочку и, кроме того, продувание и охлаждение производили обыкновенным воздухом.

Такой взгляд теперь окончательно оставлен, так как продувание закрытого ящика изменилось. Количество и скорость воздуха, продуваемого в настоящее время через ящики, требуют такого же значительного увлажнения его, как это необходимо при продувании барабанов или ящиков Саладина. Такое увлажнение воздуха не угрожает явлениями распада веществ в зерне. Правда, эти явления могут быть ускорены высоким содержанием воды, но основной их причиной всегда является неправильная обработка сажала путем применения слишком долгих периодов покоя или при несоблюдении каких-либо других условий.

В основу устройства системы каналов для продувания ящиков кладут те же условия, которые были описаны выше, а именно: короткие, прямые пути, достаточно широкое поперечное сечение, минимальная поверхность. Особую роль в ящиках Кропфа играет расположение каналов.

Прежде этому также не придавалось особого значения, и каналы большей частью прокладывали или над или под ящиками. Расположение нижнего канала не имеет значения; для верхнего же канала предпочтительнее боковое расположение, чтобы вентиль не помещать внутри ящика. Каналы должны быть хорошо оштукатуренными, гладкими внутри и доступными для удаления плотно оседающей слизи. Необходимо также позаботиться о правильном спуске стекающей воды.

Система каналов должна быть рассчитана так, чтобы обеспечивалось прохождение через нее необходимого количества воздуха в единицу времени. Это, в особенности, касается входной воздушной шахты, расположенной перед установками для нагревания и увлажнения.

Многолетний опыт показал необходимость продувания больших количеств воздуха, чтобы обеспечить тем самым охлаждение зерна в сравнительно короткий срок. Всякое удлинение периода продувания ведет к подаче избытка кислорода, который сводит на-нет принцип ограниченного доступа кислорода и повышает расход на электроэнергию. При современных вентиляторах охлаждение обычно заканчивается в $1\frac{1}{2}$ или, максимум, 2 часа.

Неудачное название «томление в углекислоте» невольно создает неправильное представление, что при этой системе требуется мало воздуха и что вопрос аэрации является второстепенным.

На основании научных исследований можно утверждать, что подобные явления отнюдь не имеют места. Количество воздуха, которое должно пропускаться через ящик для охлаждения сидла, гораздо значительнее, чем думали раньше. В зависимости от числа ящиков, способа продувания и количества воздуха скорость движения воздуха колеблется от 4 до 8 м/сек.

При такой громадной потребности в воздухе большое значение имеет выбор соответствующих размеров и соотношений для воздушных шахт, каналов и вентилялей, могущих пропустить нужное количество воздуха за данное время.

Продувание таких значительных количеств воздуха зависит не только от производительности вентилятора, но также от того, может ли быть замещен отсасываемый воздух поступающим снизу свежим воздухом.

Этот вопрос получает особенное значение при все возрастающих размерах ящиков. Необходимо позаботиться о том, чтобы иметь возможность брать поступающий воздух снаружи и подавать его к ящикам, увлажнителям или подогревателям по закрытым каналам.

Однако, зачастую наблюдается обратная картина, и воздух берут непосредственно из помещения, в котором стоят ящики, или из другого помещения солодовни без всяких каналов. Это затрудняет работу и вызывает порчу продукции.

При таких условиях вентилятор забирает воздух откуда только можно; он засасывает его через окна, двери и подьезники.

вообще, через все отверстия в помещениях. Во всем здании образуется сквозняк, подымается пыль, садится на токах, расположенных по близости от ящичков Кропфа, подвываются. И все же приток воздуха при этом получается недостаточным. Это, прежде всего, заметно по времени, которое затрачивается на охлаждение. Температура садила или не снижается вообще, или снижается лишь очень медленно.

Особенностью системы каналов в ящике Кропфа являются вентили, которые должны обеспечить изоляцию ящичков от главного воздушного канала и регулирование притока воздуха в каждый отдельный ящик. Эти вентили должны отвечать целому ряду требований.

Прежде всего, большое значение имеет расположение вентиля. В то время как клапан нижнего канала может открываться в помещении ящика, этого надо по возможности избегать для вентиля в верхнем высасывающем канале. Клапан, расположенный на крышке ящика во избежание запотевания, должен быть тщательно изолирован. Кроме того, может легко случиться, что при открывании вентиля капли воды с прокладки попадут в солод, что вызовет перерастание ячменя в увлажненных местах. Поэтому целесообразно верхний клапан устанавливать на боковом канале.

Конструкция вентиля также имеет значение. Тарелочные вентили более удобны, чем шпиндельные, так как они проще для обслуживания. Ход как у верхнего, так и у нижнего вентиля, который обычно достигает $\frac{1}{2}$ диаметра, должен быть, конечно, одинаковым.

Разумеется, вентили должны плотно закрываться и иметь прокладки, так как иначе продувание одного ящика отражается и на другом. Управление вентилями должно быть возможно легким, простым и происходить прямо с полу; диаметр вентиля должен соответствовать размерам ящика, т. е. поверхности садила.

Пропускание воздуха, применяемое для продувания и удаления углекислоты, которая накапливается в ящике в период его герметизации, осуществляется при помощи вентилятора.

Обычно на ящиках Кропфа до сего времени работают только с отсасыванием воздуха. Однако еще нельзя сказать, что комбинирование нагнетания и высасывания воздуха будет менее выгодным. Отсасывающая сила вентилятора должна быть настолько большой, чтобы обеспечить охлаждение садила за $1\frac{1}{2}$ — 2 часа, т. е. за достаточно короткий срок. При слишком длительном продувании, например в течение 4 — 5 час., соотношение между временем покоя и продувания нарушается; период покоя чрезмерно укорачивается, поэтому садилу начинает дышать более интенсивно, и эффект значительно понижается. Кроме того, такое длительное продувание слишком дорого, и вентиляторы недостаточной производительности или с малым числом оборотов неприменимы.

Необходимо также учесть количество ящиков, обслуживаемых вентилятором. Наиболее целесообразно выбрать вентилятор, который мог бы обслуживать все ящики, что сокращает эксплуатационные расходы.

Прежде чем перейти к условиям продувания, необходимо подробнее разобрать процессы, происходящие в закрытом ящике.

Процессы, происходящие в зерне в период прекращения доступа воздуха

Загрузка ящика происходит большей частью вручную при помощи лопат. Этот способ загрузки очень дорог, требует большой затраты времени и, при недостаточной высоте помещения ящика, очень тяжел для рабочих.

Более целесообразна пневматическая загрузка, когда зерно подается в стоящий над ящиком бункер и оттуда падает в ящик; однако, несомненно, что корешки при этом отчасти обламываются.

Уход за садилем в период герметизации ящика очень прост и сводится к периодическому включению вентилятора.

В период покоя в закрытом ящике происходит следующее. В зависимости от кубатуры ящика, в распоряжении зерна имеется определенное количество воздуха, вернее, кислорода. Предположим, что ящик закрыт герметически, и удаление образовавшихся продуктов обмена, т. е. водяных паров и углекислоты, как это имеет место во всех других системах соложения, — невозможно.

Пока в распоряжении зерна имеется необходимый для него кислород, оно продолжает расти дальше. Но так как воздух поступать не может, содержание кислорода быстро падает, в то время как содержание углекислоты с такой же скоростью увеличивается.

В приводимой таблице можно видеть накопление углекислоты, уменьшение количества кислорода и температурные изменения в садиле во время «периода покоя»; эти данные относятся к периоду между двумя продуваниями, т. е. на протяжении 10—12 часов.

В различных слоях садила процесс дыхания протекает различно. Скорее всего кислород потребляется в средних и нижних частях; за 2 часа его содержание падает до 1% по объему, в то время как количество углекислоты возрастает до 16 и 18%. Поэтому в этих слоях ранее всего прекращаются дыхание и образование углекислоты. Если все же в этих слоях продолжается дальнейшее накопление углекислоты, то это происходит только за счет жизненных процессов в верхних слоях, из которых углекислота медленно опускается вниз в силу своей тяжести. Таким образом, значительное накопление углекислоты в нижних слоях, спустя 2—3 часа покоя, имеет причиной физические, а не биохимические процессы.

Процессы, происходящие в зерне при закрытом ящичке Крופфа

Время	Служба 1 час	Служба 2 часа	Служба 3 часа	Служба 4 часа	Служба 5 час.	Служба 6 час.	Высшее начальство 5 мин.	Служба 6 час.	8 мин.	Служба 7 час.	Служба 8 час.	Служба 9 час.	Служба 10 час.	Служба 11 час.	Служба 12 час.

1. Нарастание углекислоты в садилах (в объемных процентах)

	В. 20 см над садилком (130 см от сита)	0,6	1,4	3,0	5,0	7,0	8,6	9,6								
V.	Самый верхний слой (90 см от сита)	1,3	4,0	7,3	8,0	10,0	11,6	12,2	9,8	10,3	11,12	0,14	0,14	8,16	2,2	
III.	Средний слой садилка (54 см от сита)	2,0	6,0	13,0	17,4	18,6	19,8	21,0	15,2	17,6	18,8	21,8	23,2	25,2	25,8	
II.	Самый нижний слой садилка (18 см от сита)	1,2	8,0	12,0	16,4	19,6	22,5	23,9	18,8	20,0	20,6	22,6	23,6	26,2	28,5	
I.	Середина сборника	1,0	1,4	2,2	5,0	7,0	12,0	13,2	6,2	7,2	10,8	14,0	14,3	18,2	21,0	
																Отсывание
									6,0	7,0	9,0	9,3	10,2	12,8	14,2	

2. Уменьшение количества кислорода (в объемных процентах)

	V. 20 см над садилом (180 см от сита)	IV. Самый верхний слой садила (90 см от сита)	III. Средний слой садила (54 см от сита)	II. Самый нижний слой садила (18 см от сита)	I. Середина сборника
Отсыпание	19,8 17,7 16,4	17,6 14,0 6,4	14,8 9,3 1,5	12,0 5,8 0,9	10,0 8,5 0,8
	8,0 5,6 0,7	7,6 5,2 0,6	7,6 5,2 0,6	7,6 5,2 0,6	7,6 5,2 0,6
	10,2 9,2 3,4	9,6 9,0 2,2	8,4 7,2 1,0	7,9 6,4 0,9	7,0 5,0 0,6
	5,7 4,2 0,5	4,6 3,8 0,3	4,6 3,8 0,3	4,6 3,8 0,3	4,6 3,8 0,3

3. Температура садилы (в °C)

Температура сидла		ОТКАС- ВАНИЕ	
III. Термометр (90 см от сита)	14,8	15,8	16,2
II. Термометр (54 см от сита)	14,6	15,1	15,6
I. Термометр (18 см от сита)	14,1	14,6	15,1
		15,6	16,0
		16,4	16,7
		18,1	
		18,4	18,8
		18,9	19,1
		19,8	20,2
		20,6	21,0
		21,7	22,0
		22,7	23,1
		23,7	24,1
		24,7	25,1
		25,8	26,2
		26,9	27,3
		28,1	28,6
		29,0	29,5
		30,0	30,5
		31,0	31,5
		32,0	32,5
		33,0	33,5
		34,0	34,5
		35,0	35,5
		36,0	36,5
		37,0	37,5
		38,0	38,5
		39,0	39,5
		40,0	40,5
		41,0	41,5
		42,0	42,5
		43,0	43,5
		44,0	44,5
		45,0	45,5
		46,0	46,5
		47,0	47,5
		48,0	48,5
		49,0	49,5
		50,0	50,5
		51,0	51,5
		52,0	52,5
		53,0	53,5
		54,0	54,5
		55,0	55,5
		56,0	56,5
		57,0	57,5
		58,0	58,5
		59,0	59,5
		60,0	60,5
		61,0	61,5
		62,0	62,5
		63,0	63,5
		64,0	64,5
		65,0	65,5
		66,0	66,5
		67,0	67,5
		68,0	68,5
		69,0	69,5
		70,0	70,5
		71,0	71,5
		72,0	72,5
		73,0	73,5
		74,0	74,5
		75,0	75,5
		76,0	76,5
		77,0	77,5
		78,0	78,5
		79,0	79,5
		80,0	80,5
		81,0	81,5
		82,0	82,5
		83,0	83,5
		84,0	84,5
		85,0	85,5
		86,0	86,5
		87,0	87,5
		88,0	88,5
		89,0	89,5
		90,0	90,5
		91,0	91,5
		92,0	92,5
		93,0	93,5
		94,0	94,5
		95,0	95,5
		96,0	96,5
		97,0	97,5
		98,0	98,5
		99,0	99,5
		100,0	100,5

Однако, дыхание в самых нижних слоях не должно совершенно прекратиться, что следует из отмеченного выше факта, а именно, что при опускании углекислоты в пространство под ситами, наблюдается поступление вытесняемого воздуха в ящик, благодаря этому средние и нижние слои получают некоторый приток кислорода, и опасность интрамолекулярного дыхания уменьшается. По этим соображениям размеры пространства под ситами имеют очень существенное значение.

Состав воздуха над прорастающим ячменем также меняется, благодаря жизненным процессам, происходящим в закрытом ящике.

Так, уже через 3 часа воздух над зерном (20 см) показывает явное накопление углекислоты и потерю кислорода.

Содержание кислорода в различных слоях зерна падает с повышением содержания углекислоты. Вследствие этого количество кислорода в нижних и средних слоях зерна достигает минимума.

Вызванные дыханием изменения состава воздуха в каком-нибудь слое, конечно, сохраняются лишь некоторое время благодаря постоянному опусканию углекислоты вниз. Поэтому закономерное соотношение между поглощением кислорода и выделяемой углекислотой наблюдается только в момент дыхания.

На рис. 36 графически представлено образование углекислоты в садиле в момент закрытия ящика. Кривые дают часовое нарастание углекислоты в отдельных слоях садила и ясно указывают на накопление ее в самых нижних слоях.

Разница в содержании углекислоты и кислорода в одних и тех же слоях в одинаковых ящиках относительно постоянна; она обусловлена отношением высоты ящика или зерна к его площади.

Разница в содержании углекислоты между самым верхним и самым нижним слоем садила будет тем меньше, чем меньше высота ящика и солода по отношению к площади решетки.

Очевидно, наиболее важным при работе по способу Крöpfа является вопрос о том, насколько возможно и насколько допустимо повышение содержания углекислоты в садиле.

На этот вопрос не так просто ответить. Раньше предполагали, что содержание углекислоты при любом ячмене может повышаться только до определенной степени без вреда для него, причем это максимальное количество углекислоты приблизительно постоянно. Но в действительности это не так. Как образование углекислоты в садиле зависит от вида и жизненной энергии ячменя, так и чувствительность ячменя в атмосфере углекислоты совершенно различна в разные годы и у разных ячменей. На этом основании нельзя для всех случаев указать общий допустимый максимум. Для некоторых ячменей эта граница лежит довольно низко, для других — высоко. Но прежде чем ближе подойти к разрешению этого вопроса, необходимо выяснить факторы, имеющие общее значение для образования углекислоты.

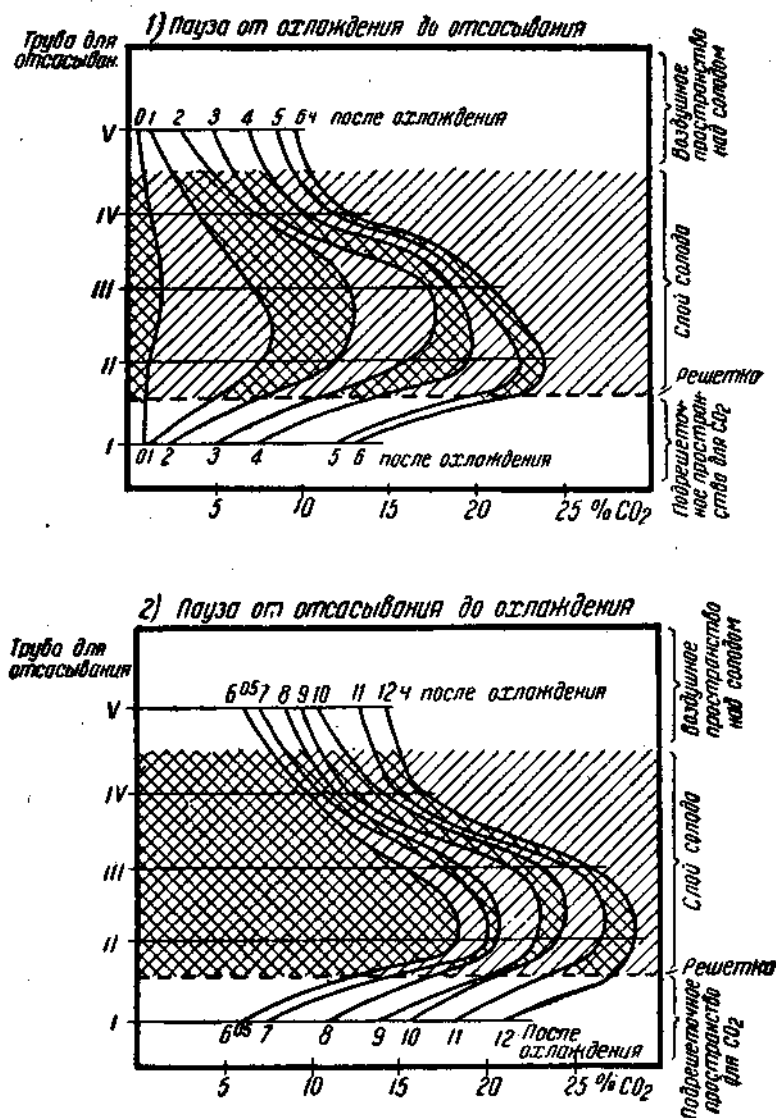


Рис. 36. Образование углекислоты (разрез ящика).

Количество образующейся углекислоты зависит от многих причин — как от абсолютного ее содержания, так и от скорости ее накопления.

В приводимой таблице ясно видно, что здесь в первую очередь имеет значение продолжительность периода герметизации. Обычно в садиле образуется тем больше углекислоты, чем дольше будет закрыт ящик.

Образование углекислоты при первой герметизации

(непосредственно после загрузки ящика)

А. Ферментация до отсасывания				Отсасывание 5 мин.	Б. Ферментация после отсасывания			
Внача- ле	Через 2 часа	Через 4 часа	Через 6 час.		Через 6 час.	Через 8 час.	Через 10 час.	Через 12 час.
0,4	3,3	8,0	11,8	Отсасывание	9,8	11,2	15,0	17,1
3,0	10,8	14,8	19,4		14,2	14,6	22,2	26,6
3,2	16,4	23,4	26,4		17,0	23,2	27,4	31,8
1,8	13,7	24,4	26,8		18,8	24,2	28,0	32,0
0,0	3,0	14,0	21,0		3,8	15,8	21,0	26,5

Образование углекислоты в последний период покоя

(непосредственно перед выгрузкой ящика)

А. Ферментация до отсасывания				Отсасывание 5 мин.	Б. Ферментация после отсасывания			
Внача- ле	Через 2 часа	Через 4 часа	Через 6 час.		Через 6 ч. 5 м.	Через 8 час.	Через 10 час.	Через 12 час.
0,2	2,0	3,6	5,6	Отсасывание	4,8	6,4	8,8	10,4
0,8	4,2	9,0	12,2		10,4	13,8	18,0	18,2
0,8	8,0	13,6	17,8		14,6	20,0	23,2	24,8
1,0	7,8	14,6	18,0		17,6	20,2	24,2	25,2
0,0	2,2	5,6	9,6		3,6	9,4	14,2	14,2

Далее, здесь так же, как и при других системах соложения, имеет существенное значение возраст садилы.

Молодое садило, полученное из здорового ячменя, проращиваемое холодным и долгим ращением, образует совсем другое количество углекислоты, чем более старое садило. Кроме того, одно и то же садило в первый момент герметизации образует больше углекислоты и скорее, чем в последующее время. Таким образом, в ящике Кропфа наблюдается то же самое, что и на току, где с течением времени жизненные процессы постепенно также замедляются. Это подтверждается приведенными выше данными. Кроме того, продолжительность герметизации ящика зависит от температуры воздуха солодовни и способов продувания.

При более высокой температуре поступающего наружного воздуха, а также при более частом и интенсивном продувании, образование углекислоты в единицу времени повышается.

С этим особенно надо считаться при практической работе, удлиняя период герметизации ящиков при низкой температуре поступающего воздуха и укорачивая при более высокой температуре.

Немалое значение имеет способность ячменя к образованию углекислоты, в зависимости от вегетационных условий данного года и степени зрелости зерна. Сухие зрелые ячмени в сухие годы в общем образуют больше углекислоты, чем ячмени сырых годов или недозрелые ячмени; кроме того, они также лучше переносят ферментацию.

Сравнение ячменей различных годов служит доказательством подобного утверждения. В некоторые годы ячмени образуют до 40% (объемных) углекислоты в самых нижних слоях, с соответственно большим содержанием ее и в верхних слоях. Образование углекислоты происходит быстро, зерно имеет высокий жизненный темп и энергию дыхания. Благодаря этому происходит более интенсивное перемешивание углекислоты и кислорода, и ячмень хорошо переносит соложение в условиях ограниченного доступа воздуха; зеленый солод получается очень светлый, безукоризненного качества и с хорошим запахом.

Ячмени других годов не в состоянии образовать такое количество углекислоты; они слабее по своим жизненным проявлениям, в среднем дают только 25% (объемных) углекислоты, причем и это незначительное образование углекислоты происходит вяло. Этим, повидимому, и объясняется, почему ячмень в сырые годы менее пригоден для соложения в ящиках Кропфа. Если жизненный процесс спускается ниже определенной границы, дыхание становится вялым, и ячмень утрачивает возможность усваивать достаточно быстро кислород из пространства под решеткой. Ячмень лежит, благодаря этому, в атмосфере относительно высокого содержания углекислоты и может стать жертвой собственных интрамолекулярных процессов, если ему во-время не притти на помощь.

Исходя из этих соображений, никогда нельзя сказать, какое количество углекислоты является вредным для данного ячменя. Более сильные ячмени образуют и переносят совершенно другие количества углекислоты, чем слабые. Поэтому и действие углекислоты на дыхание бывает различным.

Это доказывает, что содержание углекислоты в садиле не может служить указанием для практика, когда он должен начать продувание; наиболее верные указания он может получить, наблюдая температуру отдельных слоев садил. Устойчивость определенной температуры является показателем того, что ячмень достиг максимальной границы содержания углекислоты.

Поэтому в общем высокое содержание углекислоты в садиле следует рассматривать как характеристику жизненных процессов здорового ячменя. Несмотря на более высокое содержание углекислоты, здоровые ячмени будут меньше страдать, чем слаборастущие ячмени при более низком содержании углекислоты.

Если имеют дело с ячменями, которые образуют незначительное количество углекислоты, то следует с осторожностью применять их для ращения по Кропфу, стремясь, по возможности, повысить их жизнеспособность и прорастаемость до загрузки в ящик.

Это достигается правильным хранением, иногда — искусственной подсушкой и применением возможно зрелого, хорошо отсортированного ячменя, а также рациональными методами замачивания ячменя.

Жизнеспособность ячменя является важнейшим условием для ращения его по Кропфу. Поэтому определение энергии прорастания в этом случае играет более важную роль, чем при других системах соложения.

Влияние ферментации на дыхание зерна

Постепенное исчезание кислорода из воздуха камеры и образование больших количеств углекислоты вызывают характерные последствия.

Прежде всего, все более и более ослабляется дыхание зерна, а следовательно, и его рост. При этом прекращаются все явления, связанные с ростом, как образование продуктов дыхания, углекислоты и водяных паров, так и выделение тепла.

Поэтому температурные изменения в различных слоях садил дают хорошее указание на накопление углекислоты и ее влияние на жизнедеятельность зерна.

В общем температура садил поднимается незначительно, в соответствии с жизнедеятельностью различных его слоев.

Расстояние от решетки (в см)	1-я половина ферментации (в °C)	2-я половина ферментации (в °C)
90	3,3	2,6
72	2,4	1,5
54	1,4	1,3
36	1,3	1,6
18	2,6	2,0

Если температура в садиле перестает повышаться или повышается очень незначительно, то это доказывает, что жизнь этого слоя почти прекратилась под влиянием углекислоты и что садилу не позже, чем через 2 — 3 часа, должно быть проветрено.

Прекращение повышения температуры не может дать указания на абсолютное содержание углекислоты. Так, у молодого, сильного садила повышение температуры останавливается только при 40% углекислоты (объемных) в то время как у более старого садила образование тепла и дыхание приостанавливается уже при 18 — 20% углекислоты (объемных).

Поэтому можно утверждать, что изменение температуры скорее является в практике ценным вспомогательным средством для определения потребности садила в кислороде, чем прямой характеристикой количества накопившейся углекислоты.

В правильно сконструированном ящике наблюдается довольно большая равномерность температуры. Если в нем и получается некоторая разница температуры, то она образуется за счет перемешивания воздуха и опускания углекислоты вниз. Абсолютные значения температуры так же, как и образование углекислоты, изменяются в зависимости от возраста садила, продолжительности периода томления и состава воздушных слоев.

Так, например, в одном и том же садиле наблюдались следующие повышения температуры:

Расстояние от решетки (в см)	В начале ферментации (в °C)	В конце ферментации (в °C)
90	4,8	2,8
72	2,4	2,8
54	1,6	2,2
36	1,7	1,4
18	3,2	2,1

Во всяком случае, в герметически закрытом ящике температуру легко регулировать, так как, благодаря конструкции ящичков и накоплению углекислоты, чрезмерное разогревание прорастающего ячменя становится невозможным.

Если же в каком-нибудь месте садила создается возможность проникновения воздуха, то там температура чрезвычайно повышается, содержание углекислоты сильно колеблется и создается большая неравномерность температуры.

Для наблюдения за процессами, происходящими в садиле во время периода герметизации, и результатами проветривания пользуются, по крайней мере, тремя термометрами. Лучше всего их устанавливать в нижнем, среднем и верхнем слоях садила.

Температура на различной высоте садила отмечается через каждый час.

Соответственно количеству кислорода, которое имеется в ящике, может образоваться только определенное количество влаги в результате окисления крахмала. Вся эта влага остается в садиле, так как испарение ее невозможно.

Важное значение имеет влияние атмосферы углекислоты на внешние проявления роста зерна и на внутренние его изменения.

Наиболее странным нужно считать тот факт, что, несмотря на отсутствие перелопачивания, садило не срастается, — явление, которое в более слабой степени уже наблюдается в ящиках Саладина.

Причиной отсутствия срачивания является остановка в развитии корешков. Это, прежде всего, дает возможность оставлять садило без перелопачивания. Зародышевый листок ведет себя несколько иначе; хотя его развитие также замедляется, но он все же несколько удлиняется.

Более существенны, однако, все те изменения внутри зерна, которые вызывает накопление углекислоты в процессе жизни и обмена веществ.

Здесь мы сталкиваемся с решающим вопросом, который можно задать при работе по Кропфу: отличаются ли изменения внутри зерна в условиях ращения в атмосфере углекислоты настолько, что конечный продукт — зеленый солод получается хуже, чем при токовом или каком-либо другом методе соложения с неограниченным доступом воздуха.

Солод, полученный в условиях ограниченного доступа воздуха, как показывают все наблюдения и анализы, более богат ферментами, чем токовой. Поэтому образование диастаза и процесс растворения не только не меньше, а даже более интенсивны. То же самое можно сказать и о прочих биохимических процессах, как образование сахара и кислот.

Необычно протекает распад белковых веществ, который в солоде, приготовленном по Кропфу, идет значительно глубже, чем при всех других системах соложения. Согласно опытным данным, при этом образуется больше аминокислот (стр. 298) и амидов; поэтому при неправильной конструкции ящика или нерациональном ведении ращения, солода Кропфа имеют более высокую цветность.

Это служит доказательством того, что прежний взгляд на углекислоту, как на яд для прорастающего зерна, правилен только с известными ограничениями. Такого рода действие углекислота оказывает на зерно только в начале проращивания, потому что она делает невозможным развитие зерна и ферментов. Но когда ферменты образовались, то углекислота не влияет на их работу.

Наоборот, возникает опасность, что работа ферментов может пойти слишком далеко и потребуются приток кислорода, чтобы установить нормальный обмен веществ. Поэтому мы не должны представлять себе ферментацию в атмосфере углекислоты как полное прекращение жизни. Метод соложения в атмосфере углекислоты должен рассматриваться лишь как мера, ограничивающая дыхание, и, конечно, приток кислорода никоим образом не должен совершенно прекращаться.

Когда весь кислород ящика использован, то зеленый солод так же, как это мы видели в случае плохо аэрируемой замочки, стремится восполнить его недостаток всеми доступными ему средствами. Точно также и в ящиках Кропфа в зерне наблюдается разложение молекул, содержащих кислород, т. е. в нем начинается интрамолекулярное дыхание. При этом наступают типичные явления недостатка кислорода: вместо углекислоты и воды образуются ненормальные промежуточные продукты распада — эфиры и кислоты.

Таким образом, наступают процессы распада, результаты которых частично внешне заметны, а частично связаны с ферментативными процессами. Ростки становятся коричневыми и вялыми, зерна пабухают. Мучнистое тело превращается в водянистую мажущую массу, которая обладает кисловатым прогорклым запахом. Растворение протекает совершенно ненормально, так как в зерне появляются такие протеолитические процессы, которые вызывают в нем глубокие химические изменения. Прежний взгляд, что такое водянистое растворение происходит только от слишком сильной влажности ячменя, неправилен.

При сушке подобных солодов наблюдается необычное потемнение, которое связано с более глубоким расщеплением белковых веществ (стр. 314). Одновременно с этим, как и при схватывании садил, происходит накопление сахара; кроме того, в солоде имеется достаточное количество воды, которая особенно трудно удаляется из солода, полученного по Кропфу, — следовательно, создаются все необходимые условия для потемнения цвета.

Такой ненормальный зеленый солод, содержащий эфиры и кислоты, плохо сохнет на овине, вероятно, потому, что плодовая и семенная оболочки утратили проницаемость для водяных паров. Кроме того, повышается опасность образования жесткого солода (Steinmalz).

Если будут замечены отрицательные результаты слишком длительного пребывания зерна без кислорода, то необходимо изменить режим ферментации. Так как потребность в кислороде у разных ячменей неодинакова, они ведут себя в этом отношении различно.

Все сказанное ясно показывает, как важен режим продувания в ящиках Кропфа.

Раньше был известен только один способ аэрации: через определенное время сквозь прорастающий ямень пропускали воздух сверху вниз и удаляли углекислоту из садил; благодаря этому получался свежий приток кислорода и достигалось охлаждение садил. Таким образом, охлаждение и продувание происходило одновременно, как в прочих пневматических системах соложения.

Этот способ продувания сохранился еще до сих пор, и для краткости его можно назвать «большим продуванием» или «охлаждением». В настоящее время он претерпел изменение лишь по-

стольку, поскольку воздух начали пропускать не сверху вниз, а наоборот — снизу вверх.

Как видно из приведенных выше таблиц (стр. 278), верхние слои солода всегда теплее нижних, так как в них кислорода содержится больше вследствие опускания углекислоты, образовавшейся во время дыхания, на дно ящика. При просасывании воздуха сверху вниз приходится пропускать тепло через все ситило, т. е. сначала согревать его, а затем снова охлаждать. Но так как углекислота легко увлекается из ситила, а тепло, наоборот, с трудом, продувание снизу вверх более рационально.

Ввиду того, что верхние слои зерна вследствие более интенсивного дыхания имеют также и большую влажность, эта вода все больше и больше проникала бы вниз и увлажняла бы ячмень. Кроме того, проветривание снизу имеет еще то преимущество, что благодаря тяжести и более коротким корешкам зерно при этом менее слеживается, чем при обратном продувании. С другой стороны, при таком продувании сита создают лучшее распределение воздуха, а следовательно, и более равномерное продувание.

Во время большого продувания открываются вентили нижнего и верхнего каналов, и воздух направляется вверх через всю толщу зерна.

Момент большого продувания устанавливается по показанию нижнего термометра. Если показания термометра перестают изменяться, то это указывает, что накопилось настолько большое количество углекислоты, что жизнедеятельность и связанное с ней выделение тепла начинают прекращаться. В этом случае зерно не должно оставаться более 2—3 час. без продувания.

Большое продувание и охлаждение обеспечивают солод свежим воздухом, удаляют все разнообразные продукты обмена веществ и охлаждают ситило до температуры поступающего воздуха. Охлаждение должно происходить за $1\frac{1}{2}$ —2 часа.

Действие большого продувания видно из следующих данных:

	Содержание CO ₂		Содержание кислорода		Температура		
	перед продуванием	после продувания	перед продуванием	после продувания	перед продуванием	после продувания	падение
V. 20 см над ситилом (130 см от сита)	14,2	0,0	5,0	19,1	—	—	—
IV. Самый верхний слой ситила (90 см от сита)	16,2	0,4	4,2	18,4	20,0	14,2	—5,8
III. Средний слой ситила (54 см от сита)	25,8	1,2	1,0	18,0	17,4	14,8	—2,6
II. Самый нижний слой ситила (18 см от сита)	28,5	1,0	0,9	18,2	19,0	14,2	—4,8
I. Середина	21,0	0,2	2,8	18,8	—	—	—

Длительность большого продувания зависит:

- 1) от мощности вентилятора;
- 2) от температуры воздуха, поступающего в садило;
- 3) от загрузки ящика;
- 4) от количества поступающего воздуха;
- 5) от температуры, до которой должно охладиться зерно.

Продувание считается законченным, когда при дутье снизу вверх самый верхний термометр показывает температуру поступающего воздуха. Таким образом, этот термометр должен находиться еще в самом зерне, но, по возможности, ближе к его поверхности. О правильности большого продувания судят по разнице давлений в садиле.

Воздух, поступающий под сита ящика, встречает сильное сопротивление со стороны плотно лежащего ячменя и только медленно проникает через садило. Поэтому в садиле образуется разрежение, которое в отдельных слоях садилы различно; в более глубоких слоях оно будет меньше, чем в верхних, так как здесь наиболее сильно сказывается отсасывающее действие вентилятора. При нормальной высоте ящика это разрежение колеблется между 5 мм в самом нижнем слое и 40—60 мм в верхнем слое.

Разрежение на различных высотах садилы достигает следующей величины:

У	50 мм	
IV	40	(самый верхний слой садилы)
III	28	
II	16	(самый нижний слой садилы)
I	8	

Впрочем, встречаются установки, в которых вакуум достигает 70 и 80 мм. Продувание одного ящика не должно отражаться на остальных.

Еще важнее, чем изменение направления воздуха, введение второго способа продувания, который можно назвать «малым продуванием» или «отсасыванием».

Его цель — время от времени удалять углекислоту из садилы и подавать новое количество кислорода, предупреждая тем самым явления интрамолекулярного дыхания. Отсасывание продолжается 5 мин.; оно применяется в тех случаях, когда потребление кислорода становится настолько высоким, что возникает опасность интрамолекулярного дыхания. Это обычно наступает через 3—5 часов.

Такое «отсасывание» не влияет на температуру садилы; оно служит лишь для удаления углекислоты, но не для «охлаждения». Отсасыванию углекислоты по частям мы обязаны тем, что химико-биологические процессы во время соложения в условиях ограниченного доступа воздуха протекают так же, как на току, а следовательно, зеленый и сухой солод не отличаются значительно от токового солода.

Для того, чтобы сделать возможным такое двойное продувание, установка снабжается двойной системой каналов под ящиком, причем один канал служит для притока воздуха, а другой — для отвода уходящего воздуха.

Если требуется произвести малое продувание, то вентиль верхнего канала остается закрытым, а вентили обоих нижних каналов открываются (см. рис. 35).

Воздух, поступающий в один из нижних каналов, отсасывается в параллельном канале, благодаря чему образуется воздухооборот, который делается заметным, прежде всего, в самых нижних слоях садилы; однако, состав воздуха и всего ящика при этом также изменяется (стр. 290).

Несмотря на то, что возникающий под ситами ток воздуха значительно ослабляется решеткой, и продувание продолжается только короткое время (5 мин.), все же его действие ощутимо по всей толще солода. Сборник снова наполняется чистым воздухом, постепенно проникающим во все слои, а углекислота постепенно вытесняется из плотно лежащих нижних и средних слоев и даже из пространства над зерном, что наблюдается при правильных соотношениях в размерах ящика.

Влияние малого продувания (5 мин.) характеризуется следующими данными.

	СО ₂		Уменьшение СО ₂ (в %)	Кислород		Увеличение О ₂	Температура		Разница
	до проду- вания	после про- дувания		до проду- вания	после про- дувания		до проду- вания	после про- дувания	
V. 20 см над ящиком (150 см от сита)	9,6	6,0	-3,6	7,6	12,3	+4,7	—	—	—
IV. Верхний слой садилы (90 см от сита)	12,2	9,8	-2,4	5,2	9,2	+4,0	18,1	18,4	+0,3
III. Средний слой садилы (54 см от сита)	21,0	15,2	-5,8	0,3	3,4	+3,1	16,0	16,1	+0,1
II. Нижний слой садилы (18 см от сита)	23,9	18,8	-5,1	0,3	2,6	+2,3	16,7	17,0	+0,3
I. Середина сборника . .	13,2	2,2	-11,0	4,2	18,5	+14,3	—	—	—

Этот короткий период дыхания садилы имеет особенное значение, так как он дает возможность без опасности для самого зерна полностью использовать ферментацию в атмосфере углекислоты.

Если имеется только одна система каналов на верхней или нижней стороне ящика, то отсасывание углекислоты производят, применяя обычное продувание, но только на короткое время (5 мин.). Содержание углекислоты в этом случае падает значительно сильнее, чем при первом способе. Предположение, что при открывании нижнего вентиля углекислота сама может уйти — не-

правильно; она может уйти только из подрешточного пространства, но не из самого садила.

Приводим данные об удалении углекислоты.

Слой	Свободное истечение при открытых 2 нижних вентилях на 15 мин.		Отсасывание при открытых 2 нижних вентилях на 5 мин.		Отсасывание или продувание при открытом 1 верхнем вентиле на 2 мин.	
	перед открыванием (% CO ₂)	после открывания (% CO ₂)	перед открыванием (% CO ₂)	после открывания (% CO ₂)	перед открыванием (% CO ₂)	после открывания (% CO ₂)
V	10,4	11,0	5,6	3,0	5,8	0,4
IV	19,2	19,4	7,9	7,8	6,0	1,0
III	26,0	26,8	17,0	7,0	15,2	3,6
II	23,0	29,2	18,0	7,6	19,0	3,6
I	19,0	1,0	9,0	0,8	10,0	0,5

Таким образом, ферментация садила должна продолжаться только определенное время.

Обычно стремятся, по возможности, удлинить время томления и меньше продувать садилу, чтобы снизить потерю крахмала на дыхание и уменьшить потери и расходы на продувание.

Однако, не следует слишком удлинять период ферментации, так как это связано с упомянутыми выше опасностями для дыхания зерна, что может унизить качество солода и свести к нулю весь экономический эффект метода Кропфа.

Чередование периодов ферментации и продувания должно соответствовать жизненным условиям зерна. Если ящикам давать длительную аэрацию и охлаждение, то наступают продолжительные изменения в соотношениях между периодами ферментации — большого продувания и следующей ферментации. Если установка работает с чередованием большого и малого продувания, то создается более равномерный цикл из следующих четырех стадий: ферментация — малое продувание — ферментация — большое продувание.

Приводим схему для четырехдневной ферментации в ящике, наиболее распространенную для зимнего периода; она распадается на 14 периодов ферментации с общей продолжительностью в 83 часа при 15 продуваниях (8 больших и 7 малых) общей длительностью в 12 ч. 20 м.

Зная хорошо процессы, происходящие в ящиках Кропфа, все же не следует забывать, что практическое ведение ращения связано с определенными условиями, необходимыми для получения нормального солода. Атмосфера углекислоты вносит новый существенный фактор в жизнь зерна, изменяющий условия прорастания. При шаблонном подходе к процессу ферментации может случиться, что преимущества его будут сведены на-нет допущенными при работе ошибками.

Дни	I. Выдержка напоров				II. Продувание			
	Число ферментаций	Время		Длительность ферментации (в минутах)	Число продуваний	Время		Длительность продувания (в минутах)
		от	до			от	до	
1-й день	1	8 ч. 45 м.	11 ч. 45 м.	150	1	11 ч. 15 м.	12 ч. 45 м.	90
	2	12. 45.	6. 45.	360	2	6. 45.	6. 50.	5
	3	6. 50.	12. 50.	360	3	12. 50.	2. 10.	80
2-й день	4	2. 10.	10. 20.	490	4	10. 20.	10. 25.	5
	5	10. 25.	2. 10.	225	5	2. 10.	3. 45.	95
	6	3. 45.	9. 45.	360	6	9. 45.	9. 50.	5
3-й день	7	9. 50.	3. 50.	360	7	3. 50.	5. 15.	85
	8	5. 15.	11. 25.	370	8	11. 25.	11. 30.	5
	9	11. 30.	3. 55.	265	9	3. 55.	4. 00.	5
4-й день	10	4. 00.	8. 00.	240	10	8. 00.	9. 50.	110
	11	3. 50.	3. 50.	360	11	3. 50.	3. 55.	5
	12	3. 55.	9. 55.	360	12	9. 55.	12. 10.	135
	13	12. 10.	6. 10.	360	13	6. 10.	6. 15.	5
	14	6. 15.	12. 15.	360	14	12. 15.	2. 00.	105
	15	2. 00.	8. 00.	360	15	8. 00.	8. 05.	5
Всего 83 ч. или 3 д. 11 ч.	—	—	—	4980	—	—	—	740

Всего 12 ч. 20 м. (большое продувание—11 ч. 40 м., малое продувание—40 мин.)
 Общая длительность периода пребывания в ящиках . . . 96 час. (около 4 дней)
 » » » покоя 84 » (87,5%)
 » » » продувания 12 » (12,5%)

Никогда не следует работать таким образом, чтобы начинать ферментацию лишь с момента герметизации ящика и оканчивать таковую с выгрузкой из ящика. Необходимо помнить важность предварительной подготовки зерна уже при замочке и на току, а также и при сушке солода, чтобы вторая стадия ращения в атмосфере углекислоты протекала нормально.

Соложение в условиях ограниченного доступа воздуха по существу представляет собой не что иное, как более глубоко проводимое схватывание садла, происходящее в закрытом аппарате. Поэтому, прежде всего, ячмень должен быть здоровым и жизнеспособным. Плохо прорастающие или нездоровые ячмени непригодны для соложения в условиях ограниченного доступа воздуха. Если в условиях токового соложения непроросшие зерна в последующие дни могут еще частично прорасти, и, благодаря этому, растворение может выравниться, то в ящиках Крöpfа, где рост корешков совершенно прекращается, а рост зародышевого листка сильно замедляется, — такое выравнивание невозможно.

Поэтому плохо растворенные и тем более непроросшие зерна так и остаются нерастворенными и должны рассматриваться как несоложенная примесь.

Прорастаемость слабораствующих или влажных ячменей должна быть в случае надобности повышена путем искусственного подсушивания или соответствующего хранения. Таким образом, пивоваренный завод, который готовит солод исключительно по способу Крöpfа, должен обладать сушилкой для ячменя, чтобы быть независимым от меняющихся вегетационных условий различных годов и иметь, таким образом, возможность использовать не совсем зрелые ячмени.

Ячмени, предназначенные для соложения по Крöpfу, должны быть обязательно хорошо очищены и рассортированы. Особенно важно последнее требование в целях получения возможно равномерного прорастания в ящиках. Таким образом, для качества продукции наличие хорошей очистки и сортировки имеет большое значение.

Ячмени, предназначенные для соложения по Крöpfу, должны получать правильный приток кислорода в процессе замочки, особенно в том случае, если они плохо прорастают или имеют повышенную влажность. Большие страдают те ячмени, которые во время замочки не имели достаточного количества кислорода и, вследствие этого, на току поступают уже с типичными явлениями кислородного голода.

В противоположность прежде применяемым приемам, ячмень замачивается так же, как при токовом солодоращении, т. е., например, при темных солодах ему дают полную замочку. Чтобы способствовать процессу прорастания и ускорить наклеивание, последнюю мочильную воду можно давать более теплой. Ячмени, которые предназначены для соложения по Крöpfу, в первой стадии на току обрабатываются обычным образом, в соответствии со свойствами зерна, вегетативными условиями и характером тока. Если зародышевый листок трудно развивается, то без опасения образования «гусаров» можно дать 1—2 лейки воды, а при темных солодах даже больше. Последнее обрызгивание целесообразно производить за 6—8 час. до загрузки в ящики, т. е. во время последнего перелопачивания.

Время пребывания на току колеблется от 3 до 5 дней. Чем короче это время и чем раньше переносят ячмень в ящик, тем больше можно понизить потери. Поэтому длительность пребывания на току и соотношение между временем токового ращения и временем нахождения в ящике имеет большое экономическое значение. Хорошие, легкорастворимые и зрелые ячмени могут быть подвергнуты герметизации через более короткое время, т. е. спустя 4 дня, а труднорастворимые ячмени — только спустя 5—6 дней. Если имеется здоровый, сильный ячмень и действительно хорошие тока, на которых солод может подвергаться медленному ращению, то можно получить прекрасный материал для ращения в ящиках. С другой стороны, не следует в погоне за снижением потерь переносить зерно в ящики слишком рано (рис. 37 и 38). Поэтому основным требованием является следующее: соложению по Крöpfу

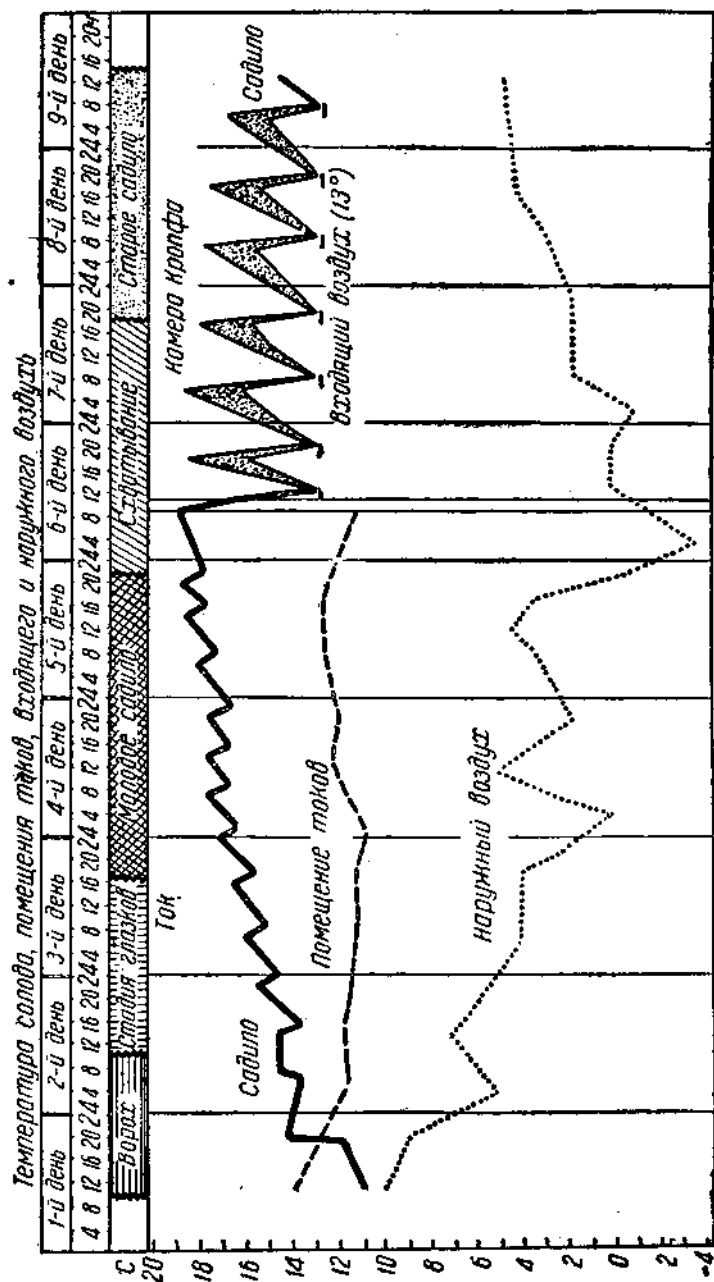


Рис. 37

можно подвергать только такой зеленый солод, который обладает приблизительно равномерным развитием и достиг той стадии растворения, при которой ему можно было бы дать схватываться на току.

Для практического осуществления соложения по Кропфу имеют значение следующие моменты.

Когда зерно помещено в ящик, то, прежде всего, имеет значение правильное чередование периодов покоя и продувания. В холодное время года ячмень можно оставлять лежать после загрузки до 4 час. без продувания. Соответственно температуре, активности ферментов солода и содержанию в нем влаги, зерно начинает более или менее сильно дышать и разогреваться, что заметно по подъему температуры в солоде.

В более теплое время года надо продувать сейчас же после загрузки, если возможно — сверху вниз, так как в этом случае нижние слои имеют более высокую температуру.

Мы уже указывали, что процессы в садиле в определенные отрезки времени неодинаковы, а изменяются в зависимости от имеющихся условий прорастания. Поэтому момент, в который должно происходить продувание, также может быть различным. Зимой достаточно производить охлаждение через каждые 12 час., а отсасывание углекислоты — через 6 час.; таким образом, получается 6-часовой период работы. В более теплое время года продувание производится уже через 10 или 8 час., а отсасывание углекислоты, в зависимости от темпа роста — через 4 или 5 часов. Если в летние месяцы температура поднимается настолько, что приходится охлаждать каждые 6 час., то целесообразно отсасывание углекислоты не производить совсем.

В холодные дни продувание происходит реже, чем в более теплые.

Особенное внимание должно быть уделено температуре поступающего воздуха. Чем теплее становится садило, тем сильнее дыхание и тем интенсивнее выделение углекислоты. Температура поступающего воздуха должна быть 12—15°, в зависимости от времени года. Летом лишь с большим трудом удастся спустить температуру ниже 15°, если в распоряжении не имеется очень холодной артезианской воды, или если вода и воздух не охлаждаются искусственно.

Во всяком случае чередование ферментации и продувания должно определяться только биологическим развитием зерна, но не каким-либо шаблоном.

Впрочем, для соложения в ящиках Кропфа применены общие соображения, принятые для токового соложения, и процесс рашения в ящиках стремятся вести аналогично токовому соложению. Так, при труднорастворимых ячменях в ящиках также следует работать с более высокой температурой, чтобы повысить работу ферментов. Ящик имеет то преимущество, что дает возможность

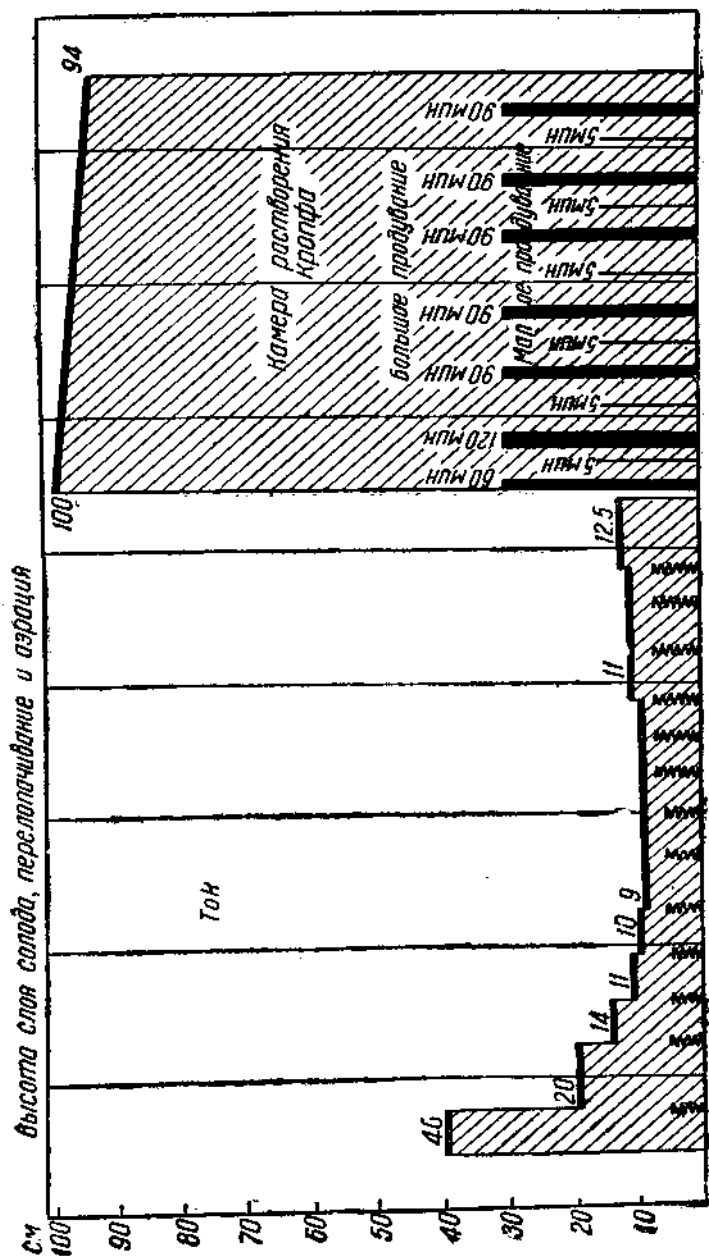


Рис. 38. Высота слоя солода, режим перелопачивания и аэрации.

вести растворение как при более высокой, так и при более низкой температуре, что особенно ценно в более холодное время года. В более теплое время года получится в среднем более значительное повышение температуры, что обуславливается не столько интенсивным ростом, сколько разогреванием самих ящиков под влиянием теплого наружного воздуха. В общем, особое воздействие на росток в ящике невозможно; однако, форсировать его развитие можно следующим образом.

В начале продувания увлажненный воздух нагревается до 10° . Как только термометр нижнего слоя садилы будет показывать эту температуру, что наблюдается приблизительно спустя $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ часа, то в этот момент поступающий воздух нагревают до 15° . Приблизительно одна третья часть садилы охлаждена до 10° , и эта холодная волна воздуха должна пройти через всю толщину садилы. За этой волной движется воздух с температурой выше на 5° и более обогащенный влагой, который легко отдаст свою влагу более холодным слоям солода и, таким образом, усиливает рост. В зависимости от условий, таким способом можно по желанию продувать длительно или попеременно. Обычно такой способ продувания возможен только в более холодное время года.

Во время периода герметизации, даже в том случае, если продувание ведется снизу вверх, высота слоя зерна уменьшается на 6 — 10 см. Таким образом, к концу ращения оно лежит плотнее, чем в начале.

Образования «гусаров» и срастания корешков обычно не следует бояться; это возможно лишь при сильном охлаждении стен и наступающей благодаря этому конденсации пота на дне, у стен или на поверхности садилы.

Выгрузка ящика может производиться различными способами. Само собой понятно, что ручную выгрузку продолжительнее, дороже и менее удобна.

Много лучше, если ящики Крöpfа установлены таким образом, что делают возможной выгрузку снизу.

В этом случае под помещением, в котором установлен ящик, должно быть специальное помещение, по крайней мере, в 3 м высотой. Тогда возможно устройство в дне ящика люков для выгрузки солода снизу. Эти люки должны быть достаточно широкими, чтобы пропускать рыхлую массу зеленого солода, и плотно закрывающимися, чтобы через них не могла капать вода. Выгружаемый из ящика зеленый солод падает или на самотряску или на решетки, который падает его к элеватору для зеленого солода или на пневматику.

Если созревание в ящиках происходило правильно, то готовый зеленый солод имеет нормальный здоровый запах, нормальное растворение и содержание влаги и отличается внешне только по более слабому развитию корешков; как известно, это вызывается действием углекислоты, подавляющей их рост.

Короткий росток сообщает солоду следующие особенности. Зеленый солод слеживается сильнее, в особенности потому, что в течение всего периода герметизации, т. е. 4-х дней, он не ворошится; он будет лежать плотнее и на решетке овина, вследствие чего его следует загружать более тонким слоем и чаще ворошить.

Зеленый солод также труднее сохнет на овине. Благодаря коротким корешкам он часто кажется более сухим, чем в действительности, поэтому данный признак, по которому обычно судят о влажности солода, должен применяться к солоду Крöpfа с осторожностью. Фактически солод бывает более влажен, чем кажется по внешнему виду. По этой же причине для пневматической передачи солода требуется больше времени и расхода силы.

Потери при ращении снижаются благодаря короткому корешку, приблизительно вдвое; в этом заключается основная экономия, потеря при соложении по Крöpfу. Таким образом, уменьшение потерь не является только экономией крахмала, а частично и экономией на ростках. Это обстоятельство не следует забывать при учете потерь.

Угнетение развития корешков сказывается также в составе зеленого и, следовательно, сухого солода, так как азотистые вещества во время ращения переходят в корешок. Вследствие этого солод, приготовленный по Крöpfу, содержит в мучнистом теле больше белков.

Для получения действительной картины качества солода, приготовленного по Крöpfу, пользуются сравнением его с токовым солодом, изготовленным на том же ячмене.

При этом необходимо заметить, что было бы ошибочным ожидать полного совпадения всех его свойств.

Солод, изготовленный по Крöpfу, никогда не бывает вполне тождествен с токовым солодом, однако, отсюда не следует, что он хуже последнего.

В первую очередь эта разница касается данных механического анализа. Зародышевый листок, не достигший дальнейшего развития под влиянием углекислоты, всегда короче токового солода, а благодаря незначительному дыханию солод Крöpfа имеет более высокий вес гектолитра и тысячи зерен. Поэтому солод, полученный в ящиках Крöpfа, имеет характерные признаки недорастовленного солода, если его оценивать по нормам, принятым для оценки токовых солодов. Эти признаки кажущегося недорастовления, однако, не имеют никакого значения для оценки внутренних изменений потому что почти любой солод Крöpfа, по сравнению с токовым солодом, на основе аналитических данных скорее показывает признаки определенного перерастовления.

Ограниченное дыхание подавляет только внешний рост, но не обмен веществ. Солода, полученные по способу Крöpfа, подвергаются даже более глубоким внутренним изменениям веществ по сравнению с токовыми солодами; эти изменения находятся в совершенно другом соотношении с развитием внешних органов, т. е.

корешков и зародышевого листка, чем у токового солода. И даже можно сказать больше: действительная опасность соложения по Крöpfу заключается скорее в перерастворении или в возможности интрамолекулярного распада, но ни в коем случае не в недорастворении.

Это происходит, прежде всего, потому, что солод по Крöpfу при всех условиях более богат ферментами, чем токовой солод. Доказательством этого является величина диастатической силы, которая как у зеленого, так и у сухого солода Крöpfа выше, чем у токового. Менее заметна эта разница в сухих солодах; это связано с тем, что диастатическая сила солодов по Крöpfу при неосторожной сушке изменяется сильнее, чем у токового солода. Причина этого, повидимому, заключается в том, что, благодаря слабому росту корешков, солод Крöpfа труднее отдает влагу, чем токовой солод.

Особенно интересны и ценны соотношения, наблюдающиеся при распаде белков. Белки во время ращения претерпевают наиболее разнообразные и существенные изменения, и белковый распад может в известной степени служить масштабом внутренних изменений в зерне и его растворения.

На основании многочисленных исследований установлено¹, что типичным и существенным различием между солодом Крöpfа и токовым солодом являются различия в характере продуктов распада белков. Если проследить за белковым распадом в периоде прорастания и периоде ферментации с помощью так называемого формольного титрования, которое дает хорошее представление о расщеплении белков, то можно установить, что солод Крöpfа имеет несколько повышенное содержание формольного азота. Таким образом, действие протеолитических ферментов лишь незначительно увеличивается в период прекращения доступа воздуха в ящик.

Именно в этом факте ясно сказались успехи, которые за последние годы были сделаны в конструкции ящиков и в способе продувания сидила.

Можно утверждать, что зеленый солод, приготовленный из ячменей, дающих хорошее растворение, или не дает совсем никакой разницы в содержании формольного азота или разницу всего лишь в несколько миллиграммов. При работе с ячменями, имеющими плохое растворение, эта разница становится больше. Можно даже утверждать, что различия в данных формольного титрования могут служить масштабом пригодности ячменя для соложения по Крöpfу.

Во время процесса сушки соотношения несколько сдвигаются. Данные формольного титрования у солодов Крöpfа всегда выше. Причина этого заключается, главным образом, в том, что солод Крöpfа имеет более короткие корешки. Как известно, корешки

¹ A dler, Z. 1914, S. 105; Lüers, Z. 1921, S. 199.

содержат в процентном отношении больше белков, чем мучнистое тело, и отнимают значительное количество белков у зерна. Мучнистое тело солода Крöpfа богаче белками и формольным азотом, так как их меньше переходит в корешки, чем у нормального токового солода.

Благодаря уменьшению различия в содержании формольного азота была устранена более темная окраска солода Крöpfа, прежде так часто наблюдавшаяся во время сушки — даже и в том случае, если солод осторожно высушивался и не подвергался слишком глубокому растворению на току.

Существенным различием между токовым солодом и солодом Крöpfа является их разная кислотность. Кислотность у токового зеленого солода почти всегда выше, чем у солодов Крöpfа. Напротив, в сухом солоде первоначальная кислотность солодов Крöpfа выше, а ферментативная кислотность — ниже.

Таким образом, благодаря сушке, происходит интересный и существенный сдвиг кислотности. Дать исчерпывающего объяснения этому факту пока еще не представляется возможным.

Приводим сравнительные данные кислотности, формольного азота и содержания диастаза в токовом солоде и солоде Крöpfа.

В 100 г сухого вещества содержится	Светлый солод				Темный солод			
	зеленый		сухой		зеленый		сухой	
	Ток	Крöpf	Ток	Крöpf	Ток	Крöpf	Ток	Крöpf
Кислотность в см³ N/1 кислоты								
Начальная	6,26	5,78	4,10	4,80	6,99	6,33	4,86	5,30
Ферментативная	7,31	7,38	7,30	7,10	7,58	6,81	6,50	5,70
Общая	13,57	13,16	11,40	11,9	14,57	13,14	11,30	11,10
Формольный N в мг								
Начальный	178	220	143	174	196	229	125	151
Ферментативный	143	132	97	89	154	154	80	102
Общий	321	352	240	263	350	384	205	252
Диастатическая сила	345	382	245	260	344	374	101	117

Более высокая начальная кислотность имеет большое практическое значение, потому что, вероятно, этим обуславливается потемнение богатых тростниковым сахаром солодов и усиление воздействия ферментов на азотистые вещества.

Наблюдения показывают, что после сушки солода Крöpfа содержат больше сахара, чем токовые солода, в то время как в большинстве зеленых солодов наблюдается противоположное явление.

Дальнейшие общие различия между токовым солодом и солодом Крöpfа или соотношения между отдельными группами ве-

ществ, несмотря на имеющийся обширный цифровой материал, не могут еще быть установлены. Солода различных годов дают меняющуюся картину; только длительные — из года в год — наблюдения смогут дать материал для дальнейших сравнений и обобщений.

Во всяком случае, установлено, что при работе по Кронфу в настоящее время никакого ненормального распада веществ нет, как это могло иметь место при прежних методах. При тщательной и правильной обработке зерна в современных ящиках Кронфа исключена возможность образования кислого запаха, высокой цветности, мажущего и водянистого растворения ячменя.

Любой ячмень, пригодный для нормальных вегетационных условий и пивоварения, может беспрепятственно подвергаться соложению по Кронфу.

Таким образом, соложение в условиях ограниченного доступа воздуха благодаря этому значительно изменилось к лучшему. Если еще пока не все затруднения удалось преодолеть, и некоторые ячмени еще могут вызывать сомнения в их пригодности для соложения по Кронфу, все же техника этого способа соложения сильно продвинулась вперед как в отношении конструкции, так и технологии самого процесса.

Недостатки с течением времени уменьшились, и преимущества выявились более рельефно. В настоящее время можно сказать, что не все еще возможности этой идеи исчерпаны. Во всяком случае при практическом осуществлении этой системы необходимо учитывать ее своеобразие, если хотят достигнуть полного успеха.

Преимущества системы соложения по Кронфу, прежде всего, экономического порядка, подобно прочим пневматическим системам.

Во-первых, здесь получается значительная экономия на рабочей силе, а также и на расходе энергии, поскольку не требуется постоянной аэрации. Несколько удорожает работу лишь двойная передача садила — сперва в ящик, а затем на сушку.

Во-вторых, здесь получается значительная экономия площади, так как на 1 м² можно загрузить около 500 кг ячменя. Новостью является легкая регулировка температуры, чему способствует образовавшаяся углекислота.

В современных установках в значительной мере гарантируется независимость от внешней температуры, так как наличие охлажденного воздуха делает соложение по Кронфу действительно независимым от влияния внешней температуры.

Чистка камеры также сравнительно проста, так как в ней отсутствуют мало доступные углы.

Стоимость установки подобной солодовни сравнительно невелика, потому что не требуется устройства дорогой ворошилки и нужен только один вентилятор. Тепловые производственные расходы ограничиваются расходом на электроэнергию.

Существенной выгодой системы Крöpfа является экономия на потерях солода; накапливающаяся углекислота затрудняет дыхание, наступает значительное снижение потери крахмала и, следовательно, существенное уменьшение потери при пересчете на безводный солод. Экономия в среднем достигает по меньшей мере 20%, а в некоторых случаях может быть повышена вдвое. Возможность максимальной экономии благодаря применению ферментации солода не вызывает никакого сомнения. Таким образом, количественная сторона вопроса при соложении по Крöpfу получила блестящее разрешение. Если при соблюдении всех необходимых мер предосторожности имеется возможность разрешения также вопросов качества, то современная установка Крöpfа должна, бесспорно, рассматриваться как большой шаг вперед в области рационализации соложения.

Очень часто ящики Крöpfа устанавливаются с целью повышения общей производительности солодовни без больших затрат. Соложение по Крöpfу является единственной пневматической системой, которая может быть легко осуществлена даже при самых маленьких солодовнях.

Кроме описанной системы существует еще полная ящичная установка Крöpfа, в которой весь процесс соложения, начиная с вымочки, проводится в ящике. Таким образом, применение ящика не ограничивается только второй стадией соложения, т. е. процессом растворения, но распространяется и на первую стадию — проращивание. При этом ячмень в первый период роста, т. е. в течение 4 или 5 дней, не остается в одном и том же ящике, а каждый день передается в следующий.

Устройство таких растильных ящиков одинаково с ящиками для растворения; они также могут герметически закрываться и снабжены решеткой, на которой проращиваемый ячмень кладется слоем до 1 м. В растильных ящиках также отсутствуют ворошители; необходимое в первые дни перелопачивание осуществляется путем ежедневного перебрасывания ячменя в другой ящик. Через зерно пропускается искусственно увлажненный воздух. В этих растильных ящиках воздух может или продуваться беспрепятственно с удалением углекислоты или же приток воздуха и здесь по желанию может быть ограничен.

Растильные ящики большей частью располагаются вертикально, причем в самом нижнем этаже каждой растильной камеры устраивается герметическая камера.

Работа на такой вертикальной системе Крöpfа производится следующим образом.

Ячмень замачивается, как обычно, и переносится в верхнюю растильную камеру.

Чтобы достигнуть быстрого начала прорастания, воздух, пропускаемый через ячмень, подогревается до 14°. Во время первых 24 час. максимально допустимая температура ращения большей

частью не переходит за 14° , и таким образом, охлаждения не требуется.

Через 24 часа, считая с момента вымочки, ячмень, давший глазки, перебрасывают во второй растильный ящик. Это происходит при помощи особого механизма.

В середине камеры находится составная труба, проходящая сквозь решетку и дно камеры, через которую содержимое самой верхней камеры передается в следующую. Эта передача необходима во избежание срастания садила.

Если камеры расположены горизонтально, то это может быть осуществлено путем снятия боковой перегородки и перекидки ячменя вручную или при помощи пневматики в соседний ящик.

В этом втором ящике процесс прорастания идет еще интенсивнее, образование тепла усиливается. Необходимо искусственное охлаждение, что достигается, смотря по необходимости одно- или двукратным продуванием воздуха. При этом, следовательно, имеется возможность давать садило нагреваться до желательной температуры.

Через следующие 24 часа ячмень перебрасывается в третий растильный ящик, причем здесь происходят те же процессы. Отсюда можно уже начать некоторое ограничение процесса дыхания путем неполного удаления углекислоты; при повышении температуры в ящике снова дают воздушное охлаждение.

Обычное проветривание, т. е. вытеснение углекислоты из растильной камеры, которое производится регулярно через правильные промежутки времени, может быть автоматизировано, что исключает необходимость обслуживания рабочими. Основательное же воздушное охлаждение, напротив, проводится периодически и продолжается до тех пор, пока садило не достигнет желаемой равномерной температуры.

Таким образом, растущее садило через 4 дня попадает в камеру растворения, где может происходить герметизация, накопление углекислоты и ферментация.

В камере для растворения прорастающий ячмень остается в атмосфере углекислоты 3—4 дня до момента сушки.

В случае, если растворение к четвертому дню окажется недостаточным, ферментационная камера может быть использована как растильная камера путем обычного продувания. Если же растворение при особо благоприятных условиях наступит раньше четвертого дня, то, наоборот, соответствующая растильная камера может быть использована как ферментационная.

Насколько идея Кропфа нашла широкое признание в технике, характеризует тот факт, что были сделаны попытки применить эту идею и во всех прочих системах соложения как в барабанах, так и ящиках Саладина, т. е. и в этих системах отделить процесс проращивания от процесса растворения.

Так, например, было предложено применить принцип Кропфа к закрытым барабанам.

Работа здесь происходит таким образом, что после вымочки ячмень в барабане быстро высушивается возможно сильным продуванием во избежание перемочки и для обеспечения нормального ращения в первые 4 дня. Как только зерно достигнет заметного растворения, приток воздуха в барабан прекращают.

Это проще всего осуществляется тем, что штуцера поступающего и выходящего воздуха закрывают двумя крышками и получается цилиндрический ящик Кропфа. При этом процесс протекает так же, как в ящиках Кропфа. Удаление углекислоты и охлаждение сидила производят путем снятия крышек. Вращением барабана без продувания до некоторой степени выравнивается содержание углекислоты в барабане; это устраняет опасность неравномерного распределения углекислоты в разных слоях зерна. Расходы на продувание и увлажнение при этом понижаются. В случае, если ячмень не подходит для ферментации, всегда имеется возможность перейти на обычный способ соложения; для этого достаточно отнять крышки и продолжать работу обычным способом.

Однако, надо иметь в виду, что по сравнению с настоящим способом Кропфа здесь имеется большое отклонение, именно в том, что отсутствует сборник для углекислоты.

Во избежание этого недостатка фирмой Топфа был сконструирован особый барабан — ящик, который имеет подобного рода дно и является, таким образом, комбинацией барабана с ящиком Кропфа.

В ящичной системе соложения Саладина, которая до известной степени является предшественником ящика Кропфа, также пытались использовать этот принцип. Это возможно в том случае, если каждый ящик Саладина будет установлен в отдельном помещении и снабжен отдельной вентиляцией.

Уже при работе с ящиками Саладина было установлено, что продувание сидила не должно быть чрезмерным. Раньше все усилия были направлены на то, чтобы, по возможности, перенести условия токового соложения на ящичное ращение в надежде получить лучшие результаты, но при этом недостаточно оценивалась роль углекислоты.

Только на основании опыта работы по Кропфу при работе с ящиками Саладина стали больше уделять внимания техническому использованию углекислоты.

В современных ящиках Кропфа с постоянной аэрацией осуществление принципа ферментации в атмосфере углекислоты, однако, связано со значительными затруднениями (стр. 266).

Зеленый солод

Конечным продуктом искусственного проращивания ячменя является зеленый солод. Внешне он отличается от ячменя, прежде всего, наличием корешков, влажностью, мягкостью и рыхлостью.

Между всеми этими свойствами существуют определенные соотношения, позволяющие сделать заключение о зрелости и доброкачественности продукта проращивания. Кроме того, зеленый солод отличается от ячменя по своему химическому составу, что является результатом ферментативного воздействия на основные вещества ячменя во время ращения.

Внешние признаки и физические свойства зеленого солода являются решающими при его оценке в практике. Независимо от получаемого типа, зеленый солод должен иметь свежий огуречный запах и никоим образом не должен обладать затхлым, кисловатым, фруктовым и плесневелым запахом.

Недостатки запаха указывают на то, что для соложения был взят или сильно загрязненный, сырой, затхлый, плесневелый и поврежденный ячмень, или он неправильно обрабатывался в мочильном чане, или же во время ращения. Ячмени, имеющие дефективный запах, должны хорошо промываться и продуваться при замочке, а также, по возможности, обрабатываться известковой водой. Кисловатый и фруктовый запах указывает на недостаток кислорода во время ращения.

Во всех случаях такие зеленые солода обрабатываются с осторожностью; они обычно дают плохой конечный продукт и могут легко вызывать потемнение цвета во время сушки.

Затем зеленый солод исследуется на его растворение и развитие зародышевого листка.

Растворение мучнистого тела должно быть сухим и мучнистым. При этом растворении большие или меньшие частички содержимого зерна могут не растворяться. Поэтому различают тонкозернистое и грубозернистое растворение. Для светлых солодов полное растворение не требуется, и лучше умеренное растворение, чем перерастворение.

Ни в коем случае растворение не должно быть мажущим или тестообразным. Это получается от ошибок при замачивании (перемачивание, плохое продувание, редкая смена воды) или от ошибок, допущенных при соложении (чрезмерное обрызгивание, слишком длительное прекращение притока воздуха). Зеленые солода с подобного рода неправильным растворением дают твердые, стекловидные, трудно поддающиеся переработке солода.

При прорастании в зерне развиваются зародышевый листок и корешки.

Зародышевый листок оценивается по длине, которая служит масштабом растворения; однако, следует иметь в виду, что растворение не идет параллельно развитию зародышевого листка, и эта оценка лишь условно может применяться. Важное значение имеет при этом равномерность развития зародышевого листка.

Длина корешков также играет определенную роль, если одновременно при оценке будут приняты во внимание и прочие признаки. Желательно, чтобы корешки были толстые и короткие, так

как при этих условиях они легче сохраняют свежий вид и больше вытягивают белков из зерна.

Количество получающегося зеленого солода из единицы замоченного ячменя не всегда одинаково. В среднем считают, что на 100 кг ячменя получается 150 кг зеленого солода, или 1 гл ячменя дает около 2,2 — 2,4 гл зеленого солода.

Химический состав зеленого солода в основном такой же, как у ячменя, потому что имеющиеся в зеленом солоде вещества или синтезированы из вещества ячменя или же они могли находиться в нем в незначительных количествах до проращивания. Сюда, прежде всего, относятся вещества наиболее важные для оценки зеленого солода, а именно — кислоты, продукты белкового распада и ферменты.

Приводимая таблица (стр. 306), а также диаграмма (рис. 18, стр. 147) дают представление о нарастании количества этих веществ, начиная от исходного ячменя до готового зеленого солода. Максимальное нарастание наблюдается в первоначальной кислотности, первоначальном формольном азоте и диастазе; меньшее нарастание получается в ферментативной кислотности и ферментативном формольном азоте. Далее отмечается, что у темных солодов нарастание кислотности и продуктов белкового распада значительно больше, чем у светлых. Причина этого лежит в более длительном ращении и более высокой температуре ращения темных солодов.

В отношении абсолютных величин в большинстве случаев можно наблюдать, что начальная кислотность имеет несколько меньшие значения, чем ферментативная, в то время как у начального формольного азота соотношения обратные по сравнению с ферментативным азотом. Первоначальных продуктов белкового распада почти всегда вдвое больше, чем ферментативных.

Несколько сложнее соотношения в диастатической силе. Часто она достигает максимума после пятого или седьмого дня ращения, причем у темного зеленого солода на 1 — 2 дня раньше, чем у светлого. С этого момента диастатическая сила часто падает, как это видно из диаграммы на рис. 18, стр. 147. В зависимости от времени наступления максимума и подъема солода на сушку, диастатическая сила в готовом зеленом солоде может быть различна.

Таким образом, максимальные значения диастатической силы значительно выше у темного солода, чем у светлого. Период ращения у темного солода длиннее, и вследствие этого диастатическая сила, достигнув максимума, падает в течение более продолжительного времени, чем у светлого солода с более поздним максимумом и более ранней подъемкой. Поэтому может случиться, что готовый темный зеленый солод будет содержать меньше диастаза, чем светлый. На этом основании конечные результаты для светлого и темного солода часто не так сильно отличаются друг от друга, как этого можно было бы ожидать.

Изменения ячменя при проращивании. Различия в химическом составе светлого и темного зеленого солода

	Ячмень	Светлый солод	Абс. раз-ница	Отноше-ние	Учение	Темный солод	Абс. раз-ница	Отноше-ние	Солод		Абс. раз-ница	Отноше-ние
									светлый	темный		
1. Вода	14%	43%	29%	1:3,1	14%	44%	30%	1:3,1	43%	44%	1%	—
2. Кислотность началь- ная (N/I)	2,0 см ²	5,8 см ²	3,8 см ²	1:2,9	2,0 см ²	6,6 см ²	4,6 см ²	1:3,3	5,8 см ²	6,6 см ²	0,8 см ²	1:1,4
Ферментативная . .	5,5 »	6,2 »	0,7 »	1:1,1	5,5 »	7,8 »	2,3 »	1:1,4	6,2 »	7,8 »	1,6 »	1:1,3
Общая	7,5 »	12 »	4,5 »	1:1,6	7,5 »	14,4 »	6,6 »	1:1,9	12,0 »	14,4 »	2,4 »	1:1,2
3. Формольный N												
Начальный	30 мг	190 мг	160 мг	1:6,4	30 мг	240 мг	210 мг	1:8,0	190 мг	240 мг	50 мг	1:1,3
Ферментативный . .	30 »	100 »	70 »	1:3,3	30 »	120 »	90 »	1:4,0	100 »	120 »	20 »	1:1,2
Общий	60 »	290 »	230 »	1:4,9	60 »	360 »	300 »	1:6,0	290 »	360 »	70 »	1:1,25
4. Диастатическая сила	80 »	350 »	270 »	1:4,4	80 »	400 »	320 »	1:5,0	350 »	400 »	50 »	1:1,1

Все данные перечислены на 100 г абс. сухого вещества.

Темные зеленые солода имеют в среднем влажность на 1% больше, чем светлые, благодаря применению полного замачивания ячменя.

Зеленые солода, полученные на различных системах ращения, внешне не очень отличаются друг от друга. Но некоторые различия все же имеются.

Так, барабанные солода вследствие того, что они находятся в закрытом аппарате и благодаря особому способу переиспаривания имеют по сравнению со всеми другими системами наименьшее количество поврежденных зерен и менее плесневеют, чем, например, токовые. Запах большей частью очень свежий. Зародышевый листок несколько меньшей длины; корешки длинные и тонкие и не имеют закрученности, характерной для токовых солодов благодаря понижению геотропического роста, обусловленному частым вращением барабана.

Органы роста ячичного солода мало отличаются от токового зеленого солода, лишь корешки их несколько короче.

Несколько большие отличия от токового солода имеет зеленый солод, изготовленный по способу Кропфа, который благодаря нахождению в атмосфере углекислоты сохраняет длину и форму корешков, имевшуюся при поступлении в ящик. Только зародышевый листок может при известных условиях достигнуть нормальной длины.

По своим химическим свойствам зеленые солода, полученные на различных системах соложения, незначительно отличаются друг от друга.

Если сравнивать солода, полученные на различных системах в отношении содержания влаги, то их можно расположить в ряд, обнаруживающий прямую зависимость между влажностью и общей кислотностью, все равно, будет ли это светлый или темный солод. Токовые солода более влажны, имеют большую кислотность. Менее резко это отличие наблюдается в различных пневматических системах. Поскольку позволяют судить имеющиеся аналитические данные, пневматические системы можно расположить в следующий ряд: ящики Саладина, барабаны, ящики Кропфа, тока, причем между ящиками Саладина, дающими наименьшую кислотность, и барабанами имеется лишь незначительная разница.

В отношении продуктов белкового распада ящики Кропфа в общем стоят на первом месте. Ближе всего к ним подходят тока, и потом лишь барабаны и ящики Саладина.

Диастатическая сила зеленого солода Кропфа является наивысшей. Значительно ниже она у токового солода, а затем — у ящиков Саладина; наименьшей диастатической силой, как показывают аналитические данные, обладают барабанные солода.

В отношении содержания в зеленых солодах сахара¹ еще име-

¹ H. Luers, Z. B. 1921, S. 202.

ется недостаточное количество данных; но, повидимому, солод Крöpfа содержит больше всего инвертного сахара (3%) и меньше всего тростникового сахара (4,7%). В то время как токовые солода дают обратные соотношения (инвертный сахар 1,9%, тростниковый сахар 5,1%). Две другие системы соложения занимают среднее положение между этими системами.

Приводим сравнительный состав зеленых солодов с различных систем соложения (средние данные).

	Тока	Барабаны	Саади	Крöpf
Влажность	44,0%	42,3%	42,0%	43,5%
Общая кислотность . . .	14,2 см ³ N/1	12,9 см ³ N/1	12,7 см ³ N/1	13,3 см ³ N/1
Общий формольный N . .	340 мг	320 мг	315 мг	380 мг
Диастаз	345	330	340	380
Инвертный сахар	1,90 г	—	2,76 г	3,00 г
Тростниковый сахар . . .	5,10 г	—	5,40 г	4,72 г

СУШКА ЗЕЛЕННОГО СОЛОДА

Зеленый солод, полученный при прорастивании, легко портится и должен быть превращен в стойкий продукт, который хорошо переносит длительное хранение. Предварительным условием для этого является обезвоживание солода, чтобы прекратить неизбежные биологические и химические процессы и предупредить порчу его, вызываемую микроорганизмами.

Кроме того, нужно освободиться от специфического запаха и вкуса зеленого солода и получить характерный аромат, а у темного солода вызвать также образование веществ, дающих соответствующую окраску при получении из него сусла.

Необходимо также удалить ростки, обладающие большой гигроскопичностью.

Это осуществляется при помощи высушивания и поджаривания солода, что в технике называется сушкой солода. Свойства солода и пива в значительной степени зависят от режима сушки. Различия темного и светлого пива и всех промежуточных сортов его обуславливаются, главным образом, режимом сушки.

Сушка окончательно определяет характер солода и ее влияние сказывается во всех дальнейших стадиях приготовления пива.

ТЕОРИЯ СУШКИ

Зеленый солод во время сушки претерпевает глубокие физические, химические и физиологические изменения. Эти изменения различны у разных типов зеленого солода и зависят от того, с какой скоростью и при какой температуре происходит обезвоживание, какая температура достигается во время сушки и производится ли процесс поджаривания.

Физические изменения зеленого солода при сушке состоят в изменении влажности, объема, веса, цвета, запаха и вкуса.

Зеленый солод содержит около 45% воды. Поэтому он мягок, эластичен и легко плесневеет. Содержание влаги после сушки падает до 1,5 — 3,5%, солод становится твердым, хрупким и стойким.

Процесс обезвоживания протекает в две стадии — подвяливание и собственно высушивание. Это разделение основано на следующих фактах.

Зеленый солод легко и быстро отдает свою воду до 8%. Эта вода, очевидно, непрочна связана, являясь, главным образом, гигроскопической.

Даже при помощи водоотнимающих средств не удается уменьшить влажность зеленого солода ниже 8%.

Это обезвоживание до 8% называют подвяливанием. Конец подвяливания практически определяется так: если стать ногой на солод верхней решетки, то нога не оставляет следа. В этом состоянии ростки начинают отпадать и при хождении по солоду они проваливаются сквозь решетку.

Способ подвяливания у разных типов солода различен и будет описан ниже. Вообще говоря, подвяливание происходит тем скорее, чем лучше тяга, чем выше температура и чем больше поверхность высушиваемого материала, т. е. чем тоньше лежит солод на решетке.

Снижение влажности после 8% является собственно процессом высушивания, во время которого содержание влаги с 8—10% при светлых солодах падает до 3,3 — 3,5%, а при темных солодах — до 1,5 — 2%. Это высушивание происходит гораздо труднее, что указывает на более прочное связывание воды коллоидно-химической структурой зерна. Подтверждением этого является и то, что зеленый солод, высушенный до этих норм влажности, теряет жизнеспособность.

Высыхание и частичный отрыв ростков также замедляют высушивание в этой стадии.

С повышением потери влаги связано изменение объема зеленого солода, что зависит от свойств солода и способа сушки.

В общем менее растворенные солода на сушке сжимаются сильнее, чем хорошо растворенные и правильно высушенные солода.

Объем солода понижается тем больше, чем быстрее высушивается солод и чем выше температура отсушки.

Ячмень и солод в общем занимают одинаковый объем. У хорошо растворенных солодов объем зерна несколько возрастает по сравнению с ячменем, но зерно теряет в абсолютном весе и тем больше, чем лучше оно растворено.

В отношении физических свойств мучнистого тела сушка вносит только незначительные изменения, состоящие в том, что мучнистость может несколько возрасти за счет стекловидных зерен.

Изменения в цвете, запахе и вкусе распространяются, главным образом, на темные солода и заключаются в потемнении цвета мучнистого тела от желтого до коричневого и в появлении характерного аромата; эти изменения являются следствием определенных химических процессов, происходящих в зерне (стр. 314).

Химические изменения во время процесса сушки можно разделить на следующие:

- 1) изменения, происходящие в зерне, которое еще продолжает жить, и являющиеся следствием естественного роста;
- 2) изменения, которые происходят после теплового окоченения зерна и являются результатом чисто химических реакций между определенными группами веществ солода под влиянием

высокой температуры и влажности; таким образом, они могут вызываться искусственно в зависимости от технологических условий.

Химические изменения у разных типов солодов и на разных стадиях сушки количественно и качественно также различны.

Пока еще температура низка (до 60°) и имеется необходимая влажность, возможен процесс дальнейшего роста и связанная с ним ферментативная деятельность. Происходят осахаривание крахмала, инверсия тростникового сахара, растворение клетчатки, распад белков и т. д.

При определенных условиях (при 50°) могут иметь место также и обратные процессы, так называемые реверсивные процессы. Так, инвертный сахар превращается в тростниковый сахар и даже в крахмал, в то время как последний снова расщепляется на тростниковый сахар. При температуре от 45° до 75° происходят, главным образом, ферментативные процессы, которые вызывают дальнейшее осахаривание крахмала. В общем эта первая фаза продолжается во время всего процесса подвяливания.

Внешне процесс роста обнаруживается по удлинению зародышевого листка¹ во время процесса подвяливания. У светлого солода это происходит, конечно, только на верхней решетке, пока содержание влаги не снизится до 10%, т. е. в течение первых 12 час.; у темного солода — в продолжение 30 час., до поступления солода на нижнюю решетку. Этот рост заметно отражается на растворении солода и связанных с ним биологических процессах.

Когда содержание влаги сильно понизится, а температура настолько поднимется, что жизнь зерна прекратится, прекратятся и связанные с нею биохимические процессы; возможны только химические реакции между отдельными продуктами распада зерна при высокой температуре. Эта вторая стадия имеет место преимущественно при сушке темных солодов.

Прекращение жизненных процессов характеризуется постепенным инактивированием ферментов.

При загрузке солода на верхнюю решетку ферменты сначала продолжают работу так же, как и в процессе прорастания. С повышением температуры их активность сначала даже несколько возрастает, но затем, после достижения определенной температуры, благодаря тепловому инактивированию постепенно падает.

При окончательной отсушке активность ферментов достигает минимума. Чем быстрее был обезвожен зеленый солод, тем больше в нем остается ферментов, так как они более устойчивы в среде с малым содержанием влаги.

Эти моменты отражаются на окончательном содержании ферментов при различных способах сушки светлого и темного солода. Светлые солода, благодаря более быстрому удалению влаги, даже при относительно высокой температуре отсушки (85°) теряют сравнительно мало ферментативной активности, а темные солода, на-

¹ Lüers, u. Nishimura, Z. 1924, S. 62.

против, очень много. В то время как темные зеленые солода к началу сушки содержат больше ферментов, чем светлые, к концу сушки они содержат их, наоборот, меньше. Это происходит, во-первых, потому, что темные солода при большей влажности подвергаются действию высокой температуры, а, во-вторых, и сама температура отсушки выше (105°).

Эти факты отражаются на характере и вкусе пива, полученного из солодов различного типа. Что касается отдельных групп ферментов, то цитаза — фермент, растворяющий клетчатку, погибает совершенно уже при средних температурах. Диастаз (амилаза) сильно ослабляется во время процесса сушки (рис. 18, стр. 147). В начале процесса у темных и светлых солодов кривая активности диастаза обнаруживает некоторый подъем. Во время сушки осаживающая способность ослабляется больше, чем менее чувствительная разжижающая способность¹. Почему диастатическая сила у темных солодов падает сильнее, чем у светлых, ясно из всего сказанного выше.

Протеолитические ферменты подвергаются такой же участи. Их активность в начале сушки возрастает, а затем снова уменьшается. При сухом нагревании активность пептиназы и триптазы при 95° не изменяется; только при 100° первая ослабляется, но не разрушается, триптаза же изменяется несколько раньше. У солодов, высушенных при 100° , протеазы еще присутствуют.

Так же, как протеолитические ферменты, ведут себя кислотообразующие ферменты. Но, повидимому, подобного рода ферменты (фитаза, глицерофосфатаза, неуклеотидаза)² в общем более чувствительны к нагреванию, чем протеолитические.

Углеводы ведут себя во время сушки неодинаково. Клетчатка, пентозаны и крахмал изменяются очень незначительно. Большой потери названных полисахаридов не бывает потому, что их способность реагировать с аминокислотами незначительна.

Количество инвертного сахара (виноградный сахар и фруктоза) во время сушки сильно понижается; у светлых солодов³ в среднем понижение достигает 0,2—0,3%, а у темных — 0,6%. Причиной этого является реакция между сахарами и аминокислотами. С другой стороны, уменьшение инвертного сахара объясняется превращением его в тростниковый сахар (реверсивный процесс). Интересно заметное возрастание количества тростникового сахара, которое наблюдается при сушке, особенно, темного солода.

Общее количество белков не изменяется во время сушки. Количество растворимого и коагулируемого белка, а также формольного азота возрастает в процессе подвяливания, достигая максимума, и снова падает в процессе сушки при дальнейшем повыше-

¹ Lintner, Z. 1902, S. 672; Barth und. Dinklage, Z. 1903, S. 601 Dinklage, Z. 1904, S. 249.

² Lüers u. Nishimura, Z. 1924, S. 64.

³ Lüers, Chemie des Brauwesens, 1929, S. 243.

нии температуры. Чем выше температура сушки солода, тем больше коагулирует белков в зерне и тем меньше их содержится в сусле и пиве. При этом в процессе сушки исчезает альбумин II по Шеррингу; альбумин I коагулирует только около 90° , причем оба процесса ускоряются при большей влажности солода. Таким образом, часть растворимых белковых веществ в последнюю стадию сушки опять становится нерастворимой или благодаря реакции с другими веществами или же благодаря коагуляции¹.

Белковая стекловидность², иногда наблюдающаяся в солоде, появляется, когда солод с высокой влажностью подвергается действию высокой температуры или когда солод на нижней решетке будет подмочен или увлажнен. Появление этой стекловидности объясняется тем, что еще не подвергнутый распаду резервный белок растворяется протеолитическими ферментами, пропитывает рыхлую массу мучнистого тела и превращается при высокой температуре в стекловидную твердую массу. Эта стекловидная масса на поперечном разрезе зерна имеет желтоватые или серые края с белой серединой. Образование так называемой гуммиобразной стекловидности, которая на поперечном разрезе дает противоположную картину (темную середину и светлые края), объясняется последующим ферментативным воздействием при высоких температурах на клеточные стенки, благодаря чему гуммиобразные вещества разжижаются, проникают в рыхлое мучнистое тело и затвердевают.

У светлых солодов растворимый и коагулируемый белок, а также продукты распада белка, определяемые формальным титрованием, изменяются сравнительно незначительно, а именно — несколько уменьшаются, так как удаление влаги при этом происходит очень быстро и возможность к дальнейшим реакциям исключается.

Более значительные изменения белков у темных солодов; они подвергаются действию более высокой температуры в присутствии сравнительно большого количества влаги, что благоприятствует более интенсивной работе протеолитических ферментов. Благодаря этому происходит увеличение количества растворимых и коагулируемых белков и продуктов белкового распада. Однако, этому приросту противопоставляется более значительное уменьшение белков при окончательной отсушке, чем у светлых солодов; как было сказано выше, оно связано с более сильной коагуляцией белков на нижней решетке, отчего снижаются количества растворимого и коагулируемого белков.

Образование цвета и аромата является самым интересным процессом в убитом сушкой зерне. При определенных условиях сушки мучнистое тело принимает более или менее желтую или коричне-

¹ Barth, und Dinklage, Z. 1903, S. 601.

² Windisch, W., 1927, S. 372.

вую окраску, причем одновременно становится заметным характерный солодовый аромат.

Образование цвета и аромата происходит исключительно в стадии отсушки на нижней решетке, хотя необходимые вещества образуются уже гораздо раньше.

Прежде полагали, что образование цвета и аромата по существу происходит благодаря действию высокой температуры на сахара, образовавшиеся во время ращения и сушки. Это приписывалось инвертному сахару и левулозе, которые разлагаются при сравнительно низкой температуре и дают соответствующий цвет и аромат. Тростниковый сахар не может быть причиной этого явления, так как он темнеет только при 180° и не дает никакого аромата. Кроме того, считали, что некоторые растворимые белковые вещества могут давать окраску вследствие окисления.

По новейшим воззрениям¹ образование цвета и аромата происходит большей частью не за счет окисления сахаров, а зависит от взаимодействия сахаров и продуктов распада белков (аминокислот) в присутствии воды.

Механизм этой реакции еще не вполне ясен; как побочный продукт образуется углекислота; конечные продукты имеют кислый характер и участвуют в кислотном балансе сушки. Одновременно исчезает часть аминокислот и сахаров, что обуславливает аналитически обнаруживаемое уменьшение их в последних стадиях сушки.

В то время как белки и крахмал сами по себе совершенно безвкусны, вещества, получающиеся в результате реакции между их продуктами распада, явно действуют на вкусовые нервы.

Если определенный сахар, например, глюкозу, нагревать на кипящей бане с аминокислотами и водой, то через некоторое время появится желтая окраска, которая в зависимости от взятой аминокислоты переходит в светлорыжий или темнорыжий тон. Наиболее интенсивная окраска всегда появляется в тот момент, когда большая часть воды испарилась, и масса становится сиропообразной. В этой стадии наблюдается выделение углекислоты, что может быть обнаружено при помощи баритовой воды. Образовавшийся продукт представляет собой темную клейкую массу, которая после высушивания становится рыхлой и рассыпчатой. При этом различные аминокислоты дают продукты, которые значительно отличаются по красящей способности и аромату.

Из сахаров наиболее склонны к этой реакции глюкоза и фруктоза, в то время как высшие сахара и полисахариды в этом преобразовании участвуют только в незначительной степени или совсем не участвуют.

¹ Lintner, Z. 1912, S. 545; Ruckdeschel, Z. 1914, S. 430; Langer, Z. 1914, S. 90.

Наиболее активной из низших продуктов распада белков является аминокислота (гликоколь), которая придает продукту реакции сильное окрашивание и запах, несколько напоминающий пивной колер, и кислый вкус¹. Аминопропионовая кислота (аланин), которая действует несколько слабее, дает сходный продукт. Аминовалериановая кислота (валин) реагирует медленно, но наряду с коричневой окраской придает приятный запах поджаренного солода. Аминоизобутилукусная кислота (лейцин) дает незначительную окраску с сахарами, но более сильный хлебный аромат. Аминоянтарная кислота (аспарагин) дает только очень слабую реакцию, в то время как тирозин и ряд других аминокислот не дают с сахарами ни аромата, ни окраски. Полипептиды также еще реагируют с сахарами, но значительно слабее.

Перечисленные окрашенные соединения объединяют под названием меланоидинов. Температура, благоприятная для образования меланоидинов и аромата, лежит при 100 — 105°. Новейшие представления относительно образования цвета и аромата находят подтверждение в том, что зеленые солода особенно склонны к образованию окраски; например, зеленые солода на ящичка Кропфа, которые, наряду с более высокими количествами сахаров, имеют более высокое содержание продуктов белкового распада, определяемых формальным титрованием.

При сушке солода имеются все условия для этой реакции: аминокислоты и глюкоза являются наряду с водой составными частями зеленого солода, а температура сушки вполне достаточна для этой реакции. Отсюда понятно, почему при изготовлении темных солодов как в процессе проращивания, так и на верхней решетке, обращают такое внимание на «растворение» и связанный с ним распад белков, почему так медленно должна удаляться влага и даже к началу отсушки солод должен быть еще довольно влажным. Становится понятным также, почему у темных солодов желательное развитие зародышевого листка. С другой стороны, ясно, почему при приготовлении светлого солода поступают наоборот, чтобы избежать всякого образования окраски и, главным образом, типичного солодового аромата.

Разумеется, нельзя дать схемы для получения окраски во время сушки, так как мы не можем по собственному желанию регулировать характер продуктов распада белков, которые ведут себя так различно. Это зависит от характера и свойств ячменей, и поэтому красящая способность ячменя и полученного зрелого солода может быть определена, только опытным путем.

Отнюдь не безразлично, какие аминокислоты имеются в зеленом солоде; это является очень важным моментом в белковой проблеме ячменя. Белковой вопрос ячменя еще сравнительно недавно разбирался почти исключительно с количественной точки зрения, поскольку было известно, что с увеличением количества

¹ L üers, *Chemie des Brauwesens*, Z. 1929, S. 240.

белков уменьшается экстрактивность ячменя. Поэтому для получения пивоваренного солода считали самыми лучшими низкобелковые ячмени. Для светлых солодов это могло быть правильным.

Но если дело идет об изготовлении темных высокоароматных солодов, тогда чисто количественная оценка вопроса оказывается неправильной. Скорее можно утверждать, что для получения темных солодов и темного пива во всяком случае должны применяться ячмени не слишком низкобелковые, и гораздо лучше для этого подходят ячмени, более богатые белком, чем высокосортные богемские и венгерские.

Красящие вещества, меланоидины, образующиеся во время сушки, очень устойчивы и переходят, очевидно, почти неизменными в сусло.

Если не соблюдены необходимые предварительные условия для образования окраски, т. е. при отсутствии соответствующих аминокислот, сахаров и достаточной влажности, получить ароматный солод невозможно. Все попытки добиться аромата солода исключительно при помощи нагревания заранее обречены на неудачу, так как при этих условиях не может протекать нормальная реакция образования цвета; мучнистое тело зерен не приобретает соответствующей окраски, а получается лишь подгорание части зерен, лежащих непосредственно на горячей решетке. Вследствие этого, получают не ароматические, а горькие пригорелые вещества, которые, переходя в пиво, придают ему неприятный вкус. Все образовавшиеся таким путем вещества носят название ассамара.

Таким образом, если ячмень или другие пессоложенные материалы, не содержащие ни сахаров, ни аминокислот, подвергнуть действию высокой температуры, то никогда нельзя получить ни цвета, ни характерного аромата, как это имеет место при сушке зеленого солода.

Кислотность солода возрастает до тех пор, пока еще могут работать кислотообразующие ферменты. При дальнейшем повышении температуры часть веществ, имеющих кислую реакцию, уменьшается, но незначительно. С другой стороны, при реакции между сахарами и аминокислотами образуются новые кислореагирующие вещества. Изменение кислотности готового солода, по сравнению с первоначальной кислотностью зеленого солода, зависит от количества вновь образующихся и исчезающих кислот.

Жир солода также должен претерпевать изменения при высокой температуре. Следует иметь в виду, что подобные изменения не желательны для пива, прежде всего, для его пенистости.

Кроме этих чисто химических изменений, действие сушки отражается также на количестве растворимых веществ в солоде, которое обозначается общим термином «выход экстракта».

В процессе сушки ферменты ослабевают или совершенно инактивируются, а целый ряд веществ под влиянием высокой

температуры переходит в нерастворимое состояние и даже разрушается; поэтому с повышением температуры и удлинением времени отсушки, общее количество растворимых веществ, т. е. выход экстракта — падает.

Конечно, здесь играет роль не только температура, но также и способ сушки, т. е. действуем ли мы на солод сухим или влажным жаром. От этого зависит качественный состав экстракта, а вместе с этим и растворимость его.

Каждый из двух основных типов зеленого солода должен иметь специальный режим сушки.

Разрешение вопроса о том, получит ли солод требуемый цвет и аромат или нет, зависит, прежде всего, от режима сушки, хотя предпосылки для образования окраски и аромата должны быть созданы уже в процессе приготовления зеленого солода.

Для изготовления светлых солодов необходим короткий процесс сушки «светлого» зеленого солода со слабой отсушкой при температуре 75—85°, измеренной в солоде. Этот режим сушки связан с большим расходом воздуха и малым расходом тепла.

Для изготовления темного солода необходим медленный процесс сушки «темного» зеленого солода с высокой отсушкой при температуре 100—105°. Для этого режима сушки характерны большой расход тепла и малый расход воздуха.

ПРАКТИКА СУШКИ

Для сушки солода применяются особые сушильные аппараты или так называемые солодосушилки.

Ход процесса сушки зависит от способа и степени нагревания зеленого солода в этих сушилках и от воздушной тяги, которая определяет характер и степень удаления влаги из зеленого солода. От взаимодействия этих двух факторов зависят все физические и химические изменения зеленого солода во время сушки.

Ни один аппарат солодовни не имеет такого многообразия конструкций, как солодосушилки. Количество систем существующих конструкций и их вариантов указывает на то, что долгое время недостаточно ясно понимались процессы, происходящие при сушке темных и светлых солодов.

Все существующие конструкции солодосушилок можно разделить на две группы:

- 1) сушилки, в которых топочные газы проходят непосредственно через высушиваемый материал (курные овины);
- 2) сушилки, в которых нагревание происходит нагретым воздухом (воздушные сушилки).

Первая группа сушилок, в которых топочные газы проходят через высушиваемый материал, имеют в настоящее время значение лишь для местных сортов пива (Rauchbiere, Lichtenhainer, Grätzer) и находят очень ограниченное применение.

В современной технике применяются исключительно воздушные сушилки. Топливо сжигается в специальных топках; горячие продукты сгорания подводятся через систему широких жаровых труб под решетки сушилки, а затем уходят через дымовую трубу. Наружный воздух омывает эти жаровые трубы, нагревается, поднимается вверх через решетку, поглощает влагу из солода и насыщенный влагой выходит наружу через вытяжную трубу.

Сушилки имеют вид башни со сравнительно небольшим, обычно квадратным сечением. Отдельные элементы сушилки, с помощью которых происходит процесс сушки и поджаривания солода, расположены на различной высоте.

КОНСТРУКЦИЯ СУШИЛКИ

Главные составные части нормальной этажной сушилки следующие: печь, решетки, приспособления для регулирования тяги.

Топка

Печь состоит из топки и жаровых труб, назначение которых — наиболее полная отдача тепла проходящему между ними воздуху; они должны быть равномерно распределены под поверхностью решетки.

Печь располагается в нижней части сушилки, и размеры ее должны соответствовать производительности и условиям тяги сушилки.

В качестве топлива обычно применяют горючее со средней теплотворной способностью, т. е. приблизительно 5000 — 6000 Кал. Дорогое топливо обычно не применяется. В некоторых местах, где имеется в распоряжении менее ценное, но очень дешевое топливо, применяется также топка с нижним дутьем.

Самой важной частью топки является колосниковая решетка. Площадь ее должна находиться в правильном соотношении с поверхностью нагрева жаровых труб и площадью решеток. Правильное соотношение между отдельными элементами сушилки играет большую роль с теплотехнической точки зрения и экономии расхода тепла.

Кроме непосредственного сжигания топлива, необходимое тепло для нагревания воздуха может быть получено при помощи пара или генераторного газа; применение их встречается, впрочем, сравнительно редко и может иметь значение только для солодовен при нивоваренных заводах.

Топочные газы, полученные в печи при сжигании, сначала направляются через канал, выложенный кирпичом, в тепловую камеру. Длина и направление канала в разных сушилках различны. Топочные газы при прохождении через этот канал могут отдавать свое тепло кирпичной кладке, но нагревание воздуха здесь еще очень незначительно. Направление газа по этим каналам имеет целью, прежде всего, накопить тепло в подрешеточном

пространстве и тем самым поддерживать тепло во всей системе сушиллки.

Действительная отдача тепла происходит только при помощи духовых или жаровых труб по пути от топки до их выхода в вытяжную трубу.

Общая поверхность этих труб представляет собой площадь нагрева. Иногда эта часть сушиллки устраивается в виде калорифера, который может состоять не только из голых железных труб, но из комбинации цилиндров и труб с обмуровкой.

Для возможно полной отдачи тепла жаровыми трубами воздуку необходимы следующие условия.

Материал труб должен обладать безукоризненной теплопроводностью, поэтому обычно применяется листовое железо, которое только на местах соединений труб с каналом иногда заменяется чугуном.

Форма труб треугольная или пятиугольная; края треугольника или пятиугольника направлены вверх, чтобы падающие на трубы рустки не задерживались на них и не загорались.

Высота и ширина труб, в зависимости от размеров сушиллки, колеблется от 0,6 — 1 м; трубы должны быть широкими, чтобы тем самым увеличить поверхность нагрева, уменьшит скорость прохождения топочных газов и облегчить отдачу тепла. Отдельные трубы должны быть настолько хорошо соединены между собою, чтобы была исключена возможность как попадания дыма в сушиллку, так и воздуха в трубы. Шиберы труб также должны хорошо закрываться. Чтобы сохранить теплопроводность, трубы необходимо своевременно и регулярно чистить. Трубы укрепляются при помощи цепей или крюков, причем расположение их бывает стоячее и лежащее. При лежащем расположении циркуляция топочных газов более медленна, и теплоотдача более интенсивна, чем при стоячих трубах. Поэтому для темных солодов применяют, главным образом, лежащую систему труб, а для светлых солодов — стоячую.

По тем же соображениям играет роль расстояние труб от нижней решетки, причем здесь снова принимается во внимание направление труб. Расстояние жаровых труб от нижней решетки колеблется от 0,5 до 1,6 м; оно не должно быть везде одинаковым, и трубы не должны лежать в одной плоскости, так как иначе солод на нижней решетке будет неравномерно нагреваться и высушиваться. В месте поступления горячих газов жаровые трубы должны отстоять дальше от решетки, чем трубы, по которым газы уходят, так как по мере удаления от топки температура падает. Это особенно заметно в больших сушилках, жаровые трубы которых имеют значительную длину.

Расстояние труб от решеток также зависит от того, насколько сильно хотят подогреть солод нижней решетки действием тепла, излучаемого жаровыми трубами. Более сильное воздействие излу-

чаемого жара желателен при изготовлении темных солодов и нежелателен при сушке светлых.

Наконец, с точки зрения экономии тепла играет роль расположение труб. Трубы могут идти от точки без разветвления или, разветвляясь, проходить через тепловую камеру. Целесообразно трубы расположить так, чтобы самые горячие газы шли вдоль стен сушилки, постепенно приближаясь к середине, и после возможно полной теплоотдачи поступали в вытяжную трубу.

Трубы можно также располагать одна под другой, если нельзя расположить их на одной плоскости.

Вся система жаровых труб располагается в особом, закрытом снизу пространстве — в тепловой камере или борове (Sau). Наряду с теплоотдачей, тепловая камера имеет важное назначение — равномерно распределять поступающий снаружи свежий воздух на нижнюю решетку и равномерно его нагревать.

Как мы укажем в дальнейшем, внешний воздух поступает на дно камеры через ряд воздушных каналов, которые называют тягами. Равномерное нагревание воздуха зависит от правильного распределения воздушных каналов. Равномерное поступление воздуха достигается регулировкой поворотных клапанов. Тепловая камера, прежде всего, служит также для смешивания холодного и нагретого воздуха. Еще не выяснен вопрос, — что лучше: делать ли для смешивания и притока воздуха большое число мелких тяговых отверстий или меньшее число более крупных.

Для притока воздуха не безразлична и высота тепловой камеры. Чем меньше высота, тем меньше становится тяга и тем сильнее тепловое действие. Так, типичные сушилки для темных солодов имеют высоту тепловой камеры от 2½ до 3 м; в сушилках для светлых солодов она достигает 5½ м.

В сушилках старого типа тепловая камера ничем не отделяется от решетки, и горячий воздух поднимается беспрепятственно вверх. В этом случае солод подвергается действию не только горячего воздуха, но и действию лучистой теплоты труб; для этого, например, в типичных сушилках для темного солода расстояние труб от нижней решетки делалось особенно малым.

В новейших конструкциях сушилок, в особенности для изготовления светлых солодов, между тепловой камерой и нижней решеткой устраивают перекрытие. Тогда горячий воздух камеры поступает под нижнюю решетку только через систему правильно расположенных отверстий, и солод на нижней решетке не может подвергаться прямому действию лучистой теплоты жаровых труб.

Это мероприятие имеет целью более легкое регулирование температуры, лучшее распределение воздуха и уменьшение опасности загорания ростков при их падении на жаровые трубы. Отделенное этим перекрытием пространство называется ростковой камерой.

Тепловая камера может быть сконструирована и иначе.

Так, часть тепловой камеры, расположенная внизу против толки, отделяется от самой тепловой камеры и образует так называемое Vorsau. Это имеет целью предварительный подогрев воздуха до поступления его в тепловую камеру, что с теплотехнической точки зрения, несомненно, рационально.

Следующий вариант состоит в том, что в сушилке устраивается не одна, а несколько тепловых камер. Так, например, устраивается вторая камера под верхней решеткой, а иногда еще и третья. Задача таких промежуточных камер заключается в том, чтобы иметь возможность по желанию нагревать воздух под любой решеткой и, кроме того, лучше использовать тепло. Во всяком случае, должны быть приняты меры к тому, чтобы приток воздуха к этим промежуточным камерам был достаточным.

В этом случае теплый воздух нижней решетки попадает в промежуточную тепловую камеру, где в случае надобности может смешиваться со свежим воздухом.

Решетки

Площадки (полотна), на которые загружается солод, называются решетками; они имеют назначение пропускать подогретый воздух для высушивания лежащего на них солода. Решетки расположены одна над другой. В зависимости от количества решеток, различают одноэтажные, двух- и трехэтажные сушилки. Наиболее широко распространены сушилки с двумя решетками.

Материалом для решеток в настоящее время служит исключительно железо или продырявленные железные листы или проволочная сетка.

Сетка может быть изготовлена различным способом: витая, в виде полотна, вальцованная или ножевидная.

Самым важным свойством решетки является прочность; решетка не должна прогибаться под тяжестью веса зеленого солода. Кроме того, каждая решетка должна иметь строго горизонтальное положение. Ровная и гладкая поверхность служит обязательной предпосылкой для механического перемешивания и равномерного нагревания солода. На решетках, которые имеют прогибы, ворошилка никогда не сможет забрать солод полностью, причем остающиеся зерна окрасятся сильнее и будут иметь другой химический состав.

Решетки покоятся на тавровых балках, которые точно также должны иметь строго горизонтальное направление. Во избежание застревания ростков на верхней части балок, последние должны быть покрыты угловым железом или жестию.

Другое важное свойство решетки — это общая площадь отверстий для воздуха, которая является решающим моментом в отношении тяги.

При незначительной площади отверстий солод нагревается сильнее, тяга будет меньше и больше солода будет лежать непосредственно на горячем металле.

Такие решетки с незначительной площадью отверстий делаются из листового железа с круглыми или щелевидными отверстиями (диаметр $2\frac{1}{2}$ — 3 мм). Площадь отверстий для воздуха достигает при этом 15% от общей площади решетки. Такого рода решетки применяются для темных солодов.

Значительно больше площадь отверстий у проволочных решеток, которая, в зависимости от конструкции, может доходить до 40% от общей площади решетки.

Далее, интенсивность сушки и тяги зависит от расстояния решеток друг от друга.

Чем выше это пространство, тем интенсивнее воздушная тяга.

Пространство между нижней и верхней решеткой колеблется от 2 до 4 м, а над верхней решеткой от 4 до 6 м. Большая высота необходима потому, что иначе происходит недостаточное испарение влаги из зеленого солода и при незначительной высоте невозможно удаление образующихся водяных паров. Потолок над верхней решеткой делается сводчатым, стройная форма которого способствует лучшей тяге и удалению водяных паров, особенно при наличии искусственной тяги.

Решающим моментом в отношении производительности сушилки является площадь нижней решетки, которая и представляет собой собственно площадь сушилки. Эта производительность зависит:

- 1) от загрузки верхней решетки,
- 2) от величины площади сушилки в квадратных метрах,
- 3) от продолжительности лежания солода на решетках.

Чем больше нагружается верхняя решетка, тем большее количество подсушенного зеленого солода поступает на нижнюю решетку и тем больше солода снимается с 1 м² площади сушилки.

Высота слоя на верхней решетке (в см)	Количество отсушенного солода с 1 м ² (в кг)
16—20	37,5—50
24—28	75
30—35	100

Высота загрузки верхней решетки зависит от силы тяги; таким образом, при естественной тяге она зависит от конструкции сушилки и от погоды и колеблется в значительных границах (стр. 327). При искусственной тяге производительность сушилки можно значительно повысить; однако, при сушке темных солодов эта возможность повышения ограничена.

Так, например, с сушилки в 60 м² может быть снято:

Высота слоя на верхней решет- ке (в см)	Количество отсушен- ного солода с 1 м ² (в кг)
16—20	3000
24—28	3750
30—35	6000

Особенно важно при этом правильное соотношение между площадью токов и площадью решеток.

Для вычислений принимается, что 100 кг ячменя требуют 3,6 м² площади токов; тогда на 1 м² площади тока помещается зеленый солод, полученный из 30 кг ячменя. При этом получаются следующие соотношения площадей:

Количество солода с 1 м ² площади решетки (в кг)	Количество ячменя (при 25% потери)	Площадь тока (в м ²)	Отношение площади тока к площади ре- шетки сушилки
50,0	66,50	2,21	2,21:1
75,0	100,00	3,33	3,33:1
100,0	133,00	4,42	4,42:1

На сушку 10 т солода при площади решетки овина в 100 м² требуется при различной загрузке 442 м², 666 м² или 884 м² площади тока.

Отношение площади токов к площади сушилок, в зависимости от высоты загружаемого слоя на решетку, очень различно. Если площадь токов недостаточна, то невозможно рращение солода достаточно тонким слоем. Если же мала площадь решеток сушилки, то приходится нагружать их слишком толстым слоем.

Разуместно, что для пневматических установок площадь решетки сушилки также должна быть определена совершенно точно.

Обычно разгрузка сушилки производится через 12 час. или 24 часа. в зависимости от типа солода. Отсюда производительность сушилки может быть вычислена по числу рабочих дней.

Приспособления для регулирования тяги

Исключительное значение для работы сушилки имеют приспособления для регулирования тяги. Конструкция их чрезвычайно разнообразна.

Основным условием сушки является наличие тяги, так как удаление влаги из зеленого солода возможно только при дви-

жении воздуха. В специальных сушилках тяга рассчитывается по-разному для сушилки светлых или темных солодов. Новейшие типы сушилок с искусственной регулировкой тяги позволяют изготовлять оба типа солода на одной и той же сушилке.

Тяга сушилки зависит от целого ряда условий.

Прежде всего, на нее влияет конструкция сушилки, именно той части, которая служит для притока наружного воздуха и удаления теплого воздуха, насыщенного водяными парами. Предварительным условием хорошей тяги является беспрепятственный приток воздуха к топочному пространству. Подход к нему не должен быть затруднен.

Приток наружного воздуха от топочного пространства к сушилкам происходит, главным образом, через отверстия, которые устроены в полу тепловой камеры. Их называют холодными воздушными каналами, так как они подводят холодный наружный воздух, который отчасти нагревается при поступлении, поднимаясь вдоль кладки печи. Этот воздушный путь называют теплой тягой. Кроме того, устраиваются воздухопроводы, которые доставляют холодный воздух не в тепловую камеру, а в пространство под нижней решеткой.

Если добавочный воздух поступает в более высоко расположенные части сушилки, то он проходит через узкие каналы большей частью прямоугольного сечения, расположенные в стенах сушилки. Все каналы имеют шиберы для регулирования количества поступающего воздуха. Расположение этих каналов в разных конструкциях очень различно.

Число, поперечное сечение и общее расположение каналов должны быть в строго определенном отношении к площадям и высоте сушилок; при этом первостепенное значение имеют следующие моменты:

- 1) общая высота сушилки;
- 2) высота отдельных частей, а именно — высота топочного пространства тепловой камеры, нижней и верхней решеток;
- 3) отношение площадей к высотам;
- 4) площадь отверстий решеток.

Решающее значение имеет также удаление из сушилки насыщенного водяными парами воздуха, для чего служат вытяжная труба. Она устраивается в виде камина и выходит наружу в самой высокой точке свода сушилки. Вытяжная труба, соответственно с ее назначением удалять водяные пары и создавать хорошую тягу, делается достаточно высокой и широкой.

Уже одно перечисление приведенных выше факторов показывает, что вопрос тяги является очень сложным. Кроме того, следует отметить, что соотношения, связанные с конструкцией сушилок, еще далеко не исчерпывают всех факторов, обуславливающих тягу.

Естественная тяга, прежде всего, определяется местными метеорологическими условиями. Пивовар и солодовщик всецело за-

висят от этих условий, если в их распоряжении не имеется искусственных побудителей тяги.

При этом особенно заслуживают внимания следующие моменты:

1) общее расположение солодовни (на возвышенности, в низменности и т. д.);

2) метеорологические условия, т. е. сила и направление ветра, барометрическое давление, облачность, туман, дождь или ясная погода;

3) температура и влажность воздуха.

Если стоит густой, тяжелый туман, дождливая погода, если солнце светит над вытяжной трубой или дует сильный ветер, то естественная тяга понижается настолько, что с трудом удается сушить зеленый солод. При этом наблюдается еще один особенно важный факт.

В зависимости от метеорологических условий свойства воздуха меняются, поэтому бывают чрезвычайно большие колебания в количестве воздуха, необходимого для сушки солода.

Если наружный воздух холоден и сух, то сушка идет лучше, и расход воздуха бывает незначителен. Теплый или влажный наружный воздух (или то и другое вместе) плохо сушит, т. е. для одного и того же количества зеленого солода расход его становится значительно больше. Таким образом, количество воздуха, потребного для высушивания определенного количества зеленого солода, колеблется в зависимости от свойства наружного воздуха.

Следует помнить, что сушка зеленого солода происходит, главным образом, при помощи проходящего через него воздуха, а не только благодаря одному нагреванию солода. Если нагревать солод без притока больших количеств воздуха, солод не обезвоживается, а подгорает и свод сушилки запотевают. Сушка солода в первую очередь является проблемой вентиляции, а не нагревания. Это ясно из следующих расчетов.

Если свежесотеушенный солод выходит из сушилки со средней влажностью около 20% (98 кг сухого вещества и 2 кг воды, не принимая во внимание ростки), а зеленый солод при загрузке имел в среднем 45% влажности (55 кг сухого вещества и 45 кг воды), то следовательно, 100 кг готового солода соответствуют

$$98 \text{ кг} \times 100 \text{ кг} = 178 \text{ кг зеленого солода.}$$

178 кг зеленого солода при влажности в 45% содержат $178 \times 0,45 = 80,1$ кг воды. Чтобы получить 100 кг готового солода, требуется, следовательно, испарить 80 кг = 80 000 г воды.

Необходимое количество воздуха для удаления этих 80 000 г воды вычисляется следующим образом.

Если поступающий воздух имеет температуру 6° и влажность 75%, то 1 кг поступающего воздуха содержит 4,30 г водяных паров.

Так как 1 кг выходящего воздуха при температуре в 25° и влажности в 95% содержит 18,34 г водяных паров, то поглощательная способность воздуха при прохождении через сушилки на каждый килограмм составит: $18,34 \text{ г} - 10,70 \text{ г} = 7,64 \text{ г}$ водяного пара.

Отсюда, при получении 100 кг готового отсушенного солода для испарения 80 000 г влаги потребуется:

$$1 : 7,64 = x : 80\,000; x = 10\,470 \text{ кг воздуха.}$$

Так как 1 м³ воздуха при 18° и влажности 85% весит 1,213 кг, то 10 470 кг займут объем $\frac{10\,470}{1,213} = 8630 \text{ м}^3$.

Таким образом, в этих трех крайних случаях для сушки 100 кг готового солода потребуются следующие количества воздуха:

Поступающий воздух		Исходящий воздух		Расход воздуха для сушки 100 кг солода
Температура	Влажность	Температура	Влажность	
-20°	50%	25°	95%	3200 м ³
$+6^{\circ}$	75%	25°	95%	4500 "
$+18^{\circ}$	85%	25°	95%	8630 "

Отсюда видно, что количество воздуха, необходимое для сушки солода, колеблется в очень широких границах, так как это зависит от свойств наружного воздуха. Помимо того, как раз в те дни, когда воздух обладает незначительной влагоемкостью, и расход его на сушку повышается — естественная тяга сушилки также ухудшается.

Поэтому естественная тяга изо дня в день меняется и не может быть постоянной даже у одной и той же сушилки. Следовательно, для каждой сушилки тягу приходится ежедневно устанавливать практическим путем. Таким образом, для правильного обслуживания сушилки наличие опытного овинщика (кочегара), знакомого с местными условиями, является первым условием правильного ведения режима топки и сушки солода.

Понятно, что естественную тягу нельзя регулировать таким образом, чтобы она вполне удовлетворяла всем требованиям в трех указанных случаях, так как по сравнению с нормальным расходом воздуха в 4 540 м³ в одном случае он должен быть увеличен на 90%, а в другом случае понижен на 30%.

Правда, естественную тягу можно регулировать лишь в известных границах.

Регулирование тяги возможно при помощи регулирования шиберов воздушных каналов и регулирования зонта.

Однако, при помощи этих средств можно только понизить чрезмерную тягу, но нельзя повысить тяги обусловленной конструктивными и метеорологическими условиями. Между тем, как раз это чаще всего необходимо. Иначе производительность сушки сильно колеблется и, подобно токам, всецело зависит от климатических условий. Наиболее простым и распространенным средством является перенос камня в вытяжную трубу. Благодаря нагреванию удаляемого воздуха достигается улучшение тяги. Но эффективность этого мероприятия незначительна и постройка камня в вытяжной трубе к тому же дает сомнительные преимущества.

Развитие техники, поэтому, постепенно вынуждено было прийти к применению искусственных побудителей, чтобы получить гарантию хорошей тяги в следующих случаях:

- 1) при соложении в теплые летние месяцы (пневматическая солодовня);
- 2) в теплых странах или при раннем наступлении тепла;
- 3) при необходимости на сушилках с плохой тягой готовить светлый солод (стр. 361);
- 4) при необходимости повысить производительность сушилки.

Разрешение всех этих затруднений возможно лишь путем установки вентилятора. До сих пор применяются почти исключительно всасывающие вентиляторы.

Работа таких вентиляторов также зависит от целого ряда условий.

Выбор вентиляторов, прежде всего, зависит от способа и места установки.

Вентиляторы могут быть устроены в помещении верхней решетки или вне помещения верхней решетки.

В случае установки вентилятора внутри сушилки, он может быть поставлен или в вытяжной трубе или на потолке верхней решетки.

В обоих случаях применяются исключительно лопастные вентиляторы. Привод делается или непосредственно от мотора или при помощи ременной передачи. Первое более практично, так как ремень во влажном помещении портится и сильно загрязняется.

Если вентилятор находится в вытяжной трубе, то естественно, что крылья его в состоянии покоя уменьшают просвет трубы и тем самым понижают естественную тягу. При таких условиях иногда приходится работать с искусственной тягой дольше и больше, чем нужно. Чтобы не слишком снизить естественную тягу, крылья устраиваются не так, как этого требует их максимальная производительность; их выгибают из плоского железа по системе Блэкмана, причем лопасти ставят наклонно под углом в 30 — 60°.

Если пропеллеру хотят придать нормальную форму лопастей, то вентилятор устанавливается не в вытяжной трубе, а на потолке сушилки; здесь вентилятор окружается цилиндром, который при помощи цепей или проволочных тросов (двигающихся на

роликах) уравнивается воронкой, расположенной под вентилятором.

Когда нужно пустить вентилятор, воронку опускают книзу, одновременно цилиндр идет наверх и связывает вентилятор с вытяжной трубой. Во время остановки вентилятора воронку опять поднимают вверх, благодаря чему цилиндр опускается вниз. В таком положении вентилятор совершенно закрывается воронкой и цилиндром. Вытяжная труба остается свободной, что позволяет работать, как прежде, с естественной тягой, так как не получается никакого уменьшения просвета вытяжной трубы (вентилятор сист. Миллер и Гетцель, Мюнхен, рис. 39). Высасывающее действие вентилятора благодаря устроенной внизу вентилятора воронке получается не прямо снизу, а с боков и тяга распространяется на всю поверхность решетки.

Если вентиляторы располагаются вне помещения сушилки, то применяются исключительно центробежные вентиляторы (рис. 40).

Здесь возможны два случая.

1) Вентилятор высасывает воздух непосредственно с потолка с одного или нескольких мест. При включении вентилятора вытяжная труба должна закрываться зонтом, чтобы воздух не засасывался сверху.

2) Вентилятор высасывает воздух не непосредственно из решеточного пространства, а через кольцевой канал, который расположен вокруг вытяжной трубы и соединен при помощи двух или трех отверстий с помещением верхней решетки. Таким путем достигается равномерное отсасывание по всей поверхности решетки. В этом случае вытяжная труба также должна закрываться зонтом.

Все вентиляторы должны иметь регуляторы числа оборотов, чтобы регулировать действие тяги. В начале процесса сушки вентилятор должен работать с полным числом оборотов для удаления водяных паров из помещения решетки. При наступлении определенного подсыхания зерна и уменьшения сопротивления слоя солода, необходимо понизить силу отсасывания в целях правильного обезвреживания зерна.

Продолжительность работы вентилятора обуславливается степенью загрузки верхней решетки, температурой и влажностью наружного воздуха. Поэтому она различна для светлых и темных солодов. При сушке последних искусственная тяга вообще не требуется. Вентилятор включается сразу или вскоре после загрузки и выключается, когда солод достаточно подсушен. Недопустимо, чтобы вентилятор работал в период отсушки; однако, если солод недостаточно сух, то вентилятор должен также работать и во время процесса отсушки. Необходимым условием установки вентилятора является наличие достаточной площади нагрева, обеспечивающей получение большого количества нагретого воздуха.

Расход силы очень различен, в зависимости от системы вентилятора и высоты загружаемого слоя.

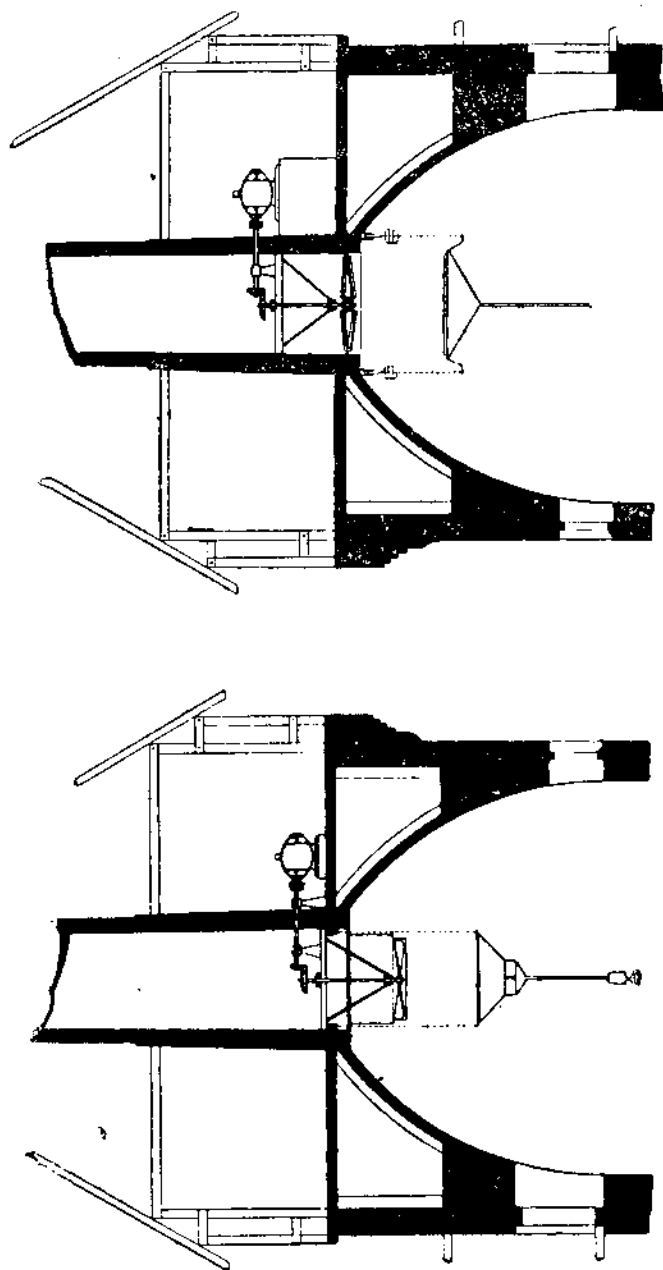


Рис. 39. Схема расположения вентилятора внутри сушилки.

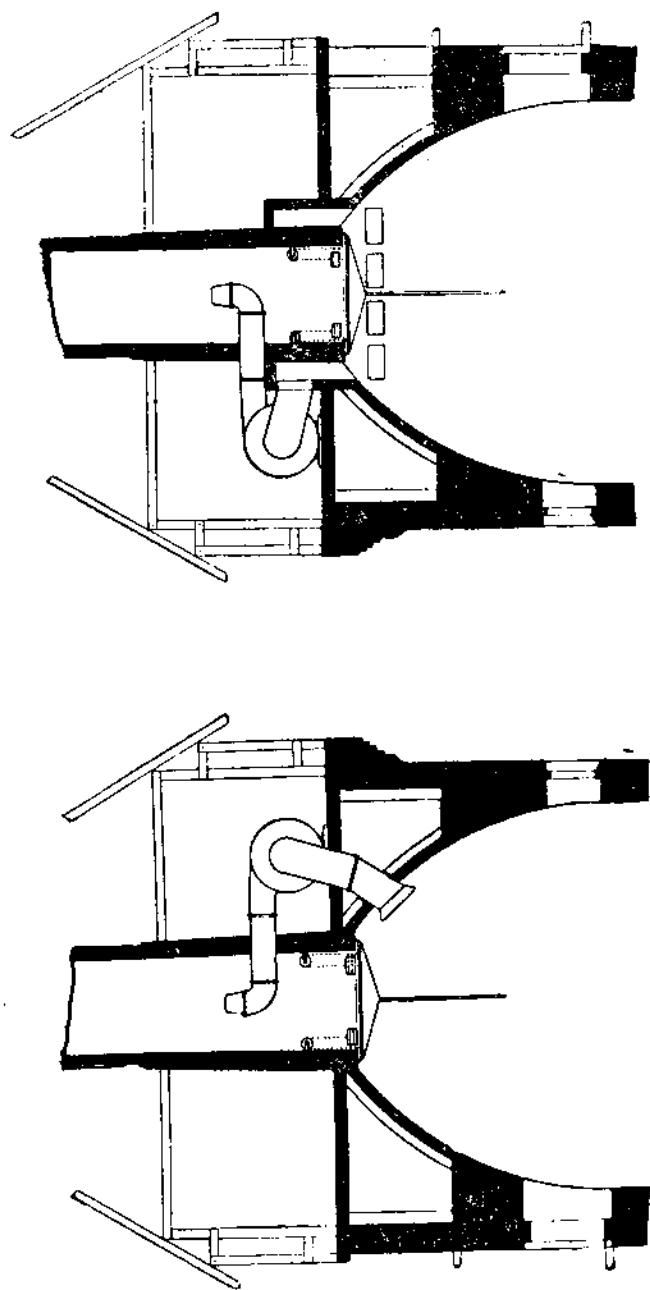


Рис. 40. Схема расположения «центrifляторов» вне сушилки.

Техника искусственной тяги со временем значительно усовершенствовалась. Первоначально против применения искусственной тяги имелись возражения, так как с ней связано увеличение расхода топлива. Но это верно лишь до известной степени, так как этот дополнительный расход с избытком покрывается гарантией безукоризненной тяги и полной независимости от погоды.

Таким образом, мы видим, что в процессе сушки так же, как и в процессе прорастивания, постоянно внедряется принцип швематики, т. е. при помощи искусственной и регулируемой тяги создается возможность повышения производительности сушилки. Однако, нет никакого сомнения, что сушка в толстом слое представляет еще более трудную проблему, чем прорастивание в толстых слоях, так как правильное обезвоживание в определенный срок высоких слоев зерна гораздо труднее.

Удаление больших количеств воздуха, насыщенного водяными парами, происходит через вытяжную трубу. Сечение трубы должно составлять около 6% площади решетки. Устройство двух вытяжных труб на практике себя не оправдало, так как обычно только в одной из них создается тяга, а через другую получается всасывание воздуха. В новейших сушилках с большой производительностью вытяжная труба потеряла свое значение, так как в этом случае естественная тяга не играет никакой роли. В данном случае она становится даже помехой и вместо облегчения лишь затрудняет удаление больших количеств воздуха.

Вытяжные трубы сверху защищены куполообразными зонтами, которые облегчают отток водяных паров и воздуха и препятствуют попаданию дождя на сушилку. Они устраиваются таким образом, что могут легко поворачиваться по направлению ветра. Очень часто вытяжная труба снабжается зонтом, который делается подвижным и служит для предохранения от попадания сажки на верхнюю решетку, а также для локализации пожара. Для этой цели иногда зонт прикрепляется при помощи шнура или легкоплавкого припоя и уравнивается противовесом. В случае возникновения пожара, шнур сгорает (или припой расплавляется), вследствие чего зонт притягивается противовесом, и благодаря недостатку кислорода пожар прекращается. Зонт также используется для регулирования тяги.

Знание отдельных элементов какой-нибудь системы сушилки еще не дает возможности ориентироваться в ее производительности и характере работы. То и другое зависит, главным образом, от соотношений отдельных частей сушилки; даже в сушилках одинаковой конструкции, при изменении этих соотношений, получаются разные условия нагрева и тяги, которые, следовательно, требуют и различного обслуживания.

Описанные составные элементы сушилки могут рассматриваться как нормальные. Но существует еще целый ряд сушилок, которые не имеют описанных выше элементов, так как эти сушилки построены по совершенно другому принципу.

одноэтажный овин. Так появились особые «решетки для подвешивания», отделенные от решеток для подсушивания¹ и решеток для окончательной отсушки².

Прежде всего, эта мысль нашла применение при постройке трехэтажных сушилок. Здесь также наблюдается несколько различных конструкций, причем или решетка, служащая для подвешивания, отделена перекрытием от обеих нижних решеток или нижняя решетка отделена от обеих верхних решеток особым сводом. В обоих случаях мы имеем трехэтажную сушилку, являющуюся комбинацией двухэтажной сушилки с одноэтажной. Еще дальше идут другие конструкции, в которых все три решетки отделены друг от друга, и здесь, собственно, мы имеем комбинацию трех самостоятельных одноэтажных сушилок.

С введением перекрытий между решетками отрицательным моментом явилось существенное понижение естественной тяги, и для получения нужной тяги приходится прибегать к искусственным побудителям.

Наряду с этим, были сделаны всевозможные попытки к максимальному использованию тепла сушилок путем различной конструкции нагревательных элементов (стоячие, лежащие трубы, калориферы), различного расположения жаровых труб, устройства предтепловой камеры и промежуточных тепловых камер, а также различными способами подвода горячего воздуха и его смешивания с холодным. Встречаются также попытки применения пара и генераторного газа.

Одним из важнейших моментов рационализации сушилок является устранение ручного труда путем механизации.

Работа на сушилках состоит из следующих операций:

- 1) подъема солода;
- 2) загрузки верхней решетки зеленым солодом;
- 3) перелопачивания солода на верхней и нижней решетках;
- 4) перекидки солода на нижнюю решетку;
- 5) удаления готового солода с нижней решетки.

В настоящее время подъемка солода производится механически или пневматически. Механическая подача осуществляется при помощи шнеков, ленточных транспортеров и элеваторов, которые являются наиболее подходящими механизмами для передачи такого мягкого, эластичного и чрезвычайно чувствительного к давлению материала, как зеленый солод. При транспортировке солода следует избегать раздавливания и повреждения ростков, способствующих более легкому удалению влаги из солода во время сушки.

Пневматическая передача зеленого солода также нашла себе широкое применение. Однако, установка должна быть правильно рассчитана во избежание закупорки труб. Какому виду транспор-

¹ Fasbender, Bd. 2, S. 509.

² „ „ „ S 517.

тирования должно быть отдано предпочтение, — зависит от местных условий.

Загрузка зеленого солода должна производиться равномерно по всей поверхности решетки. На небольших заводах это может производиться вручную путем подвозки солода на тележках и раскладывания и раскидывания его на поверхности решетки. На более крупных сушилках это неудобно — двери сушилки слишком долго будут открыты, что приведет к охлаждению. Поэтому зеленый солод распределяется на решетках с помощью подвесных вагончиков или раздвижных труб. Иногда в помещении верхней решетки устраиваются мостики для зеленого солода, с которых производится засыпка зеленого солода на решетку.

Загрузка нижней решетки производится с верхней или средней решетки через люки, имеющиеся в решетках, или при помощи опрокидывающихся решеток. Обычно солод сбрасывается вниз через особые трубы, которые в современных сушилках, имеющих перекрытия, отделяющие отдельные решетки друг от друга, являются единственно возможным способом перекидки солода с одной решетки на другую.

Во время сушки солод должен перелопачиваться в целях равномерного высушивания и нагревания. Это перелопачивание солода на решетках, которое прежде производилось исключительно вручную, при высокой температуре и большом количестве пыли, является чрезвычайно вредной и изнурительной работой, особенно при больших и низких сушилках.

Поэтому в настоящее время перелопачивание почти сплошь производится при помощи механических ворошилок; они имеют большое преимущество, так как не требуется открывать дверь, и солод не приминается ногами, вследствие чего не нарушается процесс сушки и не снижается температура в сушилке. Благодаря механическому ворошению сушка происходит равномернее, и не получается слоев с различной температурой и влажностью.

Существует целый ряд конструкций таких ворошилок¹. Все они состоят из подвижной каретки во всю ширину сушилки, двигающейся по рельсам, вделанным в боковые стены.

Движение каретки происходит или посредством вала или при помощи бесконечной цепи. Движение целесообразнее давать от мотора, так как механическая передача менее удобна и, кроме того, установка и эксплуатация ее дороже. Когда ворошилка достигает другого конца решетки, она автоматически переключается и движется в обратном направлении.

Ворошилка имеет вал с плечами, на концах которых находятся лопатки. Конструкция лопаток бывает различной (рис. 41). Вал ворошилки вращается медленно (около трех оборотов в минуту) при помощи вращения зубчатого колеса по зубчатой рейке.

¹ Fasbender, Bd. 2, S. 476—485 und Supplementbd, S. 674; Heinzelmann, W. 1915, № 46—52; 1916, № 1—17.

Лопатки вращаются над решеткой, поднимают солод вверх и разбрасывают его тонким слоем, вследствие чего происходит хорошее перемешивание. Края решеток закруглены, благодаря чему не получается мертвых пространств. Одновременно с вращением лопаток ворошилка имеет медленное поступательное движение со скоростью около 15 — 20 см/мин.

Приводной механизм ворошилки показан на рис. 42.

Конструкция ворошилки на верхних и нижних решетках неодинакова, поскольку свойства солода на отдельных решетках различны. Влажный и тяжелый солод на верхней решетке оказы-

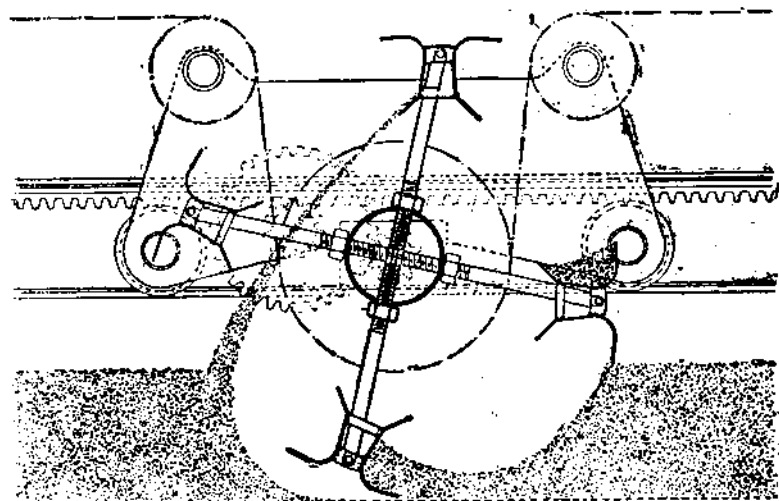


Рис. 41.

вает значительно большее сопротивление ворошилке по сравнению с подсушенным солодом нижней решетки. Ворошилка верхней решетки для уменьшения сопротивления должна иметь лопатки около 20 — 30 см длиной. Плечи ворошилки также должны быть достаточно длинными, чтобы вал ворошилки находился выше поверхности солода. Если верхняя решетка очень сильно нагружена, то в целях уменьшения сопротивления на валу ворошилки насаживаются вместо лопаток прямые шины. В этом случае солод не перелопачивается, а только разрыхляется. Высота загрузки имеет большое влияние на конструкцию и систему привода ворошилки верхней решетки. В настоящее время при очень высокой загрузке верхней решетки вместо лопаточных ворошилок устанавливают специальные ипсковые ворошилки Саладина, описанные в главе «Ящики Саладина». На нижней решетке лопатки могут иметь длину в 60 — 100 см.

Ворошение солода должно происходить через определенные промежутки времени, которые различны для светлых и темных солодов. При этом следует иметь в виду, что слишком частое ворошение не ускоряет высушивания. Режим перелопачивания на

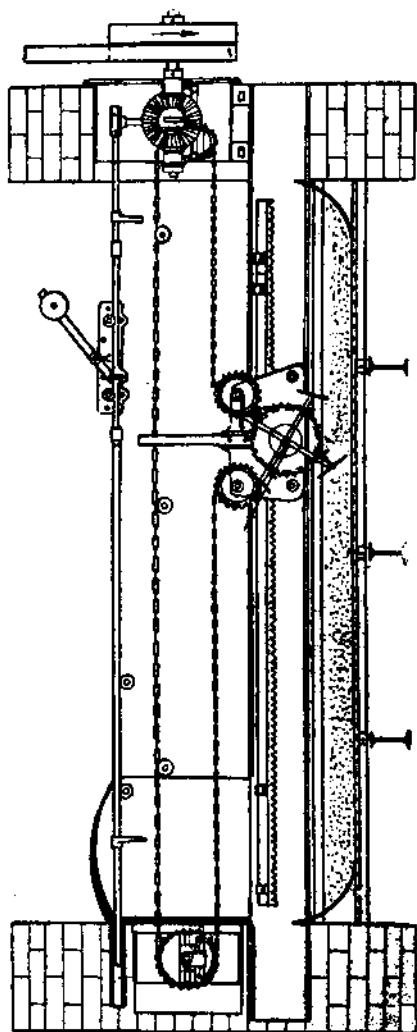


Рис. 42

решетках для различных типов солода описан в главе «Практика сушки».

Расход силы на ворошилку незначителен, достигая в зависимости от ее величины лишь $\frac{1}{2}$ — 2 л. с. Для правильной работы ворошилки необходимо точно горизонтальное положение решеток

в целях равномерного захвата солода с поверхности. Сама ворошилка должна быть достаточно прочной. Во время работы необходимо следить за тем, чтобы солод хорошо захватывался также по краям; площадь сушилки должна быть полностью использована. Проволока решеток должна иметь направление по ходу ворошилки в целях уменьшения повреждения зерен.

Работа по разгрузке решеток, вследствие высокой температуры и пыли, чрезвычайно тяжела. На больших сушилках разгрузка обычно механизирована и производится при помощи специального приспособления, которое состоит из широкой лопаты, соединенной канатом с воротом, работающим от механического привода; при этом рабочий управляет только движением лопаты.

Особенно удобна разгрузка решеток с помощью подвижных сит. Но эта конструкция дорога и имеет все же некоторые дефекты, так как в этом случае на поверхности решеток легко могут образоваться неплотности и неровности. В современных сушилках, в которых решетки отделены друг от друга сплошными перекрытиями, разгрузка решеток производится при помощи труб.

Кроме того, существуют еще особые разгрузочные механизмы, которые, однако, не нашли широкого применения.

Последним словом техники механизации сушки солода являются автоматические сушилки¹. В этих сушилках загрузка, ворошение и уборка производятся механически, причем в построении таких сушилок использован совершенно другой принцип. К этой группе механических конструкций сушилок относятся дисковые или винтовые, цилиндрические, вертикальные, жалюзийные, кольцевые, канальные, оросительные, барабанные сушилки и сушилки с бесконечными лентами и полотнами.

Большинство конструкций подобного рода не имеет практического значения, вследствие дороговизны, а также трудности вентиляции, соответствующей характеру получаемого солода; кроме того, их обслуживание требует особенно тщательного наблюдения и внимания.

Практическое применение имеют только барабанные сушилки, одна из конструкций жалюзийной сушилки, опрокидывающиеся решетки и вертикальная сушилка последней конструкции Тонфа (фирма Тонфа, Эрфурт).

Барабанная и современная вертикальная сушилки являются пневматическими сушилками высокой производительности.

История пневматической сушилки во многих отношениях повторяет историю пневматического солодоращения². Первая такая сушилка была сконструирована Галландом и напоминает его барабан для ращения солода. Другие пневматические сушилки также в значительной мере сохраняют принцип барабана, хотя эта конструкция, как таковая, практического применения не нашла.

¹ Fasbender, Bd. 2, S. 544—595 und Supplementbd, S. 714.

² Fasbender, Bd. 2, S. 595—603

Характерной особенностью всех пневматических сушилок является полный отказ от применения естественной тяги и переход исключительно к искусственной вентиляции, причем солод сушат в толстых слоях. Таким образом, соответственно этому определению все сушилки, работающие с искусственной тягой, должны быть отнесены к пневматическим системам. Сушка в толстых слоях является значительно более трудной проблемой, чем ращение солода в таких же условиях, так как здесь чрезвычайно трудно достигнуть равномерного и правильного обезвоживания и нагревания солода. Кроме того, при применении сильной тяги появляется опасность нарушить правильное соотношение между объемом и весом солода.

Сушилки высокой производительности, имеющие в настоящее время наиболее актуальное значение, являются последним достижением техники. При конструировании сушилок этого типа, прежде всего, стремились достигнуть максимальной их производительности при минимальных затратах на сооружение и эксплуатацию. Производительность горизонтальных сушилок выражается весовым количеством солода, снимаемого с 1 м² площади сушилки. В настоящее время производительность сушилки стремятся увеличить не за счет увеличения площади решеток, а путем повышения высоты слоя, доводя его до 60 см, что, в свою очередь, требует соответствующей прочности ворошилки и применения искусственной тяги.

Без усовершенствования искусственной тяги повышение производительности сушилок было бы невозможно. Достижения в области искусственной тяги дали толчок к появлению сушилок новой конструкции и их дальнейшему усовершенствованию. Выше было указано, какое значение имеет воздушная тяга в сушилке, и каким образом она может быть увеличена. Новейшие сушилки с высокой производительностью (Hochleistungsartre) вполне оправдывают свое название, так как они дают возможность снимать с 1 м² площади решетки от 150 до 200 кг солода. Чрезвычайно высокая производительность может быть достигнута сушкой солода в вертикальных слоях, как это осуществляется в современных вертикальных сушилках, которые одновременно обладают всеми преимуществами механизированных сушилок.

Наконец, надо упомянуть еще об одном интересном принципе ращения и сушки в одном и том же аппарате. Этот принцип давно привлекал к себе внимание, так как в этом случае получается экономия на загрузке, ворошении и выгрузке солода. Самым известным аппаратом, сконструированным по этому принципу, является барабан Тильдена. Однако, при всей заманчивости упрощения таким путем сушки солода, техническое осуществление этой идеи столкнулось с колоссальными затруднениями. Главным образом, это обусловлено тем, что ращение и сушка солода по своей сущности являются в корне различными процессами, которые едва ли осуществимы в одном аппарате.

Примеры конструкции сушилок

Одна из наиболее старых конструкций калориферных сушилок со стоячими жаровыми трубами представлена на рис. 43а и 43б. Нагревательный аппарат сушилки (печь) состоит из плоской или ярусной колосниковой решетки (в зависимости от рода

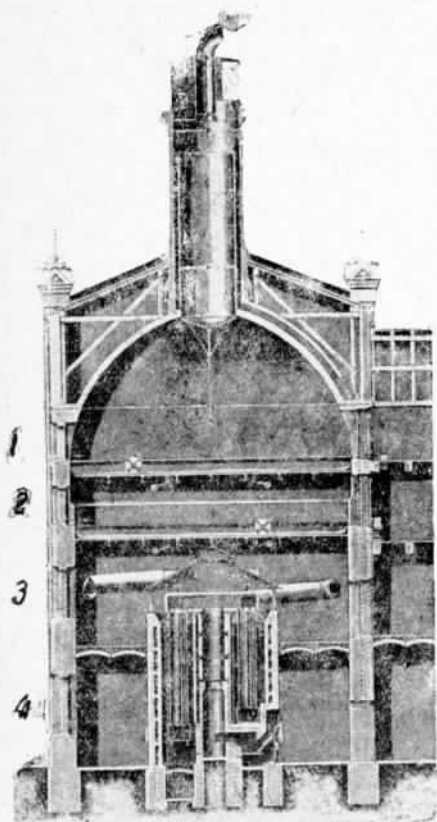


Рис. 43а. Калориферная сушилка.

- 1—верхняя решетка,
- 2—нижняя решетка,
- 3—калориферное пространство,
- 4—помещение топки.

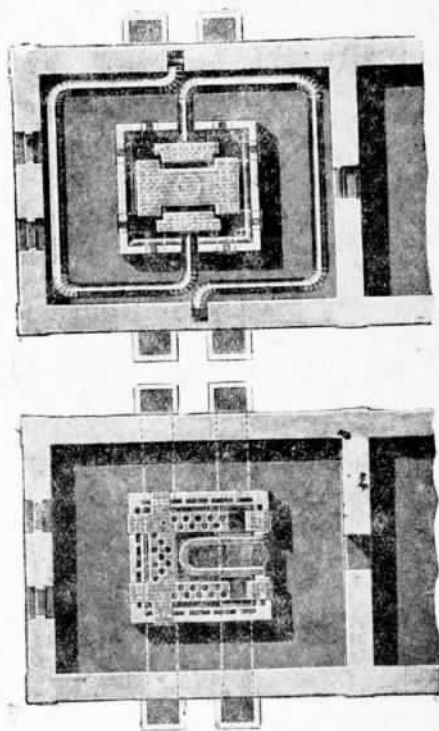


Рис. 43б.

применяемого топлива), стоячих ребристых чугунных нагревательных цилиндров и стоячих труб с каналами из листового железа.

Во время топки пламя поднимается вверх по ребристым цилиндрам и вверху разделяется на две части; при этом через одну часть жаровых труб газы направляются вниз, а через другую — поднимаются снова наверх в подрешетчатое пространство и проходят по горизонтальным трубам в камин.

Те части, которые подвергаются непосредственному действию пламени, выложены огнеупорным кирпичом. Поверхности теплоотдачи рассчитываются так, чтобы получить максимальный эффект при минимальной затрате топлива.

Весь нагревательный аппарат имеет кирпичную обмуровку, в нижней части которой имеется поддувало с регулированием подачи воздуха, причем нагретый воздух поступает в подрешеточное пространство. Такая сушилка особенно пригодна для изготовления светлых солодов.

Превосходная двухэтажная сушилка Энгельгарда, имевшая раньше чрезвычайно широкое распространение, отличается тем, что верхняя и нижняя решетки отделены перекрытием и, следовательно, независимы друг от друга. Каждая решетка имеет свою собственную вентиляцию и систему нагревательных труб; последние, однако, питаются от общей топки (рис. 44а и 44б).

Топка состоит из колосниковой решетки, конструируемой в зависимости от рода сжигаемого топлива, вертикальной печи, — частично обмурованной, частично состоящей из чугунных ребристых нагревательных труб, и системы горизонтальных жаровых труб; трубы, расположенные под верхней и нижней решеткой, имеют грушевидное сечение.

При входе в нижнее подрешеточное пространство топочные газы разделяются, проходят обе половины жаровых труб, отдавая большую часть своего тепла нижней решетке, и поступают в камин, расположенный в стене.

Если шиберы в камине открыты, то топочные газы поступают непосредственно в дымовую трубу и, благодаря нагреванию воздушного канала, способствуют тяге; если же шиберы закрыты, то топочные газы поступают также в жаровые трубы верхнего подрешеточного пространства и только после этого попадают в камин.

Таким образом, возможно обогревать верхнюю решетку по желанию, что позволяет в любое время года сушить солод при одинаковых температурных условиях.

Нижняя решетка снабжается воздухом отчасти через регулируемые клапанами отверстия в указанной обмуровке нагревательной печи, а частично — через вентиляционные отверстия, которые проделаны в потолке топочного помещения. Эти отверстия равномерно распределены по всей поверхности подрешеточного пространства и устроены таким образом, что они могут регулироваться от одного рычага. Воздух, проходящий через печь, нагревается от чугунных ребристых цилиндров, а воздух, входящий через каналы непосредственно в подрешеточное пространство, — от расположенных под решеткой жаровых труб. Нагретый воздух проходит через слой солода, лежащий на нижней решетке, а затем по воздушным каналам, расположенным в своде между решетками, поступает в калориферное пространство верхней решетки.

Эти воздушные каналы также могут регулироваться одновременно одним рычагом, что дает возможность повышать темпера-

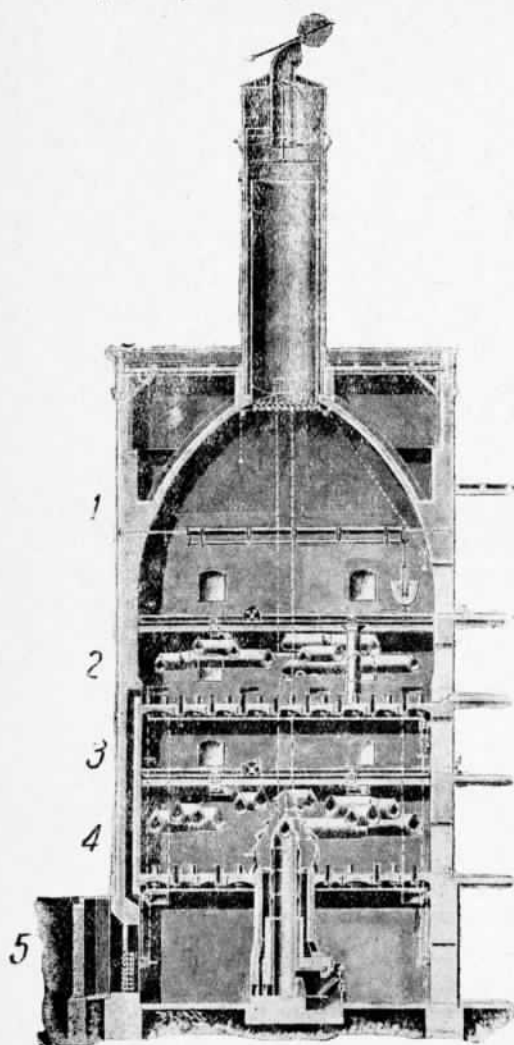


Рис. 44а. Сушилка системы Энгельгарда.

1—верхняя решетка, 2—верхнее калиферное пространство, 3—нижняя решетка, 4—нижнее калиферное пространство, 5—помещение тонки.

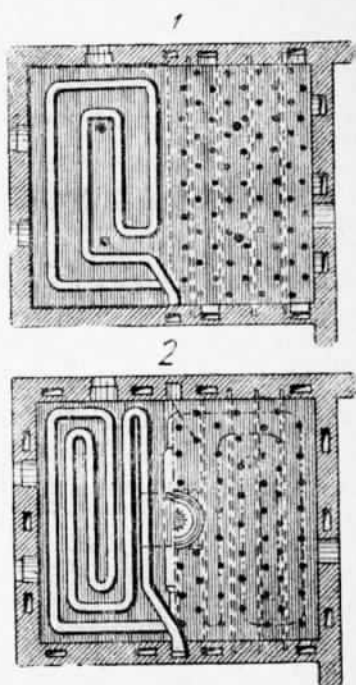


Рис. 44б.

1—верхний калорифер, 2—нижний калорифер.

туру на нижней решетке по желанию и тем самым получать высокоароматный солод.

Через воздушные каналы, расположенные равномерно в стенах сушилки, холодный воздух из помещения тонки поступает

в верхнее подрешеточное пространство, где он смешивается с теплым воздухом, поступающим от нижней решетки, и приобретает температуру, достаточную для подсушки, причем опасность перегрева совершенно исключается.

Благодаря значительному расстоянию от помещения топки до калориферного пространства верхней решетки в холодных воздушных каналах имеется хорошая тяга; поэтому подваливание происходит при довольно низкой температуре и при интенсивной циркуляции воздуха, в то время как на нижней решетке одновременно возможна отсушка при высокой температуре.

На рис. 45 представлена обычная двухэтажная сушилка без вентилятора для сушки светлых и темных солодов с двумя разделенными калориферными пространствами и ворошилками. Загрузка происходит при помощи опрокидывающихся тележек с чердака для подваливания. В стенах сушилки, между верхними калориферами и решеткой, устроены отверстия для охлаждения нижней решетки после окончания сушки и перед новой загрузкой. Обслуживание сушилки несложно, так как кроме каминного клапана существуют только U-образные железные клапаны, регулирующие поступление воздуха к нижней нагревательной системе, и клапаны для охлаждения (Миллер и Гетцель, Мюнхен).

Для повышения производительности сушилки или при изготовлении очень светлых солодов в вытяжной трубе устанавливают вентилятор.

При изготовлении темных солодов целесообразно между обоими калориферными пространствами устраивать воздушную камеру, во избежание потемнения ростков на верхнем калорифере.

Современная двухэтажная универсальная сушилка со сводчатой нагревательной камерой (системы Топфа) представлена на рис. 46. От обычных конструкций сушилок, имеющих нагревательный аппарат, разделенный на две части воздушной камерой, эта сушилка отличается тем, что весь нагревательный аппарат расположен в особом помещении, так называемой нагревательной камере, где для максимального использования топлива применяется принцип противотока.

Потолок нагревательной камеры, который расположен на некотором расстоянии от калориферов, находится под охлаждаемым воздухом потолочной системой между двухтапковыми балками. В эту систему открывается большое количество воздушных дюз для снабжения ее горячим воздухом, причем дюзы расположены так, что обеспечивают равномерное распределение воздуха под нижней решеткой.

Благодаря этому солодовые ростки имеют великолепный светлый цвет, так как они падают в охлаждаемое воздухом пространство.

Подача воздуха из топочного помещения в нагревательную камеру осуществляется при помощи дроссельных клапанов специальной конструкции, обеспечивающих хорошую регулировку

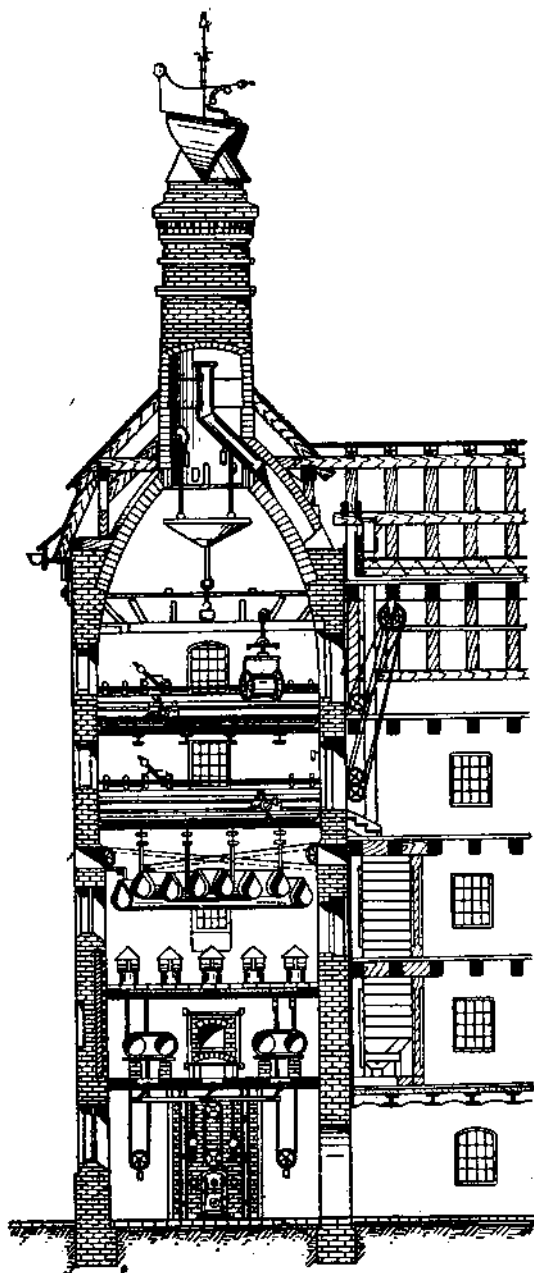


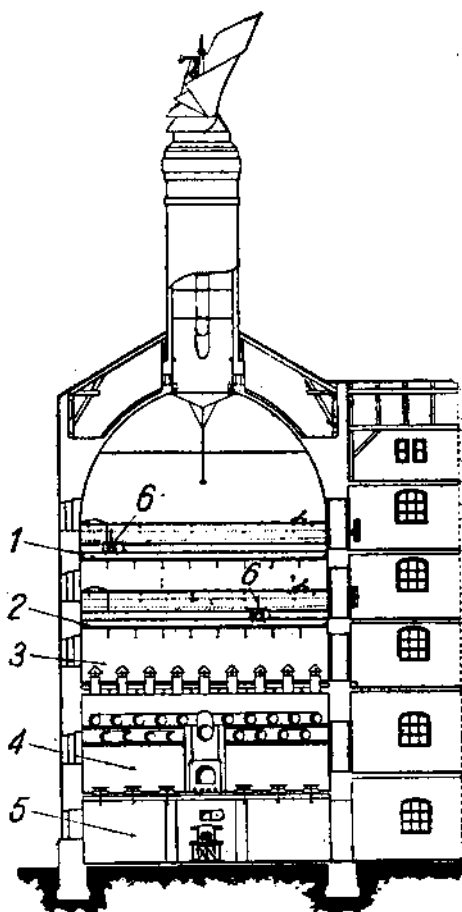
Рис. 45. Двухэтажная сушилка (Миллер и Гетшель, Мюнхен).

количества подаваемого воздуха. В остальном конструкция сушилки обычная.

На рис. 47 представлена трехэтажная сушилка с вентилятором (патент Миллера и Гетцеля) для изготовления как самых

Рис. 46. Универсальная двухэтажная сушилка Толфа с перекрытой калориферной камерой.

- 1—верхняя решетка,
- 2—нижняя решетка,
- 3—камера для ростков,
- 4—калориферное пространство,
- 5—помещение топки,
- 6—ворошилка.



светлых, так и самых темных солодов, с тремя разделенными решетками и разделенными калориферными пространствами. Между обоими калориферными пространствами имеется холодная камера, которая препятствует потемнению ростков на нижней решетке; для этой камеры требуется очень незначительная вентиляция. Между нижней и средней решеткой точно также имеется воздушная камера, через которую может поступать горячий воздух из верхнего калориферного пространства и холодный наружный воздух. В первой стадии процесса сушки солод нижней решетки еще несколько влажен; поэтому влажный воздух, который подни-

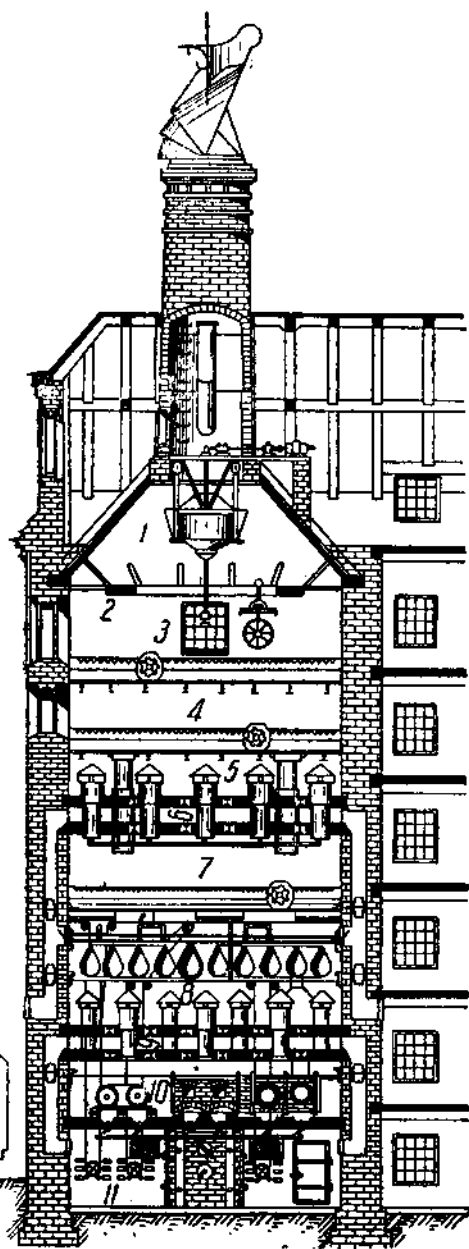


Рис. 47. Универсальная трех-
этажная сушилка системы Гетц-
целя для сушки как светлых,
так и темных солодов.

- 1—вентилятор,
- 2—загрузочное устройство,
- 3—верхняя решетка,
- 4—средняя решетка,
- 5—камера для ростков,
- 6—смесительная камера для воздуха,
- 7—нижняя решетка,
- 8—верхнее калориферное простран-
ство,
- 9—потолочное охлаждение,
- 10—нижнее калориферное простран-
ство,
- 11—помещение топки.

мается от нижней решетки к средней, смешивается с теплым, более сухим воздухом из верхнего калориферного пространства. Такой воздух снова приобретает способность поглощать влагу, благодаря чему возможна сушка солода на средней и верхней решетках. В случае пересушки солода на средней и верхней решетках, можно дать холодный воздух, что понижает его температуру, а следовательно, и способность к поглощению влаги. Сушилка такой конструкции позволяет готовить в любой последовательности темные солода с высокой температурой отсушки и самые светлые солода. Солод средней решетки может обрасываться на нижнюю решетку по особым железным трубам, которые проходят через воздушную камеру. Верхняя половина труб уравнивается противвесом. Во время сушки нижние половины труб опускаются вниз, выполняя роль воздушных каналов.

Значительно более сложную конструкцию имеет сушилка Брюне, позволяющая сушить любой солод. Отличительной особенностью этой сушилки является полная независимость решеток друг от друга и от нагревательного пространства (рис. 48).

Под всеми решетками имеется промежуточное перекрытие с камерами для смешивания воздуха и закрывающимися смесительными дюзами. Каналы для горячего и холодного воздуха подводятся ко всем смесительным камерам; другие каналы идут от средней решетки к дымовой трубе. Все соединения могут по желанию самостоятельно закрываться. Благодаря этому отдельные части сушилки можно соединить или исключить в любой комбинации. Например, горячий воздух из помещения для его подогревания можно направить через все или через отдельные решетки или сосредоточить его в помещении для горячего воздуха, так как последнее закрывается. Помимо того, нагретый воздух можно подвести отдельно к каждой решетке, где он смешивается с холодным воздухом в любом соотношении, причем по желанию каждая решетка может быть исключена. Возможно также воздух, который прошел через нижнюю решетку, подать на самую верхнюю решетку, минуя среднюю. Коротко говоря, эта система дает возможность осуществить любую комбинацию соединения каждой решетки с калориферным пространством.

Герметически закрываются не только дюза, смешивающие воздух, но также и тяга. Управление всеми клапанами удобно и легко контролируется, так как оно находится снаружи овина; войти в помещение решеток, за исключением моментов загрузки и выгрузки, не требуется.

Полная обособленность отдельных решеток позволяет применять любые температуры; так, например, на средней решетке за короткое время можно поднять температуру солода на 30—40° выше температуры нижней решетки. Благодаря этому можно как угодно воздействовать на цвет, аромат и ферментативную способность солода.

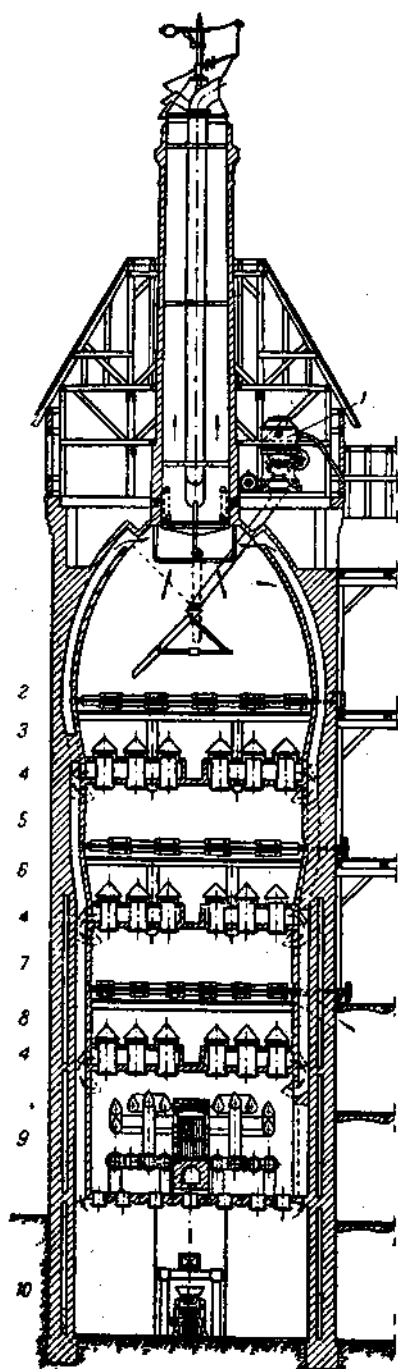


Рис. 48. Трехэтажная сушилка
(Миллер и Гетцель, Мюнхен).

- 1—приемник,
- 2—верхняя решетка,
- 3—калориферное пространство,
- 4—смесительная камера для воздуха,
- 5—средняя решетка,
- 6—среднее калориферное пространство,
- 7—нижняя решетка,
- 8—нижнее подрешеточное пространство,
- 9—нижнее калориферное пространство,
- 10—помещение топки.

Таким образом, уже процессом сушки до некоторой степени определяется состав сусла, вернее, отношение сахара к несахару, а также количество и качество белковых веществ сусла. В свою очередь, состав сусла регулирует степень перебраживания и конечную степень ображивания, влияет также на полноту вкуса и пенность пива.

Наконец, обособленность решеток дает возможность на одной решетке готовить светлый, а на другой решетке темный солод, причем температура отсушки может на каждой решетке продолжаться любое время, например, в течение 10 час.

Предпосылка для конструктивных изменений сушилок по существу та же самая, что и у токов. Первоначально ращение на токах в тонких слоях еще было рентабельно, так как производительность аппарата не играла такой роли, как в настоящее время. Такую же картину мы наблюдаем у сушилок; их производительность, несомненно, очень мала, поэтому в последние годы появилась необходимость в изыскании путей к повышению производительности сушилок.

Постройка сушилок большой производительности стала возможна благодаря применению искусственной тяги.

Наиболее старым типом сушилок большой производительности являются барабанные сушилки.

Барабанная сушилка состоит из двух, отделенных друг от друга барабанов; один служит для предварительной подсушки, а другой для окончательной отсушки. Применение двух барабанов совершенно необходимо вследствие изменения объема солода во время сушки. Зеленый солод занимает приблизительно вдвое больший объем по сравнению с исходным ячменем, в то время как готовый солод занимает приблизительно такой же объем, как и ячмень. Изменение объема слишком значительно, чтобы можно было вести сушку в одном барабане, так как это не позволило бы осуществить равномерное продувание солода во время сушки. В верхнем барабане происходит подвяливание, а в нижнем сам процесс сушки.

Двухбарабанная сушилка с двумя барабанами системы Фрейнд-Штарке-Гофманхютте представлена на рис. 49. Установка для меньшей производительности состоит только из одного барабана.

Способ работы такой установки заключается в следующем. Зеленый солод подается в сушильные барабаны любым транспортером; после 24 час. достаточно подсушенный солод падает через разгрузочный люк в нижний барабан для окончательной отсушки. На вторые сутки готовый солод после открытия люка в рубашке барабана опоражнивается вращением барабана без посторонней помощи в бункер, откуда он при помощи элеватора подается на росткоотбивочную и полировочную машину.

Барабаны устанавливаются в изолированном закрытом помещении, которое нагревается при помощи вдуваемого воздуха до

температуры барабана, благодаря чему исключена отдача тепла солодом наружу.

Необходимый для сушки воздух подается двумя эксгаустерами, один из которых служит для предварительной, а второй — для окончательной подсушки. Таким образом, нагретый до нужной

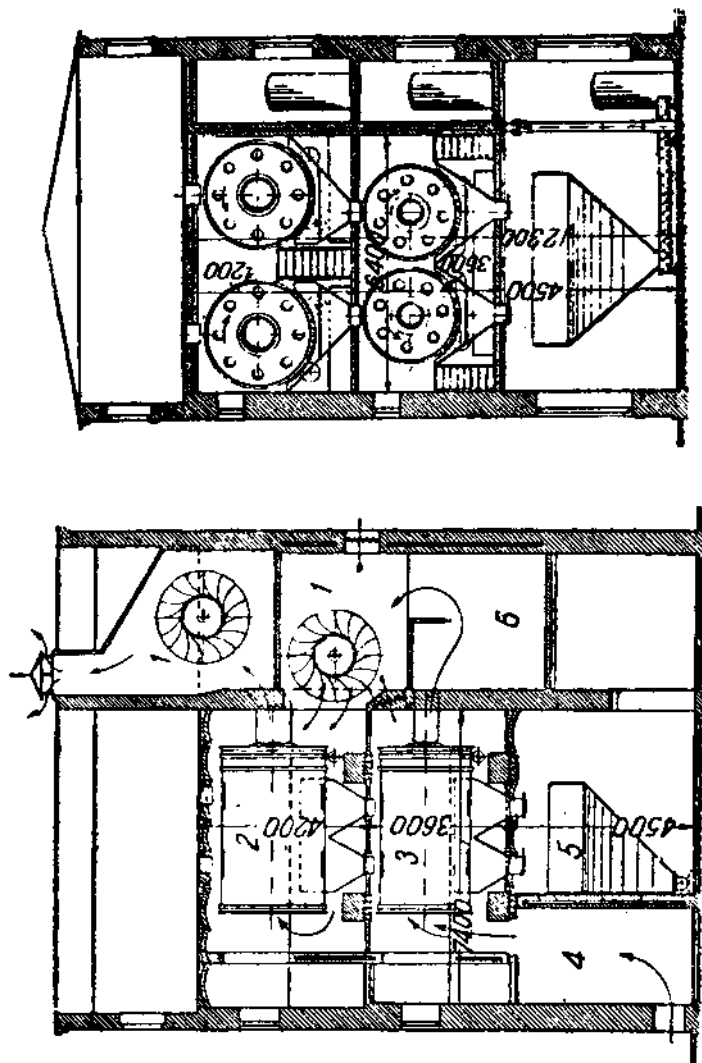


Рис. 19. Двухбарабанная сушилка с двумя сушильными барабанами системы Фрейд-Штарке-Гофманхютте.

1—вентилятор, 2—барабан для полусушишки, 3—барабан для окончательной полусушки, 4—нагревательный аппарат, 5—присосник для солода, 6—камера для ростков.

температуры воздух поступает сначала в помещение барабанов, а затем внутрь барабана. Воздух проходит такой же путь, как в обычных закрытых барабанах для рашения солода, т. е. поступает через продырявленные трубы, расположенные по периферии

барабана, и высасывается через центральную трубу. Воздух, нагреваемый для первого барабана, поступает из смесительной камеры, где горячий воздух доводится до нужной температуры путем смешивания с холодным воздухом; температура воздуха, поступающего в верхний барабан, не должна зависеть от температуры нижнего барабана. Повторное использование воздуха из нижнего барабана путем направления его в смесительную камеру дает возможность более полного использования тепла.

В отношении расхода топлива для нагрева воздуха экономически наиболее выгодным является применение отработанного пара. Для достижения нужной температуры отсушки добавляется свежий пар; нагревательная камера устроена таким образом, что после прекращения подачи отработанного пара в верхние отопительные элементы в них дается свежий пар.

При отсутствии отработанного пара нагревание воздуха возможно вести исключительно свежим паром. Расход топлива и в этом случае будет меньше, чем в хорошей двухэтажной сушилке. Обслуживание барабанной сушилки, сводящееся к регулированию паровых вентилей, может быть легко осуществлено персоналом, обслуживающим барабаны для ращения солода.

На некоторых установках встречаются особые приспособления для непосредственного нагревания воздуха топочными газами, что требуется при изготовлении специальных сортов солода.

В обоих барабанах регулировка температуры, интенсивности продувания воздуха, содержания влаги в солоде и пр. совершенно не зависит от внешних метеорологических условий. Поэтому барабанная сушилка позволяет при изготовлении светлых солодов подсушивать их в верхнем барабане до любой влажности. При изготовлении темных солодов подсушку регулируют таким образом, чтобы образование цвета в нижнем барабане достигло нужной интенсивности при соответствующей влажности. Для получения характерного аромата в темных солодах особое расположение барабанной сушилки позволяет ограничить продувание воздуха до любой степени при одновременном воздействии излучаемого тепла.

Другим типом современных сушилок большой производительности является вертикальная сушилка. По своей конструкции она принципиально отличается от описанных горизонтальных сушилок. В вертикальной сушилке солод лежит между двумя вертикальными решетками, отстоящими друг от друга на расстоянии 20 см; воздух проходит сбоку, змееобразно, сначала через отдельные решетки. В зависимости от производительности сушилки, устанавливаются рядом несколько таких вертикальных шахт с промежуточными пространствами (воздушные шахты), которые служат для притока воздуха, а также используются для контроля процесса сушки. Шахты, загруженные солодом, и воздушные шахты разделяются при помощи перегородок на два или три эта-

жа. Такая двух- или трехэтажная сушилка напоминает современную двух- или трехэтажную горизонтальную сушилку (рис. 50).

Теплый воздух поднимается вверх змееобразно. Из нагревательной камеры воздух поступает в воздушную шахту нижнего отделения, проходит в горизонтальном направлении в лежащие по бокам шахты с солодом, попадает в воздушные шахты нижнего отделения, изолированные от нагревательной камеры; отсюда воздух поднимается вверх, проходит в горизонтальном направлении верхние шахты с солодом и высасывается вентилятором из воз-

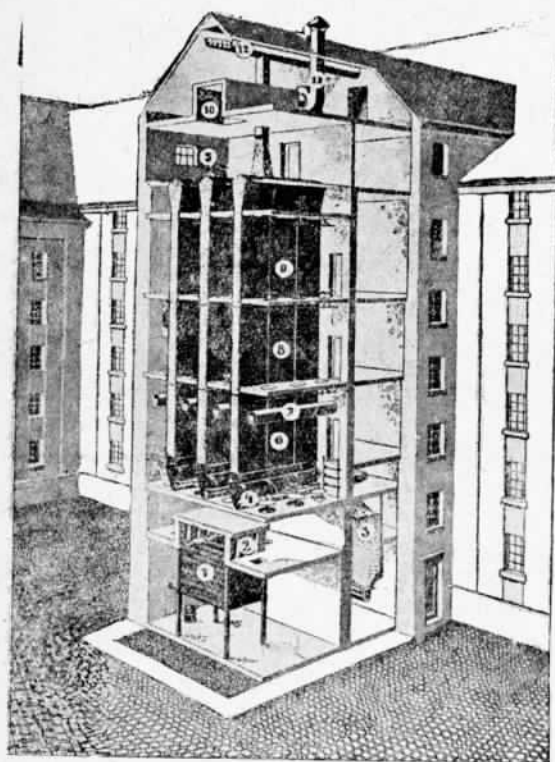


Рис. 50. Вертикальная сушилка системы Топфа.

- 1—паровое нагревание,
- 2—смесительная камера для воздуха,
- 3—выгрузка солода,
- 4—шнек для готового солода,
- 5—слой солода,
- 6—нижняя решетка,
- 7—трубы холодного воздуха,
- 8—средняя решетка,
- 9—верхняя решетка,
- 10—канал для отсасывания воздуха,
- 11—вентилятор,
- 12—шнек для зеленого солода.

душной шахты, расположенной на другой стороне. При помощи простой перестановки шиберов в перегородке воздушной шахты направление воздуха можно менять как угодно часто, благодаря чему горячий воздух может проходить сквозь слой солода то с одной, то с другой стороны. Этим достигается более равномерная сушка. Обычно за 12 час. достаточно менять направление воздуха один—два раза. Вреждения солода в вертикальной сушилке не требуется, так как оно возмещается изменением направления движения воздуха. Благодаря этому возможность обрыва ростков совершенно исключается.

Температура воздуха отдельных решеток, лежащих друг над другом, может по желанию регулироваться при помощи особо расположенных воздушных каналов. Простой перестановкой шибера температура в отдельных этажах может регулироваться по желанию, что позволяет готовить солод любого типа. Таким образом, вертикальная сушилка пригодна для изготовления как темного, так и светлого солода.

В нижней части так же, как и в горизонтальных сушилках, для подогрева воздуха имеется нагревательная печь для любого рода топлива с регулируемой топкой; нагревание может производиться и паром, как в данном случае. Расход топлива на вертикальной сушилке не выше, чем у экономно работающей горизонтальной сушилки. Расход силы на вентилятор значительно ниже, чем в барабанной сушилке; кроме того, по сравнению же с горизонтальной сушилкой, отпадает расход силы на ворошилку.

Передача солода из одного этажа в другой, а также выгрузка происходят совершенно автоматически. При суточной производительности сушилки более 20 т загрузка, выгрузка и обслуживание сушилки требуют одного рабочего, при условии, что зеленый солод подается на загрузку верхнего отделения механически.

Вертикальная сушилка может быть запроектирована на любую производительность путем увеличения числа параллельных шахт. Экономия места по сравнению с горизонтальными сушилками очень значительна. При одной и той же площади производительность вертикальной трехэтажной сушилки в четыре — пять раз больше по сравнению с нормальной сушилкой с двумя решетками при 48-часовой сушке, а по сравнению с трехэтажной горизонтальной сушилкой — в три раза. При реконструкции горизонтальной сушилки на вертикальную можно повысить производительность ее без особых капитальных вложений; при новых установках достигается экономия места, а также экономия в стоимости постройки.

Ниже мы даем краткое описание схемы работы вертикальной трехэтажной сушилки (соответствующей трехэтажной горизонтальной сушилке).

Нижний отдел сушилки опоражнивается через каждые 12 час., для чего шибер между нижним и средним этажом шахты закрывается, а нижний шибер открывается. Готовый солод падает в шнек под шахтой, который передает его в бункер. Когда нижнее отделение будет загружено, нижний спускной шибер закрывается, и открывается шибер между нижним и средним отделениями; таким образом, нижнее отделение наполняется солодом среднего отделения. Таким же способом солод верхнего отделения спускается в среднее; верхнее пустое отделение загружается свежим зеленым солодом. Весь процесс от момента выгрузки до загрузки занимает 20 — 30 минут.

Температура в отдельных этажах может регулироваться по

желанию путем подачи холодного и теплого воздуха. Через 6 час. изменяют направление воздуха, закрывая до сих пор открытые шиберы и открывая закрытые. После следующих 6 час. солод отсушен в нижнем отделении совершенно равномерно. Наблюдение за процессом сушки производится через воздушные шахты. Поскольку сушилка работает с искусственной тягой и не зависит от внешних метеорологических условий, такого частого контроля, как на горизонтальных сушилках, не требуется.

Обслуживание вертикальных сушилок, как видно из сказанного, чрезвычайно просто и даже при большой производительности сушилки может легко выполняться кочегаром. Выгрузка солода, сбрасывание с верхнего этажа на нижний и загрузка верхней решетки, включая открывание и закрывание шиберов, расположенных вне сушилки, требует, в зависимости от числа шахт и при достаточно быстром передвижении зеленого солода, около одного часа.

Однако, производительность старых, общераспространенных горизонтальных сушилок тоже может быть повышена при некоторой реконструкции.

Для горизонтальной сушилки с большой производительностью характерно увеличение слоя загрузки без удлинения продолжительности сушки.

Загрузка сушилки большой производительности при 48-часовой сушке может быть увеличена настолько, что с 1 м² площади решетки можно снять 200 кг готового солода. В зависимости от свойств зеленого солода загрузка верхней решетки может достигать 60—70 см. Большая высота слоя требует установки вентиляторов с большой мощностью; лопастные вентиляторы, которые применяются на обычных сушилках, в этом случае непригодны. Здесь приходится применять винтовые вентиляторы. Все прочие части сушилки также должны соответствовать новым, повышенным требованиям и мощности вентилятора. Необходимы надлежащая топка и более мощная система жаровых труб, обеспечивающая достаточную температуру отсушки. В двух противоположных стенах сушилки устраиваются специальные каналы, идущие от топочного пространства доверху. В топочном пространстве и под потолком тепловой камеры в воздушных каналах устраиваются отверстия, которые могут закрываться и открываться при помощи шиберов или клапанов; через эти отверстия по желанию может поступать как холодный, так и теплый воздух, или же смесь их. Под верхней решеткой в поперечном направлении расположены металлические трубы различного диаметра, обеспечивающие равномерное распределение воздуха под нижней решеткой (рис. 51).

Для холодного воздуха в потолке топочного пространства имеются дюзы, расположенные определенным образом. Дюзы, соединенные группами по несколько штук, легко могут регулироваться кочегаром. В потолке тепловой камеры устроены большие

прямоугольные воздушные трубы с крышками, предохраняющими от попадания в них ростков.

На такой сушилке можно получать как светлый, так и темный солод.

На верхней решетке, вместо обычных ворошилок с лопатками, устанавливаются червячные ворошилки, непосредственно сое-

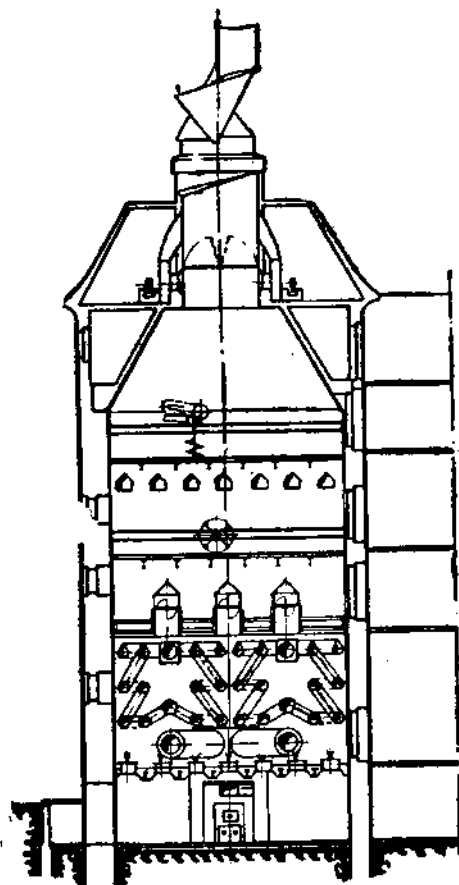


Рис. 51. Горизонтальная сушилка высокой производительности (Миэг, Брауншвейг).

диненные с электромотором; изменение направления хода ворошилки осуществляется механически.

Применение червячной ворошилки необходимо, так как обычные ворошилки с лопатками слишком слабы и при ворошении всегда оставляют борозды, через которые при усиленной тяге проходят большая часть воздуха.

На нижней решетке ворошилка с лопатками, в соответствии с более высокой загрузкой, имеет специальную конструкцию; она приводится в движение от электромотора и снабжена приспособле-

нием для автоматического изменения направления движения. Мотор и специальное приспособление для изменения направления ворошилки расположены вне сушилки.

Обрасывание солода с верхней решетки так же, как в обычных сушилках, происходит через спускные люки, открываемые и закрываемые со стороны нижней решетки. Выгрузка солода производится при помощи механической лопаты.

Использование тепла в новейших сушилках с высокой производительностью значительно лучше, чем при других конструкциях, а именно: расход тепла на 100 кг солода составляет 95 000 Кал.

Расход электроэнергии на ворошилки и вентиляторы составляет 4,3 kW на 100 кг готового солода. Расход силы для отдельных механизмов сушилки с площадью в 60 м² (что соответствует приблизительно 12 т готового солода) составляет:

Ворошилка верхней решетки	5 л. с.
» нижней решетки	2 1/2 л. с.
2 вентилятора	13 л. с.

Расход силы на ворошилке зависит от ширины сушилки или ворошилки, расход силы вентиляторов — от площади решеток.

Воздух из вентилятора поступает или наружу или может отводиться в камин. В последнем случае в вытяжной трубе устанавливается зонт.

СУШКА СОЛОДА

Практически сушка, независимо от того, готовится ли светлый или темный солод, охватывает следующие моменты:

- 1) скорость и способ ступенчатого обезвоживания зеленого солода;
- 2) температурный режим в солоде;
- 3) регулирование тяги во время процесса сушки;
- 4) перелопачивание высушиваемого солода;
- 5) продолжительность всего процесса сушки и его отдельных стадий.

Сюда относятся также вспомогательные работы по загрузке и разгрузке верхней и нижней решеток. На практике режим сушки светлого и темного солода производится различно.

Сушка светлого солода

Как уже было указано выше, для получения светлого сухого солода зеленый солод должен обладать целым рядом свойств. Зеленый солод содержит около 45% влаги и обычно загружается на верхнюю решетку при температуре 16—20°.

При сушке светлого солода стремятся быстро удалить из него влагу.

Быстрое обезвоживание необходимо по следующей причине. Пока в зерне имеется много воды, оно продолжает еще развивать-

ся, и ферменты сохраняют свою активность, особенно в том случае, если, благодаря слабому подогреву, будут созданы благоприятные температурные условия для их деятельности. При приготовлении светлых солодов стремятся возможно скорее прервать биологические, а также связанные с ними химические процессы, и избежать глубоких ферментативных изменений, чтобы сохранить в готовом солоде те химические соотношения, которые имелись в нем до сушки.

Следовательно, во время сушки необходимо избежать дальнейшего роста зерна и связанных с ним ферментативных процессов; в противном случае, необходимая степень растворения будет превзойдена, и весь смысл холодного ращения сведется на-нет. Дальнейшее развитие листового зародыша повлечет за собой углубление белкового распада, а также всего обмена веществ. Благодаря этому не только не удастся достигнуть светлой окраски солода, но также исчезнут высокомолекулярные белки, необходимые для дальнейшего брожения, как это имеет место при теплом ращении. Иначе говоря, мы имели бы картину «перерастворения» солода.

Процесс сушки должен вестись быстро.

Медленное подвяливание, т. е. медленное удаление влаги, как практикуется при сушке темных солодов, здесь недопустимо, так как это связано с дальнейшим ростом зерна.

В целях получения светлой окраски загружать солод следует на охлажденную верхнюю решетку; при этом необходимо иметь в виду, что чем холоднее и влажнее зеленый солод, тем осторожнее и медленнее должна идти сушка.

Зеленый солод на обычной двухэтажной сушилке с естественной тягой загружается тонким слоем, чтобы процесс сушки мог происходить быстро.

Раньше было принято загружать верхнюю решетку слоем не выше 12—16 см. При таком незначительном слое снимали очень небольшие количества солода, а именно: 37—50 кг очищенного от ростков солода с 1 м² площади решетки.

Чем меньше загрузка, тем легче происходит обезвоживание зеленого солода, и тем легче получить у него светлую окраску. Однако, стремление повысить производительность сушилки настоятельно требует увеличения загрузки также и при сушке светлых солодов. Это, конечно, сильно затрудняет быстрое удаление влаги, и во многих случаях получение светлого солода становится невозможным. Допустимая высота загрузки решетки (т. е. та, которая не изменяет нормальной кривой обезвоживания) определяется исключительно качеством естественной или искусственной тяги. Из этих соображений для приготовления светлых солодов обычно пользуются искусственной тягой, благодаря чему в настоящее время удалось достигнуть производительности сушилки в 100—150 кг листового солода с 1 м². Во всяком случае, загрузка решетки допустима лишь в тех пределах, которые при существующей тяге не

удлиняют процесс обезвоживания. Кроме того, имеет значение равномерность загрузки сушилки. Исключение допускается лишь в тех случаях, когда различные места решетки имеют неодинаковую тягу.

Подсушивание зеленого солода на верхней решетке должно вестись с таким расчетом, чтобы через 10—12 час. содержание в нем влаги с 45% понизилось до 8—10%.

В первое время после загрузки решетки удаление влаги происходит очень медленно; сперва процесс испарения воды замедляется благодаря тому, что в помещении верхней решетки создается ненормальное высокое давление водяных паров, и влажность солода находится в зависимости от влажности воздуха помещения верхней решетки. Чем больше влажность воздуха, тем медленнее протекает обезвоживание. Поэтому необходимо стремиться к достаточно быстрому удалению водяных паров из помещения верхней решетки. При наличии вентилятора это удастся гораздо легче. Для получения наилучшей тяги все вытяжки должны быть полностью открыты.

Основное условие правильной сушки солода, — если хотят избежать его порчи, — заключается в том, что удаление влаги в каждой стадии сушки должно протекать при определенной температуре. Это положение может быть выражено следующим правилом: типичный солод, с ясно выраженным характером, может быть получен при том условии, если степень его обезвоживания и повышение температуры сушки находятся в определенном отношении друг к другу. В противном случае, в мучнистом теле могут произойти такие изменения, которые неблагоприятно отразятся на свойствах и качестве готового солода.

Во время процесса сушки температура солода должна повышаться лишь определенным образом.

В общем при сушке светлых солодов на верхней решетке можно различать две стадии¹.

В первой стадии сушки происходит обезвоживание зеленого солода с 45 до 30% воды при температуре в 35—40°.

Во второй стадии содержание воды понижается с 30 до 12%, причем поддерживается температура в 40—50°.

Таким образом, обезвоживание протекает при температуре, которая соответствует температуре искусственного подсушивания ячменя, т. е. когда зародыш еще не погибает и не происходит никаких химических реакций.

Понижение влажности с 45 до 10% должно заканчиваться в течение 12 час., как это было указано выше. Совершенно недопустимо применение более высокой температуры, если солод не достиг указанной влажности.

Слишком медленное обезвоживание у светлого солода вызывает дальнейший рост зерна и, следовательно, его растворение,

¹ Winde, W. 1907, S. 133.

что создает опасность потемнения и изменения своеобразного вкуса светлого солода, а также появления солодового аромата. Правильная отсушка становится затруднительной и в результате можно получить жесткий солод с высоким весом гектолитра.

Однако, слишком быстрое обезвоживание также нежелательно, так как возможны ухудшение вкуса и появление ненормальностей при брожении.

Удаление воды в процессе сушки светлого солода представлено графически на рис. 52, где также приведена кривая изменения температуры солода при 24-часовой сушке.

Если подобным образом высушивать зеленый солод со слабым растворением и коротким ростком, то из него абсолютно не-

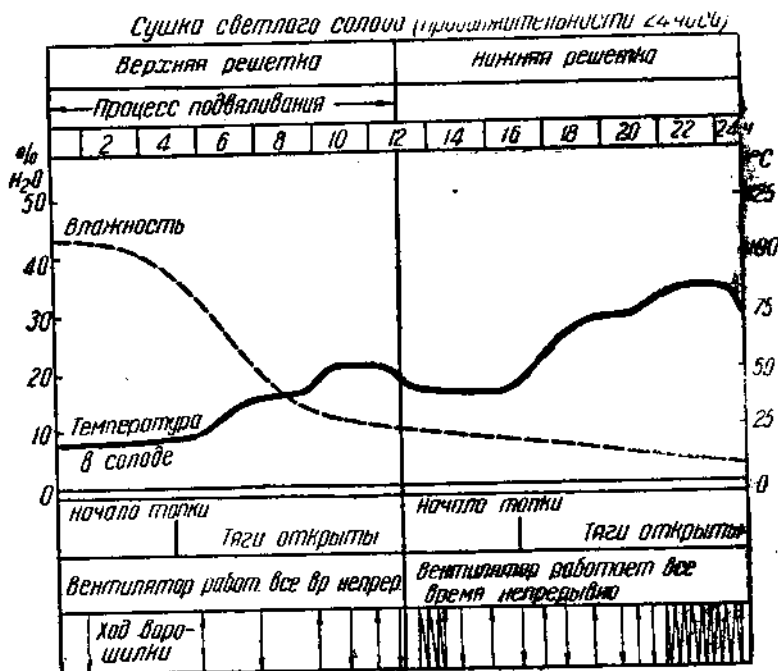


Рис. 52.

возможно получить солод темного типа, так как при этом не будут соблюдены те условия, которые необходимы для получения темного цвета. С другой стороны, солод после сильного подсушивания на верхней решетке может, несомненно, подвергаться более высокой температуре отсушки, ввиду того, что образование сахаров и веществ, придающих аромат солоду, при отсутствии достаточной влажности невозможно даже при температуре в 65—70°. Таким способом, можно получить солод, который вполне будет соответствовать по своему запаху и цвету светлому типу. Типич-

ный светлый солод не должен иметь сладкого вкуса и малейших следов поджаривания, несмотря на высокую температуру отсушки.

При быстром обезвоживании химические соотношения в зерне не изменяются, причем ферментативная сила зеленого солода изменяется сравнительно мало, так как сухой жар лучше переносится ферментами, чем влажный. Поэтому, в конечном результате, сухой светлый солод богаче ферментами, чем темный, хотя исходный зеленый солод светлого типа беднее ферментами, чем темный. Это объясняется тем, что ферменты зеленого солода темного типа разрушаются при отсушке сильнее.

Таким образом, светлый солод сушится при низкой температуре сравнительно короткое время при сильной воздушной тяге и обсыхается на нижнюю решетку при влажности не свыше 8—10%. Во всяком случае, процесс подвяливания должен быть закончен к моменту загрузки солода на нижнюю решетку. Внешним признаком достаточной подсушки на верхней решетке является отсутствие следа от ног при наступании на солод.

Из всего сказанного ясно, что характер светлого солода окончательно определяется уже на верхней решетке.

Процессы, происходящие на нижней решетке, характеризуются дальнейшим понижением влажности до 3,3—3,5% и очень легким поджариванием. Первым условием для этого здесь также является наличие сильной воздушной тяги.

Дальнейшее удаление влаги из зеленого солода, подсушенного до содержания 10—12% воды, происходит медленно, постепенно и не может быть ускорено, так как зеленый солод, лежащий на верхней решетке, затрудняет эту отдачу.

В этой стадии высушивания солода на нижней решетке держат сначала довольно низкую температуру, так как в противном случае солод становится жестким и дает высокий вес гектолитра. Поэтому в нормальных двухэтажных сушилах солод не должен сильно нагреваться, так как зеленый солод верхней решетки еще довольно влажен, и высокая температура может ему повредить.

Лишь к концу сушки температура медленно поднимается и доводится до 85° (измеренной в солоде на расстоянии 1 см от решетки). Нормально продолжительность этой отсушки должна быть 3—5 час., однако, для солода, правильно подсушенного на верхней решетке и зеленого солода, особенно подходящего для получения светлых солодов, продолжительность отсушки может быть без опасений увеличена до 6 и даже 8 часов. Дать твердую схему отсушки не представляется возможным, так как здесь также играют роль условия тяги и свойства ячменя (склонность к окрашиванию, качество крахмала, зерна и т. д.).

В первой стадии нагревания не наблюдается химических изменений, которые наступают лишь в стадии отсушки. Прежде всего, понижается активность ферментов, но благодаря более низкой влажности не в такой степени, как это имеет место у темного солода. Довольно продолжительная отсушка при сравнительно

высокой температуре — около 85° , прежде всего, имеет целью коагуляцию белков зеленого солода. При нагревании белки свертываются, переходят в нерастворимую форму и в дальнейших технологических процессах не принимают участия. Эта стабилизация белков, в сущности, является основной причиной высокой температуры отсушки даже у светлых солодов. Неправильно отсушенный солод, недостаточно освобожденный от коагулируемых белков, будет давать пиво с плохой стойкостью и склонностью к глянтовой и другим белковым мутям. Таким образом, температура и продолжительность отсушки являются масштабом для оценки доброкачественности светлых солодов.

При правильном ведении ращения зеленого солода и надлежащем его подсушивании на верхней решетке можно не опасаться потемнения цвета даже при высокой температуре отсушки, но при условии, конечно, достаточно хорошей тяги в сушилке.

Чем лучше тяга в сушилке, тем выше может быть температура отсушки и, наоборот, чем хуже тяга, тем ниже должна быть температура отсушки солода. При плохой тяге всегда имеется опасность поджаривания солода, которого можно избежать только понижением температуры отсушки. Кроме того, при плохой тяге солод на верхней решетке будет медленнее обезвоживаться, чем будут созданы условия для дальнейшего роста зерна, а следовательно, и потемнения его при отсушке.

Помимо того, температура отсушки зависит от характера ячменя, т. е. его химического состава. Особенно трудно получить хороший, светлый оттенок солода при работе с высокобелковыми ячменями; такие ячмени, как показывает опыт, при растворении и белковом распаде легко дают продукты распада, вызывающие потемнение цвета.

Легко окрашиваются также ячмени второго сорта и вообще мелкие ячмени, благодаря тому, что они быстрее растворяются. Очень легко дают потемнение цвета ячмени отдельных годов и некоторых сортов. Соложение по Крופфу также располагает к более сильному окрашиванию. Во всех указанных случаях бороться с потемнением цвета можно лишь путем понижения температуры и сокращения продолжительности отсушки. Во всех отдельных случаях необходимо подбирать наиболее подходящий режим сушки, во избежание потемнения цвета.

В настоящее время в Германии цвет готового солода играет, как известно, решающую роль. Светлый и даже очень светлый цвет пива сейчас в Европе считается модным, что даже вредит правильному процессу изготовления солода. Пивовар вынужден в ущерб качеству солода изготовлять в угоду потребителя возможно более светлый солод, так как потребитель зачастую оценивает пиво лишь по его цвету. Ввиду того, что многие сорта ячменей по своей природе при нормальном ведении процесса ращения и правильной отсушке не могут дать солод очень светлых тонов, а большинство сушилок недостаточно приспособлены для их получе-

ния, — единственным выходом является понижение температуры отсушки.

Для определения правильности отсушки светлого солода часто применяется проба на прорастаемость сухого солода. Плохо отсушенные солода могут давать прорастаемость в 20% и даже до 40%.

На диаграмме сушки светлого солода (рис. 53) указана температура в солоде нижней и верхней решеток и температура воздуха непосредственно под решетками.

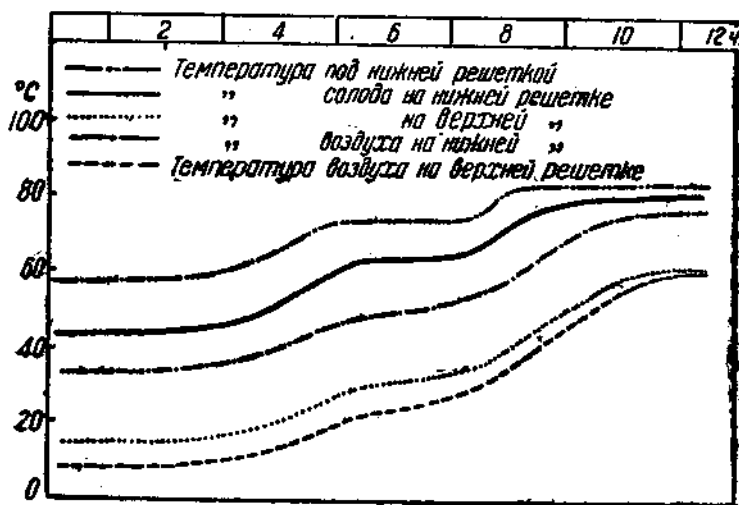


Рис. 53. Температурные кривые при сушке светлого солода.

Из этой диаграммы видно, что температурные кривые солода и воздуха верхней и нижней решеток больше всего расходятся в начале процесса сушки, так как влажный свежезатруженный зеленый солод, лежащий толстым слоем на верхней решетке, ухудшает тягу и затрудняет выравнивание температуры. С понижением влажности уменьшается также температурная разница, и в конце сушки температура выравнивается почти во всей системе. Падение температуры воздуха от калориферного пространства до верхней решетки очень незначительно.

Таких соотношений можно достигнуть лишь при условии прохождения больших количеств воздуха. Это, в свою очередь, требует большого расхода топлива, поэтому стоимость сушки светлого солода почти такая же, как и темного, несмотря на то, что при сушке последнего применяется более высокая температура.

О наличии достаточной тяги в обычной двухэтажной сушилке можно судить по температуре на различной высоте сушилки. При сильной воздушной тяге в сушилке должно происходить соответ-

ствующее выравнивание температуры воздуха, и поэтому температуры в различных слоях солода также должны быть близки друг к другу.

Перелопачивание светлого зеленого солода имеет большое значение для сушки. Обычно считают, что зеленый солод тем легче высушивается, чем чаще его перелопачивают, полагая, что перемещение более сырых нижних слоев наверх способствует лучшему удалению влаги. Но в действительности это не совсем так.

Если зеленый солод на верхней решетке в первой стадии сушки перелопачивают слишком много, обезвоживание идет медленнее и труднее, чем при более редком ворошении.

Причина этого заключается в том, что при правильном режиме ворошения нижние, уже высохшие слои поднимаются наверх, а верхние, еще влажные слои попадают вниз. Удаление влаги струей воздуха, направленной снизу вверх, происходит только благодаря тому, что водяные пары медленно поднимаются на поверхность солода и там испаряются. Чем чаще нарушается система слоев солода, тем больше сырого солода попадает снова на решетку, причем подсушенный солод вновь оказывается сверху; в этом случае нижний слой, отдавая свою воду, вторично увлажняет уже высушенный верхний слой солода. Таким образом, наблюдается повторная сушка различных слоев солода. Отсюда следует, что ворошение солода должно быть умеренным; по крайней мере, в первой стадии сушки не следует им злоупотреблять. Если сравнить с ворошением темного солода, то, как мы увидим ниже (см. стр. 378), оно в первое время производится чаще, чем ворошение светлого солода, несмотря на то, что удаление влаги при сушке темного солода должно протекать медленнее.

Схема ворошения для светлого солода примерно следующая.

Стадия сушки	Верхняя решетка	Нижняя решетка
Период подвяливания . . .	Через 4 часа	Через 2 часа
» подъема температуры	Через 2 часа	Через 1 час
Период отсушки	Через 1 час	Непрерывно

После остановки ворошилки обозначенные места решетки заравниваются, чтобы через них напрасно не потерять большое количество тепла. Если этого не сделать, то это поведет к непродуктивной трате топлива, особенно, если ворошилки при остановке находятся одна над другой.

Ворошилка должна проходить вдоль решетки лишь один раз, иначе, — хотя эффект перелопачивания на верхней решетке и повышается, — на нижней решетке он, наоборот, понижается.

Благодаря тому, что при сушке светлых солодов происходит быстрое удаление влаги и отсутствует типичный процесс поджаривания, эта сушка протекает в сравнительно короткое время — в 24 часа.

Только светлый солод дортмундского типа сушится в течение 48 часов. Он медленнее и дольше подсушивается, а отсушка его ведется при более низкой температуре.

На рис. 54 приводится диаграмма процесса сушки светлого солода, на рис. 55 — диаграмма процесса сушки темного солода.

Сушка темного солода

Техника работы по сушке темного солода основывается на тех же принципах, что и по сушке светлого солода (стр. 356), но все же она гораздо сложнее.

Это объясняется тем, что сушка темного солода не является простым процессом высушивания, т. е., главным образом, физическим процессом; здесь требуется создать совершенно определенные соотношения между влажностью и температурой, обеспечивающие возможность дальнейшего движения процесса растворения.

Сушка заканчивается процессом поджаривания, во время которого протекают определенные химические реакции, и в результате образуются ароматические и красящие вещества.

Зеленый солод, предназначенный для приготовления сухого темного солода, должен обладать определенными свойствами. В то время как при сушке светлого солода, в целях прекращения дальнейших биохимических процессов, стремятся к быстрому понижению влажности, при сушке темных солодов преследуют как раз обратную цель: именно медленным удалением влаги создают условия для дальнейших биохимических процессов.

В этом заключается принципиальная разница в сушке светлых и темных солодов.

Исходя из этих соображений, зеленый солод предварительно подвергают особой операции — подвяливанию (Schwelken). Под этим подразумевают предварительное подсушивание солода при обыкновенной температуре. Зеленый солод поблизости от сушилки раскладывается довольно толстым слоем, где он оставляется лежать на 12 — 24 часа. В это время в зеленом солоде происходит медленная потеря влаги, причем продолжают дальнейший рост и процесс растворения. Протекающие при этом биологические процессы являются главной целью подвяливания, так как уменьшение влажности слишком ничтожно, чтобы существенно повысить эффект работы сушилки. Если солод уже на току получил достаточное растворение, то при подвяливании может произойти перерастворение. При изготовлении светлых солодов подвяливание не применяется.

Сушка светлого солода (продолжительность 48 часов)

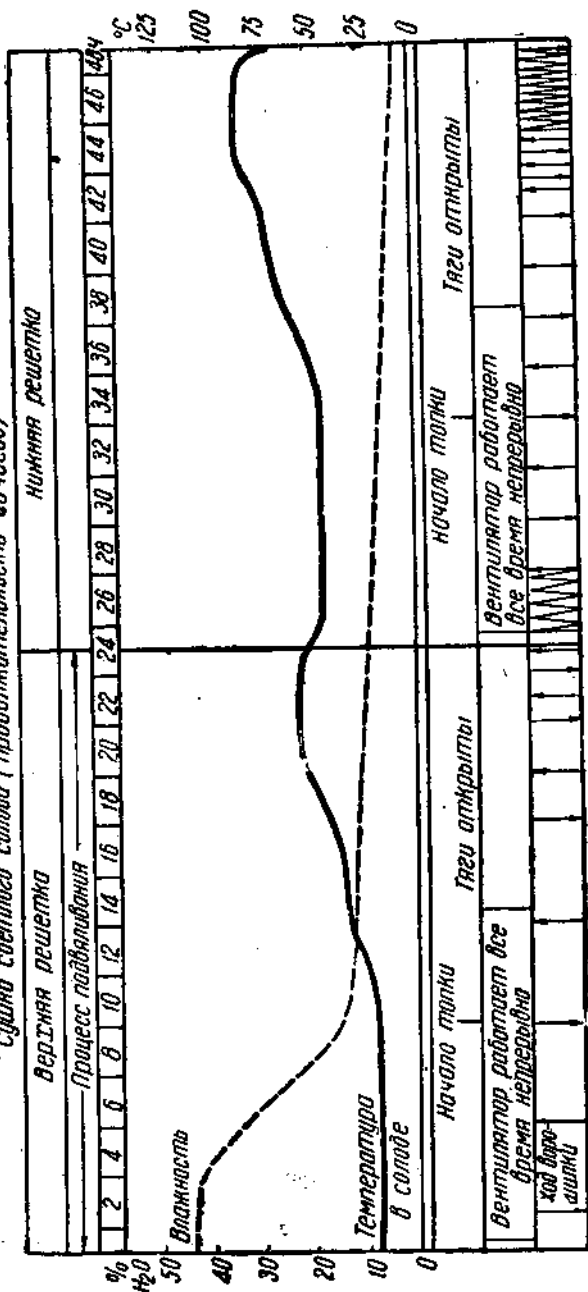


Рис. 54.

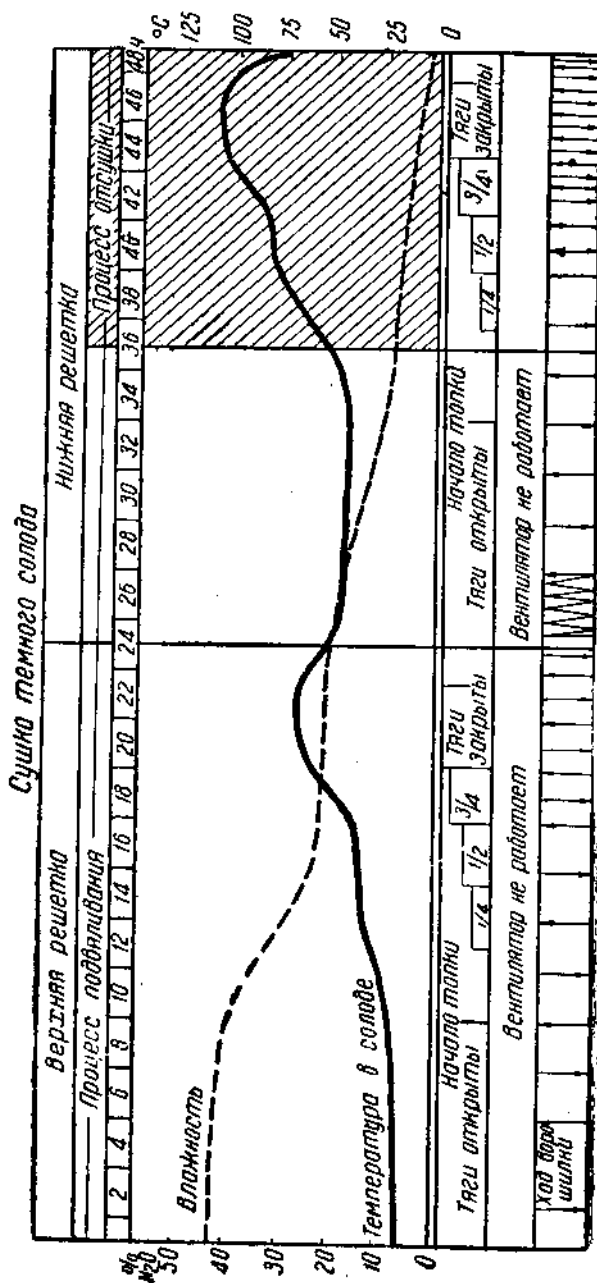


Рис. 53.

Сушка темного солода на верхней решетке ведется таким образом, чтобы в течение 24 час. снизить содержание влаги с 45% до 20%. Этот процесс должен протекать при определенной температуре. В этом периоде сушки можно различить две стадии.

Первая стадия характеризуется тем, что содержание влаги с 45% понижается до 20—25%. При этом температура не должна превышать 40%. Продолжительность первой стадии составляет около 14 час.; цель ее — продолжение дальнейшего растворения солода.

Вторая стадия характеризуется тем, что при дальнейшем повышении температуры в солоде до 60—65° на верхней решетке стараются избежать падения влажности ниже 20%. Продолжительность второй стадии — около 10 часов. Именно в этой стадии, когда сравнительно высокая температура в 60° действует на довольно влажный солод, создаются условия для образования сахаров, необходимых для получения ароматических продуктов при поджаривании. При этом крахмал превращается в сахар, а тростниковый сахар расщепляется под влиянием инвертазы на декстрозу и левулозу. Таким образом, происходит процесс осахаривания, причем одновременно идет и дальнейший распад белковых веществ.

Температура ниже 65° для образования сахаров неблагоприятна; температура же выше 70° при наличии еще довольно высокой влажности, вредит мучнистому телу и разрушает ферменты.

Уже при загрузке солода на верхнюю решетку необходимо создать соответствующие условия тяги, чтобы сушка солода протекала в указанные две стадии. Поэтому при сушке темных солодов следует обязательно работать только со слабой тягой. На этом основании искусственная тяга здесь непригодна, и возможность повышения производительности сушилки за счет усиления тяги очень ограничена. Чрезмерная тяга отрицательно влияет также на образование аромата.

Зеленый солод загружается на верхнюю решетку довольно значительным слоем в 20—30 см, причем с 1 м² площади сушилки снимается около 50 кг или 1 гл готового очищенного солода. Благодаря большой нагрузке процесс подвяливания замедляется, так как тяжелая сырая масса зеленого солода затрудняет тягу. Загружать солод слоем выше 30 см, даже при хорошей тяге в сушилке, не рекомендуется. В общем и здесь необходимо считаться в каждом отдельном случае с существующими условиями тяги в сушилке.

При сушке темного солода на сушилках с сильной тягой необходимо ее соответствующим образом регулировать, стараясь всеми возможными средствами ослабить быстрое удаление влаги.

В помещении верхней решетки должна быть влажная, оранжерейная атмосфера, которая особенно благоприятна для дальнейших процессов растворения. Благодаря незначительной тяге потери вещества зерна ничтожны. На верхней решетке продол-

жается дальнейший рост зерна, на что указывает удлинение корешков и листка¹.

Во время теплого подвяливания длина зародышевого листка по сравнению с длиной его у исходного зеленого солода изменяется следующим образом:

Длина зародышевого листка	0 < 1/2	1/2	2/3	3/4	1 > 1		
У зеленого солода	1	0	2	54	42	1	0
У подвяленного солода	1	0	1	42	53	2	1

С последующим ростом и растворением зерна связаны дальнейший ферментативный распад белков и образование соответствующих сахаров; следовательно, создаются все условия для образования цвета и аромата.

Если зеленый солод подвергается подобного рода тепловому подвяливанию, то из него уже не может быть получен светлый солод; в мучнистом теле образуется большое количество веществ, вызывающих темную окраску.

Таким образом, характер темного солода точно так же, как и светлого, создается уже на верхней решетке.

Во избежание падения влажности солода во второй стадии ниже 20% необходимо до минимума уменьшить тягу. В обычной двухэтажной сушилке это не встречает особых затруднений, так как в это время происходит отсушка солода на нижней решетке и тяга закрыта. Кроме того, в случае необходимости, тяга может быть понижена регулированием шиберов в вытяжной трубе. Ни в коем случае нельзя допускать слишком сильного высушивания, так как иначе не будут иметь места необходимые химические реакции.

Если тяга в сушилке настолько плоха, что не удастся достигнуть снижения влажности до 20%, и солод поступает на нижнюю решетку слишком влажным, то в этом случае можно применить охлаждение нижней решетки.

Внешним показателем правильной влажности солода верхней решетки может служить упругость слоя зерна. При наступании на солод нога должна приминать его, а не проваливаться.

Таким образом, обработка темного солода на верхней решетке совершенно противоположна обработке светлого солода. В то время как светлый солод должен иметь не свыше 10% влаги после того, как температура достигла 50°, типичный темный солод должен иметь еще около 20% влаги к моменту подъема температуры до 65°.

К сожалению, процессам, происходящим на верхней решетке, часто уделяют слишком мало внимания. Медленное обезвоживание по ступеням при определенных температурах является совершенно необходимым условием для образования в солоде цвета и аромата², которые можно получить только биохимическим путем; ника-

¹ Heim, W., 1900, S. 89.

² Schönfeld, W. 1900 S. 229.

кое удлинение времени и повышение температуры отсушки не могут заменить естественного образования этих веществ.

Солод после достижения температуры в 65° с довольно высокой влажностью — в 20% — поступает на нижнюю решетку. Необходимо точно придерживаться именно этой влажности. Если солод будет слишком сух, процессы образования красящих веществ происходит недостаточно полно; если же он будет слишком влажен, то чрезвычайно ослабляется диастатическая сила солода.

Первая стадия сушки темного солода на нижней решетке (третья — с начала процесса сушки) характеризуется тем, что влажность солода с 18 — 20% падает до 10 — 12%. Понижение влажности должно протекать при сравнительно низкой температуре около 50° . Продолжительность этой стадии составляет около 8 часов. Этим заканчивается процесс подвяливания.

Таким образом, при изготовлении темных солодов подвяливание занимает 30 — 36 час., т. е. большую часть всего процесса сушки, и происходит как на верхней, так и на нижней решетке. Никким образом нельзя считать, что с передачей солода на нижнюю решетку, т. е. через 24 часа, процесс подвяливания и вместе с тем первая половина сушки заканчиваются. Такое деление вызвано исключительно конструкцией двухэтажной сушилки.

Вторая стадия работы на нижней решетке (четвертая — с начала всего процесса) является настоящим процессом сушки и преследует две цели: дальнейшее понижение содержания влаги с 10 до 5% и нагревание солода до окончательной температуры отсушки.

Стадия сушки солода при удалении влаги от 6 до 5% должна протекать особенно медленно, чтобы воспрепятствовать сморщиванию и затвердению зерна и избежать высокого веса гектолитра. Особая осторожность требуется также потому, что одновременно происходит нагревание до температуры отсушки.

Если в этот период, под действием сильной тяги и непрерывной топки, солод быстро теряет влагу, то наблюдается ухудшение качества солода и понижение выходов экстракта в варнице. Такой солод становится твердым, стекловидным и тяжелым.

Поэтому нагревание солода до температуры отсушки должно происходить медленно. Для нагревания солода до температуры отсушки требуется 7 — 9 часов. При этом безразлично, будет ли происходить нагревание равномерно, или же температура в 50° будет держаться более длительное время, и затем уже будет дано быстрое нагревание. Нагревание можно вести и таким образом, что температуру постепенно поднимают до 75° , после чего путем усиления топки температурную кривую резко поднимают вверх.

К концу этой стадии солод должен иметь еще влажность около 5%, чтобы обеспечить нормальное течение химических процессов последней стадии сушки. Если солод к этому моменту слишком сух, то эти процессы не будут иметь места.

Третья стадия сушки на нижней решетке (пятая и последняя с начала сушки) является процессом поджаривания, т. е. процессом образования цвета и аромата солода. Образование цвета и аромата происходит именно в этой стадии сушки, когда высокая температура при влажности в 5% действует определенное время на вещества, образовавшиеся при медленном процессе подвяливания.

Таким образом, в стадии поджаривания основную роль играют следующие два момента: высота окончательной температуры и продолжительность отсушки.

Отсушка вызывает дальнейшее понижение влажности с 5 до 2%. В мучнистом теле физических изменений больше не наблюдается, вода здесь играет роль химического фактора.

Важнейшим условием для получения нормального цвета и хорошего качества солода является возможно более высокая температура отсушки. Солод с низкой температурой отсушки всегда дает нестойкое пиво и может вызвать дегенерацию дрожжей.

Кроме того, такой солод не дает типичного напитка. Слабая отсушка снижает цветность солода до 0,6—0,7; поэтому для получения нужного цвета пива приходится добавлять соответственно большее количество жженки. Однако, хотя прибавлением жженки можно достигнуть желаемого цвета темного пива, но получить необходимый при этом вкус и аромат невозможно.

Нормальная температура отсушки, измеренная в солоде на расстоянии 1 см от нижней решетки, должна быть 100—105°. При более низкой температуре отсушки реакция образования цвета не происходит; более высокая температура вызывает другие нежелательные явления. Продолжительность отсушки колеблется от 2 до 4 час., но никогда нельзя и здесь дать точную схему даже для одной и той же сушилки. Не следует забывать, что образование цвета является химической реакцией и зависит не только от конструкции сушилки и режима сушки, но также от свойств ячменя и веществ, образовавшихся в зеленом солоде.

Окончание процесса сушки солода определяется по потемнению мучнистого тела зерна.

Таким образом, изменение цвета происходит не только за счет нагревания солода, но и вследствие взаимодействия содержащихся в мучнистом теле веществ, которые при нагревании образуют окрашенные продукты реакции.

Как на току не происходит равномерного растворения ячменей, так и при сушке потемнение солода протекает неодинаково. Некоторые ячмени легко окрашиваются, у других ячменей потемнение происходит с большим трудом.

В каждом отдельном случае необходимо принимать во внимание способность окрашивания данного сорта ячменя и свойства полученного солода. В начале кампании так же, как при переработке различных ячменей, необходимо опытной сушкой проверить способность к окрашиванию солода при помощи фаринатома Гро-

бекера и на основании данных среза подобрать соответствующий режим сушки и продолжительность отсушки.

Ячмени разных годов, в зависимости от метеорологических условий, удобрений и климата, обладают различной способностью к окрашиванию. В общем, лучшее окрашивание дают высокобелковые ячмени. Система соложения также имеет значение, так как различные условия работы ферментов в дальнейшем отражаются на образовании цвета во время сушки. Так, солода, приготовленные по Кропфу, более склонны к образованию темного цвета, если только они не получены из сильно подсушенных и аэрированных ячменей.

Впрочем, при сушке темного солода никогда не получается такого цвета, который должно иметь готовое пиво. Окончательный цвет пива, как известно, достигается добавкой жжёнки, т. е. искусственной подкраской. Если бы мучнистое тело содержало такое количество красящих продуктов, которое желательно для цвета готового пива, то это было бы связано с большими потерями в выходах, сильным разрушением ферментов и другими нежелательными явлениями. С другой стороны, высушенный солод должен иметь определенную степень цветности, так как добавка большого количества жжёнки недопустима ввиду отрицательного влияния ее на вкус пива и его стойкость. При получении соответствующего оттенка солода следует иметь в виду тот цвет продажного готового пива, к которому привык потребитель.

Слишком высокая температура отсушки недопустима как с экономической точки зрения, так и с точки зрения качества солода. Ненормально высокая температура вызывает значительное разрушение диастаза, понижение выходов, плохое осахаривание сусла, недостаточное ображивание, плохую неистость и, кроме того, придает подгорелый вкус пиву. Если при температуре в 105° в солоде не наблюдается никакого окрашивания, было бы ошибочным стараться повысить температуру; в этом случае причину следует искать или в отсутствии естественных условий для образования цвета во время рашения и подвяливания или в самом ячмене, не способном к окрашиванию и непригодном для изготовления темного солода.

Слишком высокая температура отсушки в обычной двухэтажной сушилке создает на верхней решетке ненормально высокую температуру, благодаря чему сильно разрушается диастаз. Следует всегда работать таким образом, чтобы температура воздуха на нижней решетке не поднималась выше $77-82^{\circ}$.

Одновременно с соблюдением правильной температурной кривой в отдельных стадиях сушки, следует обращать внимание на правильную тягу.

При процессе подвяливания так же, как при высушивании на нижней решетке, нужно следить за тем, чтобы оба эти процесса протекали медленно. Такое медленное удаление влаги возможно

только в том случае, если в сушилке имеется слабая тяга. При сильной тяге невозможно провести подвяливание медленно.

Образование аромата и цвета на нижней решетке получается лишь в результате процесса поджаривания предварительно подвяленного солода. Оно может наступить только в том случае, если солод будет лежать на горячей металлической решетке при незначительной тяге.

Пониженная тяга часто обусловлена самой конструкцией сушилки, как это имеет место в типичных сушилках для темного солода. В таких сушилках калориферное пространство и пространство над верхней и нижней решеткой очень низки, решетки делаются с круглыми отверстиями, причем площадь отверстий незначительна; на верхней решетке загрузка дается выше.

Регулирование шиберов производится таким образом, что в начале процесса сушки они полностью открыты, а затем постепенно закрываются, чтобы понизить тягу в сушилке. Поэтому при окончательной отсушке все нижние воздушные каналы закрыты.

Желательно, чтобы это прекращение вентиляции могло быть достигнуто лишь при помощи закрытия тяги. Только в случае крайней необходимости следует прибегать к помощи зонта в вытяжной трубе. Движение воздуха через сушилку осуществляется лишь благодаря тому, что приток воздуха уменьшают до $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{2}$ нормального количества.

В обычных старых двухэтажных сушилках прекращение доступа воздуха отражалось на температуре на различных высотах сушилки. При нормальных соотношениях температура значительно падает от калориферного пространства до пространства над верхней решеткой, так как воздух, находящийся во всей системе, неподвижен, и температура в горизонтальных слоях падает тем больше, чем дальше они находятся от места нагревания. Благодаря же недостаточной тяге выравнивания температуры не происходит. Такое явление называется напряженным жаром, и именно это напряжение характерно для сушки темного солода¹⁾.

На рис. 56 представлены кривые температуры солода на верхней и нижней решетке, соответствующая температура воздуха непосредственно под верхней и нижней решетками и температура калориферного пространства. Из этой диаграммы видно, что в типичной сушилке для темных солодов напряжение температур достигает значительной величины. Разница между температурой калориферного пространства и температурой воздуха над верхней решеткой достигает 60—75°. При этом имеют место примерно следующие соотношения температур:

Калориферные пространства	130—140°	} Общее напряжение температуры 60—70°
Солод (нижняя решетка)	102°	
Воздух между обеими решетками	77—82°	
Солод (верхняя решетка)	60—70°	

¹ Bielsch, Z. 1898. S. 89 и 1902, S. 397.

В общем, условия сушки тем лучше, чем больше разница между температурой отдельных слоев воздуха. Только в этом случае можно быть уверенным, что солод на нижней решетке действительно подвергается процессу поджаривания, причем тяга настолько незначительна, что она не может повредить подвяленному солоду на верхней решетке.

Сушилки, обладающие таким напряжением температур, необходимо открывать осторожно. Открывать тягу сейчас же после окончания отсушки недопустимо, так как в этом случае жар сразу

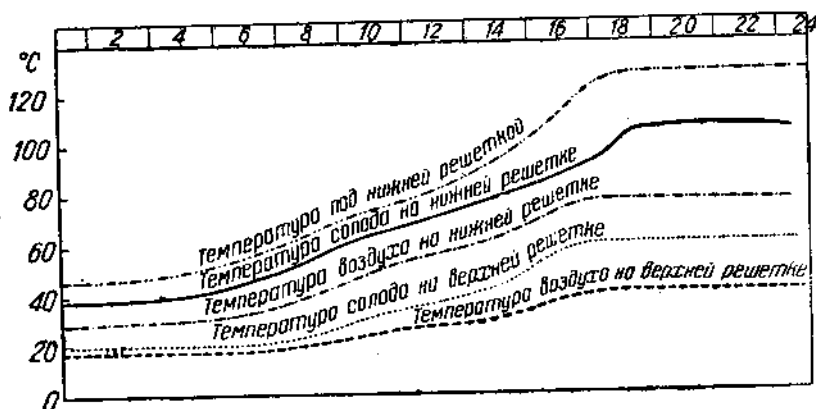


Рис. 56. Температурные кривые при сушке темного солода.

поднимается вверх, и чрезмерный поток горячего воздуха из calorиферного пространства, направляясь к верхней решетке, может значительно повредить еще влажный зеленый солод. Кроме того, сушилка очень охлаждается, и накопленное тепло теряется. При напряженном жаре воздушные каналы по окончании отсушки должны оставаться закрытыми. Прежде, чем снова загрузить нижнюю решетку, необходимо открыть в сушилке двери и окна и охладить как помещение, так и самую решетку; за счет тепла, накопившегося в calorиферном пространстве, можно вести подвяливание, что дает экономию топлива.

Сравнивая условия тяги при сушке светлого и темного солодов, мы видим, насколько они различны.

В диаграмме сушки светлого солода температурные кривые отдельных решеток расходятся сильнее всего в начале сушки, но в дальнейшем процессе, благодаря постепенно усиливающейся тяге, они все больше и больше сближаются; поэтому к моменту отсушки температурная разница между решетками не превышает 15—20°. При сушке темных солодов, наоборот, минимальная температурная разница наблюдается в начале сушки, причем к концу ее эта разница достигает 70°.

Отсюда ясно, что при сушке темных солодов гораздо труднее добиться полной независимости температурного режима на отдельных решетках и избежать чрезмерного нагревания верхней решетки.

Для выравнивания содержания влаги в солоде и для более быстрого испарения ее, солод необходимо ворошить. Как уже было указано, частое ворошение отнюдь не ускоряет высушивание в той мере, как этого можно было бы ожидать.

Примерная схема ворошения темного солода следующая:

Стадия сушки	Верхняя решетка	Нижняя решетка
В период подвяливания . .	Через 2 часа	Через 2 часа
В период подъема температуры	Через 1 час	Через 1 час
В период отсушки	Через 1 час	Через $\frac{1}{2}$ часа

Сравнивая эту схему со схемой ворошения для светлого солода, мы видим, что в стадии подвяливания ворошение темного солода производится чаще, чем светлого, хотя для темного солода не требуется такого сильного обезвоживания.

Во избежание неравномерной вентиляции солода, ворошилка по окончании ворошения должна дойти до конца решетки.

Вследствие необходимости медленного удаления влаги при сушке темных солодов, сушка продолжается 48 часов. При этом для проведения процесса подвяливания, т. е. для снижения влажности до 8%, требуется от 30 до 36 час. или 70% всего времени сушки.

Для снижения влажности с 8 до 5% требуется от 7 до 9 час., а остальные часы падают на процесс поджаривания.

Попытки укоротить время сушки темного солода были бы ошибкой, так как такая сушка не может гарантировать качество солода.

Для контроля сушки солода и работы сушилки на практике применяются почти исключительно термометры¹.

Получаемые при этом температурные диаграммы позволяют контролировать температурный режим отдельных частей сушилки. Помимо того, при работе на обычных двухэтажных сушилках сравнение температур отдельных решеток позволяет судить о состоянии тяги.

При помощи термометров можно контролировать температуру как воздуха, так и солода на отдельных решетках. Так как для

¹ Eckhardt, Z. 1908, S. 249—Prell, Z. 1909, S. 446—Jakob, W. 1912, S. 337.

солодовщика особенно важно знать температуру в самом солоде, которая сильно отличается от температуры воздуха, термометры обычно помещаются в солоде (на расстоянии 1 см от поверхности решетки). При механическом ворошении не следует забывать вынимать термометры каждый раз перед пуском ворошилки, что лучше всего делать автоматически.

Помимо высоты температуры в отдельных стадиях сушки, практически очень важно знать ее равномерность в разных местах отдельных решеток; поэтому термометры целесообразно помещать в середине и по углам решеток. При правильном распределении тепла в сушилке разница в температуре между отдельными местами решеток не должна превышать $2-3^{\circ}$. Неравномерная температура на решетках возникает или вследствие различной тяги или благодаря местным перегревам решеток. Наконец, при помощи термометров можно установить разницу температур в различных слоях солода.

Во избежание хождения по солоду при контроле температуры рациональнее всего пользоваться регистрирующими термометрами, которые дают наглядную картину изменения температуры во время всего процесса сушки.

Большой частью при помощи регистрирующих термометров получают диаграммы температур воздуха непосредственно под верхней и нижней решеткой.

Для контроля температур применяют также электрические термометры.

Практически постоянный контроль изменения влажности такого важного процесса, как сушка, неудобен. При желании получить кривую изменения влажности при сушке необходимо было бы каждые 2 часа отбирать пробы солода для анализа.

Как мы уже видели, эти кривые различны для светлых и темных солодов. Обычно влажность зеленого солода определяют эмпирически вдавливанием его на решетке ногой или же наощуль. При определении влажности необходимо также контролировать равномерность ее по всей поверхности решетки. Для этой цели следует отбирать пробы в различных местах решетки, а именно — по середине и по четырем углам. Неравномерная влажность указывает на неравномерную тягу в разных местах решетки, причины которой могут быть различны.

Представление о состоянии тяги проще всего получить сравнением температур на различной высоте сушилки. Если, например, при сушке светлого солода имеется достаточно сильная тяга, температура всей системы сушилки почти одинакова; наоборот, при слабой тяге наблюдается значительная разница.

Целесообразно весь процесс сушки точно регламентировать, указывая порядок топки, изменение температуры и время ворошения. Этот режим, в зависимости от конструкции сушилки и типаготавливаемого солода, будет различным а поэтому его

приходится менять применительно к свойствам перерабатываемого ячменя и зеленого солода, который поступает на сушку (рис. 52 и 55).

Наконец, существенное значение имеет расход тепла на сушку солода. Нормальный расход тепла на 100 кг готового очищенного солода составляет: для хорошей двухэтажной сушилки 140 000 — 160 000 Кал, для хорошей трехэтажной сушилки 100 000 — 120 000 Кал.

Расход тепла для светлого и темного солода приблизительно одинаков, несмотря на различную температуру и продолжительность сушки солода. Это объясняется тем, что при сушке светлых солодов нагревание больших количеств воздуха требует большего количества тепла.

Приведенный расход тепла при двухэтажной сушилке соответствует следующему расходу угля на 100 кг готового очищенного солода: при теплотворной способности угля в 5000 Кал — около 28 кг, при теплотворной способности угля в 7000 Кал — около 20 кг.

Для трехэтажной сушилки расход топлива выразится в следующих цифрах: при калорийности угля в 5000 Кал — около 20 кг, при калорийности угля в 7000 Кал — около 14 кг.

В целях экономии тепла и уменьшения потерь на теплоотдачу, сушилка должна иметь солидную обмуровку. Сушилки не следует сооружать в местах, подверженных сильному охлаждению и колебаниям температуры наружного воздуха.

ОБРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ СОЛОДА

Горячий, снятый с решетки солод не может быть ссыпан непосредственно в закрома или пущен в производство; он должен быть освобожден от ростков и охлажден перед хранением. Это необходимо в интересах сохранения его качества и стойкости при хранении.

Удаление ростков необходимо по следующим причинам:—

- 1) ростки очень гигроскопичны, благодаря чему солод быстро поглощает влагу;
- 2) ростки содержат горькие вещества, которые могут переходить в пиво;
- 3) ростки вызывают потемнение цвета пива.

Удаление ростков должно производиться немедленно после снятия солода с нижней решетки, так как при длительном лежании солода ростки отбиваются с трудом.

Необходимо обязательно контролировать полноту освобождения солода от ростков.

Для удаления ростков и чистки солода существует целый ряд систем и аппаратов.

Солод подается в росткоотбивную машину при помощи шнека и поступает в медленно вращающийся ситчатый барабан, в кото-

ром в том же направлении, но несколько быстрее, вращаются стальные била. Благодаря этому зерна частью вследствие трения друг об друга, частью — об поверхность барабана освобождаются от ростков и посторонних примесей. Скорость вращения должна быть рассчитана так, чтобы ростки оставались целыми. Легкие частицы уносятся вентилятором в пылеуловители, в то время как ростки удаляются из машины шнеком. При выходе из росткоотбойки солод еще раз провстривается, причем уносимые воздухом тяжелые частицы улавливаются в сепараторе и при помощи клапана удаляются из машины; легкие примеси уносятся воздухом дальше. Регулирование исходящего воздуха осуществляется при помощи клапана, а входящего воздуха — шибером

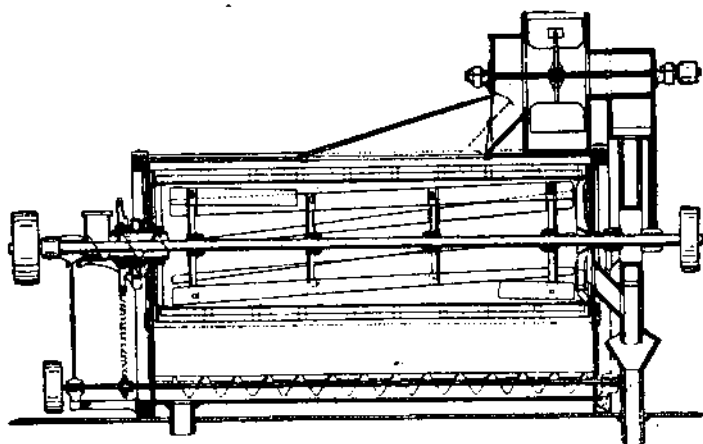


Рис. 57. Росткоотбивная машина

(рис. 57). Вращение ситчатого барабана необходимо во избежание одностороннего его изнашивания, которое, благодаря небольшой скорости, незначительно. Изношенные сита могут легко сменяться.

Количество ростков, являющихся отбросом соложения, достигает 3 — 4% в перерасчете на сухое вещество, причем это количество тем больше, чем дольше происходило солодоращение. Хорошие ростки имеют вид рыхлой массы светлоричного цвета и при смачивании обнаруживают приятный запах сусла.

Благодаря высокому содержанию белка, ростки являются ценными кормами, если, конечно, они не загрязнены пылью или сором. Кормовая ценность ростков зависит от температуры отсушки солода. Пересушенные ростки, имеющие темнокоричневую окраску, хуже усваиваются и поэтому теряют свою кормовую ценность.

Химический состав ростков колеблется в зависимости от перерабатываемого ячменя и способа солодоращения, но в среднем он приблизительно таков:

Вода	10%	Безазотистые вещества	42%
Азотистые вещества	24%	Сырая клетчатка	14%
Жиры	2%	Зола	8%

Ростки очень гигроскопичны, поэтому они легко портятся и должны храниться в мешках в хорошо вентилируемом сухом помещении.

При выгрузке из сушилки светлый солод имеет температуру 85°, темный солод — 105°; поэтому перед ссыпкой солод необходимо охладить до 20°. В противном случае солод сильно портится, так как разрушается диастаз, наблюдается значительное потемнение цвета солода, и вкус пива ухудшается.

Необходимость охлаждения и связанные с этим затруднения стоят в прямой зависимости от того количества солода, которое снимается ежедневно с решеток. При небольших количествах солод обычно поступает в росткоотбивочную машину и очищается прямо в закрое. При выходе из росткоотбивочной машины солод обычно имеет температуру около 25 — 30°, и дальнейшее остывание происходит уже в закрое. Значительно хуже, когда неочищенный от ростков солод остается на ночь и не успевает остыть. В частности, следует избегать деревянных приемников, которые особенно опасны из-за незначительной теплопроводности. На больших заводах, где осыпаются ежедневно десятки тонн горячего солода, необходимо специальное охлаждение.

Особенно при силосном хранении следует избегать загрузки силосов теплым солодом, так как в этом случае он при хранении не может охладиться. Кроме того, солод согревает стенки силоса, и охлаждение еще больше затрудняется.

Специальных установок для охлаждения солода не имеется. Лишь за последнее время для охлаждения солода стали пользоваться шахтенными сушилками (Миал, Брауншвейг). Прежде пытались применить просасывание через толщу солода холодного воздуха, но такое просасывание воздуха при помощи вентилятора грозит повысить влажность в солоде, так как воздух всегда содержит водяные пары.

Перед хранением солод оставляется некоторое время на воздухе, но ненадолго, во избежание излишнего повышения влажности. Перед варкой солод подвергается полировке, при которой окончательно удаляются остатки ростков и отставшие мякисные оболочки, и, кроме того, солод очищается от пыли и плесени. После полировки солод приобретает блеск и более чистый вкус, повышается вес гектолитра и улучшаются выходы.

Полировка происходит при помощи полировочных машин, которые построены на том же принципе, как и чистильные машины для солода, и часто комбинируются с ними. Полировочные ма-

шины строятся или с горизонтальным или с вертикальным валом.

Над полировочной машиной имеется сотрясающееся сито, которое задерживает грубые примеси (веревки, камни и т. п.) и магнит. Сито трясушки продырявлено таким образом, что все грубые примеси остаются на нем. От нижней части сита идет короткое соединение к всасывающему вентилятору полировочной машины. Во избежание уноса зерен, устанавливается шибер, регулирующий силу действия аспиратора.

Сама полировочная машина так же, как и росткоотбивочная машина, состоит из замкнутого ящика и ситчатого барабана, в котором имеются стальные била и щетки. Барабан медленно вращается, зерна подвергаются трению и полируются. Рабочее пространство и выводной канал так же, как в росткоотбивочной машине, подвергаются действию всасывающего вентилятора, имеющего соответствующую регулировку.

Хорошая полировочная машина может регулироваться по желанию, так как не всякий солод требует одинаковой полировки. Чем лучше растворение и рыхлее солод, тем осторожнее должна быть полировка, и наоборот: чем хуже растворение и жестче зерно, тем сильнее может быть полировка.

Отходы полировочной машины не должны содержать ценных веществ и целых зерен, что наблюдается только при наличии поврежденных сит. Поэтому в отходах необходимо определять экстрактивность. Наличие крупки указывает на чрезмерную полировку и на дробление целых зерен. Полированный солод необходимо контролировать на содержание пыли и отходов.

Точно так же, как свежесжатый ячмень требует перед рашением определенного периода вылеживания, так и свежесушенный солод нельзя непосредственно пускать в производство, не дав ему отлежаться. Свежесушенный солод затрудняет фильтрацию, неблагоприятно отражается на пенистости, осветлении и вкусе пива. Во время вылеживания солода в мучнистом теле протекает целый ряд физико-химических изменений, которые облегчают дальнейшую его переработку.

Основной причиной изменения свойств солода за время вылеживания является поглощение солодом влаги. Благодаря этому, при хранении, прежде всего, увеличиваются объем и вес зерна. Абсолютный вес и вес гектолитра возрастает тем больше, чем больше поглощение влаги. У твердых зерен объем возрастает больше, у рыхлых солодов — меньше. В результате вылеживания мучнистое тело и оболочка солода постепенно теряют свою хрупкость. Благодаря этому помол получается крупнее, дробина ложится в фильтрационном чане более рыхло, и процесс фильтрации протекает значительно лучше, чем при свежем солоде. Особенно благоприятно отражается вылеживание на твердых солодах.

Для поглощения солодом необходимого количества влаги требуется определенный период вылеживания. Быстрое поглощение

зерном нескольких процентов воды при непосредственном увлажнении не дает такого эффекта, так как за период хранения солода должны произойти определенные химические изменения, которые возможны только при условии поглощения незначительного количества влаги. Здесь происходят те биохимические процессы, в результате которых при хранении наступает фактическое дозревание солода. Все эти преимущества имеет лишь тот солод, в котором поглощение влаги шло медленно.

Изменения во время процесса дозревания происходят, главным образом, в мучнистом теле. Давно известно, что при хранении солода выделяются углекислота и влага, и наблюдается процесс, напоминающий дыхание ячменя. Во время дозревания продолжается растворение солода и возобновляются другие ферментативные процессы, но в очень слабой степени. Проявление этой жизнедеятельности солода зависит от содержания в нем влаги. В очень сухом солоде (1—3% влаги) жизнедеятельность ничтожна, но с поглощением влаги она усиливается.

Поглощение воды солодом не вполне безопасно.

В том случае, когда это поглощение не превышает известных границ (5%), оно желательно, так как облегчает переработку солода.

Особенно это заметно на недорастворенных и высокоотсушенных солодах, у которых после хранения повышается экстрактивность и улучшается осахаривание.

Для нормально растворенных солодов поглощение при хранении больших количеств влаги и активация ферментативных процессов опасны, так как это грозит перерастворением и увеличением потери в выходах вследствие расхода сахара на дыхание.

Для низкоотсушенных солодов, как это часто бывает при светлых солодах, процесс поглощения воды особенно опасен; благодаря большому содержанию ферментов может наступить интенсивное растворение, что ведет к потемнению цвета, потере аромата и увеличению рыхлости. С повышением влажности выхода понизятся, пенистость и полнота вкуса пива ухудшатся вследствие чрезмерного белкового распада. Даже жир подвергается особому виду расщепления, что ведет к нарастанию кислотности солода.

Таким образом, в интересах дозревания солода при вылеживании, способ хранения не безразличен. В зависимости от овойств солода, его растворения, температуры отсушки и т. д. необходимо правильно установить длительность периода вылеживания. Дать заранее какую-нибудь схему для руководства, как и для многих других технологических мероприятий, здесь невозможно. Для химических превращений при хранении солода существенное значение имеют физико-химические свойства самого ячменя или солода, а не условия хранения.

Принимая во внимание все изложенное, можно сделать следующее заключение. Солод необходимо хранить при таких усло-

виях, в которых он подвергается минимальному воздействию воздуха и влаги, т. е. стремится к уменьшению его поверхности при хранении.

Солод можно хранить на полу, в закромах или силосах.

Хранение солода на полу наименее удовлетворительно, так как при открытом хранении всегда имеется опасность поглощения больших количеств влаги. Пол не должен иметь трещин, в которых могли бы гнездиться вредители. Целесообразно стены помещения обшить досками, чтобы не повредить оболочку. Если класть солод к наружным стенам, возникает опасность поглощения влаги.

Помещение для хранения солода необходимо предохранить от проникновения влажного воздуха. Часто для этой цели солод покрывается хмелевыми мешками, которые сверху засыпаются ростками. В этом случае поглощение воды на поверхности солода происходит очень медленно, причем в толще солода изменений к первоначальной влажности не наблюдается. Большой ошибкой является открывание окон ранней весной при проветривании помещения.

В случае неудовлетворительных условий хранения солода, его необходимо возможно скорее пускать на варку.

Вторая форма хранения солода — закрома, которые могут быть деревянными или железобетонными. В таких закромах солод лежит слоем толщиной в 3—4 м. Хранение солода в закромах, по сравнению с открытым хранением на полу, имеет то преимущество, что поверхность соприкосновения солода с воздухом значительно меньше, и, благодаря наличию боковых стенок, исключена возможность быстрого и избыточного поглощения влаги.

Деревянные закрома не вполне безопасны в пожарном отношении и легко загрязняются, так как обычно стропилы не обструганы, имеют множество щелей и трещин, в которых задерживается пыль и могут гнездиться вредители зерна. При усыхании дерева эти недостатки возрастают еще больше.

Закрома усовершенствовались в солодовые силосы, — наиболее современный и рациональный способ хранения солода. Материалом для постройки силосов может быть дерево, железо и бетон.

Деревянные силосы непрактичны, поскольку они делаются, в целях прочности, из накладываемых друг на друга досок. Вполне оправдали себя железные силосы, причем те недостатки, которыми отличаются железные силосы при хранении ячменя, не имеют значения при хранении солода.

В настоящее время железобетонные силосы вытеснили все другие материалы; высота слоя солода в них достигает 20 м и больше. Поверхность солода, благодаря этому, очень незначительна, и солод великолепно сохраняется без всяких нежелательных изменений, так как уже на глубине 50 см поглощение влаги не превышает 0,5 — 1%.

При хранении в силосах существенное значение имеет состояние самого солода в момент загрузки. Никким образом нельзя сыпать в силосы теплый солод; солод должен быть тщательно очищен от ростков и не быть влажным. Сухой солод гораздо медленнее созревает, но зато может без всякого ущерба храниться в течение длительного времени.

Понятно, что загрузка в железобетонные силосы может происходить только после окончательного высыхания бетона.

Расслоение и неравномерное распределение солода в силосах имеет с технологической точки зрения большое значение для производства. Тяжелые крупные зерна при сыпке в закрома имеют несколько большую скорость падения по сравнению с мелкими зернами. Кроме того, сопротивление воздуха для зерен различной величины, но с одинаковым удельным весом, разное. Вследствие этого, при сыпке зерна наблюдается его расслоение, и на различной высоте силоса слои солода имеют различный вес гектолитра. В нижних слоях лежит более тяжелый солод, в верхних — более легкий. При выгрузке солода из силоса такое неравномерное распределение зерна еще больше усиливается, если не принять соответствующих мер. Поток зерна поступает благодаря движению солода по направлению центральной линии силоса, вследствие чего образуется воронка. Поэтому необходимо принимать все меры, чтобы уничтожить такое неравномерное распределение зерна.

С большим успехом для этой цели применяются особого рода распределители, которые обеспечивают равномерность распределения солода во время загрузки силоса.

Наиболее простым люком для силоса является шибер,двигаемый между фланцами спускной трубы; но он как раз и вызывает нежелательное расслоение солода. В этом отношении более целесообразно применение шпунтера Денни (Denny), который представляет собой вертикально установленный двойной цилиндр, имеющий боковые отверстия. Оба цилиндра имеют по четыре соответствующих друг другу отверстия, которые при определенном положении пропускают солод. Солод должен, следовательно, поступать сбоку, и при выпуске зерна в центре силоса воронки не образуется. В этом случае можно заметить только небольшой сдвиг зерна у стенки силоса. При соответствующем повороте внутреннего цилиндра его отверстия закрываются сплошной стенкой наружного цилиндра, выпуск зерна прекращается, и силос закрывается¹.

Неравномерное распределение солода в силосах можно исправить также в том случае, если выпускать солод из силоса не через одно отверстие, расположенное в центре, а сразу через четыре равномерно отстоящие друг от друга отверстия на дне силоса².

¹ Hoffmann, Die Getreidespeicher, S. 494.

² Hoffmann, Offenbach.

При выпуске в толще солода образуются сразу четыре воронки, благодаря чему уничтожается неравномерное распределение зерна.

В силосах, даже при значительной высоте падения, никогда не наблюдается поломки зерна.

Продолжительность вылеживания должна быть не меньше 4 — 6 недель.

При загрузке в силосы сухого и охлажденного солода длительный период хранения не отзывается на его качестве. В случае поражения солода какими-нибудь вредителями, принимаются те же меры борьбы, что и при хранении ячменя.

При чрезмерном поглощении воды во время хранения солода иногда подвергают вторичному подсушиванию. Если бы здесь все сводилось только к удалению излишней влаги, то это могло бы улучшить положение. Однако, поскольку следствием избытка влаги является активация ферментов, такое удаление не может улучшить качество солода. Повторная сушка разрушает ферменты и, прежде всего, протеолитические, понижает выхода и еще больше ухудшает качество солода. В случае повторной сушки солода обязательным условием является особенно медленный подъем температуры.

Наконец, в последнее время был предложен специальный аппарат для сортировки солода по качеству его растворения. Сортировка использует, как принцип, разницу в удельном весе зерен различной растворимости. Эту задачу разрешает сортировочный стол, имеющий ряд деревянных треугольников. (Ф. Шул, Гамбург). Работа этого аппарата следующая (рис. 58).

Из питающего загрузочного корыта *a* зерно поступает через отверстия *b*, которые распределены по всей длине корыта, в камеры сортировочного стола. Выходные отверстия корыта снабжены регулирующим шибром *c*, чтобы точно регулировать поступление зерна. Сортировочный стол подвижен, и при помощи эксцентрика получает колебательное движение в горизонтальной плоскости.

Аппарат работает по принципу удара, т. е. смесь рыхлого и жесткого солода отбрасывается при трясении стола на стальные пластинки *f*, которые имеют зигзагообразную форму и представляют собой ряд поверхностей, расположенных друг против друга; эти пластинки направлены наклонно к оси стола и ограничивают сбоку рабочие камеры. В том случае, когда все зерна имеют одну и ту же натуру, они покидают наклонные плоскости под тем же самым углом, под которым они туда поступили; благодаря этому они равномерно движутся к одной стороне стола. Солод с плохим растворением, так называемый каменистый солод, имеет очень незначительную эластичность и высокий удельный вес; поэтому более легкие зерна опережают зерна с плохим растворением.

Так как по отношению к горизонтали стол имеет наклон в несколько градусов, солод с хорошим растворением не только опережает зерно с большим удельным весом, но и наблюдается пол-

ное разделение в направлении движения зерна с плохим и хорошим растворением. Более эластичный и более легкий солод движется по наклонному столу вверх, тяжелый, менее эластичный солод с плохим растворением, направляется вниз.

Изменяя число оборотов, можно добиться требуемых соотношений силы отбрасывания зерен от наклонных плоскостей.

Кроме того, еще можно регулировать наклон сортировки, благодаря чему отделяется меньше или больше зерен с плохим растворением. Над сортировочным столом имеется питающее приспособ-

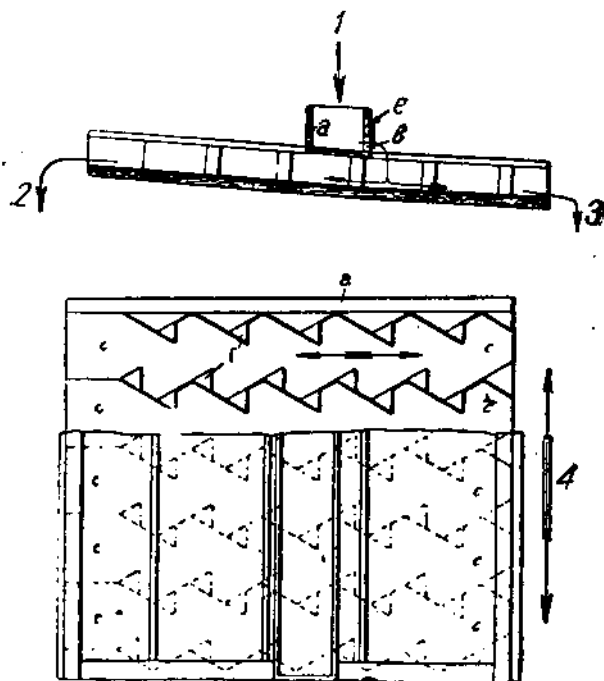


Рис. 58. Аппарат для рассортировки солода.

- 1—подача солода.
- 2—хорошо растворенный солод.
- 3—жесткий солод.
- 4—направление движения сортировочного стола.

собрание, которое не только способствует равномерному количественному распределению солода в отдельных камерах, но подает его в определенном соотношении, что понижает расслоение поступающего солода.

Для правильной работы аппарата требуется однородная величина зерен, полное удаление ростков и пыли, а также правильный наклон сортировочного стола и неизменяющееся число оборотов; именно от этих величин зависит та сила, с которой отбрасывается зерно.

СОЛОЖЕНИЕ ПШЕНИЦЫ

При соложении пшеницы в общем руководствуются теми же принципами, что и при соложении ячменя, но из-за отсутствия

оболочки у пшеницы приходится принимать во внимание еще ряд других моментов.

Прежде всего, для пшеницы требуется слабая замочка, и ни в коем случае не допускается перемачивание, которое происходит довольно легко. В последнем случае наблюдается не только уменьшение способности прорастания, но и понижается сопротивляемость сдавливанию — проросшие зерна пшеницы легко разминаются. Вследствие этого солод плесневеет и происходит значительная потеря экстрактивности. Признаки достаточной замочки пшеницы те же, что у ячменя. Продолжительность замочки пшеницы приблизительно 40 — 50 час.; в зависимости от температуры воды для замочки и свойств данной пшеницы, замочка может несколько удлиняться. Так как пшеница чувствительна к перемочке, то охотно применяют домачивание ее на току путем увеличения высоты вороха.

При проращивании пшеницы необходимо все время помнить об отсутствии оболочки. Все голые злаки при проращивании легко преютя, особенно при высоком содержании белков.

Поэтому при соложении пшеницы обязательным условием является холодное ращение в тонких слоях. Перелопачивание производится каждые 8 — 12 час. в первые дни ращения; на третий и четвертый день дают схватывание, перелопачивают через каждые 20 час. и снова разрыхляют сажало. Зародышевый листок в первые дни растет под семенной оболочкой; на третий или четвертый день появляются глазки, которые затем принимают саблевидную форму. Слишком частое перелопачивание недопустимо, так как при этом легко отламывается зародыш, и ферментативные процессы в зерне прекращаются.

Продолжительность проращивания пшеничного солода, по сравнению с ячменным, несколько короче — растворение достигается на пятый — шестой день. Перерастворения и накопления большого количества ферментов, а следовательно, соответствующего глубокого ферментативного распада стараются избегать.

Малобелковой и рыхлой пшенице можно не давать схватываться. Обычно пшеница содержит большое количество белков, и в этом случае схватывание необходимо. При соложении пшеницы надо постоянно иметь в виду мягкость зерна, которое благодаря этому, можно чрезвычайно легко повредить. Для улучшения растворения полезно прибегать к подвяливанию пшеничного солода.

Сушка зеленого пшеничного солода должна происходить не в очень толстых слоях при низкой температуре (36 — 40°) и очень сильной аэрации. При этом рекомендуется часто производить ворошение, так как пшеничный солод сильно слеживается.

ВЕСОВЫЕ И ОБЪЕМНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЯЧМЕНЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОРАЩИВАНИЯ И СУШКИ

При замачивании, проращивании и сушке первоначальный вес и объем ячменя претерпевают весьма значительные изменения, которые вызывают изменения веса и объема также и у образующихся продуктов (зеленый солод и готовый солод).

Обычно имеют место следующие объемные изменения.

Из 100 гл очищенного ячменя получается (в среднем):

Ячменя, идущего на замочку	100 гл	(16% влажности)	
Вымоченного ячменя	145 »	(45% »)	
Зеленого солода	220 »	(45% »)	
Свежевысушенного солода	98 »	(2% »)	
Отлежавшегося солода	100 »	(4% »)	

Весовые изменения бывают следующие.

Из 100 кг очищенного ячменя получается (в среднем):

Ячменя, идущего на замочку	100 кг
Вымоченного ячменя	148 »
Зеленого солода	140 »
Свежевысушенного солода	76 »
Отлежавшегося ячменя	78 »

Исходя из этих цифр, мы получим, что 100 кг ячменя, в зависимости от веса гектолитра, дают 3,00 — 3,60 гл зеленого солода и около 78 кг готового солода, имеющего объем 1,4 — 1,6 гл.

Приведенные объемные соотношения промежуточных стадий переработки ячменя имеют значение лишь при расчетах соответствующих размеров солодовни.

Из весовых соотношений особый интерес представляет только одна величина — выход солода из ячменя в весовых единицах, т. е. количество килограммов солода, получаемое из определенного весового количества ячменя. На практике этот выход солода выражают обычно отрицательной величиной: определяют общую потерю при соложении и обозначают ее как «потерю при соложении». Под этой потерей понимают получающееся уменьшение в весе от замоченного ячменя до готового очищенного солода. Потери промежуточных стадий переработки ячменя отдельно не учитываются. Потери выражают в процентах.

Потеря дает баланс солодовни и с хозяйственной точки зрения имеет первостепенное значение. Правильное использование ячменя, т. е. чисто количественная сторона производства, является таким же важным вопросом, как качество получаемого солода.

ПРИЧИНЫ И СОСТАВ ПОТЕРЬ ПРИ СОЛОЖЕНИИ

Общая потеря при соложении складывается из:

- 1) потери при замачивании (выщелачивание),
- 2) потери на дыхание при проращивании,
- 3) разницы в содержании влаги в ячмене и полученном из него солоде.

Потеря при замачивании получается, прежде всего, от выщелачивания при замочке; она обычно колеблется в очень узких границах, в зависимости от состава воды и времени замачивания. При этом из оболочек ячменя вымываются различные соли, как например, фосфаты, растворимые соли кальция и органические вещества. Даже при очень продолжительном замачивании потеря эта незначительна и может быть принята в среднем равной 0,8%. Потеря от сплава, собственно говоря, не является потерей в полном смысле слова, так как снимаемый в сплаве ячмень может быть получен обратно после подсушивания.

Во время замачивания ячмень дышит. На это указывает повышение температуры при замочке и образование углекислоты. Потеря на дыхание при замачивании ячменя присоединяется к потере на дыхание при проращивании.

Во время замачивания большой потери не наблюдается, но в отношении влияния на другие факторы эта потеря имеет основное значение. В тех случаях (при темных солодах), когда мы даем полную замочку (Vollweiche), естественно, что и все другие процессы протекают энергичнее; следовательно, повышение степени замочки и удлинение времени замачивания увеличивают потери за счет более энергичного дыхания и увеличения длины ростков.

Потеря при проращивании вызывается потерей на дыхание во время роста зерна. Как было указано выше, при изложении теории прораствания, во время этого процесса крахмал ячменя или его мулистое тело подвергается ферментативному расщеплению и превращается в сахар, который частично потребляется зародышем, а частично окисляется дальше до образования углекислоты и воды. Потеря на дыхание является самой существенной, так как при этом теряется наиболее ценная часть ячменного зерна — крахмал.

Потеря на дыхание зависит, во-первых, от существующих условий проращивания. В общем она тем выше, чем влажнее, теплее и богаче кислородом сажало и чем дольше ведется проращивание.

Какую важную роль играет при этом температура соложения, видно из следующего примера:

	I	II
Наивысшая температура в сажале	15°	20°
Температура солодовни	8°	12°
Общая потеря на сухой солод	10%	13,2%
Потеря на дыхание	5,8%	8,5%

При любой системе соложения можно создать одинаковые условия в смысле температурных соотношений, т. е. вести одинаково холодное ращение. Однако, в смысле соотношения углекислоты и кислорода каждая система имеет свои особенности, что, естественно, отражается на проращивании зерна. Как известно, содержание кислорода в различных системах убывает в следующем порядке: барабаны — тока — ящики Саладина — ящики Кропфа; наоборот, содержание углекислоты в той же последовательности увеличивается. Отсюда ясно, что в такой же последовательности, т. е. от барабанной системы к ящичной системе Кропфа, должны уменьшаться и потери при соложении, конечно, при прочих равных условиях. Это и наблюдается в действительности. Барабаны и тока, которые очень близки по содержанию углекислоты (в барабанах 1% углекислоты, на токах 2—3%), имеют приблизительно одинаковые потери; система Саладина дает экономию потерь в среднем 1—2%, а система Кропфа 2—4%.

Во-вторых, потеря на дыхание зависит от характера изготовляемого солода.

Потеря на дыхание, а вместе с тем и действительная потеря, возрастает с увеличением растворения зерна и удлинением времени проращивания. Таким образом, при темном солоде она будет всегда выше, чем при светлом, но, конечно, существуют известные границы, которые зависят от качества солода. Поэтому основная задача соложения — добиться нужных изменений в зерне с минимальными затратами самой ценной части зерна, т. е. наименьшей потерей на дыхание.

Попытки снизить, по возможности, потерю на дыхание и тем самым поднять выхода делались уже давно. Для этой цели применялись такие мероприятия, как укорачивание времени проращивания и применение при проращивании ферментации в атмосфере углекислоты.

Соложение на всех описанных выше системах имело целью получить зеленый солод с определенной степенью растворения, которое зависит от характера и типа готового солода. При этом солодовщик в первую очередь ставил своей целью получить солод определенного качества, а затем уже добиться того же качества с возможно меньшими потерями на дыхание.

Чтобы понизить потерю на дыхание и тем самым поднять выхода солода, одно время делались попытки получить возможно большие выхода солода, не заботясь об его качестве. Основные требования солодоращения соблюдались постольку, поскольку была возможна дальнейшая переработка такого солода. Возникла погоня за большими выходами солода (*Gewichtsmälzerei*). Такие солода назывались солодами короткого и очень короткого ращения (*Kutz-und Spitzmalz*). Само собой разумеется, при этом получалась действительно огромная экономия как в потерях на дыхание, так и в общих потерях.

Ниже приведены соотношения между временем проращивания, развитием зародышевого листка и потерей.

Продукт	Время проращивания (в днях)	Развитие зародышевого листка							Потеря на сухое вещество
		0	<1/2	1/2	3/2	2/2	1	>1	
Солод очень короткого рашения (Spitzmalz).	1—2	4	66	10	4	8	6	—	1—2
Солод короткого рашения (Kurzmalz) . . .	4—6	2	16	44	26	6	6	—	3—4
Светлый солод	6—7	—	8	12	45	33	2	—	9—10
Темный солод	8—9	—	—	2	16	38	42	2	12—16

Таким образом, укорачивая время проращивания, можно уменьшить потери на 2 — 5% при пересчете на сухое вещество.

Солода короткого ращения можно получить во всевозможных градациях, начиная от совершенно непроращенного ячменя и кончая нормальным светлым солодом. Так, например, говорят о разнеливающемся солоде, если зерно снимают с токов в стадии образования «вилки», если солодоращение прерывается при появлении глазков, получают наклюнувшийся солод (Spitzmalz). Чем короче время проращивания, тем больше по своему характеру солод приближается к исходному ячменю.

В сущности, Spitzmalz представляет собой скорее несоложенный материал, который должен перерабатываться в варнице и в бродильне при применении специальных мероприятий. Такие полуфабрикаты солодоращения не могут претендовать на название солода, а получаемое из этих продуктов пиво не удовлетворяет даже минимальным требованиям.

Другой путь для уменьшения дыхания — применение ферментации в атмосфере углекислоты. Исчерпывающие данные по этому вопросу приведены в главе «Соложение по Кропфу». Способ соложения в условиях ограниченного доступа воздуха имеет ряд преимуществ, но его можно применять только с учетом особенности данного сорта и характерных свойств ячменной урожая данного года.

Потеря во время сушки складывается из нескольких величин. Во-первых, потеря происходит за счет корешков, которые отваливаются или во время перелопачивания или на полировочной машине. Эти корешки носят название «ростков», поэтому такую потерю обычно называют «потерей от ростков»; она подвержена большим колебаниям и зависит:

1) от качества сортировки,

- 2) от характера изготавливаемого солода,
- 3) от существующих условий проращивания,
- 4) от содержания углекислоты в садиле,
- 5) от способности солода к растворению (от степени растворения солода).

Чем однороднее ячмень по величине зерен, тем равномернее протекает его развитие при проращивании и тем равномернее рост корешков. При плохой сортировке ячменя щуплые и более мелкие зерна развиваются быстрее, и их корешки достигают большей длины. Благодаря этому, потеря от ростков увеличивается.

Чем короче период проращивания при прочих равных условиях и чем хуже растворение солода, тем меньше длина корешков. Поэтому у светлых солодов, по сравнению с темными солодами, корешки всегда короче, и потеря от ростков в обоих случаях бывает разная.

При холодном и очень холодном соложении внутри зерна происходят более значительные химические изменения по сравнению с развитием внешних органов; поэтому солода холодного ращения имеют более короткие корешки, чем солода теплого ращения.

Чем выше содержание углекислоты в садиле, тем слабее развитие корешков. Чем труднее растворяется солод, тем, следовательно, больше длина корешков.

Потеря в виде ростков является прямой потерей вещества зерна, главным образом, потерей белков. Известно, что белковые вещества переходят в корешки; поэтому корешки, кроме клетчатки, которая имеется в ростках, содержит в первую очередь белки.

Разумеется, должна быть учтена возможность утилизировать ростки как корм. Во всяком случае на практике стремятся избежать бесполезного развития ростков.

Кроме того, во время сушки солода получается некоторая потеря крахмала на дыхание; эта потеря учитывается вместе с потерей на дыхание при проращивании. Во время сушки наблюдаются также физические изменения зерна вследствие потери влаги.

Содержание влаги в ячмене колеблется в пределах 12 — 18%; содержание же ее в солоде, в зависимости от температуры отсушки и характера солода, колеблется в пределах 1,5 — 3,5%. Разница между первоначальной влажностью ячменя и полученного из него готового солода также должна рассматриваться, как потеря, и, следовательно, относится к потерям при соложении. Так как эта разница довольно значительна и колеблется в пределах 10 — 18%, то при вычислении общей потери при соложении на воздушно-сухое вещество этот фактор составляет чрезвычайно большую величину.

Потеря, получающаяся благодаря разнице во влажности ячменя и солода, является лишь кажущейся потерей, так как в действительности при этом не теряется ценной составной части солода; однако, с экономической и технологической точки зре-

ния, эта потеря имеет большое значение. В том случае, когда покупается ячмень с большой влажностью, потеря на воздушно-сухое вещество соответствующим образом повышается. Хранение и переработка более влажного ячменя по сравнению с менее влажным обходится дороже; технологически большая влажность нежелательна, так как влажные ячмени труднее перерабатываются (см. стр. 95).

Из сказанного вытекает, что отдельные факторы, которые обуславливают потерю при соложении, имеют неодинаковое значение. Необходимо различать факторы, вызывающие действительную потерю самого вещества, и такие факторы, которые приводят только к изменению объема и веса, как например, потеря влаги.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ПОТЕРИ И ЕЕ ОТДЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

Потери при соложении можно вычислить, исходя из:

- 1) веса попавшего на замочку ячменя и веса полученного готового очищенного солода;
- 2) определения веса 1000 зерен ячменя и солода;
- 3) определения веса гектолитра ячменя и солода.

Вычисление потерь при соложении на воздушно-сухое вещество, на основании веса ячменя и солода, производится следующим образом:

	Ячмень	Солод
Весовое количество (в килограммах)	1000	750
Влажность (в процентах)	16	2,0

При пересчете на воздушно-сухое вещество из 1000 кг воздушно-сухого ячменя получается 750 кг воздушно-сухого солода; выражая в процентах, имеем:

$$1000 : 750 = 100 : x; x = 750\%$$

Таким образом, потеря на воздушно-сухое вещество составляет 25%.

При пересчете на абсолютное сухое вещество мы получим:

100 г воздушно-сухого ячменя	= 100 - 16 = 84,0 г абс. сухого ячменя
100 " " солода	= 100 - 2 = 98,0 " " солода
75 " " солода	= $\frac{98,0 \cdot 75}{100} = 73,5$ " " солода

Итак, из 84 г абсолютно сухого вещества ячменя получено 73,5 г абсолютно сухого солода; выражая в процентах, имеем:

$$84 : 73,5 = 100 : x; x = 87,5\%$$

Следовательно, потеря на безводный ячмень составляет лишь 12,5%.

Потери на воздушно-сухой ячмень сами по себе еще ничего не говорят, как это видно из следующего примера.

Если взять такой же случай, как приведенный выше, с той

разницей, что ячмень содержит не 16% влаги, а только 12%, то мы будем иметь следующие соотношения:

	Ячмень	Солод
Весовое количество (в кг)	1000	750
Влажность (в %)	12	2,0

При пересчете на воздушносухое вещество из 100 кг воздушносухого ячменя получается 750 кг воздушносухого солода или в процентах.

$$1000 : 750 = 100 : x;$$

$$x = 75\%$$

Таким образом, потеря на воздушносухое вещество в этом случае так же, как и в первом, составляет 25%.

При пересчете на абсолютно сухое вещество получается следующее:

100 г воздушносухого ячменя	=	100 - 12 = 88 г	абс. сухого ячменя
100 г " " солода	=	100 - 2 = 98 г	" " солода
75 г " " солода	=	$\frac{98 \cdot 75}{100} = 73,5$ г	" " солода

Здесь из 88 г абсолютно сухого вещества ячменя получается 73,5 г абсолютно сухого солода; выражая в процентах имеем:

$$88 : 73,5 = 100 : x;$$

$$x = 83,5\%$$

В этом случае безводная потеря составляет только 16,5%. Таким образом, в обоих случаях потеря на воздушносухое вещество одна и та же, в то время как потеря на сухое вещество разнится на 4%. Отсюда совершенно очевидно, что разница между первоначальной влажностью ячменя и полученного из него готового очищенного солода имеет решающее значение, и вычисление потери только на воздушносухое вещество почти ничего не дает.

Второй способ вычисления состоит в определении веса 1000 зерен ячменя и солода. Этот способ, имея лишь вспомогательное значение, все же дает удовлетворительные результаты.

Вес 1000 зерен воздушносухого ячменя	= 46 г
Вес 1000 зерен " " солода	= 34,5 г

Таким образом, из 46 г воздушносухого ячменя получилось 34,5 г воздушносухого солода или в процентах:

$$46 : 34,5 = 100 : x; \quad x = 75 \text{ г солода.}$$

Потеря составляет, следовательно, 25% на воздушносухое вещество.

Пересчет потерь на абсолютно сухое вещество дает:

100 г воздушносухого ячменя	=	100 - 16 = 84 г	абс. сухого ячменя
46 г " " " "	=	$\frac{84 \cdot 16}{100} = 38,64$ г	" " ячменя
100 г " " солода	=	100 - 2,5 = 97,50 г	абс. сухого солода
34,5 г " " " "	=	$\frac{97,5 \cdot 34,5}{100} = 33,64$ г	" " солода

Следовательно, из 38,64 г абсолютно сухого ячменя получится 33,64 г абсолютно сухого солода или в процентах:

$$38,63 : 33,64 = 100 : x; x = 87\%,$$

т. е. безводная потеря составляет 13%.

Третий способ вычисления потерь, основанный на разнице в весе гектолитра ячменя и солода, ненадежен, так как эта величина зависит от целого ряда факторов; кроме того, в этом случае потери можно выразить только на воздушносухое вещество. Если, например, по каким-либо причинам вес гектолитра ячменя окажется несколько выше, а в солоде несколько ниже, то при вычислении потери может получиться чрезмерно высокая разница.

Разница между весом гектолитра ячменя и солода тем больше, чем больше проращен солод и чем сильнее он растворен. Разница составляет:

- 1) для свежесушенного и очищенного солода 15 — 17 кг, т. е. в среднем 23 — 25% от веса ячменя;
- 2) для отлежавшегося солода 14 — 16 кг, т. е. около 21 — 23% от веса ячменя.

На воздушносухое вещество потери колеблются от 18 до 30% (нормально 20 — 25%), т. е. из 100 кг замоченного ячменя получается 70 — 82 кг готового очищенного солода. Потеря у темных солодов на 1 — 2% выше, чем у светлых, так как первые подвергаются более длительному проращиванию.

Вычисление отдельных факторов, из которых складываются потери, довольно хлопотливо.

Выщелачивание при замочке можно вычислить только сложным путем обратного пересчета мокрого вещества на сухое. При этом необходимо принять во внимание, что при замочке происходит дыхание ячменя.

Значительно легче определяется потеря от ростков.

Ростки, отделяющиеся при сушке или чистке солода, получают в двух местах: в подрешеточном пространстве сушилки (ростки подрешеточного пространства) и в росткоотбивочной машине (ростки после чистки солода).

Ростками подрешеточного пространства, следовательно, называются ростки, отделяющиеся уже при сушке и попадающие в подрешеточное пространство; ростками чистки называют отходы от росткоотбивочной машины. Ростки подрешеточного пространства более ценны, так как они меньше повреждаются, не содержат пыли и большей частью имеют меньшую влажность, чем ростки после чистки солода. Ценность ростков подрешеточного пространства понижается только в том случае, если они остаются лежать на горячих трубах и темнеют. Поэтому в современных сушилках устраивают особое помещение для ростков.

Для определения количества ростков сушилка и росткоотбивочная машина регулярно освобождаются от ростков, которые за-

тем взвешиваются. Таким путем получают удовлетворительные данные, в среднем около 3—4%. Величина этой потери зависит от характера получаемого солода и способа соложения. Темные солода дают больше ростков, чем светлые. Солода пневматического ращения, в частности, при работе по системе Кропфа имеют меньшие потери по сравнению с токовыми.

Определение количества ростков в лаборатории путем высушивания определенного количества зеленого солода, удаления ростков и их взвешивания и пересчета на все количество зеленого солода дает неудовлетворительные результаты.

Последняя и самая важная потеря — потеря крахмала на дыхание, — не может быть определена непосредственно и ее получают из разности между общей потерей и суммой остальных потерь (на абсолютно сухое вещество).

Общая потеря на сухое вещество	12,0%
Потеря при замачивании	0,8%
Потеря от ростков	4,5%
Потеря на дыхание	6,7%
	} 5,3%

Потеря на дыхание на абсолютно сухое вещество колеблется при солодах долгого ращения между 5 и 10%. Чем больше потеря на дыхание, тем больше теряет солодовщик ценного вещества.

Общая потеря при соложении в практике обычно определяется или на основании общего количества солода, полученного за данную кампанию, или количество солода, полученного за определенный период времени по отношению к количеству ячменя, переработанного за тот же период.

Изучение потерь при соложении определенных сортов ячменя и влияния известных факторов на эти потери (способ замочки, продувание, аэрация, мочильная вода, способ проращивания, система соложения) требует специальных опытов. Их постановка возможна при наличии автоматических весов для ячменя и солода.

Экономическое значение потерь при соложении совершенно очевидно из следующего примера.

Если в одном случае из 100 кг ячменя было получено 77 кг солода, и во втором случае из 100 кг ячменя — 76 кг солода, то это составит на один вагон (10 000 кг) 100 кг экономии солода. Из 100 кг солода при выходе экстракта 70% получается 580 л горячего сусла с плотностью 12%, что составляет 460 л готового пива (при общей потере пива в 20%).

При приготовлении всех типов солодов различной степени растворения стремятся, по возможности, снизить потери; однако, при таком стремлении не следует идти далее, чем это возможно для данного производства с его особенностями.

СВОЙСТВА СОЛОДА

Для дальнейшей переработки солода и получения готового продукта — пива необходимо ориентироваться в тех свойствах, которые появляются в результате ращения и сушки солода. Из многочисленных показателей технического анализа можно получить только общее представление о доброкачественности солода. Химический состав готового солода чрезвычайно сложен, поэтому производится только так называемый технический анализ, который дает не очень много. Кроме того, следует иметь в виду, что лабораторное сусло имеет совершенно другой состав по сравнению с заводским суслом.

Оценка солода производится на основании внешних признаков, а также механического и техно-химического исследований. Оценка солода зависит, прежде всего, от того, является ли данный солод светлым или темным. Кроме того, желательно знать свойства ячменя, из которого был получен солод, и сорт пива, для которого он предназначен.

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ

Солод должен быть хорошо очищен от сорняков или других злаков, ростков, половинок, заплесневелых зерен и пыли. Цвет нормального солода соответствует цвету ячменя. Заплесневелый солод имеет зеленый или темный цвет. Кроме того, на цвет солода неблагоприятно влияет вода, содержащая железо. Запах солода должен быть чистым и свежим. Ни в коем случае солод не должен пахнуть гнилью, кислотой или горечью. Нормальный запах зависит от типа солода. Светлый солод имеет запах ячменя; темный солод должен быть более или менее ароматичным. Легче всего удается оценить запах солода при затирании. После длительного или неправильного хранения солод теряет свой аромат. Особенно интенсивным запахом обладают солодовые ростки.

Необходимо также проверять солод на присутствие несимметричных зерен и несоложенного ячменя.

МЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Вес гектолитра солода зависит от качества ячменя; чем тяжелее ячмень, тем тяжелее солод. Разница между весом гектолитра ячменя и солода тем больше, чем дольше происходит проращивание и чем лучше растворение солода.

Следовательно, здесь имеет значение тип солода. При сильном развитии зародышевого листка вес гектолитра низкий, при слабом развитии — высокий. Темные солода, которые всегда подвергаются более длительному проращиванию, отличаются более низким весом гектолитра; светлые солода имеют более высокий вес гектолитра. Чем больше сохраняется первоначальный характер ячменя, тем ближе вес гектолитра солода к весу гектолитра ячменя. Солод короткого ращения имеет тот же самый вес, что и ячмень. Высокий вес гектолитра солода с плоским и мелким зерном указывает на плохое растворение; низкий вес гектолитра солода у крупных полных зерен является признаком перерастворения. Вес гектолитра солода колеблется в пределах 48 — 60 кг. Солод с весом 48 — 50 кг считается очень легким солодом, с весом 50 — 53 кг — легким солодом; нормальный солод имеет вес гектолитра 53 — 56 кг, свыше 57 кг солод считается тяжелым.

Прежде всегда относились с недоверием к высокому весу гектолитра у солодов, так как считали, что признаком хорошего растворения является только низкий вес гектолитра. В настоящее время считают, что это совершенно правильно по отношению к темным солодам, так как в этом случае доброкачественность солода определяется именно растворением. Поэтому для темных солодов 53 — 55 кг признается нормальным весом гектолитра, конечно, в том случае, если сам ячмень имел нормальный вес. В отношении светлых солодов это не совсем верно, так как у них не требуется такого большого растворения. Солод пневматической системы соложения всегда имеет более высокий вес по сравнению с токовым солодом, в особенности, в том случае, если при его выработке применялась ферментация.

Для учета потерь при соложении нельзя пользоваться весом гектолитра. Чем лучше полировка солода, тем выше вес гектолитра солода.

Абсолютный вес солода выражается весом тысячи зерен. Вес тысячи зерен тем меньше, чем лучше растворение солода. Поэтому темный солод всегда легче светлого. Кроме того, вес зависит от формы зерна и содержания влаги в солоде. Если полное крупное зерно имеет низкий вес тысячи зерен, то это указывает на хорошее растворение и даже на перерастворение; низкий вес у плоских и мелких зерен является показателем недостаточного растворения.

Вес тысячи зерен солода колеблется в пределах 29 — 38 г. Определение веса 1000 зерен является хорошим средством для оценки доброкачественности данного солода. Кроме того, на основании определения веса 1000 зерен солода и ячменя, можно вычислить общую потерю при соложении.

Сортировка солода применяется для определения однородности зерен по величине.

Солод с неоднородным зерном, полученный из плохо сортированного ячменя, очень часто имеет неодинаковое растворение.

Мелкие зерна могут быть перерастворены, а крупные зерна недорастворены. Такой неоднородный солод дает неодинаковый помол, что вызывает потерю в выходах. Величина зерен солода определяется так же, как и у ячменя.

При исследовании мучнистого тела определяют количество мучкистых, стекловидных и полустекловидных зерен.

В отношении рыхлости зерен, требования для темных и светлых солодов различны; для первых эти требования больше, для вторых — меньше.

Очень часто подразделяют солод на твердый, стекловидный и каменистый. Обычно не делают различия между твердыми и стекловидными зернами, не усматривая принципиальной разницы в этих двух свойствах.

Твердый солод обладает свойствами, противоположными свойствам мягкого, рыхлого и мучнистого солода. Зеленый солод с хорошим растворением и правильно отсушенный имеет рыхлое, мучнистое тело. Твердый солод становится в том случае, когда сам по себе хороший ячмень не получил достаточного растворения при проращивании. Такой солод даже при самой тщательной сушке всегда будет твердым. Ячмень, который совсем не пророс, но благодаря замочке утратил свою стекловидность, дает белый твердый солод. С другой стороны, зеленый солод хорошего растворения может быть испорчен неправильной сушкой. В том случае, когда у солода наблюдаются только твердые кончики, а остальное мучнистое тело рыхлое, — говорят о солоде с твердыми кончиками. У светлых солодов таких зерен встречается больше; темные солода должны быть целиком рыхлыми. При хранении, благодаря поглощению влаги, твердые солода становятся рыхлыми.

Вполне понятно, что твердый солод значительно хуже для переработки и требует тщательного помола, а также специальных способов затирания.

Стекловидность солода, как и ячменя, может быть временной и постоянной.

Солод с постоянной стекловидностью получается из ячменя, который также имел постоянную стекловидность. Такую стекловидность нельзя уничтожить. Временная стекловидность вызывается сморщиванием зерна и исчезает после хранения.

Каменистая стекловидность разделяется на два вида¹.

Гуммиобразная стекловидность возникает при неосторожной сушке влажного зеленого солода. При этом гемицеллюлоза оболочки в области бороздки переходит в гуммиобразные вещества, которые проникают в рыхлое мучнистое тело и при дальнейшем высушивании делают солод стекловидным.

Белковая стекловидность возникает за счет запасного белка. В том случае, когда зеленый солод с чрезмерно высоким содер-

¹ Grüss, J. d. V. L. B., 1899, S. 139.

жанием белка подвергается действию высокой температуры, запасной белок сильно пептонизируется, и продукты его распада затвердевают при отсушке.

Развитию зародышевого листка в настоящее время придают меньше значения, так как известно, что оно не является масштабом растворения солода, т. е. ферментативных процессов. У темных солодов стремятся иметь более длинный зародышевый листок, у светлых — более короткий. Длину зародышевого листка определяют по отношению к длине зерна. У темных солодов приблизительно 70% зерен имеют зародышевый листок, который достигает $\frac{3}{4}$ длины зерна; у светлых солодов 70% достигаются от $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$ длины зерна и бывают даже еще короче. Во всяком случае зародышевый листок должен развиваться возможно равномернее. Совершенно нежелательно присутствие непроросших зерен у темных солодов; количество «гусаров» у темных солодов не должно превышать 6%.

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В отношении метода определения экстрактивности и влажности солода даются указания в так называемом «техническом анализе», который принят международным конгрессом по прикладной химии (конгрессный метод). У свежесушенного солода содержание влаги достигает 1,5 — 3,5%; после хранения влажность возрастает до 4 — 5%. Темные солода имеют меньшую влажность, светлые солода — более высокую. Если влажность солода выходит из указанных границ, то солод не соответствует экономическим и технологическим требованиям.

Самым важным моментом в анализе солода является определение его экстрактивности или лабораторного выхода экстракта. Под экстрактивностью солода понимают количество растворимых веществ самого солода и тех веществ, которые переходят в раствор при затирании солода; при этом экстрактивность должна быть как можно более высокой, так как чем выше лабораторные выходы, тем выше выходы в варнице. При лабораторном определении экстрактивности солода исключительное значение имеет помол. В указанном выше конгрессном методе тонкий помол должен содержать 90% муки. Этот метод лабораторного затирания солода резко отличается от методов, применяемых на производстве. Лабораторный метод дает возможность получать только сравнимые результаты в отношении различных солодов, а не абсолютную величину экстрактивности данного солода.

Лабораторные выходы экстракта колеблются в пределах 72 — 78%. Для хороших солодов нормальный выход экстрактов на сухое вещество считается 77 — 79%. Чтобы получить представление о растворении солода, сравнивают разницу в выходах экстракта при грубом и тонком помоле. У солода с хорошим растворением разница в выходах разных помолов не превышает 1%,

у плохо растворенного солода эта разница достигает 2% и даже больше.

При лабораторном затирании можно также сделать заключение о запахе солода. Затор должен иметь чистый запах; ни в коем случае он не должен быть кислым, подгорелым или плесневелым. В зависимости от типа солода, аромат может быть слабым или сильным. На основании цвета отфильтрованного сусла можно судить о цветности солодов. Кроме того, при затирании определяют так называемую продолжительность осахаривания, которая дает некоторое указание на количество диастаза и его активность. Под продолжительностью осахаривания понимается время, потребное для полного осахаривания солода с того момента, когда температура в заторном стакане достигает 70°. Светлые солода осахариваются быстрее, темные солода — медленнее. Обычно время осахаривания у светлых солодов 10 — 15 мин., у темных солодов 20 — 30 минут.

В случае ненормально быстрого или медленного осахаривания требуется более детальное исследование солода.

Фильтрация лабораторного сусла также может служить указанием на различные свойства солода. Хорошо растворенный солод дает быстро фильтрующееся и прозрачное сусло. Чем хуже растворен солод и чем выше температура отсушки, тем медленнее фильтруется сусло, причем в этом случае оно бывает мутным. Чем ниже температура отсушки солода, тем быстрее сусло течет при стоянии. Солод с высокой температурой отсушки дает сусло, которое довольно продолжительное время сохраняется блестящим. Но в общем быстрая фильтрация и блестящее сусло не всегда могут быть показателями доброкачественности солода, так как эти свойства также присущи суслу из перерастворенных солодов. С другой стороны, медленная фильтрация и мутность сусла не являются исключительной принадлежностью плохих солодов.

Цвет сусла определяется по специальной шкале (N/10 раствора иода, шкала Бранда), причем эти величины имеют только относительное значение.

Светлый солод должен иметь цвет . . . 0,16—0,20 см³ N/10 J
Темный солод 0,60—1,00 . . .

В некоторых случаях прибегают к определению сбраживаемых и несбраживаемых веществ, которое выражается отношением сахара к несахару. Это отношение для различных типов солода следующее:

Светлый солод 1:0,4 (0,5)
Темный солод 1:0,6 (0,7)

Чрезвычайно ценным дополнением к обычному анализу солода является определение формального азота, которое дает не только представление о продуктах белкового распада, но совместно с другими данными позволяет судить о способе получения солода.

на производстве. Формольный азот достаточно определять только в лабораторном сусле.

У нормальных солодов количество формольного азота на 100 г сухого вещества солода обычно колеблется в следующих пределах:

	Светлый солод	Темный солод
Общий формольный азот	200—300 мг	150—275 мг
Первоначальный формольный азот	100—200 »	75—175 »
Ферментативный формольный азот	50—150 »	35—125 »

Соотношение между формольным азотом и другими химическими свойствами солода можно видеть из следующей таблицы:

Формольный азот в мг на 100 г абс. сухого солода			Осахаривание (в минутах)	Цвет сусла	Выход экстракта на абс. сухое вещество (в %)
общий	первоначальный	ферментативный			
104	72	32	60	4,0—4,2	75,0
115	79	36	60	2,2—2,4	74,8
144	101	43	60	2,9—3,0	75,7
151	94	57	20—25	2,0—2,2	73,7
156	88	68	35—40	0,7—0,8	75,3
160	68	92	30—35	0,5—0,6	75,6
171	115	56	15—20	0,4—0,5	75,6
172	104	68	30—35	0,7—0,8	76,4
183	108	75	50	1,4—1,6	77,0
184	115	69	35—40	0,6—0,7	76,2
184	112	72	30—35	1,2—1,3	76,5
190	89	101	10—15	0,7—0,8	76,2
216	138	78	10—15	0,5—0,6	77,8
224	122	102	10—15	0,25—0,3	77,5
227	102	125	10—15	0,15	79,1
227	141	86	10—15	0,18—0,20	79,6
231	119	112	10—15	0,3—0,4	79,6
247	137	110	10—15	0,5—0,6	78,3
267	145	122	10—15	0,15—0,175	79,1
267	143	124	10—15	0,18—0,20	79,4
315	197	118	10—15	2,0—2,2	78,7
387	312	75	10—15	0,9—1,0	80,0
454	309	145	10—15	1,8—1,9	81,8

Согласно этим данным, низкие значения формольного азота указывают на чрезвычайно высокую отсушку солода; при высоких значениях формольного азота имеет место глубокий распад белков (ферментация солода), который не наблюдается в обычных системах соложения.

Время осахаривания тем меньше, чем выше содержание формольного азота. При низких значениях формольного азота всегда наблюдается плохое осахаривание. Выхода тесно связаны с про-

должительностью осахаривания и содержанием формольного азота; они тем больше, чем меньше продолжительность осахаривания и чем выше содержание формольного азота.

Кислотность, определяемая титрометрически, не имеет почти никакого значения для оценки солода. Титрометрическая кислотность может дать некоторые указания в отношении буферности и растворения солода, так как она возрастает параллельно с ними.

При нормальном растворении и сушке кислотность на 100 г сухого вещества солода колеблется в следующих пределах:

	Светлый солод	Темный солод
Общая кислотность	10,0—12,5 см ³ N/1	9,50—12,5 см ³ N/1
Начальная кислотность	3,5—4,75 . . .	4,25—5,5 . . .
Ферментативная кислотность	5,5—8,00 . . .	5,40—7,25 . . .

Активная кислотность, которая у сусла колеблется в пределах рН 5,6, — 6,5, пока еще не может быть использована для оценки солода. С этой точки зрения чрезвычайно ценно определение буферности солода¹.

Как известно, буферность тем больше, чем меньше сдвиг рН при добавке кислоты или щелочи.

При соложении ячменя буферность в среднем возрастает на 20% от первоначальной величины. Нарастание буферности в первую очередь происходит за счет фосфатов.

При наличии солода с хорошей буферностью щелочные воды не могут служить препятствием для получения доброкачественного пива. Солод с большим содержанием буферных веществ дает пиво устойчивое в отношении сдвига рН, который мог бы иметь место при наличии щелочных бутылок, при подкислении пива бактериями и пр. Но с другой стороны, чем лучше буферность сусла, тем меньше благоприятное действие хмеля на кислотность сусла и образования бруса. Обычно солод с хорошей буферностью все же предпочитается солоду с плохой буферностью.

¹ Kolbach, W. 1926. S. 277; Hopkin, u. Kelly, Ref. W. 1930, S. 61.

**ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ
НАЗВАНИЙ ИНОСТРАННЫХ ЖУРНАЛОВ**

- Z. — Zeitschrift für das gesamte Brauwesen, München.
W. — Wochenschrift für Brauerei, Berlin.
J. V. L. B. — Jahrbuch der Versuchs-und Lehranstalt, Berlin.
K. u. M. — Klein- und Mittelbrauer, Organ der staatlich subventionierten
brautechnischen Versuchsstation, Weihenstephan.
B. H. — Brauer- und Hopfenzeitung, Nürnberg.
Z. f. B. u. M. — Zeitschrift für Bierbrauerei und Malzfabrikation.
-

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Автомат для вымочки—204 стр.
 Автоматические весы—83 стр.
 Азот коагулируемый—163 стр.
 Азот растворимый—163 стр.
 Азот формольный—164 стр.
 Азотистые соединения ячменя—24, 52, 157 стр.
 Азотистая кислота—58 стр.
 Азотная кислота—58 стр.
 Активаторы ферментов—32 стр.
 Активная кислотность—30, 149, 402 стр.
 Активность ферментов—30, 148, 360 стр.
 Алеуроновый слой—15, 152, 157 стр.
 Альбумин I—159, 160 стр.
 Альбумин II—160, 164 стр.
 Альбуминаты—28 стр.
 Альбумины—25 стр.
 Альбуминоиды—25 стр.
 Альбумозы—27, 159, 160 стр.
 Амидазы—33, 40, 43, 160 стр.
 Амиды—159, 164 стр.
 Амилаза—33, 35 стр.
 Амилаз—22 стр.
 Амилоза—17 стр.
 Амилопектин—18, 19 стр.
 Амилофосфатаза—34, 148, 152, 153 стр.
 Аминоокислоты—26, 148 стр.
 Аммиак—43, 58, 160 стр.
 Аммиачные соли—58 стр.
 Апилиновое молоко—105 стр.
 Аппарат Бернрейтера—136 стр.
 Аппарат пневматического соложения—223 стр.
 Арегинал—105 стр.
 Аромат солода—314 стр.
 Ароматические соединения—164 стр.
 Аспарагин—43 стр.
 Аспарагиназа—43 стр.
 Ассанар—317 стр.
 Ассимиляция—16, 142 стр.
 Ассимиляционный крахмал—16 стр.
 Ахроодекстрины—36 стр.
 Ацидальбумины—28, 42 стр.

Аэрация при проращивании—180, 181, 206 стр.
 Аэрация замочки—111, 112, 123, 124, 125 стр.

Базальная щетинка—8, 10, 11 стр.
 Барабаны—223—242 стр.
 Барабаны закрытые—223—233 стр.
 Барабаны многосекционные—241 стр.
 Барабаны открытые—239—242 стр.
 Барабаны системы Галланда—223 стр.
 Барабаны системы Тильдена—241 стр.
 Барабаны системы Топфа—227, 228, 241 стр.
 Барабаны системы Швагера—225 стр.
 Безазотистые соединения—16, 23 стр.
 Белки—25—28 стр.
 Белки ячменя—24, 157 стр.
 Белки пшеницы—55 стр.
 Белковистость ячменя—53 стр.
 Белковый распад—28, 40, 135, 157, 164 стр.
 Белковое растворение—160 стр.
 Белок гистологический—155 стр.
 Белок клейковинный—155 стр.
 Белок коагулируемый—163, 313 стр.
 Белок нативный—41, 164 стр.
 Белок недиссоциированный—42 стр.
 Белок растворимый—164, 313 стр.
 Бесконечные ленты—64 стр.
 Бескорешковый солод—135 стр.
 Бикарбонаты—58, 60 стр.
 Блеск ячменя—46 стр.
 Бонификация ячменя—51 стр.
 Бороздка зерна—8 стр.
 Буфера—23, 44, 149 стр.
 Буферность солода—402 стр.

Величина зерен ячменя—49 стр.
 Вентиляторы—219, 223 стр.
 Вентиляторы винтовые—354 стр.
 Вентиляторы лопастные—328 стр.
 Вентиляторы центробежные—329 стр.
 Вентиляция токов—185 стр.

Вертикальная передача—63 стр.
 Вес гектолитра пшеницы—55 стр.
 Вес гектолитра солода—396 стр.
 Вес гектолитра ячменя—47, 48 стр.
 Вес тысячи зерен пшеницы—55 стр.
 Вес тысячи зерен солода—397 стр.
 Вес тысячи зерен ячменя—48, 137 стр.
 Взвешивание ячменя—62 стр.
 Виноградный сахар—16, 151 стр.
 Витамины — 43 стр.
 Влагище корневое—14 стр.
 Влагище листовое—13 стр.
 Влажность воздуха—87, 208 стр.
 Влажность савила—180 стр.
 Влажность солода зеленого—307 стр.
 Влажность солода светлого—358 стр.
 Влажность солода сухого—399 стр.
 Влажность солода темного—367, 369 стр.
 Влажность ячменя—44, 53, 85, 95 стр.
 Влажность ячменя после замочки—193 стр.
 Влияние солей на прорастание—61 стр.
 Влияние ферментации на дыхание зерна—283, 303 стр.
 Внешние признаки солода—396 стр.
 Внешние признаки ячменя—45 стр.
 Вода—56 стр.
 Вода вегетационная —56, 107 стр.
 Вода гигроскопическая—310 стр.
 Вода грунтовая—57 стр.
 Вода дождевая—56 стр.
 Вода жесткая—59 стр.
 Вода известковая—113, 133 стр.
 Вода карбонатная—60, 61 стр.
 Вода ключевая—61 стр.
 Вода колодезная —61 стр.
 Вода конституционная—107 стр.
 Вода мягкая—59, 114 стр.
 Вода сульфатная—60, 61 стр.
 Водяной резервуар—216 стр.
 Воздушные фильтры—64 стр.
 Воздушные шахты—218 стр.
 Ворох—187 стр.
 Ворошилка решеток—335, 336 стр.
 Ворошилка червячная—355 стр.
 Ворошилка ящиков Саладина—243, 245 стр.
 Вращение барабана—225, 234, 235 стр.
 Вращение барабана ящичного—228 стр.
 Вредители пшеницы—47, 55 стр.
 Вредители ячменя—47, 104 стр.
 Время осахаривания солода—401 стр.
 Всасывающий рукавный фильтр—73 стр.
 Всасывающий эпителий—14, 15 стр.
 Вылеживание солода—380, 384 стр.

Высыхание зерна в аппарате для ращения—217 стр.
 Вытяжная труба—332 стр.
 Выход экстракта зеленого солода—199—305 стр.
 Выход экстракта, лабораторный—399 стр.
 Выщелачивание при замочке—113, 115, 134 стр.

Галактаназы—40 стр.
 Галактаны—40 стр.
 Гексозаны—18, 40 стр.
 Гексозиназы—33, 34, 151 стр.
 Гексофосфатаза—32, 34, 148 стр.
 Гель крахмала—18, 19 стр.
 Гемиллулазы—21, 40, 156 стр.
 Гентибиоза—35 стр.
 Гентибиоза—35 стр.
 Герметизация ящиков—249 стр.
 Гидролазы—32, 33 стр.
 Гидролиз—26 стр.
 Гидролитическое расщепление—33 стр.
 Гипс в воде—58, 113 стр.
 Глазки—112, 131, 143, 189 стр.
 Глиадин—26 стр.
 Гликопротеиды—26 стр.
 Глицеринофосфорная кислота—148, 34 стр.
 Глицерофосфатаза—32, 34, 148 стр.
 Глобулины—25 стр.
 Глюканы—21, 40 стр.
 Глюкоза—18 стр.
 Глютенин—26 стр.
 Глютин—26 стр.
 Головня—104 стр.
 Горденин—26, 160, 163 стр.
 Горизонтальная передача—63 стр.
 Горькие вещества—13, 23, 113 стр.
 Гранометр Вестфеля—49 стр.
 Гродил—106 стр.
 Гуминообразные вещества—22, 164 стр.
 Гусары—144, 175, 235, 265 стр.

Давление в растильном аппарате—231 стр.
 Давление в люках—213 стр.
 Дезинфекция ячменя—132, 133 стр.
 Дезинфекция водных резервуаров—217 стр.
 Декстринообразующая способность—36 стр.
 Декстрины—18, 36, 154 стр.
 Декстрины предельные—39 стр.
 Денатурирование белков—27 стр.
 Десмолазы—33 стр.

Диастаз 33, 35, 151 стр.
 Диастаз секреционный—37 стр.
 Диастаз транслокационный—37, 154 стр.
 Диафаноскоп—50 стр.
 Диастатическая сила—36, 154, 155 стр.
 Диастатическая сила зеленого солода—305 стр.
 Диастатическая сила солода Кропфа—298 стр.
 Диастатическая сила темного солода—312 стр.
 Дисахариды—22 стр.
 Длина зародышевого листка—172, 173, 399 стр.
 Длина зародышевого корешка—174 стр.
 Дозревание солода—381 стр.
 Дозревание ячменя—51, 84, 96, 144 стр.
 Долгоносик амбарный—47, 104 стр.
 Долгоносик рисовый—105 стр.
 Домачивание на току—188 стр.
 Дубильные вещества—23, 113 стр.
 Дыхание зерна—129, 142, 150, 165, 184 стр.
 Дюзы для распыления воды—213 стр.

Емкость барабана—225 стр.
 Емкость мочильного чана—118 стр.

Жатва ячменя—12 стр.
 Железо в воде—58 стр.
 Жесткость воды—59, 60 стр.
 Жир ячменя—15, 22, 164, 177 стр.
 Жир солода—316 стр.
 Жучки зерновые—106 стр.

Завязь—8 стр.
 Загрузка барабанов—233 стр.
 Загрузка решеток—335 стр.
 Загрязнения ячменя—46, 65, 66 стр.
 Замачивание ячменя—107—116, 120, 121 стр.
 Замочка воздушная—128, 131 стр.
 Замочка воздушно-водяная—125, 128, 132 стр.
 Замочка водяная—128, 131 стр.
 Замочка горячая—135, 174 стр.
 Замочка длительная—139, 162 стр.
 Замочка кислая—115, 134 стр.
 Замочка короткая—139, 162 стр.
 Замочка оросительная—120 стр.
 Замочка Саладина—129 стр.
 Замочка сухая—128, 129 стр.
 Замочка теплая—109, 134 стр.
 Замочка щелочная—113, 115, 134 стр.
 Запах зеленого солода—304, 400 стр.

Запах огуречный—189 стр.
 Запах фруктовый—111 стр.
 Запах ячменя—46 стр.
 Зародыш—13, 15, 145, 154, 177 стр.
 Зародышевый листок—141, 172, 304 стр.
 Зародышевый корешок—13, 141, 174 стр.
 Защитные вещества—19, 38 стр.
 Зеин манса—26 стр.
 Зеленый солод—305 стр.
 Зеленый солод барабанный—307 стр.
 Зеленый солод ящичный—307 стр.
 Зеленый солод Кропфа—307 стр.
 Зерна несимметричные—9 стр.
 Зерна поврежденные—46 стр.
 Зерна проросшие—46, 51, 120 стр.
 Зерна симметричные—9 стр.
 Зерновая моль—106 стр.
 Зерновые жучки—104, 106 стр.
 Зимазы—38 стр.
 Зола пшеничная—55 стр.
 Зола ячменя—44, 46 стр.
 Зрелость ячменя—85, 95 стр.

Известь—11 стр.
 Известь углекислая в воде—58 стр.
 Известь гашеная—187 стр.
 Известь хлорная—133, 187 стр.
 Известковая вода—133 стр.
 Известковое молоко—106 стр.
 Изменение ячменя после очистки—83 стр.
 Изменение ячменя при замачивании—115 стр.
 Изменение ячменя при соложении—166 стр.
 Изменение ячменя при хранении—106 стр.
 Изоляция токов—182, 183 стр.
 Инверсия—151 стр.
 Инвертаза—34 стр.
 Инвертин—35 стр.
 Инвертный сахар—22, 150, 151, 154 стр.
 Инозит—23, 33 стр.
 Интрамолекулярное дыхание—111, 181, 286, 288 стр.
 Иодная реакция на крахмал—18, 19, 20 стр.
 Испарение при распылении воды—210 стр.

Калий в золе—44 стр.
 Калий в почве—11 стр.
 Кальций в воде—58, 60 стр.
 Калориферы растительных аппаратов—209 стр.

Камера растворения Кропфа—302 стр.
 Карбогидразы—32, 34 стр.
 Карбонатная жесткость—60 стр.
 Каталаза—33 стр.
 Катализаторы—28 стр.
 Кислородный голод—132 стр.
 Кислоты—111, 114 стр.
 Кислотный оптимум ферментов, см. оптимальная кислотность.
 Кислотообразование—148 стр.
 Кислотность—149, 152, 305 стр.
 Кислотность готового солода—402 стр.
 Кислотность начальная—149, 305 стр.
 Кислотность общая—149 стр.
 Кислотность солода Кропфа—299 стр.
 Кислотность титруемая—148 стр.
 Кислотность ферментативная—149, 305 стр.
 Клапаны дроссельные—225, 343 стр.
 Клапаны пальцевые—69 стр.
 Клапаны поворотные—255 стр.
 Классификация белков—25 стр.
 Классификация ферментов—31, 32, 33 стр.
 Клеберный слой—15 стр.
 Клейковина—15 стр.
 Клейковина пшеницы—55 стр.
 Клейстер—19 стр.
 Клейстеризация крахмала—19 стр.
 Клетчатка—21, 33, 156 стр.
 Коагуляция белков—27, 28, 164 стр.
 Коамилаза—39 стр.
 Ковшевой элеватор—63 стр.
 Коллоидные свойства белков—27 стр.
 Коллоидные свойства крахмала—18, 19 стр.
 Конструкция сушилок—318 стр.
 Контроль вращения барабана—225 стр.
 Контроль давления воздуха—221 стр.
 Контроль работы триера—78 стр.
 Контроль сушки—374 стр.
 Контроль температуры садилы—215 стр.
 Концентрация водородных ионов—30, 149 стр.
 Корешки солода—305 стр.
 Корневое расположение—14 стр.
 Корневой чехлик—13, 144 стр.
 Корфменты—32 стр.
 Коэффициент мучности—50 стр.
 Крахмал—16, 154, 165 стр.
 Крахмал ассимиляционный—16 стр.
 Крахмал резервный—17 стр.
 Крахмал транзиторийный—17 стр.
 Крахмальные зерна ячменя—14, 17, 153 стр.
 Крахмальные зерна пшеницы—54 стр.
 Кремнекислота в воде—58 стр.
 Кремнекислота оболочек—15 стр.

Кукуруза—5, 7 стр.
 Культура ячменей—11, 12 стр.

Ленточный транспортер—64 стр.
 Лейкозин—25, 160 стр.
 Лецитины—22, 34, 148 стр.
 Летучие органические кислоты—150 стр.
 Липаза—32, 33, 34 стр.
 Липоиды—22, 34 стр.
 Липопротеиды—26 стр.
 Листовое расположение—14 стр.
 Лихеназа—33, 40 стр.
 Лихенин—21, 40 стр.
 Лоток триера—75, 77 стр.

Магний в воде—58, 60 стр.
 Магнитный аппарат—70 стр.
 Мальтаза—33, 35, 151 стр.
 Мальтоза—18, 22, 151 стр.
 Маннаназы—40 стр.
 Маннаны—21, 40 стр.
 Марганец в воде—58 стр.
 Машины для предварительной очистки—68 стр.
 Меланоиды—315 стр.
 Метод Кропфа—243 стр.
 Механическое исследование солода—396 стр.
 Механическое исследование ячменя—47 стр.
 Механические разрыхлители—203 стр.
 Механические растительные аппараты—203 стр.
 Моченный аппарат Вильда—122 стр.
 Молодое садило—189 стр.
 Молотьба—13, 96 стр.
 Морфология пшеницы—54 стр.
 Морфология ячменя—13 стр.
 Морицинистость ячменя—47 стр.
 Мочильная вода—113 стр.
 Мочильные чаны—115, 118 стр.
 Мочильные чаны Винде-Зединга—125 стр.
 Мочильные чаны Дорнкаата—124 стр.
 Мучнистое тело—14, 15, 49 стр.
 Мытье токов—203 стр.
 Мякинная оболочка—15, 143 стр.

Нагнетательные фильтры—73 стр.
 Нагревание крахмала—20 стр.
 Нагревательная камера—343 стр.
 Наклеивание садилы—189 стр.
 Напряженный жар—372 стр.
 Насос мочильного чана—126 стр.

Неорганические вещества ячменя—
43 стр.

Нуклеиновая кислота—35 стр.

Нуклеопротеиды—26 стр.

Нуклеотидаза—148 стр.

Оболочки ячменя—8, 13, 47, 108,
143 стр.

Образование белков—25 стр.

Образование диастаза—151, 152 стр.

Образование кислот—148 стр.

Образование ферментов—143, 144,
145, 176 стр.

Образование цвета и аромата—314,
315, 370, 372 стр.

Обработка и хранение солода—376 стр.

Овес—7 стр.

Озон—39 стр.

Окисляющие вещества—31 стр.

Околоцветные пленки—8 стр.

Окраска чанов—118 стр.

Окружная скорость триера—76 стр.

Оксидазы—33, 142 стр.

Определение азота—24 стр.

Определение активности амилазы—
36 стр.

Определение аминокислот—26 стр.

Определение белков—24 стр.

Определение влажности воздуха—
230 стр.

Определение влажности зеленого со-
лода—375 стр.

Определение крахмала—52 стр.

Определение мучнистости солода—
398 стр.

Определение мучнистости ячменя—
50 стр.

Определение сахара в солоде—150 стр.

Определение сортировочных границ—
82 стр.

Определение способности и энергии
прорастания—51 стр.

Определение стекловядности—50 стр.

Определение степени замочки—136,
137 стр.

Определение формольного азота—
400 стр.

Определение экстрактивности соло-
да—399 стр.

Определение экстрактивности яче-
ня—399 стр.

Оптимальная кислотность—30 стр.

Оптимальная кислотность автолиза—
42 стр.

Оптимальная кислотность амилазы—
39 стр.

Оптимальная кислотность липазы—
34 стр.

Оптимальная кислотность мальтазы—
34 стр.

Оптимальная кислотность пепсина-
зы—42 стр.

Оптимальная кислотность пептида-
зы—43 стр.

Оптимальная кислотность протеазы—
42 стр.

Оптимальная кислотность триптазы—
42 стр.

Оптимальная кислотность целлюби-
азы—35 стр.

Оптимальная температура фермен-
тов—34 стр.

Оптимальная температура амилазы—
38 стр.

Оптимальная температура липазы—
34 стр.

Оптимальная температура мальтазы—
35 стр.

Оптимальная температура осахарива-
ния—37 стр.

Оптимальная температура пепсина-
зы—42 стр.

Оптимальная температура разжиже-
ния—37, 39 стр.

Оптимальная температура сахаразы—
35 стр.

Оптимальная температура триптазы—
42 стр.

Оптимальная температура фитазы—
34 стр.

Органические вещества в воде—
52 стр.

Органические вещества ячменя—
22 стр.

Органические кислоты—148, 150 стр.

Оросительная башня—251 стр.

Осахаривание крахмала—151, 152 стр.

Осахаривающая способность—36,
151 стр.

Основное вещество эндосперма—
13 стр.

Остаточное тело—35, 39 стр.

Осушающее действие воздуха—88,
89 стр.

Ость—9, 13 стр.

Отбросы триера—78 стр.

Относительная влажность—87 стр.

Отраваляющие газы—106 стр.

Отходы полировочной машины—
380 стр.

Отходы ячменя—49 стр.

Охлаждение воздуха—210, 211 стр.

Охлаждение растительных аппаратов—
206, 210, 211 стр.

Охлаждение токов—183 стр.

Охлаждение солода—379 стр.

Оценка ячменя—45, 47, 51 стр.

Очистка воды—61 стр.

- Очистка воздуха—207 стр.
 Очистка ферментов—81 стр.
 Очистка ячменя—65, 66, 121 стр.
 Очистительные аппараты—66, 68 стр.
 Очистительные установки для воздуха—207 стр.
- Па**
 Папаин—42 стр.
 Папайотин—42 стр.
 Парализаторы ферментов—32 стр.
 Паузы вращения—235, 236 стр.
 Пектин—22, 164 стр.
 Пектиназы—40 стр.
 Пентозаны—21, 40 стр.
 Пепсин—41 стр.
 Пепсиаза—41, 158, 159 стр.
 Пепсиаза тканевая—42 стр.
 Пептидазы—33, 40, 43, 158 стр.
 Пептаза—42 стр.
 Пептиды—27, 42 стр.
 Пептонизация белков—160 стр.
 Пептоны—27, 41, 43, 158, 159 стр.
 Первоначальные сахара—150 стр.
 Передача зерна—62 стр.
 Перелопачивание ячменя—86 стр.
 Перелопачивание на току—189, 190, 196, 200, 202, стр.
 Перелопачивание на решетках—335 стр.
 Перелопачивание светлого солода—363 стр.
 Перекачка при замачивании—126, 129 стр.
 Перекачка при хранении—92 стр.
 Перекачивание ячменя—112, 125, 138, 274 стр.
 Перерастворение—150, 171, 357 стр.
 Пероксидазы—33 стр.
 Планзихтер—80, 83 стр.
 Планки Рунка—81 стр.
 Плодовая оболочка—13, 143 стр.
 Площадь токов—186, 199, 201 стр.
 Площадь отверстий ящиков—243 стр.
 Площадь отверстий решеток—322 стр.
 Пневматическая передача солода—334 стр.
 Пневматическая передача ячменя—64, 65 стр.
 Поглощение воды ячменем—107, 108 стр.
 Подвяливание—310, 364, 369 стр.
 Подсушивание солода—384 стр.
 Подсушивание ячменя—95 стр.
 Подсушивание ячменя нагреванием—97 стр.
 Подсушивание ячменя холодным воздухом—98, 102 стр.
 Подъемка солода—334 стр.
 Покрывающие чешуйки—8 стр.
- Полназы—33, 35 стр.
 Полиозы—35 стр.
 Полипептиды—27, 158, 159 стр.
 Полировка солода—379 стр.
 Полировка ячменя—104 стр.
 Полировочная машина—380 стр.
 Полисахариды—21 стр.
 Половинки зерен—46 стр.
 Полупроницаемость оболочек—113 стр.
 Получение диастаза—37 стр.
 Получение ферментов—5, 31 стр.
 Помол солода—399 стр.
 Поперечная бороздка—11 стр.
 Поперечный валик—10 стр.
 Поперечный разрез зерна—50 стр.
 Пот—180, 184, 190, 263 стр.
 Потемнение крахмала—20 стр.
 Потемнение солода—299, 310 стр.
 Потеря на абсолютно сухое вещество—392 стр.
 Потеря на дыхание—395 стр.
 Потеря общая—394, 395 стр.
 Потеря от ростков—391, 394 стр.
 Потеря при замочке—140, 388 стр.
 Потеря при хранении—106 стр.
 Почва—11 стр.
 Предварительная очистка—68 стр.
 Примесь овса—76 стр.
 Примеси ячменя—69 стр.
 Приемка ячменя—62 стр.
 Приспособление для регулирования тяги—323, 339 стр.
 Проба наощупь—167, 375 стр.
 Проба на раздавливание—136 стр.
 Продолжительность замачивания—109, 131, 136 стр.
 Продолжительность проращивания—131 стр.
 Продолжительность обсыхания—234 стр.
 Продолжительность осахаривания—400 стр.
 Продолжительность сушки светлого солода—364 стр.
 Продолжительность сушки темного солода—374 стр.
 Продолжительность сушки ячменя—99, 102 стр.
 Продукты дыхания—142, 167, 194 стр.
 Продукты пептического расщепления—160 стр.
 Продукты триптического расщепления—160 стр.
 Продукты распада белка—159, 298, 307 стр.
 Продукты распада крахмала—36, 153, 154, 159 стр.
 Продувание воздуха—206, 211, 251—256 стр.

- Продувание непрерывное—231, 254, 264 стр.
 Производительность солодовщика—197 стр.
 Производительность сушилки—322, 357 стр.
 Производительность сушилки вертикальной—353 стр.
 Производительность токов—199, 200 стр.
 Производительность триера—77, 78 стр.
 Производительность ящиков Кропфа—271 стр.
 Производительность ящиков Саладина—243, 267 стр.
 Производительность ящичных барабанов—228 стр.
 Проламины—26 стр.
 Промывка ячменя—121, 134 стр.
 Прорастаемость солода—362 стр.
 Прорастивание в барабане—233, 237 стр.
 Прорастивание на токах—193 стр.
 Прорастивание в ящиках Саладина—256 стр.
 Протеазы—33, 40, 41, 158 стр.
 Протеазы тканевые—41, 42 стр.
 Протенды—21 стр.
 Протеолитическая сила—162, 312 стр.
 Протенины—25 стр.
 Процессы в зерне в закрытом ящике Кропфа—275 стр.
 Пыль—64, 70, 74 стр.
 Пылевые камеры—71, 72 стр.
 Пылеуловители—71 стр.
 Пылеуловители с фильтром—72 стр.
 Пылеуловители без фильтра—71 стр.
 Пшеница—54 стр.
Равномерность зерен ячменя—49 стр.
 Развитие зародыша—15, 143 стр.
 Разжижение крахмала—34, 151 стр.
 Разжижающая способность—36, 38, 154 стр.
 Разогревание сдила—176 стр.
 Разогревание ячменя—86 стр.
 Расслоение солода—383 стр.
 Распад белков—28, 158, 162, 170, 285 стр.
 Распад крахмала—35, 153, 161 стр.
 Распределение ферментов в зерне—146 стр.
 Распускание сдила—195 стр.
 Распыление воды—210 стр.
 Растворение зерен крахмала—19 стр.
 Растворение мучнистого тела—156, 167, 175, 304 стр.
 Растворение крупнозернистое—169 стр.
 Растворение мажущее—172, 286, 304 стр.
 Растворение мелкозернистое—169, 304 стр.
 Растворение мучнистое—149 стр.
 Растворение сухое—236 стр.
 Растворимость амилазы—37 стр.
 Растворимость ферментов—31 стр.
 Растворимый белок—155, 157 стр.
 Растворимый крахмал—20 стр.
 Растворы белковых веществ—26 стр.
 Растильные камеры Кропфа—301 стр.
 Растительные паразиты—104 стр.
 Расщепление крахмала—36 стр.
 Расход воды при замачивании—139 стр.
 Расход воды для увлажнения воздуха—215, 216 стр.
 Расход воздуха для аэрации—222, 223 стр.
 Расход воздуха на сушку—327 стр.
 Расход силы барабанов—238 стр.
 Расход силы на вращения барабанов—229 стр.
 Расход силы сушилки—356 стр.
 Расход тепла на сушку солода—376 стр.
 Расход тепла сушилки высокой производительности—356 стр.
 Рашение ячменя—74, 141 стр.
 Рашение по методу Кропфа—228 стр.
 Рашение теплое—178, 179 стр.
 Рашение холодное—174, 178, 179 стр.
 Рашение в ящиках Саладина—262 стр.
 Реакция замочки—112, 114 стр.
 Реакция почвы—114 стр.
 Реакция субстрата—30 стр.
 Регистрирующие термометры—375 стр.
 Регулирование температуры—108 стр.
 Резервный белок—157 стр.
 Резервная клетчатка—21, 40 стр.
 Резервный крахмал—17 стр.
 Режим передопачивания—196 стр.
 Режим продувания ящиков—251 стр.
 Режим работы при непрерывном продувании—264 стр.
 Режим работы при периодическом продувании—260 стр.
 Рециркуляционный воздух—255, 256 стр.
 Решетки—321 стр.
 Решетки для подвешивания—334 стр.
 Ржавчина—104 стр.
 Рожь—7 стр.
 Рост зародышевого листка—144 стр.
 Ростки—174, 377, 390 стр.
 Ростковая камера—320 стр.
 Росткоотбивная машина—376 стр.

- Садило молодое—189 стр.
 Садило зрелое—189 стр.
 Садило старое—193 стр.
 Самоотряска—64, 69, 236 стр.
 Сахараза—29, 33, 34, 151 стр.
 Сахароза—22, 33, 34, 148 стр.
 Сахарофосфатаза—34, 148 стр.
 Сборник ящика Кропфа—272 стр.
 Сборник ящика Саладина—243 стр.
 Свойства мучнистого тела—49 стр.
 Свойства оболочек—13, 113 стр.
 Свойства пивоваренного ячменя—45 стр.
 Секреционный диастаз—13, 108, 143 стр.
 Семенная оболочка—13, 108, 143 стр.
 Сепаратор—68 стр.
 Серная кислота—114, 148 стр.
 Сероуглерод—105 стр.
 Силос—90 стр.
 Силос бетонный—91 стр.
 Силос деревянный—90, 91 стр.
 Силос железный—91, 92 стр.
 Силос с проветриванием—93, 102 стр.
 Синтез—144, 145 стр.
 Система каналов барабана—218, 219 стр.
 Система каналов ящиков—245, 246, 248 стр.
 Система соложения барабанная—223 стр.
 Система соложения Кропфа—226 стр.
 Система соложения пневматическая—203 стр.
 Система соложения Саладина—241 стр.
 Сита сортировки—80 стр.
 Сита съемные—82 стр.
 Сита ящиков Саладина—243 стр.
 Скорость ворошилки ящиков—244 стр.
 Скорость поглощения воды—109 стр.
 Сложные белки—26 стр.
 Сложные эфиры—31, 111, 286 стр.
 Сода в воле—58 стр.
 Содержание белков в пшенице—55 стр.
 Содержание белков в ячмене—27, 52, 53 стр.
 Содержание водяных паров в воздухе—87 стр.
 Содержание крахмала в пшенице—54 стр.
 Содержание крахмала в ячмене—52 стр.
 Содержание углекислоты в ящиках Кропфа—279, 281, 282, 289, 290 стр.
 Содержание углекислоты на токах—194 стр.
 Соли воды—59 стр.
 Солод—5 стр.
 Солод барабанный—238, 239 стр.
 Солод бескорешковый—64 стр.
 Солод долгого ращения—203 стр.
 Солод жесткий—286 стр.
 Солод зеленый—303, 305 стр.
 Солод каменный—384 стр.
 Солод короткого ращения—383 стр.
 Солод Кропфа—285, 297, 298, 307 стр.
 Солод мюнхенского типа—181 стр.
 Солод недорастворенный—170, 172 стр.
 Солод нормально растворенный—170 стр.
 Солод перерастворенный—171, 179 стр.
 Солод светлый—170, 179, 311, 357 стр.
 Солод твердый—398 стр.
 Солод темный—170, 173, 179, 191, 235, 312 стр.
 Солод теплого ращения—179 стр.
 Солод холодного ращения—179, 391 стр.
 Солодовый плуг—202, 203 стр.
 Солодовые препараты—6 стр.
 Солодовый сахар—33, 150 стр.
 Солодовня токовая—182—187 стр.
 Солодовня ящичная—244 стр.
 Соложение зерновых—6 стр.
 Соложение кукурузы—7 стр.
 Соложение овса—7 стр.
 Соложение пшеницы—6, 385 стр.
 Соложение ржи—7 стр.
 Сорняки ячменя—46 стр.
 Сорты ячменей—10 стр.
 Состав воды—68 стр.
 Сортировка солода по растворению—384 стр.
 Сортировка ячменя—66, 80 стр.
 Сортировка фогеля—49 стр.
 Сортировочные аппараты—65 стр.
 Сортировочный цилиндр—80 стр.
 Специфичность ферментов—29 стр.
 Сплав—117, 120, 140 стр.
 Способность прорастания—50, 51 стр.
 Стекловидность белковая—313, 398 стр.
 Стекловидность временная—50 стр.
 Стекловидность постоянная—49 стр.
 Стекловидность солода—398 стр.
 Спорынья—104 стр.
 Степень замачивания—109, 136, 138 стр.
 Степень растворения—170, 171 стр.
 Столбчатый эпителий—145 стр.
 Сурик—118 стр.
 Сухое вещество ячменя—16 стр.
 Сухой лед—103 стр.
 Сухое продувание замочки—124 стр.
 Сушилка для солода—318 стр.
 Сушилка автоматическая—338 стр.

Сушилка барабанная—349 стр.
 Сушилка Брюне—347 стр.
 Сушилка вертикальная—351 стр.
 Сушилка высокой производительности—339 стр.
 Сушилка двухэтажная Энгельгарда—341 стр. 
 Сушилка типовая—333 стр.
 Сушилка Топфа—343 стр.
 Сушилка трехэтажная—345 стр.
 Сушилка шахтенная—379 стр.
 Сушилка для ячменя Кропфа—99 стр.
 Сушилка для ячменя Топфа—100 стр.
 Сушильный барабан Фрейнда—100 стр.
 Сушка зеленого солода—309 стр.
 Сушка светлого солода—356 стр.
 Сушка темного солода—364 стр.
 Схватывание савила—191, 197, 291 стр.
 Схема работы барабанов—235 стр.
 Схема ворошения светлого солода—363 стр.
 Схема ворошения темного солода—374 стр.
 Схема работы вертикальной сушилки—353 стр.
 Схема ферментации—290 стр.
 Счетная пластинка—49 стр.

Температура замачивания—134 стр.
 Температура клейстеризации крахмала—20 стр.
 Температура коагуляции белков—28 стр.
 Температура отсушки светлого солода—351 стр.
 Температура отсушки темного солода—370, 371 стр.
 Температура разложения крахмала—20 стр.
 Температура сушки светлого солода—358, 360 стр.
 Температура сушки темного солода—367, 369 стр.
 Температурный оптимум, см. оптимальная температура
 Темперирование воздуха—208, 209, 251 стр.
 Тепловая камера—320 стр.
 Техно-химическое исследование ячменя—52 стр.
 Тока—181 стр.
 Токи механизированные—202 стр.
 Тока надземные—182 стр.
 Тока подземные—201 стр.
 Толуол—39 стр.
 Томление в углекислоте—275 стр.
 Топка сушилки—318 стр.

Транспортеры—64 стр.
 Транспортирование ячменя—62 стр.
 Транспортные приспособления—63 стр.
 Трегалаза—33 стр.
 Трегалола—33 стр.
 Триер—74—84 стр.
 Триер высокой производительности—78 стр.
 Триер добавочный—77 стр.
 Триерные отбросы—77 стр.
 Триптаза—41, 158, 159 стр.
 Триптаза тканевая—42 стр.
 Тростниковый сахар—22, 150, 154 стр.
 Тяга сушилки—324 стр.
 Тяга естественная—325 стр.
 Тяга искусственная—332, 349 стр.

Увлажнение воздуха—211, 212, 240 стр.
 Увлажнители—211 стр.
 Увлажнители ящиков Саладина—248 стр.
 Увлажнительная камера—209, 251 стр.
 Увлажнительная башня—209, 251, 212 стр.
 Углеводы—16, 22, 142 стр.
 Углекислота дыхания—115, 125, 142, 191, 265, 266 стр.
 Угле кислота твердая—103 стр.
 Удаление ростков—376 стр.
 Удобрение ячменя—11, 12 стр.
 Ультрафиолетовые лучи—30, 39 стр.
 Урезаа семян—43 стр.
 Условия рашения на барабанах—237—239 стр.
 Условия рашения на токах—193—205 стр.
 Условия рашения в ящиках Саладина—262—268 стр.
 Установки для продувания воздуха—207 стр.

Фаринотом—50 стр.
 Ферменты—28, 145, 166 стр.
 Ферменты брожения—33 стр.
 Ферменты гидролизующие—32, 146, 159 стр.
 Ферменты неактивные—31 стр.
 Ферменты кислотообразующие—152, 312 стр.
 Ферменты неорганизованные—32 стр.
 Ферменты организованные—32 стр.
 Ферменты протеолитические—157, 158, 164, 312 стр.
 Ферменты расщепляющие—32, 146 стр.
 Ферменты синтезирующие—17, 32 стр.

Ферментация в атмосфере углекислоты—268, 285 стр.
 Ферментационная камера—302 стр.
 Физико-химические свойства белков—27, 28 стр.
 Физические изменения при сушке—309 стр.
 Фильтры—63 стр.
 Фильтры воздушные—64 стр.
 Фильтры нагнетательные—73 стр.
 Фильтры всасывающие рукавные—73 стр.
 Фитаза—34, 148 стр.
 Фитин—23, 148 стр.
 Фитоамилазы—39 стр.
 Фитостеринны—23 стр.
 Форма базиса—10, 11 стр.
 Форма зерен—9, 11 стр.
 Форма мочильных чанов—116 стр.
 Формалин—26, 31 стр.
 Формальдегид—16, 39 стр.
 Фосфатазы—32, 34, 148 стр.
 Формольный азот—164 стр.
 Формольный азот первоначальный—163, 305 стр.
 Формольный азот ферментативный—163, 305 стр.
 Формольное титрование—26, 162 стр.
 Форсушки для распыления—183, 210 стр.
 Фосфаты—23, 44, 148 стр.
 Фосфорная кислота—148, 150 стр.
 Фосфоропротенды—26 стр.
 Фотосинтез—16 стр.
 Фруктоза—151 стр.

Характеристика ячменей—10, 11 стр.
 Характеристика ферментов—33 стр.
 Химические буфера—41 стр.
 Химические изменения солода при сушке—310, 312 стр.
 Химическая конденсация—16 стр.
 Химическая природа ферментов—29 стр.
 Химические свойства крахмала—19 стр.
 Химический состав белков—24, 26 стр.
 Химический состав воды—61 стр.
 Химический состав зеленого солода—305 стр.
 Химический состав ростков—377 стр.
 Химический состав пшеницы—54 стр.
 Химический состав ячменя—16, 177 стр.
 Хлориды в воде—58 стр.
 Хлорофилл—16 стр.
 Холодильные машины—103, 104 стр.
 Холодное ращение—174, 178 стр.
 Хранение солода—381 стр.

Хранение ячменя—84—95, 144 стр.
 Хранение закрытое—90 стр.
 Хранение открытое—85, 89, 91 стр.
 Хранение россыпью—85 стр.
 Хранение силосное—93 стр.
 Хранение в снопах—13 стр.
 Хранение толстым слоем—95 стр.

Цвет сусла—400 стр.
 Цвет ячменя—45 стр.
 Цветность солода—400 стр.
 Цветок ячменя—8 стр.
 Целлобиаза—35 стр.
 Целлобиоза—35 стр.
 Целлулазы—33, 40 стр.
 Целлулоза—21, 33, 156 стр.
 Центральная труба барабана Галланд—224 стр.
 Центральная труба барабана Швагера—226 стр.
 Циклон—71 стр.
 Цилиндры триера—75 стр.
 Цитазы—22, 40, 156, 168, 178, 312 стр.

Червяк—63 стр.
 Чешуйки ячменя—8 стр.
 Чистильные аппараты—65, 66 стр.
 Чистка мочильных чанов—115 стр.
 Чистка увлажнительной установки—217, 218 стр.

Шасталка—70 стр.
 Шибер вращающийся—225 стр.
 Шибер подвесной—225 стр.
 Ширина отверстий сортировочных сит—82 стр.
 Шнек—63 стр.
 Шнековая ворошилка—243, 244 стр.
 Штуцер Денни—383 стр.

Щелочь—20, 114 стр.
 Щелочная мочильная вода—113 стр.
 Щетки сортировочных цилиндров—81 стр.
 Щиток—14, 15, 145 стр.
 Щуп для взятия проб—62 стр.

Эдестин—26, 160 стр.
 Экономия потерь по Кропфу—301 стр.
 Экзоферменты—32 стр.
 Экстрактивность солода—399 стр.
 Экстрактивность ячменя—49, 52, 53 стр.
 Электрокары—187 стр.
 Эндосперм—13, 14, 144, 145, 156 стр.

Эндоспермы—32 стр.
Энергия прорастания—51 стр.
Эстеразы—23, 32, 33 стр.
Эфиры фосфорной кислоты—18,
23 стр.

Ядро семязачатка—13 стр.
Ядро эндосперма—13 стр.
Ячейки триера—74, 75 стр.
Ячмень—8 стр.
Ячмень высокобелковый—53,
169 стр.
Ячмень голый—8 стр.
Ячмень греющийся—176 стр.
Ячмень двухрядный—10 стр.
Ячмень зрелый—85 стр.
Ячмень кормовой—69, 81, 82 стр.
Ячмень лежалый—51 стр.
Ячмень мучнистый—49 стр.
Ячмень непророщенный—39 стр.
Ячмень низкобелковый—316 стр.
Ячмень однородный—47 стр.
Ячмень озимый—10 стр.
Ячмень пивоваренный—7, 10, 11,
24, 66, 69 стр.
Ячмень поникающий—10 стр.

Ячмень свежесжатый—51, 84, 92 стр.
Ячмень стекловидный—50 стр.
Ячмень стоячий—10 стр.
Ячмень сырой—65, 79 стр.
Ячмень толстокожий—47 стр.
Ячмень тонкокожий—47 стр.
Ячмень труднорастворимый—176,
199 стр.
Ячмень четырехрядный—10 стр.
Ячмень шестирядный—9 стр.
Ячмень щуплый—11, 164, 177 стр.
Ячмень яровой—10 стр.
Ящики—242—248 стр.
Ящики Мюгера—248 стр.
Ящики Кропфа—266—275 стр.
Ящики Саладина—242—251 стр.
Ящики Саладина открытые—241,
242 стр.
Ящики современные—249 стр.
Ящики старой конструкции—242,
246 стр.
Ящики Саладина-Кропфа—266,
267 стр.
Ящичные барабаны—227, 303 стр.
Ящичная солодовня—242 стр.
Ящичное соложение по Кропфу—
268 стр.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие редактора	3
Предисловие ко второму изданию	4
Введение	5
Пивоваренный ячмень	8
Общие положения	8
Морфология ячменного зерна	13
Химический состав ячменя	16
Сухое вещество ячменя	16
Безазотистые органические соединения (16). Азотистые органические соединения (24). Ферменты (28). Витамины (43). Неорганические вещества (43). Влажность ячменя (44)	
Свойства пивоваренного ячменя и их определение	45
Внешние признаки ячменя	45
Механическое исследование ячменя	47
Техно-химическое исследование ячменя	52
Пшеница	54
Морфология зерна пшеницы	54
Химический состав пшеницы	54
Вода	56
Приемка и подготовка сырого ячменя к соложению	62
Транспортирование ячменя	62
Очистка и сортировка ячменя	65
Очистка ячменя	66
Сортировка ячменя по величине зерен	80
Хранение ячменя	84
Искусственное подсушивание ячменя	95
Животные и растительные вредители ячменя	104
Изменения ячменя при хранении	106
Замачивание ячменя	107
Теория замачивания	107
Практика замачивания	116
Мочильное отделение и его оборудование	116
Процесс замочки	120
Степень и продолжительность замачивания	136
Потери при замочке	140

Ращение ячменя	141
Теория прорастания	143
Практика проращивания	165
Общие положения	165
Ращение на токах	181
Тока (181). Обработка ячменя на токах (187). Условия ращения на токах (193). Пневматическое соложение (205). Установки для продувания воздуха при пневматическом соложении (207). Аппараты пневматического соложения (223).	
Сушка зеленого солода	309
Теория сушки	309
Практика сушки	317
Конструкция сушилки	318
Топка (318). Решетки (321). Приспособления для регулирования тяги (323). Примеры конструкции сушилок (340).	
Сушка солода	356
Сушка светлого солода (356). Сушка темного солода (364)	
Обработка и хранение солода	376
Соложение пшеницы	384
Весовые и объемные изменения ячменя в процессе ращения и сушки . .	386
Причины и состав потерь при соложении	387
Вычисление общей потери и ее отдельных факторов	391
Свойства солода	395
Внешние признаки	395
Механический анализ	395
Химический анализ	398
Алфавитный указатель	403

(В тексте 58 рис. и черт.)

Редактор В. А. Васильков
Техредактор С. А. Школьников
Литредактор Н. А. Константинов
Корректор И. А. Кордемская
Выпускающий С. М. Григорьев

Бумага 62×94 $\frac{1}{16}$ доля
25 $\frac{1}{4}$ печ. листа, 49776 зн. в 1 п. листе
Поступило в производство 5/VI 1936 г.
Подписано к печати 5/XII 1936 г.
Индекс Изд-ва ППИ—II—6
Изд. № 376
Тираж 3000. Заказ 17794
Уполномоч. Главлита Б-33470
1-я тип. НКПС, Б. Переяславская, 46.

Отпечатано с матриц в тип. изд-ва
„Власть Советов“ при Президиуме ВЦИК
ул. Куйбышева, 1. Зак. № 2647

~~Цена 5 руб. 30 коп.~~

~~Переплет 1 руб. 25~~

0-66

RLST



0000000364801

39427