курсовой проект

на тему "специальные солода. Химический состав"

Содержание

Введение

1. Основные типы специальных солодов

2. Физиологические процессы при проращивании

3. Замачивание пшеницы или сорго

4. Образование красящих и ароматических веществ при сушке

5. Определение содержания меланоидинов и редуктонов

6. Биохимические превращения солода при сушке

7. Производство солода

8. Заключение

9. Список используемой литературы

Введение

В истории, к сожалению, не сохранилось точных сведений о времени и месте зарождения солодопроизводства. Полагают, что произошло это около семи тысяч лет до Христианской эры - в эпоху неолита, у народов Ближнего Востока на территории Южного Двуречья, которую ныне занимает Ирак. Именно к этому периоду истории исследователи относят самые древние археологические свидетельства о соложении и приготовлении из ячменного солода слабоалкогольных напитков - предшественников современного пива.

Развитие производства охмелённых напитков, в частности пива, из искусственно пророщенного зерна злаковых растений началось на Руси в XI веке. Пиво в Древней Руси было весьма распространённым напитком, и варили его повсеместно в домашних условиях – для собственного употребления, а к XII веку пивоварение на Руси начало выделяться в самостоятельный кустарный промысел - для изготовления пива на продажу. К этому времени, например, в Новгороде складываются большие группы ремесленников-солодовщиков, хмельников, пивоваров. Таким образом, зарождение солодовенного производства на Руси состоялось в XI веке.

К 1913 году в России насчитывалось более 1000 пивоваренных предприятий, свыше 90% которых имели собственные солодовенные цехи. Мощность таких солодовенных цехов была очень невелика - 40 и менее тонн в год. Лишь на семи крупных заводах солодовни были пневматическими, на других предприятиях солодовенное хозяйство оставалось крайне примитивным - солодоращение осуществляли на токах, при полном отсутствии механизации, подачу на сушку проводили вручную. Сушку солода осуществляли дымовыми газами на одноярусных сушилках.

С 1914 года приблизительно восемь лет производство пивоваренного солода в России не осуществляли. Это было вызвано тем, что в тяжёлых условиях империалистической и гражданской войн, революции и военной интервенции продовольственные и зерновые ресурсы государства были чрезвычайно ограничены и, естественно, не могли выделяться на производство пива. Кроме того, в начале XX века ячмень в России относился к стратегическому сырью, и в условиях военного времени в качестве фуража поставлялся главным образом для корма лошадей в армию.

Восстановление отечественной пивоваренной и солодовенной отрасли промышленности было положено по инициативе Л.Д.Троцкого постановлением ВЦИК и СНК от 3 февраля 1922 года.

Специфической особенностью развития советской солодовенной отрасли промышленности является отставание её от развития пивоваренной отрасли. Недостающее количество солода приходилось компенсировать за счёт увеличения продолжительности работы солодовенных цехов (в летние месяцы, считавшиеся ранее несезонными для солодоращения), а также за счёт чрезмерного форсирования процессов солодоращения. Техническая оснащённость солодовен повысилась – на пневматическое солодоращение (в ящичных и барабанных солодорастительных аппаратах) в 1940 году перешло около четверти всех солодовенных предприятий, что позволило повысить уровень механизации и эффективнее использовать производственные мощности благодаря удлинению сезона солодоращения.

В послевоенные годы начался очередной этап развития отечественной солодовенной промышленности - была осуществлена реконструкция большого числа солодовенных цехов и введены в эксплуатацию новые достаточно крупные на тот период времени солодовенные производства мощностью до 20 тысяч тонн в год. Все трудоёмкие процессы в этих солодовнях были механизированы, сушку солода осуществляли на самых передовых к тому времени многоярусных солодосушилках. Общее количество пневматических солодовен превысило 60%. Кроме того, на некоторых токовых солодовнях в технологическом процессе начали применять искусственное охлаждение, что позволило повысить их мощность за счёт удлинения сезона солодоращения.

Благодаря этому общая мощность солодовенных производств в России к началу 1959 года возросла до 374 тысяч тонн. В последующие годы в России было построено несколько новых относительно крупных солодовенных производств при вновь возводимых пивоваренных заводах, таких как Курский, Саранский, Пермский, Ивановский, Иркутский. Это позволило довести общую мощность по производству солода к 1990 году до 485 тысяч тонн, однако дефицит пивоваренного солода так и не был ликвидирован.

С середины 1990 годов российская пивоваренная промышленность переживает ренессанс, характеризующийся расширением производства, прежде всего за счёт технического обновления действующих промышленных предприятий и привлечения иностранных инвестиций.

1. Основные типы специальных солодов

В зависимости от технологии производства различают следующие типы ячменных солодов: ферментативный, светлый, тёмный, карамельный, жжёный, томлёный, кислый, пшеничный и т.д..

Ферментативный солод (диафарин) представляет собой светлый солод десятидневного ращения, высушенный при температуре, не превышающей 50°C. Сушка должна производиться при доступе большого количества воздуха, предпочтительно при искусственной тяге, до содержания в нём влаги 6%. Помимо более высокого содержания в нём ферментов, обычно содержащихся в солоде, он обладает сравнительно высокой цитолитической активностью. Для его изготовления целесообразно применять ячмень с повышенным содержанием белка и использовать мелкие фракции зерна.

Светлый солод пильзенского типа представляет собой зерновую массу светло-жёлтого цвета. Имеет цвет 2,5-3,5 ед. ЕВС;

- экстрактивность по муке грубого и тонкого помола 1,7-2,0%;

- вязкость ниже 1,55 мПа с;

- степень растворимости белка 40%;

- содержание свободного аминного азота минимум 20% от растворимого азота;

- солод должен быть приготовлен из зрелого, равномерно прорастающего ячменя.

В зависимости от качественных показателей светлый солод выпускают высокого качества, первого и второго классов.

Тёмный солод (мюнхенский тип) представляет собой зерновую массу жёлтого цвета с концентрированным солодовым ароматом. Имеет цвет 5-25 ед. ЕВС. В производстве тёмного солода, обеспечивают специальные условия для образования повышенного содержания меланоидинов, придающих солоду характерные цвет и аромат. Основными отличительными особенностями технологии тёмного солода являются:

- использование ячменей с повышенным содержание белка;

- осуществление замачивания ячменя до достижения более высокой влажности - 48-50%;

- осуществление проращивания при температуре 18-20°C;

- осуществление химической фазы сушки при температуре 105°C в течение 4-5 часов.

Для производства тёмного солода процесс ведут таким образом, чтобы максимально образовывались продукты реакции Майяра (меланоидины), придающие тёмному солоду характерный аромат.

Тёмный солод мюнхенского типа применяют в количестве до 85% для подчёркивания характера тёмного пива, специальных сортов "праздничного" пива и крепкого пива.

Тёмный солод (венский тип) применяют для корректировки слишком светлого солода, перерабатываемого для производства "золотистого" пива, а также для увеличения полноты вкуса. Для этого:

- достигают степени замачивания 44-46%:

- солод растворяют нормально, без избыточного растворения;

- солод высушивают при 90°C, достигая при этом цветности 5,5-6,0 ед. ЕВС.

Венский солод применяют, прежде всего, для производства пива типов "Мерцен" (Marzenbier), "Праздничное" (Festbier) и "Домашнее" (Hausbraubier, "Хаусброй).

Карамельный солод - зерновая масса жёлто-бурого цвета с глянцевым отливом и солодовым ароматом. На срезе зерно карамельного солода имеет плотную спекшуюся структуру коричневого цвета различной интенсивности, с блеском. Имеет цвет 25-150 ед. ЕВС. При производстве карамельного солода основным условием для получения готового продукта высокого качества является накопление максимально возможного количества продуктов реакции меланоидинообразования, главным образом аминокислот и пептидов.

Для производства карамельного солода используется высокобелковистый ячмень. Из такого ячменя в процессе переработки можно получить и светлый солод, применение которого приводит к получению пива с низкой белковой стабильностью и трудноосветляемого. Таким образом, ячмени с повышенным содержанием белка являются нежелательным сырьём для производства светлого пивоваренного солода.

Для производства карамельного солода раньше служил высушенный солод, доводившийся путём повторного увлажнения до влажности 44%. В настоящее время для этого применяют свежепроросший солод с влажностью 45-50%. Использование свежепроросшего солода по сравнению с сухим позволяет снизить удельные энергозатраты, сократить потери сухих веществ на дыхание и рост корешков. Повысить качество целевого продукта, а также увеличить коэффициент использования производственных площадей и солодовенного оборудования.

Технология карамельного солода состоит из четырёх этапов: замачивание ячменя, проращивание, ферментативный гидролиз свежепроросшего солода и термическая обработка (сушка и обжарка) солода. Поступающий ячмень оценивают по внешним признакам и химическому составу. В основном для производства карамельного солода используется ячмень с содержанием белка 12-16%. Солодоращение проводят в пневматических солодовенных аппаратах разных типов (передвижная грядка, барабанные, аппараты большой единичной мощности и другие). В процессе проращивания ячменя необходимо накопить в солоде большое количество сахаров и аминокислот как исходных веществ для образования меланоидинов. Глубокий гидролиз белков возможен только после накопления в зерне протеолитических ферментов и создания условий, благоприятных для их действия. Поэтому замоченный ячмень проращивают в начальный период при влажности 46-47%.

Решающее значение при производстве карамельного солода имеют влажность и температура, которые должны возрастать во времени в оптимальных значениях. Ступенчатое нагревание солода осуществляется конвективным способом, насыщенным влагой воздухом. Увлажнение солода до 55% осуществляется оросительной системой, с помощью которой подводится тёплая вода заданной температуры. Подготовленный к термической обработке солод должен иметь влажность 50-55%.

Солод из камеры растворения направляется в камеру сушки, термической обработки и охлаждения готового продукта. Целью термической обработки является образование ароматических и красящих веществ (меланоидинов), определяющих специфический вкус. Аромат и цвет тёмного пива. Скорость протекающих при термической обработке химических процессов зависит от многих факторов. На образование меланоидинов существенно влияют температура, продолжительность процесса и влажность солода.

Сушку, термическую обработку и охлаждение карамельного солода целесообразно проводить в кипящем слое. Термическая обработка солода проводится при импульсной подаче сушильного агента. Затем при подаче воздуха солод охлаждается.

Соответственно различиям в технологии приготовления карамельного солода различные сорта обладают разными свойствами и применяются по-разному, например: "прозрачно-светлый" карамельный солод "Carapils" при добавлении к засыпи в количестве 8-12% даёт светлый цвет, лучшую пену и повышенную полноту вкуса. Цветность у него - 3-5 ед. ЕВС, и применяется он для приготовления пива типа "Пилзнер" в количестве 3-5%. Для слабоалкогольного и безалкогольного пива его добавляют в количестве до 40%. "Carapils" улучшает пену и усиливает полноту вкуса.

Тёмный карамельный солод используется при производстве тёмных сортов пива (Мартовское, Бархатное, Портер и других). По внешним признакам тёмный солод должен иметь пористое мучнистое тело с коричневато-жёлтым оттенком. Оболочка должна быть равномерно буро-жёлтой окраски. Исходными элементами для образования ароматических, вкусовых и красящих веществ тёмного солода являются низкомолекулярные продукты распада белков (аминокислоты и пептиды) и простые сахара.

Для изготовления тёмного солода используют очищенный и отсортированный ячмень с повышенным содержанием белка. Промытое и продезинфицированное зерно из замочных аппаратов направляется с помощью гидротранспорта в аппарат большой единичной мощности для замачивания, проращивания, ферментации, термической обработки и охлаждения готового тёмного солода. Воздушно-оросительное замачивание обеспечивает интенсивное увлажнение зерна и равномерное снабжение его кислородом.

Весь процесс сушки тёмного солода состоит из пяти этапов. Первый этап сушки характеризуется понижением влажности солода с 46% до 25% за 10-12 часов при температуре сушильного агента не выше 50°C. Растворение солода при этих условиях продолжается. Второй этап характеризуется медленным повышением температуры сушильного агента до 70°C в течение 10-12 часов. При этом влажность солода снижается на 3-7%, происходят осахаривание крахмала и дальнейший распад белковых веществ. Третий этап сушки заключается в снижении влажности солода с 20 до 10% в течение 8-10 часов при температуре в слое 70-90°C. Четвёртый этап сушки характеризуется медленным нагреванием слоя солода до температуры отсушки (105°C) и снижением его влажности до 5%. В дальнейшем (пятый этап) при температуре сушильного агента 105-110°C проводятся сушка и термическая обработка солода. При этих условиях влажность слоя солода снижается до 3% и в результате окислительно-восстановительной реакции между углеводами и аминокислотами образуются меланоидины, придающие солоду специфический вкус, аромат и цвет.

Томлёный солод.

Затраты на приготовление томлёного солода несколько выше, чем при производстве обычного солода. Для его приготовления используют ячмень, который проращивают так же, как и для приготовления тёмного солода. Отличительная особенность технологии томлёного солода в том, что проращиваемый в условиях, аналогичных условиям проращивания тёмного солода, последние 36 часов подвергают томлению - тепловой обработке при температуре 40-50°C со слабым продуванием воздуха для подавления дыхания зерна. Это способствует прекращению роста зародыша и образованию низкомолекулярных продуктов ферментативного гидролиза - сахаров и аминокислот. Затем томление постепенно переводят в начальную фазу сушки - подвяливание. Завершающую фазу сушки - химическую - осуществляют при температуре 80-90°C в течение 3-4 часов.

Цветность томлёного солода - 30-40 ед. ЕВС. Его применяют в количестве до 50% вместе со светлым или тёмным солодом и для замены красящегося солода или колера для производства специальных сортов пива типа "солодовое" (Malzbier) или "старое" (Altbier).

Жжёный солод - зерновая масса тёмно-коричневого цвета с кофейным ароматом. На срезе зерно жжёного солода имеет тёмно-коричневую (но не чёрную) окраску. Для получения очень тёмного пива зачастую применяют небольшие добавки жжёного солода. Добавлять его следует не более 1%, так как иначе пиво очень скоро приобретает неприятный пригорелый привкус. Для производства жжёного солода применяют очень хорошо растворённый светлый сухой солод, для которого в этом случае допускается несколько более высокая цветность. Жжёный солод получают из сухого очень хорошо растворённого светлого солода путём предварительного равномерного увлажнения и тепловой обработки в обжарочном аппарате в течение двух часов при температуре 70°C без отвода образующихся паров. Затем солод подвергают обжариванию при температуре 175-220°C в течение 1,5 часов. В результате обжаривания происходит карамелизация сахаров и образование других продуктов высокотемпературной обработки солода. В заключение солод быстро и равномерно охлаждают. Цветность жжёного солода составляет от 1300 до 2500 ед. ЕВС.

Для исключения пригорелого вкуса у жжёного солода во время обжаривания впрыскивают воду, чтобы полученным паром удалить летучие составляющие "пригорелого" аромата. У некоторых специальных сортов пива (например, "Stout") аромат жжёного солода, наоборот, желателен.

Для пива верховного брожения применяют пшеничный жжёный солод, производимый аналогичным образом, и для старого или тёмного пива его добавляют в количестве до 1%.

Кислый солод изготавливают из светлого сухого солода. При температуре 40-50°C его замачивают в чистой воде и выдерживают до тех пор, пока молочнокислые бактерии солода не образуют около 1% молочной кислоты. Далее солод осторожно высушивают сначала при 50°C, а затем и при 60°C и таким образом повышают концентрацию молочной кислоты в солоде до 2-4%. Применяют кислый солод для приготовления некоторых сортов специального пива, например:

- у лёгкого пива можно повысить полноту вкуса и получить особо мягкие тона, прежде всего в комбинации с жёсткой водой для приготовления затора. При этом требуется добавление этого солода в количестве 6-9% от общей засыпи;

- у безалкогольного пива, брожение которого должно быть угнетено, кислый солод применяют для получения приятного солодового вкуса.

Солод короткого ращения и наклюнувшийся солод – эти типы солода относятся к тем, которые отличаются существенно сокращённым временем проращивания и вытекающими отсюда недостатками сильно недорастворённых солодов (проблемы с фильтрованием затора и пива). Они применяются довольно редко в тех случаях, когда нужно использовать их преимущества, а именно там, где требуется улучшение стойкости пены, понижение полноты вкуса и слабо выраженный солодовый вкус и аромат. При их приготовлении поступают так же, как и при производстве светлого солода, прерывая проращивание раньше, как только солод наклюнулся (через двое суток при потерях 1,5-2,5% и у солода короткого ращения - через трое суток при потерях 4,5-5%).

Пшеничный солод применяют для производства пшеничного пива, а также других типов пива верхового брожения, например, "кельнское". В отличие от ячменя для зерна пшеницы характерно в первую очередь отсутствие мякинной оболочки и повышенное содержание белков, что в некоторых случаях может привести к возникновению проблем при производстве.

Из-за отсутствия оболочки зерно очень быстро поглощает воду, так что время замачивания можно сократить. Замачивают пшеницу до влажности 37-38%, однако влажность должна расти и далее до максимума в 44-46% в течение семи суток замачивания и проращивания. Проращивание проводят аналогично ячменю, но следует учитывать, что пшеница труднее перерабатывается. В связи с опасностью образования клубков пшеницу следует чаще ворошить. Температуру можно поддерживать несколько ниже, чем у ячменя, но для обеспечения растворения клеточных стенок (цитолиза) в последние сутки проращивания её нужно поднять до 17-20°C.

Для достижения типичного для пшеницы аромата предпочитают менее интенсивное расщепление белков. Ограниченное снабжение сусла соединениями азота приводит к получению пива с более ярким, привлекательным вкусом. Это достаточно важно, поскольку у пшеничного пива желательно получение широкого спектра побочных продуктов брожения, чем препятствует избыток свободных аминокислот; пиво в этом случае получается безжизненным и неярким. Поэтому следует стремиться к пониженному содержанию белков в пшенице и к низким значениям растворимого азота.

У некоторых сортов солода стремятся к проращиванию при более высокой температуре (19°C) и к ступенчатому подъёму степени замачивания до 45-47%, снижая затем температуру до 13-15°C. Этот способ оправдывает себя при переработке сортов пшеницы, которые при средних и несколько повышенных значениях вязкости в солоде склонны к пониженной растворимости белков. Применение такой технологии для сортов с сильной растворимостью давало бы, наоборот, бедные ароматом сорта.

При приготовлении пшеничного солода стремятся получить степень растворения белков не более 42%; содержание в сусле свободных аминокислот - 18% от общего азота; разность между экстрактивностью муки грубого и тонкого помола - около 1,0%.

Подвяливание начинают при температуре 40°C и заканчивают при 60°C. Путём отсушки при различных температурах получают: светлый пшеничный солод, который отсушивается очень быстро при 80°C во избежание очень сильного окрашивания. Светлый пшеничный солод имеет цветность в 3,0-4,0 ед. ЕВС и даёт тонкое, игристое пиво, типичное для пива верхового брожения и отличающееся пшеничным ароматом; тёмный пшеничный солод, который отсушивается при 100-110°C, чем достигается цветность в 15-17 ед. ЕВС. Тёмный пшеничный солод применяют преимущественно для получения тёмного пшеничного пива и тёмного слабоалкогольного пива.

Состав солодовой засыпи, состоящей из специальных сортов солода, является коммерческой тайной каждого предприятия. Для получения желаемого характера пива солодовую засыпь тщательно проверяют и взвешивают.

Солод их прочих хлебных злаков

Согласно немецкому Закону о чистоте пивоварения для пива верхового брожения разрешено применять солод, приготовленный не из ячменя. К подобному сырью помимо пшеницы относится ряд других хлебных злаков.

Полба (пшеница спельта) - вид пшеницы с невымолачиваемым из плёнок зерном. Возделывают её в небольших количества в Южной Германии. Собранное недозрелым зерно продаётся в высушенном виде как "зелёное" зерно. Полба может подвергаться солодоращению, как пшеница, и произведённый полбенный солод может использоваться для приготовления полбенного пива верхового брожения.

Эммер - это пшеница с толстой оболочкой, колос которой содержит только два ряда зёрен. Эммер - древняя форма пшеницы, которая в настоящее время почти не возделывается. Иногда эммер используют для получения солода с высокой амилолитической активностью или для выработки специального пива.

Рожь - с трудом подвергается солодоращению из-за высокого содержания пентозанов. Поэтому солода изо ржи имеет вязкость 3,8-4,2 мПа с (у обычного ячменного солода - 1,5 мПа с). Рожь замачивают несколько менее интенсивно, чем ячмень, до степени замачивания менее 40%; время замачивания и проращивания составляет около семи суток. Солод изо ржи обычно темнее пшеничного. Если его отсушивают как тёмный солод, то изготовленное из него пиво имеет явный привкус хлеба или хлебной корочки. Пиво изо ржи распространено лишь локально, но ржаной солод может использоваться для приготовления специального пива, так как он придаёт пиву оригинальный вкусовой профиль.

Тритикале – это гибрид пшеницы (Triticum) и ржи (Secale). Тритикале приобретает всё большее значение как зерновая культура с бесспорно хорошими свойствами устойчивости, а также для производства солода и пива. Обычно тритикале имеет склонность к высокой вязкости сусла и повышенному расщеплению белков. Наилучшие результаты солодоращения получают при использовании сорта Prego.

Солод из сорго.

Крупное зерно сорго - это вид зерновых продуктов, получаемых при выращивании этих растений в сравнительно жарких и засушливых регионах Африки. Для производства пива используют обычно только крупнозерновое сорго, которое имеет различные сорта с типами соцветий "початок" и "метёлка", возделываемые главным образом в качестве продукта питания. Возделывание сорго, а также его уборку осуществляют в сезон дождей, поэтому приходится считаться с сильным заражением его, особенно плесневыми грибами. Чтобы исключить порчу, убранный урожай необходимо специально обрабатывать.

Так как ферментативный потенциал сорго слабее, чем у ячменя, замачивание должно проводиться интенсивно в течение 17-21 часов при температурах 27-30°C и частой смене воды. Для получения влажности проращиваемого материала в 52-58% проращивание ведётся при 17-21°C с использованием сильной вентиляции и увлажнения. При этом зерно сорго растёт очень интенсивно, рост корешка очень выражен при сильном их схватывании даже и во время подвяливания. Поэтому для исключения дальнейшего переплетения корешков необходимо обращать внимание на сушку. Солод из сорго склонен к повышенному содержанию полифенолов и белка.

В ряде африканских стран (например, в Нигерии) пиво варят только из солода сорго, поскольку ввоз ячменного солода запрещён из-за климатических условий. Кроме того, во многих странах предложение сорго достаточно велико. В некоторых странах вместе с солодом сорго перерабатывают сорго в качестве несоложенного сырья.

Красящее пиво (Farbebier) – хотя и не является само по себе специальным солодом, но применяется в качестве заменителя специального солода. Красящее пиво - это очень тёмное пиво, приготовленное на 60% из светлого и на 40% из жжёного солода. Как пиво оно совершенно непригодно к употреблению и предлагается в качестве красящего компонента с цветностью около 8000 ед. ЕВС.

Красящее пиво применяют для повышения цветности сусла или пива. Его преимущество состоит в том, что с его помощью можно без проблем придать пиву любую желаемую глубину цветности, даже на стадии готового пива.

2. Физиологические процессы при проращивании

Технологической целью солодоращения являются биосинтез ферментов и активация неактивных ферментов, в результате действия которых происходит растворение резервных веществ пшеницы. При искусственном проращивании зерна в нём осуществляются те же биохимические процессы, что и при прорастании зерна в естественных условиях. Появление в зерне свободной влаги способствует улучшению проницаемости клеточных стенок, набуханию резервных веществ эндосперма и переходу их в состояние легко доступное действию ферментов. В этом состоянии в зерне начинается ферментативный гидролиз высокомолекулярных, входящих в состав стенок клеток и запасных веществ эндосперма (крахмала, белков, пектиновых веществ, жира), которые, превращаясь в простейшие и растворимые соединения, приобретают способность к диффузии, что позволяет им в дальнейшем использоваться для питания зародыша.

На биосинтез ферментов и образование новых тканей в процессе проращивания расходуется энергия, которая высвобождается в процессе дыхания зерна, в ходе которого происходит окисление части углеводов и небольшого количества белков и жиров. На качество проращиваемого солода влияют следующие основные факторы: расход воздуха, влажность проращиваемого зерна, температурный режим, продолжительность процесса, увлажнение зерна во время ворошения, равномерность слоя зерна в солодорастительном аппарате для улучшения тепло - и массообмена. Видимым признаком начала проращивания является проникновение зародышевого корешка через цветковую оболочку.

Поскольку все жизненно важные процессы в зерне протекают при достаточном количестве влаги, то проращиваемое зерно должно иметь влажность не менее 40%. При дыхании зерна выделяется диоксид углерода и водяной пар. Температура в зерне при проращивании светлого солода не должны превышать 17-18°C, а тёмного солода – 23-25°C.

Дыхание зерна продолжается и при проращивании, в результате чего часть сухих веществ (крахмал) зерна окисляется, удовлетворяя потребности зародыша в энергии. В зависимости от размеров зародышевого корешка можно визуально определить, в какой стадии находится зерно. При солодоращении следует стремиться к тому, чтобы не допускать чрезмерного роста зародышевых корешков. Например, у светлого солода длина корешков должна быть около полуторной длины зерна, у тёмного солода - около одинарной длины зерна. Это обусловлено тем, что зародышевые корешки после сушки солода отбиваются и в качестве отхода солодовенного производства представляют технологические потери, доля которых составляет около 4% сухих веществ от общей массы пшеницы. Равномерность роста корешков свидетельствует о правильном ведении процесса, высоком качестве пшеницы и равномерности растворения при солодоращении.

В настоящее время проращивание ведут почти исключительно в круглых и прямоугольных растительных ящиках.

3. Замачивание пшеницы или сорго

При замачивании пшеницы или сорго ферменты, важные для процесса солодоращения, не активны или обладают сильно пониженной активностью. При замачивании внутрь зерна попадает вода, и благодаря этому имеющиеся ферменты активируются и способствуют процессу прорастания. Этот процесс не относится только к производству солода: все зерновые и бобовые, корнеплоды или семена начинают прорастать сразу после увлажнения. Одновременно усиливается и дыхание пшеницы, и потребность в кислороде. Так как замачивание и прорастание являются двумя переходящими друг в друга процессами, их всегда следует рассматривать во взаимосвязи. Так как проращивание необходимо провести как можно быстрее, пшеницу или сорго при замачивании следует обеспечивать как водой, так и кислородом. Осуществляют замачивание в замочных чанах. Во время замачивания пшеница или сорго должны поглощать воду, снабжаться кислородом и очищаться. Вода поступает в основном в зародыш зерна, то есть в его главную часть, и оттуда проникает внутрь зерна (в эндосперм).

Водопоглощение зависит от длительности замачивания, температуры, размеров зерна, сорта пшеницы или сорго, а также особенностей года уборки. В целом при водопоглощении у пшеницы или сорго следует различать два основных типа: а) сорта пшеницы или сорго с сильным ростом корешков и интенсивным прорастанием. Такая пшеница или сорго характеризуются высоким водопоглощением, но медленным распределением влаги, так что увеличение содержания влаги в эндосперме происходит замедленно;

б) сорта пшеницы или сорго с низкой интенсивностью прорастания и слабым ростом корешка. Такая пшеница или сорго характеризуются низким водопоглощением, но быстрым поступлением влаги в эндосперм, так что влажность эндосперма быстро возрастает.

Различное поведение в процессе замачивания требует также различной обработки пшеницы или сорго при замачивании, чтобы добиться оптимального водопоглощения и распределения влаги.

Влажность замачиваемой пшеницы называется степенью замачивания, которая приводится в процентах. Считают, что для светлого солода (Пилзнер) степень замачивания - 42-44%, а для тёмного солода степень замачивания - 44-47%. Если степень замачивания повышать постепенно, то для светлого солода можно увеличивать влажность до 48%. Благодаря этому сокращается время проращивания и явно снижаются потери при солодоращении. Большое значение имеет степень замачивания для ведения проращивания, поскольку она существенно влияет на образование ферментов, а также на процессы роста и обмена веществ.

4. Образование красящих и ароматических веществ при сушке

Очень важной биохимической реакцией, протекающей во время сушки солода и ответственной за образование аромата и цветности, является взаимодействие продуктов распада белков с сахарами, в результате которого происходит образование новых продуктов, названных учёным Майаром меланоидинами. Эта реакция имеет широкое распространение в природе и в промышленности. В 1908 году учёный Линг высказал предположение, что образование окраски солодов во время сушки обусловлено взаимодействием продуктов распада углеводов и белков, а в 1912 году Майар описал реакцию меланоидинообразования. Уже в том же году Литнер (известный в то время научный работник пивоваренной промышленности) правильно оценил значение этой реакции для производства солода и пива.

Меланоидины представляют собой частично растворимые несбраживаемые вещества разной окраски. В виде коллоидов они переходят в пиво и благодаря своим свойствам повышают физико-химическую стабильность пива и стойкость его пены. Для светлых солодов реакции меланоидинообразования нежелательны. Полностью избежать их в химической фазе сушки светлого солода (80°C) невозможно. Вместе с меланоидинами и их предшественниками образуются при сушке солода и другие красящие вещества (полифенолы).

В настоящее время можно считать, что образование тёмно-окрашенных меланоидинов происходит за счёт окислительно-восстановительных реакций между редуцирующими сахарами и белковыми веществами и зависит от количества свободных аминных групп в продуктах распада белков.

Аминогруппы аминокислоты при высокой температуре вступает во взаимодействие с карбонильной группой сахара при наличии некоторого количества воды, причём образуется продукт, имеющий коллоидный характер. Цвет этого продукта от светло-коричневого до тёмно-коричневого, запах (аромат) специфический. Водный раствор продукта обладает вязкостью и тем более сильной, чем полнее прошла реакция между образующими его соединениями и чем интенсивнее его окраска. Наиболее сильное окрашивание характерно для продукта с наибольшей вязкостью.

В.Л.Кретович процесс образования меланоидинов из продуктов расщепления углеводов и белков представил в виде схемы:

Существуют три основных стадии меланоидинообразования: начальная (без изменения цвета и поглощения ультрафиолетового света), промежуточная (без изменения цвета или слабое пожелтение, но сильная степень адсорбции длинных волн ультрафиолетовой части света) и конечная (с интенсивной окраской получаемых продуктов).

В первой стадии происходят сахаро-аминная конденсация:

RH2 означает как аминокислоту, так и амины или аммиак.

Одной из реакций меланоидинообразования является реакция Амадори:

5. Определение содержания меланоидинов и редуктонов

В промежуточной стадии реакции меланоидинообразования происходит дегидратация сахаров. Известны два типа реакций дегидратаций. В то время как в кислой среде в зависимости от вида сахара (ксилоза, глюкоза) образуются фурфурол, метилфурфурол или оксиметилфурфурол, в состоянии, близком к сухому, т.е. при сушке солода в присутствии аминов, образуются редуктоны. К редуктонам принадлежат соединения со следующей структурой:

Эта группа связана с альдегидным или кислотным радикалом:

Под редуктонами понимают тип органических соединений, общим свойством которых является сильно выраженная восстанавливающая способность. Эта способность редуктонов может формально сводиться к дегидрированию, например, эндольных групп до α-дикарбонильных групп:

Оба соединения можно принять за начальные члены виниленгомологического ряда, в основе которого лежит следующая обобщённая формула редуктона:

При этом может происходить либо частичное, либо полное замещение. Так возможно, что одна или обе группы OH будут замещены группами NH2, NHR и SH, вместо кетокислорода (=O) могут быть в качестве его заместителей группы (=NH), (=NR) или (=S).

К редуктонам или их виниленовым гомологам можно также причислить соединения, имеющие кольцевую структуру, в особенности вещества ароматического ряда. К ним относятся пирокатехин и гидрохинон:

Другие соединения, имеющие кольцевую структуру, например, редуктоновая кислота, полученная гидролизом пектина и ксилозы, также могут проявлять типичные восстанавливающие свойства:

Если в энольной структуре редуктона R и R1 различны, то эндиол является общей энольной формой обоих изомерных кетонов:

 В качестве примера может служить метилглиоксаль (R=H, R = CH3). Если достигается окрашивание редуктонов, то это происходит в дегидроформе и ускоряется аминосоединениями. В высушенном солоде присутствует соединение малетол-3-гидрокси-2-метил-γ пирон, которое может быть представлено как дегидроформа циклического редуктона:

Если принять во внимание общую формулу виниленгомологического ряда, то можно привести как типичный пример этого 1,4-дегидроксимуконовую кислоту (C6H6O6), которая является настоящим редуктоном, а именно диэндиолом. Оба её энольных гидроксила легко могут дегидрировать до дегидроформы:

Фурфурол, образующийся при дегидратации сахара, даёт после гидролиза соединение с восстанавливающими свойствами. После гидролиза с расщеплением кольца усиливается сопряжённая диэндиольная структура III, причём R может обозначать группы H, CH2, OH, CH3 в зависимости от природы имеющегося фурфурола:

Малетол-3-гидрокси-2-метил-γ-пирон может так же, как и фурфурол, подвергаться гидролизу с расщеплением кольца. В промежуточной стадии происходит также расщепление сахаров (глюкозы, ксилозы и др.) - деальдолизация, т.е. процесс, противоположный альдольной конденсации. Присутствие аминогрупп ускоряет деальдолизацию до триоз и других продуктов распада. К продуктам расщепления сахаров относятся метилглиоксаль, глицериновый альдегид, ацетоин и диацетил. Эти вещества обладают высокой реакционной способностью. Особенно активным в реакции меланоидинообразования является метилглиоксаль. Меланоидиновая реакция с метилглиоксалем, глицериновым альдегидом и диацетилом протекает произвольно. Пентозы (ксилоза, арабиноза) также проявляют сильную реакционную способность, слабее вступают в реакцию гексозы (манноза, галактоза, фруктоза и глюкоза). Сахароза из-за недостатка свободных карбонильных групп реагирует очень слабо.

Наряду с дегидратацией и расщеплением сахаров в промежуточной стадии происходит распад аминокислот, который является важной частью реакций образования красящих веществ. Ход этих реакций можно записать следующим образом:

Эта реакция протекает с образованием CO2 и влияет на введение азота в состав коричневых красящих веществ. В конечной стадии меланоидинообразования промежуточные продукты, включающие карбонильные группы, полимеризуются до ненасыщенных окрашенных полимеров. Главными реакциями при этом являются спиртовая конденсация, альдегидаминная полимеризация и образование гетероциклических (пиррола, имидазола, пиридина и пиразина), причём в составе конечных продуктов синтезируются высокомолекулярные окрашенные соединения. Образование меланоидинов тесно связано с появлением редуктонов.

Эти соединения имеют коричневую окраску различной интенсивности. Они вместе с непрореагировавшими альдегидами, обладающими определённым запахом и вкусом, обусловливают органолептические свойства пищевых продуктов, подвергшихся воздействию повышенных температур.

6. Биохимические превращения солода при сушке

Важной предпосылкой взаимодействия сахара с аминокислотами, приводящего к образованию меланоидинов, является наличие свободной карбонильной группы. Синтез меланоидинов происходит особенно легко с пентозами, и в первую очередь с ксилозой.

Из аминокислот наибольшей реакционной способностью обладают глицин и аланин, которые образуют и наиболее окрашенные продукты. Валин и лейцин дают продукты с более сильным ароматом. Последние реагируют только при отсушке тёмного солода примерно при 100°C и обусловливают его аромат. Ди - и трипептиды интенсивно реагируют с арабинозой и ксилозой.

Глицин придаёт продукту реакции весьма интенсивную окраску, запах пивного колера и слабокисловатый привкус. Аланин реагирует медленнее с образованием тёмно-коричневого продукта со слабым запахом розы. Валин реагирует медленно и наряду с коричневой окраской придаёт продукту приятный запах, напоминающий нежный аромат роз. Лейцин, реагируя с сахарами, даёт продукт с незначительной окраской, но сильным хлебным ароматом.

Аспарагин и глютаминовая кислота реагируют с сахарами медленно и в незначительной степени и придают запах, напоминающий аромат миндаля. Тирозин и бетаин в реакциях образования ароматических и красящих веществ не участвуют. Продукты, образующиеся в результате взаимодействия сахаров с аммиаком, обладают сильной окраской, однако вкус их неприятный - пригорелого хлеба и даже горький.

Растворы меланоидинов обладают кислой реакцией, что зависит от освободившейся карбоксильной группы аминокислоты. Меланоидины обладают ярко выраженными восстановительными свойствами, благодаря чему в сусле создаётся определённый окислительно-восстановительный потенциал.

Меланоидины являются лиофильными коллоидами и защищают нестойкие коллоиды, находящиеся в пиве, предотвращая их выпадение и образование в пиве мути и выделение осадков. Они являются антиоксидантами и предохраняют нестабильные белковые вещества от окисления. Благодаря своим коллоидным свойствам меланоидины в растворе дают прочные поверхностные плёнки и являются хорошими пенообразующими продуктами. Добавление их к пиву повышает его пену. Например, пиво, оцениваемое по пене величиной 33,5, после добавления меланоидинов достигло оценки 41,5. Тёмное пиво всегда имеет более стойкую (богатую) пену, чем светлое.

При сушке солода для накопления красящих и ароматических веществ большое значение имеет содержание влаги. Если солод подвёргся сильному обезвоживанию на верхней решётке, то количество продуктов распада белков в нём недостаточное дл интенсивного протекания реакции меланоидинообразования. При влажности 6-8% светлый солод не приобретает аромата и цветности, характерного для тёмного солода, который переходит с верхней решётки на нижнюю решётку с влажностью 20-25%.

7. Производство солода

Без солода приготовить пиво невозможно, и поэтому первым этапом его приготовления является производство солода. Для производства 1 л пива с содержанием в готовом сусле 11% сухих веществ требуется около 17 кг солода. Производство солода в настоящее время осуществляется почти исключительно на крупных промышленных солодовенных заводах, тогда как прежде пивоваренные предприятия обычно готовили солод в своих солодовнях. Цель солодоращения состоит в том, чтобы накопить в пшеничном зерне ферменты и обеспечить с их помощью определённые биохимические изменения веществ зерна. Для этого пшеницу или сорго проращивают и в необходимый момент прерывают этот процесс. Полученный солод выглядит почти так же, как и пшеница или сорго, из которого он получен. Пшеницу или сорго очищают, сортируют и до момента переработки складывают в большие силосы. При замачивании пшеница или сорго поглощает необходимую для прорастания воду и затем проращивается в больших ящиках. В заключение прорастание прерывают сушкой при высокой температуре. Готовый солод хранится в силосах до его продажи.

Пшеницу или сорго доставляют на солодовенный завод главным образом на основании предварительно заключённых договоров с сельскохозяйственными производителями. Чистота сорта является основой для получения пшеницы или сорго одинакового качества. Затем выполняют главную очистку (подготовку), направленную, прежде всего на то, чтобы удалить примеси, не поддающиеся солодоращению; чтобы удалить такие примеси, как семена сорняков, ухудшающие качество солода и повышающие его влажность; чтобы отсортировать пшеницу или сорго по толщине. Для этого служит установка по очистке и сортированию пшеницы или сорго. Солодовенное предприятие оснащено большим количеством транспортных устройств. Так как во всех машинах солодовни образуется пыль, необходимы также установки по её удалению.

Доставка пшеницы или сорго осуществляется рельсовым, автомобильным или водным транспортом. На приёмку с рельсового или автомобильного транспорта пшеница или сорго поступает в мешках или навалом. Если пшеница или сорго транспортируется навалом в железнодорожных вагонах, то опорожнение осуществляется механической лопатой. Если доставка осуществляется грузовым автотранспортом, то необходимо обеспечить разгрузку автомобилей в кратчайшие сроки. Боковые стенки приёмного желоба должны иметь такой уклон, чтобы пшеница или сорго стекали полностью. Крупные посторонние предметы задерживаются защитной решёткой. При разгрузке образуется пыль, которую необходимо удалять.

Современные солодовенные заводы стараются располагать вблизи водных путей, так как в этом случае можно относительно просто и дёшево транспортировать пшеницу или сорго до солодовенного завода и тем же путём отправлять готовый солод.

Заключение

Светлое пиво впервые было сварено в Баварии в 1895 году. А до этого времени варили исключительно тёмное пиво и, соответственно, производили только тёмный солод, производство которого в те времена было достаточно продолжительным - замачивание длилось от двух до четырёх суток, проращивание о восьми до одиннадцати суток, а сушка в одноярусной, а позже в двухъярусной сушилке - двое суток. Предшественниками современных солодовенных производств, вплоть до середины XX века, были токовые солодовни, функционируемые чаще всего непосредственно при пивоваренных заводах, которые вынуждены были сами заботиться о приготовлении солода для своих нужд.

Злаковые культуры и полученный из них солод имеют большую питательную ценность благодаря содержанию таких веществ, как крахмал, сахароза, пентозаны, клетчатка, белки, аминокислоты, жир, фосфорсодержащие и минеральные вещества, красящие и полифенольные вещества, ферменты (α-амилаза, β-амилаза, фитаза, цитаза и ряд окислительно-восстановительных ферментов) и биологически активные вещества. Солод, полученный из пшеницы, применяется для производства полисолодовых экстрактов, которые используются как продукты и добавки (в хлебопекарной и других отраслях промышленности) лечебно-профилактического назначения.

Список используемой литературы

1. Булгаков Н.И. Биохимия солода и пива. М.: Пищевая промышленность. 1976.
2. Калунянц К.А., Яровенко В.Л. Колчева Р.А. Химия солода и пива. М.: Агропромиздат. 1990.
3. Кунце В., Мий Г. Технология солода и пива. Санкт-Петербург: Профессия. 2003.
4. Мальцев П.М. Химико-технологический контроль производства солода. М.: Пищевая промышленность. 1976.
5. Федоренко Б.Н. Инженерия пивоваренного солода. Санкт-Петербург: Профессия. 2004.