Введение

Пиво представляет собой игристый, освежающий напиток с характерным хмелевым ароматом и приятным горьковатым вкусом, насыщенный углекислым газом (диоксидом углерода), образовавшемся в процессе брожения. Оно не только утоляет жажду, но и повышает общий тонус организма человека, способствует лучшему обмену веществ.

Пивоварение является одним из древних производств. Предполагается, что еще за 7 тыс. до н.э. в Вавилоне варили пиво из ячменного солода и пшеницы. Затем способ приготовления пива распространился среди народов населявших Кавказ и юг Европы, а позже по всей Европе.

Важнейшим началом для развития промышленного пивоварения стало изобретение паровой и холодильной машин. К концу 19 века примерно треть заводов была оснащена паровыми машинами, а затем некоторые из них стали пользоваться электричеством.

В настоящее время на многих предприятиях устанавливается современное высокопроизводительное оборудование. Особое внимание уделяется совершенствованию осветления и разлива пива.

При приготовлении пива протекает многие физико-химические, биохимические и другие процессы, обуславливающие качественное и вкусовые показатели готового продукта. Управление этими процессами и получение напитка высокого качества требует от рабочих знания технологии и оборудования, передовых приемов работы, высокой ответственности за порученное дело. Объемы производства янтарного напитка в России возросли за последние пять лет, большей частью благодаря привлечению иностранных инвестиций, модернизации оборудования, маркетинговой политике.

В условиях современной, жесткой конкуренции способность пива сохраняться достаточно долго стала обязательным условием его успешной реализации. В этом пивоварам обычно помогают качественная фильтрация и, как дополнение к ней, пастеризация. К сожалению, оба этих способа искажают исходную органолептику пива, но радикальной альтернативы им пока что нет. Необходимая степень прозрачности пива традиционно достигается за счет качественной фильтрации. Под фильтрацией, в данном случае, понимается отделение от пива взвешенных частиц, дрожжевых клеток и микроорганизмов.

Раздел 1. Обзор литературных источников

Основным сырьем для производства пива является ячмень

Характеристики ячменя. Основным сырьем для приготовления пива служит ячменный солод(проросший ячмень), получаемый из пивоваренных сортов ячменя. Ячмень относится к семейству злаковых, роду Гордеум. Бывает двухрядным и шестирядным. На рисунке 1. показаны колосья двухрядного а и шестирядного б ячменя, а также форма и расположение зерен на стержнях. Двухрядные ячмени, в основном, яровые, а шестирядные - яровые и озимые. Для производства пива используется двухрядный ячмень, а шестирядный используется на корм скоту(фураж).

У пивоваренных сортов ячменя более тонкая оболочка зерна, повышенное содержание крахмала, а содержание белка, понижено.

Рис.1- колосья двухрядного а и шестирядного б ячменя

Строение ячменного зерна. Ячменное зерно (рис.2.)состоит из зародыша 2, эндосперма (мучнистого тела) 6 и оболочек 8,9. Зародыш находится у нижнего конца зерна. Состоит из зародышевого листа-почечки 3 и зародышевого корешка 1. зародыш является главной частью зерна, ответственной за его проращивание. От эндосперма Зародыш отделен щитком 5, через клетки которого при прорастании подводятся питательные вещества. Эндосперм- мучнистая часть зерна. Состоит из крупных клеток, заполненных крахмалом и белком. Тонкие стенки клеток состоят из гемицеллюлозы. Наружная часть эндосперма представляет собой алейроновый слой 7, который состоит из трех слоев толстостенных клеток, содержащих белок и жир. По мере приближения к зародышу толщина слоя уменьшается, а возле зародыша алейроновый слой исчезает. Клетка эндосперма 4 вблизи зародыша не содержит крахмала, т.к он был израсходован при созревании и хранении зерна. В этом слое, во время прорастания, образуется большая часть ферментов. Оболочки. Зерно окружено оболочками, которые располагаются в следующем порядке: наружная - цветочные плёнки 9, под ними плодовые, затем семенные пленки 8. Если цветочные плёнки срослись с эндоспермом, такой ячмень называют плёнчатым, если не срослись, то голозерным. У голозерных ячменей пленка, при обмолоте, отделяется. В пивоварении используют пленчатые ячмени.

Оболочки защищают зерно от повреждения, пропускают внутрь воду, но задерживают соли. В большом количестве в них находится целлюлоза, не имеющая значения в пивоварении. Некоторые вещества оболочек (полифенольные, азотистые, липиды, кремниевая кислота, горькие вещества) влияют на качество пива.

Химический состав зерна. Химический состав зерна сложный. Сухое вещество представляет собой сумму органических и неорганических веществ. Органические -это в основном белки и углеводы, а также жиры, полифенолы, органические кислоты, витамины и др. Неорганические –это фосфор, сера, кремний, калий, натрий, магний, кальций, железо и хлор. Некоторая их часть связана с органическими соединениями.

Средний химический состав зерна, % от сухого веса.

Крахмал ……45 – 70

Целлюлоза…………3,5 – 7

Белок ……… 7 – 26

Жир………………….2 – 3

Пентозаны …7 – 11

Зольные элементы….2 - 3

Сахароза……1,7 – 2,0

По массе зерна компоненты распределяются неравномерно. Наибольшее количество Углеводов находится в эндосперме, а жиры, азотистые и минеральные вещества – в зародыше, сырая целлюлоза в оболочке.

Углеводы, находятся в зерне, делятся на моносахариды, дисахариды, трисахариды, полисахариды.

Моносахариды – это гексозы(глюкоза и фруктоза, у которых хим.формула одинакова С6Н12О6, но по строению молекулы разное) и пентоза( ксилоза С6Н10О5). Дисахариды в зерне основном находятся в виде сахарозы и мальтозы с общей формулой С12Н22О11; из трисахаридов – раффиноза (С18Н32О16). Все эти составляющие хорошо растворяются в воде, находятся в зародыше и эндосперме.

Полисахариды –это в основном крахмал, гемицеллюлоза, целлюлоза (клетчатка), гумми-вещества, пектины. Основную часть полисахаридов составляет крахмал. Он входит в состав эндосперма в виде крахмальных зерен, в которых содержится около 3% примесей( белки, жиры, минеральные вещества).

Крахмал – это смесь двух полисахаридов: амилозы и амилопектина. В ячменном крахмале около 20% амилозы и 80% амилопектина. Под действием кислот, амилоза и амилопектин расщепляются и образуют глюкозу:

(С6Н10О5)х +Н2О= х С6Н10О5

Для амилозы х равен 60-2000, для амилопектина – от 6000 до 40 000. В холодной воде

Крахмал не растворяется, он набухает, а при температуре 65 – 80 град, он клейстеризуется.

Целлюлоза:(С6Н10О5), входит в состав оболочки зерна, х равен 2000 –11 000. Под действием кислот целлюлоза распадается до глюкозы. В воде не растворяется. В технологическом процессе остается неизменной.

Гемицеллюлозы располагаются в оболочке зерна и стенках эндосперма. От крахмала и целлюлозы они отличаются продуктами распада, т.к кроме глюкозы под действием кислот образуют пентозы и уроновые кислоты. В воде гемицеллюлозы нерастворимы.

Такое же строение, как у гемицеллюлозы имеют гумми – вещества, но у них меньшая молекулярная масса, они растворяются в воде. Водные растворы имеют большую вязкость, что замедляет технологические процессы.

Азотистые вещества ячменя это белок, свободные аминокислоты, продукты распада белков(пептоны и др.). Молекулы белка построены из остатков аминокислот, содержащих одну или две аминогруппы ( -NH2) и одну или две карбоксильные группы(-СООН).В белках ячменя встречаются следующие аминокислоты: аланин, валин, глицин, лейцин, аспарагиновая кислота, глютаминовая кислота, лизин и др. Белки находятся в эндосперме зерна и алейроновом слое. Они подразделяются на четыре вида: растворимые в воде и в солевых растворах (альбумин-лейкозин); растворимые в солевых растворах, но нерастворимые в чистой воде(глобулин-элестин); растворимые в спирте –проламин(гордеин); растворимые в слабощелочных растворах- глютелин. Молекулярная масса белков колеблется от 26000 до 166000. Кроме простых белков в ячмене содержатся сложные белки протеоиды-соединия белков с веществами небелковой природы, такими, как фосфорная кислота, сахар , нуклеиновая кислота и др.

Жиры ячменя составляют 2-3%. Часть жиров расходуется при проращивании зерна. Жиры представляют собой сложные эфиры глицерина и жирных кислот.

Состав минеральных веществ зерен ячменя (% к массе сухих веществ):

Р2О5 SO3 SiO2 Cl K2O Na2O CaO MgO Fe2O3

35,10 1,80 25,91 1,02 20,92 2,39 2,47 8,83 1,19.

Ферменты – это биологически активные вещества белкового происхождения. Все процессы происходящие в зерне происходят под действием ферментов. Ускоряя биохимические реакции сами ферменты остаются неизменными. Так как ферменты имеют белковую природу, то при нагревании они свёртываются(денатурируют) и теряют свою активность. Комплекс ферментов ячменя представлен амилолитическими, протеолитическими и цитолитическими видами. а- амилаза и в- амилаза превращают крахмал в сахар и декстрины; протеолиты расщепляют белок, а цитолитические ферменты разрушают клетки эндосперма. При хранении зерна активность ферментов невысока, но во время проращивания она значительно усиливается.[7]

Витамины– это органические вещества, необходимые для развития зародыша. В ячменном зерне присутствуют витамины Е, В1, В2, В6, РР, С и др. Содержатся они в зародыше и в алейроновом слое.

Хранение ячменя

Свежеубранный ячмень должен дозреть, чтобы в зерне закончились все необходимые процессы, поэтому такой ячмень не применяют, а отправляют, на склады для дозревания. Этот процесс занимает примерно 2 месяца. Хранят ячмень напольным и силосным способом. При напольном способе зерно хранится на полу, при силосном зерно хранится на элеваторах, в силосах, отсюда и название. Первым способом пользуются при небольших объемах производства. При хранении регулярно контролируют температуру влажность зерна. При хранении насыпью влажность не выше 14 процентов, в силосах не выше 13 процентов. Если зерно саморазогревается, то его проветривают и перемешивают. С увеличением влажности усиливается дыхание зерна, увеличивается тепловыделение и выделение диоксида углерода. Показателем процесса дыхания является его интенсивность, характеризуемая количеством диоксида углерода, выделяемого в единицу времени, из единицы объема зерна.

Хмель в шишках

Характеристики хмеля: Хмель наряду с ячменным солодом является основным и пока незаменимым сырьём для пивоварения. Вещества хмеля придают пиву специфический вкус и аромат, увеличивают стойкость при хранении, способствуют лучшему осветлению пива и образованию пены.

Хмель – вьющееся многолетнее растение, двудомное, относящееся к семейству коноплевых. В пивоваренном производстве от хмеля используют только шишки- женские неоплодотворенные соцветия. При возделывании хмеля мужские хмелевые растения с плантаций удаляют.

Рис.2-строение хмелевой шишки.

Шишка хмеля состоит из 40-70 цветков (1), расположенных на изогнутом стерженьке (2), покрытом волосками, с цветоножкой(3). Цветки представляют собой туго собранные зеленые лепестки-чешуйки(4), у основания цветков расположены золотисто желтые зернышки лупулина(5), содержащие смолистые вещества, которые придают аромат пиву. В хмелевой шишке лупулин составляет примерно 19,81%, чешуйки- 66,85%, стержень -7,36%, цветоножка -5,98%.

Химический состав.

Состав хмелевых шишек различен и зависит от сорта, почвенно-климатических условий произрастания, послеуборочной обработки. Главными веществами хмеля, используемыми в пивоварении являются горькие и полифенольные вещества, а также эфирное масло. Средний химсостав сухих хмелевых шишек (в %) следующий:

Вода 10-14, целлюлоза 12-16, азотистые вещества 15-24, безазотистые экстрактивные вещества 25-30, зола 6-9, хмелевые смолы 10-20, полифенольные вещества 2-5, эфирные масла 0,2- 1,7.

Горькие вещества., содержащиеся в хмеле, до сих пор не найдены в других растениях, но некоторые из них получены синтетическим путем. Горькие вещества хмеля, называемые общими смолами, состоят из мягких и твердых смол. Мягкие смолы- это α –кислоты и β –фракция. К α –кислотам относятся гумулон, когумулон, адгумулон, прегумулон, постгумулон. К β-кислотам-лупулон, колупулон, адлупулон, Прелупулон, и постлупулон. α и β-мягкие смолы – это продукты окисления α и β-кислот.

Горькие вещества плохо растворяются в воде, при кипячении сусла они образуют коллоидные растворы. α- и β- кислоты подавляют действие бактерий, но не влияют на развитие дрожжей. α- кислоты имеют горький вкус, β- кислоты горечи не имеют, но окисляясь, образуют вещества с приятной горечью. Твердые смолы представляют собой продукты окисления мягких смол и состоят из γ- и δ-смол. У γ-смол нет горечи, у δ-смол горечь в 8 раз меньше, чем у α- кислот. При кипячении сусла с хмелем, горькие вещества, переходят в сусло, а затем и в пиво. Процент перехода горьких веществ в сусло( процесс охмеления) следующие: α- кислоты( изо- α- кислоты) 100, β- кислоты( гумулоны, лупулоны) 36-66, α- мягкая смола 36, β-мягкая смола 29, δ- твердая смола 12.

Если принять общее содержание веществ хмеля за 100%, то в свежеубранном хмеле содержится 30-42% α- кислот, 46-58% β –фракция и около 12% твердых смол. Антисептическое действие горьких веществ очень высоко. Для подавления развития микроорганизмов Вас.bulgaricus, встречающихся в пиве гумулона требуется в 2300раз меньше , чем фенола ( обладающего сильным бактерицидными свойствами).[3]

Полифенольные вещества лучше растворяются в воде, легче вступают в реакции, чем полифенолы солода. Полифенолы хмеля предохраняют вещества от окисления и образования комплексных соединений, обладают антибиотическими свойствами. В ходе технологического процесса осаждают белки сусла, что способствует лучшему осветлению. Из полифенолов в хмеле содержатся: кумарины, флавонол-гликозиды, катехины, лейкоантацианы, фенолкарбоновые кислоты и вещества хлорогеновой кислоты. При окислении и конденсации полифенолов образуются красно –коричневые соединения, которые вызывают помутнение сусла, так как образуют с белками нерастворимые соединения, а с солями железа- черноватые соединения. Для приготовления пива нужен хмель с содержанием полифенолов не менее 4,5%. Эти вещества содержатся в основном в лепестках шишек хмеля.

Раньше считали, что наличие в пиве полифенольных веществ хмеля нежелательно, но потом было установлено, что неблагоприятные воздействия на качество готового пива(появление осадка и грубый вкус) обусловлено дубильными веществами ячменя, а действие полифенолов благоприятно. При кипячении сусла образуются белково –дубильные комплексы, которые при его охлаждении выпадают в осадок, что способствует лучшему осветлению сусла. При большом содержании полифенольных веществ в пиве появляется неприятная горечь. Поэтому хмель с высоким содержанием полифенолов рекомендуется обработать в кипящей воде в течении 2-3 минут.

Хмелевое эфирное масло .придает хмелю присущий ему специфический аромат. Хмелевое масло –это смесь летучих маслообразных веществ с приятным запахом. Оно содержится в основном в лупулине.

Хмелевое масло состоит на ¾ из терпенов и на ¼ из кислородсодержащих компонентов . оно летучее и большая его часть теряется при кипячении сусла. Всего в настоящее время в хмелевом масле обнаружено 224 компонента. При длительном хранении компоненты эфирного масла окисляются, поэтому изменяется и аромат шишек хмеля. Хмелевое масло не имеет антисептического деиствия.[4]

Другие вещества содержащиеся в хмеле.

К ним можно отнести азотистые вещества, углеводы, липиды, кислоты, витамины, гормоны, минеральные и красящие вещества.

К азотистым веществам хмеля относятся низкомолекулярные белковые фракции: альбумозы, пептоны, полипептиды и аминокислоты. Найденный в хмеле амид аспарагиновой аминокислоты(аспарагин) является одним из источников питания пивных дрожжей. В сухом хмеле более 40% углеводов: целлюлоза, гемицеллюлоза, пентозаны, пектиновые вещества и сахара( глюкоза, фруктоза, сахароза, раффиноза, стахноза). Пектиновые вещества положительно влияют на качество пива, улучшают пенообразование и пеностоикость, создающие полноту вкуса.

Основным липидом хмеля является воск-мирицин(до1,5%), придающий блеск хмелевым шишкам и предохраняющий их от смачивания водой, высыхания и действия микроорганизмов. Жира много в семенах (до30%). В хмеле содержится щавелевая, яблочная, янтарная, лимонная, кремниевая, серная, фосфорная, и борная кислота. Из витаминов обнаружены тиамин, пиридоксин, биотин, никотиновая кислота, токоферолы. Из минеральных веществ- калий, кальций, фосфор, кремний и др.

Обработка и хранение шишкового хмеля.

Хмель собирают в период технической спелости, когда шишки закрыты и лупулин имеет светло- желтый цвет. При полной спелости шишки раскрываются и лупулин может высыпаться, что изменит состав горьких веществ и ухудшит технологические качества хмеля. Свежеубранный хмель содержит 75-80% воды, поэтому перед хранением его следует высушить при температуре не выше 50С до влажности 11-13%. Для подавления жизнедеятельности микробов одновременно с сушкой хмель окуривают серой. Высушенный хмель плотно прессуют и упаковывают в тканевые мешки диаметром 60-70см, высотой 120-130см, массой не более170 кг. Такие упаковки называют балоты. На каждый мешок наносят маркировку: завод- изготовитель, наименование продукции, номер партии, номер упаковки, год урожая, массу брутто и нетто, при влажности 13%.

В соответствии с требованиями госта к прессованному сульфитированному хмелю, предназначенному к использованию в пищевой промышленности, предъявляются следующие требования: цвет -от светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого, шишки могут быть с покрасневшими кончиками лепестков; содержание α-кислот, в пересчете на абсолютно сухое вещество -3,5%; влажность 13%. Ограничительные нормы хмеля следующие: цвет зеленый, желтовато- зеленый, желтый с коричневыми пятнами, бурый; содержание кислот- не менее 2,5%. содержание хмелевых примесей- не более5%, содержание золы- не более14%, влажность- не более13% и не менее 11%, содержание семян –не более 4%, содержание сернистого ангидрида- не более 0,5%. Не допускается применение хмеля с прелым, затхлым, серным и другими посторонними запахами, а также хмель пораженный плесенью и вредителями. Хмель принимают партиями. Партией считают любое количество хмеля одинакового качества, одного района произрастания, оформленное одним документом о качестве. Хмель хранят в продизенфицированных тёмных помещениях при температуре от 0 до 2 градусов, на деревянном полу или настиле. Балоты хранят без соприкосновения со стенами хранилищ. Проходы между рядами балотов не менее 0,5 м.

Препараты и экстракты хмеля.

Для консервирования хмеля и повышения степени использования горьких веществ шишки хмеля брикетируют или готовят экстракт хмеля.

Молотый брикетированный хмель. Хмель влажностью 10-12% из балота подвергают сушке при температуре 48оС за 28 мин. При этом влажность понижается до 6%. После этого хмель измельчают в дробилке и прессуют в брикеты под давлением 70-80 Мпа и температуре пресс-формы до 50оС. Полученные брикеты упаковывают в мешочки из полимерной плёнки вакуумным способом. Влажность готовых брикетов не более 7%.

Экстракт хмеля. Экстракты хмеля получают при обработке шишек растворителями. При этом извлекаются наиболее ценные компоненты, а изомеризации не происходит. Такие экстракты хмеля называют неизомеризованными. Экстракт хмеля готовят экстрагированием с использованием этилового спирта. При этом кроме горьких и ароматических веществ извлекается около 60% полифенолов (полностью они извлекаются водой). Вырабатываемый экстракт бывает трёх сортов: из хмеля первого сорта, 2- из хмеля второго сорта, и экстракт купаж из 2 и 3го сортов хмеля, взятых в равных количествах. В соответствии с ГОСТ на «экстракт хмелевой» экстракты перечисленных сортов содержат соответственно: 30, 28 и 27% сухих веществ; 25, 23 и 21,5% общих горьких веществ, при этом на долю α-кислот приходится от 20 до 25% от общей массы горьких веществ.

Преимущество экстрактов перед шишковым хмелем в том, что экстракты сохраняют качество гораздо дольше и занимают намного меньше места, что выгоднее при транспортировке и при складском хранении. Сокращаются потери сусла с хмелевой дробиной, повышается степень извлечения горьких веществ хмеля.

Производство солода. Получение свежепроросшего солода. Принципиальная схема солодоращения. Основным сырьем для получения пива является солод, получаемый проращиванием ячменя при определенной температуре и влажности. Этот процесс называется солодоращением, а получаемый продукт свежее проросшим солодом. Основная цель солодоращения - накопление в зерне максимального количества ферментов.

Свежепроросший солод сушат при повышенной температуре. При этом в нем накапливаются ароматические и красящие вещества. В результате сушки свежепроросшего солода увеличиваются сроки его дальнейшего хранения. От высушенного солода отделяются (отбиваются)ростки.

На рисунке выше приведена схема получения ячменного солода.

|  |
| --- |
| ЗЕРНО |

|  |
| --- |
| Хранение зерна |

|  |
| --- |
|  Вторичная очистка зерна |

|  |
| --- |
|  Сортировка зерна |

|  |
| --- |
|  Мойка и дезинфекция зерна |

|  |
| --- |
|  Замачивание зерна |

|  |
| --- |
|  Проращивание зерна |

|  |
| --- |
|  Сушка свежепроросшего солода |

|  |
| --- |
|  Отделение ростков от солода |

|  |
| --- |
|  Выдерживание сухого солода |

|  |
| --- |
|  На производство |

|  |
| --- |
|  1сорт  |

|  |
| --- |
|  2сорт  |

Рис.3- схема получения ячменного солода

Очистка и сортирование ячменя.

Технологическая схема очистки и сортирования ячменя.

Пивоваренный завод должен иметь запас ячменя, обеспечивающий его бесперебойную работу. Ячмень, поступающий на завод, содержит различные примеси и в таком виде непригоден для дальнейшего использования. Поэтому при приёмке его подвергают очистке. После этого зерно поступает на хранение, где находится до начала переработки. Перед замачиванием зерно подвергают вторичной, более тщательной, очистке. При этом из зерновой массы удаляются оставшиеся посторонние примеси и битое зерно. После вторичной очистки зерно разделяют по размеру на 1, 2 и 3 сорта. Это необходимо для более равномерного проращивания зерна.

Очистка зерна на воздушно- ситовом сепараторе.

Для отделения лёгких примесей( пыли, половы, частиц стеблей и пр.) сквозь поток зерна продувают струю воздуха. Легкие примеси захватываются этой струей и уносятся из зерновой массы. Для этого процесса предназначен воздушно –ситовой сепаратор. Сепаратор состоит из набора сит, вентилятора и корпуса. Зерно, продвигаясь по внутриситовому пространству, попадает под действие наружной воздушной струи, создаваемой вентилятором. В результате этого из зерна уносятся примеси, а само зерно задерживается ситами.

|  |
| --- |
| Схемаустройствацилиндрическоготриера. |

Рис 4.-Очистка зерна на триере.

Для отделения примесей, отличающихся от целых зерен своей длиной, используют триеры. Рабочим органом в триере является цилиндр с ячейками, выбирающими короткие частицы. Цилиндр триера вращается, короткие зерна и примеси попадают в ячейки, и поднимаясь выше, чем целое зерно, отделяются от целых зёрен. Поднимаясь далее, примеси выпадают в лоток. Для выделения половинчатых зерен и шаровидных примесей диаметр ячеек триера предусмотрен 6,25 –6,5 мм, а для отделения от овса и овсюга 9,5 – 10 мм.

Разделение зерна по сортам.

Для деления зерна на три сорта используют сита с продолговатыми отверстиями шириной 2,2 и 2,5 мм. Проходом через сито 2,2 мм. идут щуплые зерна(3 сорт); сквозь второе сито проходит 2сорт; наиболее крупные зерна 1го сорта идут сходом с этих сит. При делении на четыре сорта ширина отверстий сит будет : 2,2 мм, 2,5 и 2,8 мм.

На заводах для сортировки зёрен по сортам используются сортировочные машины.

Отделение металлических примесей

Во время уборки урожая, а также проходя по технологическому оборудованию предварительной очистки и сортировки, в зерно могут попасть металлические примеси. Для их отделения используется магнитный способ очистки зерна. Аппарат для очистки зерна от металла представляет собой электромагнитный барабан, вращающийся на своей оси. При прохождении зерна по поверхности барабана металлические примеси притягиваются магнитным полем к поверхности барабана, а чистое зерно направляется дальше. По мнению аналитиков АПН украинский рынок пива заполнен лишь на 70%, что позволяет развивать и укреплять позиции на рынке. На среднестатистического жителя Украины в 2004 году приходится 38 л пива в год, что в полтора раза меньше, чем в России и в три раза меньше чем в Европе. Учитывая позитивную динамику в потреблении пива, по прогнозам экспертов АПН к 2010 году этот показатель может достигнуть российского уровня. Конкурентная борьба на украинском пивном рынке ужесточается с каждым годом. Лидеры отраслинаращивают обороты производства пенного напитка, вытесняя слабых конкурентов. Конкуренция со стороны таких мощных производителей, как «Сан Интербрю Украина» и ВВН создает стимул для работы отечественных пивоваров в новых сегментах рынка.

Чтобы укрепить свои позиции на рынке, в настоящее время пивоварам приходится проводить более агрессивную маркетинговую политику. Во-первых, за счет выведения на рынок оригинальных, не свойственных для рынка, сортов пива – например, нефильтрованного, ледяного, безалкогольного, фруктового пива. Во-вторых, за счет развития отдельных сегментов – пива в банках, как это сделали с Taller Ice на "Десне". Рынок завоевывают и благодаря активной экспансии в регионы. Если еще год-два назад можно было говорить о превалировании в том или ином регионе пива того или иного производителя, то в настоящее время крупные компании представляют свою продукцию почти во всех областях Украины, продолжая отвоевывать рынок у мелких пивзаводов местного значения.

По мнению аналитиков АПН возможно повышение продаж пива в следующем 2006 году до отметки 240 - 250 млн. дал, соответственно и его потребления на душу населения. Предпосылками для этого является увеличение производственных мощностей основными лидерами отрасли, расширение ассортиментного ряда продукции. Однако возможен и другой вариант развития отрасли – перенасыщение. Что касается развития структуры рынка, то эксперты склонны предполагать возможность вытеснения с него средних компаний. В этом прибыльном бизнесе в перспективе останутся, по мнению экспертов несколько крупных игроков. Однако это не исключает существования параллельно с ними небольших заводов, практически не влияющих на структуру рынка, но вносящих разнообразие в региональный пивной ассортимент.

Принимая во внимание изменения, произошедшие в российском законодательстве, в частности законе «О рекламе», и ужесточение мер связанных с потреблением ячменного напитка, такая практика может со временем коснуться и украинских производителей пива.

В настоящее время среди проблем отечественных пивоваров можно выделить проблему утилизации отходов, высокую пошлину на импортный солод, в размере 30%, а также пошлину на импортный хмель – 50%. Ставка акциза на пиво в России составляет 0,27 грн. за литр.

Основными составляющими при производстве пенного напитка, являются хмель и солод. В России остро ощущается нехватка хмеля. Из необходимых 3,4 тыс. тонн производится 0,7 тыс. тонн, что вынуждает предприятия экспортировать хмель из Германии, Чехии, Словакии. На Украине хмель выращивают в восьми областях: Житомирской, Киевской, Волынской, Ровенской, Черниговской, Львовской, Винницкой, Хмельницкой. Одной из проблем хмелеводства, как отмечают аналитики АПН является отсутствие технологической базы. Производство таких видов пивоваренного сырья, как хмелевой экстракт и гранулы в Украине не освоено. ОАО «Укрхмель» построило в Житомире единственный в стране гранулятор. И это при том, что крупные пивзаводы практически не используют шишки хмеля, а употребляют хмелевые гранулы или экстракт. По своему составу и свойствам хмель не имеет аналогов. В сухом виде он состоит из 18,5% горьких веществ, 0,5% хмелевого масла, 3,5% дубильных веществ, 20% белка и 8% минеральных веществ. Остальные 48,7% составляют целлюлоза и другие вещества. По итогам 2005 наибольший удельный вес в импорте экстракта хмеля у компании “AG John Barth & Sohn” – 56.34%. В импорте хмеля (в т.ч.шишек хмеля) пальму первенства также занимает компания “AG John Barth & Sohn”, с долей в 59,36%. Напомним, что сейчас ввозная пошлина на хмель составляет 50%, но не менее 2,5 евро за кг. Потребность украинской пивоваренной отрасли в солоде оценивается на уровне 350 - 400 тыс. тонн в год. Крупными производителями солода в России являются Славутский солодовый завод, принадлежащий компании Soufflet Group, компания Malteurop, ЗАО "Оболонь", пивоваренная группа "Сармат". В январе-декабре 2005 производство солода увеличилось на 27,8%, или на 74,926 т. тонны, до 344 72 тонн по сравнению с 2004. В сентябре текущего года в Украине отмечалось значительное сокращение производства солода - до 9,6 тыс. тонн. Так, по сравнению с предыдущим месяцем объемы производства уменьшились на 6 тыс. тонн, или 39%, а по сравнению с сентябрем 2003 года - на 2,4 тыс. тонн, или 20%. В целом, за 3 месяца (производство солода, по данным оперативной статистики, составило 43 тыс. тонн против 37,3 тыс. тонн за соответствующий период прошлого сезона.

В России экспорт пива превышает импорт. Экспортируется, в основном продукция отечественных пивоварных заводов на территорию Украины. Хотя доля украинского пива на российском рынке составляет около 2%, в ближайшей перспективе планируется расширение объема поставок. Снижение объемов импорта вызвано высокой ввозной пошлиной в размере ЕURO 0,5 за литр. На полках наших магазинов можно встретить продукцию российских, бельгийских, немецких, чешских пивоваров. По итогам 12 месяцев 2005 года из России было вывезено 26 095,2 тыс. дал пива. В четверке лидеров главенствующую позицию в рейтинге экспортеров пива занимает компания «Оболонь», с долей более 80% от общего объема экспорта в натуральном выражении. Увеличение экспортного потенциала пивоваренной промышленности, как утверждают аналитики АПН,свидетельствует о росте конкурентоспособности отечественного пива на внешнем рынке, а также правильном выборе ценовой политики.

В свою очередь, необходимо отметить, что северному соседу принадлежит львиная доля в импорте, а самым крупным импортером является "Балтика". Данная компания занимает 68% в общем импорте пива в Украину. На сегодняшний день в страну начали активно импортироваться следующие российские марки пива "Балтика", "Эфес Пилснер", "ПИТ", "Старый мельник", "Золотая бочка", Бочкарев". Из глобальных пивных брендов заметные объемы в Украину ввозят Corona Extra, Warsteiner и Пауланэр.

Ассортимент пива разделяют в зависимости от рецептуры и технологии изготовления на два типа: светлые и темные. Светлые виды пива имеют янтарный цвет и хмельной вкус, темные - коричневый цвет и солодовый вкус. Отдельные виды пива отличаются за органолептическими показателями, массовой частицей сухих веществ в начальном сусле и спирте. В светлых видах пива эти показатели должны составлять соответственно: Донецкое - 12 и 3; Львовское - 12 и 3,3; Киевское светлое - 14 и 4; Двойное золотое - 15 и 4,2; Столичное - 19 и 7%. Для темных видов пива они установлены в таких размерах: Бархатное - 12 и 2,5; Украинское - 13 и 3,2Закарпатское - 16 и 4; Портер - 20 и 5%.

Пиво в зависимости от массовой доли сухих веществ в начальном сусле подразделяют на группы: 8 % светлое; 9 % светлое; 10 % светлое, полутемное; 10,5 % светлое, полутемное; 11 % светлое, полутемное, темное; 11,5% светлое, полутемное, темное; 12 % светлое, полутемное, темное; 12,5 % светлое, полутемное, темное; 13 % светлое, полутемное, темное; 13,5 % светлое, полутемное, темное; 14 % светлое, полутемное, темное; 14,5 % светлое, полутемное, темное; 15 % светлое, полутемное, темное; 15,5 % светлое, полутемное, темное; 16 % светлое, полутемное, темное; 16,5 % светлое, полутемное, темное; 17 % светлое, полутемное, темное; 17,5 % светлое, полутемное, темное; 18 % светлое, полутемное, темное; 18,5 % светлое, полутемное, темное; 19 % светлое, полутемное, темное; 19,5 % светлое, полутемное, темное; 20 % светлое, полутемное, темное.

Отдельные виды пива отличаются за вкусом и ароматом. Так, для пива Донецкого характерный мягкий, хмельной вкус, для Киевского светлого - выраженный хмельной вкус со слабым виновным привкусом, для Украинского - немного сладковатый вкус и ясновиражений солодовый аромат.

В последние годы ассортименты светлых видов пиво значительно расширился и почти каждый пивзавод разрабатывает свой вид, хотя известные и традиционные: Оболонь, Золотой колос, Славянское, Галичское, Подольское, Переяславське, Янтарное и др. Разработано национальные массовые виды пива; Украинское светлое и Украинское специальное вместо жигулевского специального, а также высококачественные виды - Украинское оригинальное и Украинское золотистое, которые изготовляют по технологии стойкого пива со сроком сохраняемости не меньше 3 месяцев.

Пиво по способу обработки подразделяют на фильтрованное и нефильтрованное, фильтрованное пиво — на пастеризованное и непастеризованное, нефильтрованное — на осветленное и неосветленное.

Рынок пива России представлен обширным ассортиментом, основной часть которого является пять основных марок: светлое, темное, красное, белое и крепкое. Около 90% отечественного пивного рынка занимают светлые сорта, на которые приходится основной объем продаж, а остальные 10% разделяют между собой другие сорта, преимущественно темные. Сейчас «в моде» нефильтрованые сорта пива.

По органолептическим показателям пиво должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 1 приложения.

По физико-химическим показателям пиво должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 2 приложения.

По микробиологическими показателям пиво должно соответствовать нормам, указанным в таблице 3 приложения.

Массовая концентрация дрожжевых клеток в нефильтрованном неосветленном пиве — не более 2 млн.кл./см3, в осветленном — не более 0,5 млн.кл./см3.

Раздел 2. Технологическая схема производства пива

Технологическая линия по производству пива приведена на листе графической части №1.

Процесс производства пива состоит из следующих операций: приёма и хранения солода, приготовления пивного сусла, приготовления дрожжей чистой культуры, сбраживания пивного сусла, осветления и розлива пива в бутылки, бочки, автотермоцистерны.

Свежеприготовленный сухой солод, очищенный от ростков, подают в приемный бункер(поз .1). Из него, через весы(поз.2), солод направляется в силосы(поз.3), где выдерживается не менее 4 недель. При этом его влажность повышается с 3-4% до 5-6%. Отлежавшийся солод из силосов направляется на дальнейшую переработку. Для транспортировки солода используются вакуумные и пневматические системы транспортировки. Далее солод поступает в полировочную машину, где очищается от пыли и других примесей, и проходя через магнитный сепаратор(поз.4 )направляется на весы. Для ускорения процесса экстрагирования солод после взвешивания измельчается в вальцовой дробилке (поз.5)и собирается бункере. Дробленый солод смешивают с горячей водой температурой 54°С в заторном котле «А»(поз6). после тщательного перемешивания (затирания) часть затора(смесь солода с водой) направляется в котел «Б». Здесь эта часть затора нагревается до температуры 68-70С. при этом происходит осахаривание- процесс гидролиза крахмала ферментами с образованием растворимых, не окрашиваемых йодом, сахаров и декстринов. Большая часть нерастворимых веществ превращается в растворимые. Затем затор доводят до кипения (для разваривания крупки). Эта стадия называется первой отваркой. После разваривания солодовой крупки содержимое котла Б возвращается в котел А, где смешивается с накипяченной частью затора. Температура в котле, в результате смешивания, поднимается до 70С, что необходимо для осахаривания некипяченой части затора. По окончании осахаривания часть затора снова перекачивают в котел Б (вторая варка) для кипячения и разваривания оставшейся крупки. Вторая отварка снова возвращается в котел А, где температура повышается до 75-78С. После этого вся масса из котла А перекачивается в фильтрационный аппарат, где происходит отделение сусла от дробины (гущи). В фильтрационном аппарате затор разделяется на мутное сусло, светлое сусло (первое сусло) и солодовую дробину. Мутное сусло возвращается обратно в фильтрационный аппарат, солодовая дробина после промывки идет на продажу на корм скоту, а светлое сусло в сусловарочный котел «В». Промывочная вода возвращается в котел «А» для приготовления следующего затора.

В сусловарочном котле «В» светлое (первое) сусло кипятят с хмелем. При кипячении в сусло переходят горькие и ароматические вещества хмеля, происходит частичная денатурация белков и стерилизация сусла. Далее горячее сусло проходит через хмелеотделитель, где задерживаются лепестки хмеля, а сусло поступает в сборник горячего сусла.

Такой способ приготовления горячего сусла получил наиболее широкое распространение. Из сборника горячее сусло поступает в центробежный сепаратор, где очищается от белковых взвесей. Из центробежного сепаратора сусло направляется в теплообменник, где охлаждается до 5-6С, затем сусло перекачивается в бродильные танки. Осветленное и охлажденное сусло со стандартной концентрацией экстрактивных веществ называется «начальным суслом». Для обеспечения чистоты брожения семенные дрожжи периодически заменяют дрожжами чистой культуры, получаемыми в лаборатории в стерильных условиях. Для размножения дрожжей чистой культуры используют небольшое количество стерильного сусла, в которое вводится дрожжевая культура. После того как это сусло забродит, его сливают в бродильный танк, к основной массе сусла.

Охлажденное ( начальное) сусло сливается в бродильные танки, сюда же добавляются дрожжи. По окончании главного брожения, через 6-8 сут. молодое пиво из бродильных танков перекачивается в танки для дображивания. Дрожжи, оставшиеся на дне бродильных танков откачиваются вакуум насосом и направляются либо на повторное использование, либо на продажу. Дображивание молодого пива происходит в танках для дображивания в течение 21-90 сут., в зависимости от типа производимого пива. По окончании дображивания пиво под давлением диоксида углерода поступает в смесители, а затем насосом нагнетается в сепараторы- осветлители. Здесь пиво освобождается от взвешенных дрожжей, мелких частиц и пр. Отфильтрованное пиво, осветленное пиво охлаждается в пластинчатом теплообменнике, затем в карбонизаторе насыщается диоксидом углерода и сливается в сборники, а затем и в отделение розлива. В зависимости от того, как пиво будет транспортироваться на продажу, цех розлива может быть оснащен различным оборудованием( для розлива в бутылки, бочки, автотермоцистерны).

Приготовление пивного сусла.

Очистка солода от примесей и дробление солода.

Отлежавшийся солод содержит остатки ростков пыль, волокна, металлическую пыль и другие примеси. Для их отделения используют полировочную машину и магнитный сепаратор. Полировочная машина состоит из наклонных плоских сит 4, щеточного барабана 2, и центробежного вентилятора 6. Очищаемый солод непрерывным потоком подается на колеблющиеся сита; сходом с верхнего сита идут крупные примеси, сходом с нижнего-солод; проходом сквозь нижнее сито удаляются мелкие примеси. Пыль из ситовой коробки отсасывается вентилятором через трубу 5.

Очищенный на ситах солод поступает на вращающийся щеточный барабан 2 и многократно отбрасывается на волнистую деку 3. Под действием трения поверхность зерен очищается- солод полируется. Рабочую щель между декой и щеточным барабаном регулируют установочным винтом 1., перемещающим деку в горизонтальном направлении.

При выходе из машины солод проветривается струей воздуха из вентилятора 6. Расширительный конус 7 предназначен для улавливания солода, захваченного воздухом.

Масса отходов от полирования солода составляет 0,1-1,0%. Работу машины контролируют по составу отходов. Если повреждены сита или велика скорость потока воздуха от вентилятора , то в отходах появляются целые зерна. Для удаления металлических примесей полированный солод проходит очистку на магнитном сепараторе.

Дробление зерна.

Чтобы полнее экстрагировать из солода экстрактивные вещества, его измельчают. Зерно ячменного солода покрыто оболочкой(шелухой), ухудшающей вкус пива, но являющуюся хорошим фильтрующим материалом при фильтровании затора. Поэтому при дроблении солод не размалывают, а раздавливают, сохраняя оболочку зерна в боее или менее целом виде, а из эндосперма стараются получить максимальное количество мелкой однородной крупки. Высокое содержание муки и измельченной шелухи затрудняют фильтрование сусла.

Оптимальный помол солода должен обеспечить максимальную возможность выхода экстракта и достаточно высокую скорость фильтрования сусла. Состав помола зависит от качества солода и способа его затирания. При переработке солода хорошего качества рекомендуется следующий состав дробленого солода: шелухи 15-18%, кукурузной крупки 18-22%, мелкой крупки 30-35%, муки 25-35%.

На пивоваренных заводах солод измельчают на четырех- и шестивальцовых дробилках., работающих с одинаковой частотой вращения вальцов. В этих дробилках происходит только раздавливание зерен солода.

Основными рабочими органами четырехвальцовой дробилки являются две пары вальцов 1и 2 и плоские сита 3. Солод раздробленный на верхней паре вальцов, поступает на сита, с помощью которых можно по–разному направить продукты помола: При переработке хорошо растворенного солода на вторую пару вальцов 1 подается шелуха, а крупка и мука выходят из дробилки, минуя их; пре переработке ивердого стекловидного солода на повторный помол идет крупка.

Шестивальцовая дробилка обеспечивает лучшее измельчение солода. Последовательное дробление солода на трех парах вальцов дает удовлетворительный выход экстракта даже при обработке плохо растворенного и стекловидного солода. В шестивальцовой дробилке на верхней паре вальцов 8 солод подвергается предварительному дроблению и затем падает на колеблющиеся сита 6. Дробленый солод ситами 9 и 10 разделяется на три фракции: мука проходит через оба сита и по плоскостям 7и5 направляется в бункер; крупка задерживается ситом 10 и затем попадает на вторые сита 12; сходом с верхнего сита 9 идет шелуха, в которой еще остаются частицы мучнистого тела. Шелуха, размолотая ещё раз второй парой вальцов 11, падает на сита 12, где снова разделяется на три фракции: чистая шелуха по ситу 4 сходит в бункер; крупная крупка проходит сквозь сито 4, соединяется с крупкой, полученной на первой вальцовке, и направляется на третью пару вальцов 2, снабженных разделительной перегородкой 3. Мелкая крупка проходит сквозь сито 13 и по плоскости 14 направляется в бункер. Пробы солода отбираются выдвижным лотком, установленным в желобе 1.

Вальцы верхней и средней пар имеют гладкую поверхность и вращаются с одинаковои скоростью, благодаря чему солод раздавливается , а не растирается. Нижняя пара вальцов рифленая и предназначена для раскалывания крупки. Необходимое соотношение фракций помола достигается регулировкой зазора между вальцами. Примерные зазоры: первая пара- 1,2-1,4 мм, вторая пара -0,6-0,8 мм, третья пара –0,3-0,5 мм.

Производительность дробилки превышает производительность заторного агрегата, поэтому между ними устанавливается накопительный бункер для дробленого солода.

Вместимость бункера принимают из расчета 3 куб.м на одну тонну солода.

Применяется также способ дробления увлажненного солода. При этом способе солод перед помолом увлажняют водой 35-50С в течении 20 мин. При этом влажность солода достигает 28-32 %. Благодаря увлажнению шелуха легче отделяется от мучнистого тела зерна.

Дробление несоложеного зернового сырья.

Качество размола несоложеного зернового сырья ( ячмень, рис и пр.), как и сухого солода, оказывает влияние на скорость физико- химических процессов при затирании. натуральное зерно по сравнению с солодовым имеет более плотную структуру, но при его размалывании стараются получит более крупную шелуху.

Дробление предварительно очищенного от примесей ячменя проводят на мельничном двухвальцовом станке с рифлеными вальцами, которые вращаются навстречу друг другу с разной скоростью.

Состав помола зависит от зазора между вальцами и скоростью подачи зерна

Рекомендуется следующий состав помола несоложеного зернового сырья : шелухи- 12-22%, крупной крупки -20-40%, мелкой крупки- 25-50%, муки-12-20%.

На некоторых заводах используют шлифованный дробленый рис . Примерный состав его помола: шелухи- 0-2%, крупной крупки-30-35%, мелкой крупки- 40-45%, муки- 20-25%.

Приготовление пивного сусла.

Затирание и осахаривание затора

Цель и схема приготовления затора

Затирание –процесс смешивания дробленого соложенного и несоложенного зернового сырья с водой, нагревание и выдержку полученной смеси при определенном температурном режиме. Смесь дробленых зернопродуктов с водой, подвергаемых затиранию, называют затором, массу зернопродуктов, загружаемых в котел,- засыпью, количество воды, расходуемой на приготовление затора,- наливом.

Цель затирания состоит в экстрагировании растворимых веществ солода и несоложеного зерна и превращении под действием ферментов большей части нерастворимых веществ в растворимые. Вещества, перешедшие в раствор при затирании, называются экстрактом.

Основными аппаратами для приготовления пивного сусла являются заторные котлы, фильтрационный аппарат и сусловарочный котел, которые соединены между собой трубопроводами в единую систему, называемую варочным агрегатом. В схеме агрегата имеются насосы для перекачивания заторной массы, мутного сусла, а также хмелеотделитель, приборы для контроля и управления процессами приготовления сусла.

В зависимости от числа основных аппаратов различают варочные агрегаты с двумя, четырьмя и шестью аппаратами.

Четырехаппаратный котел состоит из двух заторных котлов А и Б, фильтрационного аппарата, сусловарочного котла, водонагревателя и хмелеотделителя. В одном из заторных котлов производят затирание солода, несоложеного сырья и осахаривание, в другом- нагревание и кипячение заторной массы. Оба заторных котла совершенно одинаковы, что позволяет маневрировать их работой.

Заторные котлы четырехаппаратного агрегата находятся в работе не более 50% времени, поэтому для двух рядом установленных агрегатов число заторных котлов можно сократить вдвое. В результате получится один шестиаппаратный агрегат с удвоенной производительностью. Смешивание дробленого солода и несоложеного сырья с водой, производят в заторном котле, который представляет собой цилиндрический сосуд с двойным сферическим днищем, образующим рубашку, предназначенную для нагревания и кипячения заторной массы. В рубашку подается пар, а конденсат и остатки пара отводятся по трубам . Крышка котла также куполообразная и снабжена вытяжной трубой, в которой установлена регулирующая тягу заслонка. В котле установлена лопастная мешалка с приводом от электродвигателя. В верней крышке котла установлена труба для подачи солода, а в нижней- труба для перекачки заторной массы и перекрывающий вентиль. Для направления перекачиваемой заторной массы в соседний заторный котел или в фильтрационный аппарат служит распределительный кран. Для уменьшения теплопотерь боковые стенки котла покрыты изоляционным слоем.

Способы затирания затора

В пивоварении применяют два способа затирания: настойный и отварочный.

Настойный способ затирания наиболее прост и заключается в том, что дробленый солод смешивают с водой при температуре 37-40С и перемешивании в течении 20-30 мин., затем поднимают температуру до 50-52С, делая паузу для протеолиза белковых веществ. Во время выдержки мешалка не работает. Затем температуру поднимают до 62-64С, со скоростью 1С в 1мин., и при этой температуре затор выдерживают10-30 мин.( в зависимости от помола солода). Эта пауза называется мальтозной. Далее температуру затора поднимают до 70-72С и окончательно осахаривают. Конец процесса определяют по йодной пробе. Осахаренный затор нагревают до 75С и перкачивают в фильтрационный аппарат на фильтрование.

Выход экстракта при этом способе меньше, чем при отварочном, но в заторе лучше сохраняются ферменты, в сусле большее содержание аминокислот и мальтозы. Сусло, приготовленное поэтому способу, содержит мало декстринов, поэтому сильнее сбраживается.

Отварочный способ затирания различают в зависимости от числа отварок.

Одноотварочный способ затирания. Затирание по этому способу осуществляется следующим образом. В заторный котел набирают ½ всей воды, расходуемой на один затор, нагревают его до такой температуры, чтобы после подачи дробленного солода и несоложеного сырья температура затора была 50-52С, включают мешалку и спскают в котел из бункера по подводящей трубе дробленный солод, одновременно подавая остальное количество воды. Температура заторной массы после размешивания устанавливается 50-52С, что соответствует оптимуму для протеолитических ферментов. При этой температуре затор выдерживают 30мин.( белковая пауза). Затем при включенной мешалке1/3 затора( густая масса) спускают в отварочный котел. В отварочном котле заторную часть при перемешивании нагревают до 62-63С и выдерживают 20мин.(мальтозная пауза), далее повышают температуру до 70-72С и выдерживают 15 мин. для осахаривания крахмала. Во время выдержки затора при постоянной температуре мешалка не работает. После осахаривания затор нагревают до кипения и кипятят 20 мин. с включенной мешалкой. При кипячении происходит клейстеризация крахмала, дальнейшее превращение промежуточных продуктов гидролиза крахмала, коагуляция и осаждение части белков, инактивирование ферментов, уничтожение микроорганизмов, образование меланоидинов.

Кипяченую часть затора перекачивают в основной затор при работающих мешалках в обоих заторных котлах. В результате смешивания отварки и основного затора температура всего затора поднимается до 71-73С. При этой температуре затор выдерживают в покое до полного осахаривания., которое определяют йодом. Затем при перемешивании затор нагревают до 77С и перекачивают в аппарат для фильтрования. Для сохранения ферментов отварку в основной затор перекачивают медленно.

Одноотварочный способ применяют только при переработке хорошо растворенного солода с высокой обсахаривающей способностью. Для солода с повышенной продолжительностью осахаривания возврат отварки из отварочного котла осуществляют двумя частями: сначала перекачивают первую часть, повышают температуру основного затора до 63С и проводят мальтозную паузу в течении 20-30 мин, затем перекачивают вторую часть и поднимают температуру до 71-73С. Далее процесс проводят, как описано выше.

Двухотварочный способ затирания. Этот способ наиболее распространен, так как дает возможность перерабатывать солод различного качества. В зависимости от этого температурный режим может изменяться.

В заторный котел набирают 1/2- 1/3 воды, необходимой для затора, включают мешалку, засыпают дроблёный солод и вводят остальное количество воды. Температура затора поднимается до 50-52С. При этой температуре затор выдерживают 15-30 мин. Далее в отварочный котел забирают около 1/3 затора и, перемешивая, подогревают его до 63С. Останавливают мешалку и прекращают нагревание. Продолжительность мальтозной паузы 15-30 мин. Затем отварку подогревают до 70-72С., при перемешивании, перекрывают подачу пара, останавливают мешалку и выдерживают 20-30 мин для осахаривания. Массу отварки быстро нагревают до кипения и кипятят 15-30 мин. Эта часть затора называется первой отваркой. При работающих в заторном и варочном котлах мешалках первую отварку медленно перекачивают в основной затор.

После смешивания основного затора с первой отваркой температура заторной массы устанавливается 63-65С и при этой температуре выдерживают паузу в течении 10-15 мин. Затем 1/3 густой заторной массы перекачивают в отварочный котел, нагревают до 70-72С, выдерживают 20 мин, быстро нагревают до кипения и кипятят 5-20 мин в зависимости от качества солода и сорта пива. Продолжительность кипячения отварки увеличивается при переработке плохо растворенного солода и приготовлении темных сортов пива. После кипячения эту часть затора, называемую второй отваркой, медленно, при неполном заполнении трубы соединяющей котлы, возвращают к основному затору. После этого температура всего затора повышается до 75-77С и затор оставляют в покое до полного осахаривания, определяемое пробой на йод. После чего затор перекачивают на фильтрование.

Трехотварочный способ затирания. Данный способ применяют в основном для приготовления темных сортов пива и при переработке плохо растворенного солода с целью повысить выход экстракта.

Смешивание дробленого солода и воды осуществляют так же, как и в начале затирания, с одной или двумя отварками. Температуру воды определяют с таким расчетом, чтобы температура затора была 36-45С. После тщательного перемешивания 1/3 затора(густая часть) отбирают в отварочный котел ( первая отварка). Первую отварку нагревают до кипячения с паузами: 50С(5-10мин), 63С( 20-30 мин), 70С(15-20мин). Продолжительность отварки для светлых сортов пива составляет 25-30 мин, для темных- 40-50мин. Более длительное кипячение способствует улучшению осахаривания затора, усилению интенсивности его цвета.

После кипячения отварку медленно перекачивают в заторный котел, при этом температура общего затора повышается до 50-54С. Через 15 мин из заторного котла снова забирают 1/3 густой массы на вторую отварку. Вторую отварку ведут по- другому. Вначале отварку медленно нагревают до 70С, а затем быстро до кипения и кипятят 15 мин. Возвратом второй отварки в заторный котел поднимают температуру общего затора до 63-68С. Для солода с повышенной продолжительностью осахаривания затор выдерживают при температуре 63-68С в течении 20 мин. за это время затор полностью осахариваеися, и достигается необходимое соотношение между белками и крахмалами и продуктами их гидролиза.

Цель третьей отварки состоит в повышении температуры всего затора и инактивации ферментов. Поэтому на третью отварку необходимо отбирать жидкую часть затора, где концентрация ферментов более высокая. Для этого выключают мешалку, дают затору отстояться ( осесть пивной дробине) и затем 1/3 затора( жидкая часть) спускают в отварочный котел, где отварку быстро нагревают до кипения и кипятят 10-20 мин. далее отварку возвращают в заторный котел. После перемешивания температура всего затора устанавливается 75-78С. После полного осахаривания затор перекачивается на фильтрование.

Анализируя способы отварки, можно отметить следующее: одноотварочный способ не дает нужной экстрактивности, а трехотварочный- более трудоемок и продолжительнее по времени. Поэтому наиболее широкое применение получил двухотварочный способ. Сусло полученное по двух- и трехотварочному способу лучше осветляется перед сбраживанием. Карамельный солод подают в заторный котел одновременно с основным солодом, а жженый солод вводят в затор во время возврата последней отварки в заторный котел.

Одноотварочный способ затирания с кипячением всей густой части затора. Преимущества этого способа перед другими в том, что вся густая масса затора подвергается кипячению, в то время когда жидкая часть, богатая ферментами, кипячению не подвергается. Способ исключает повторное кипячение, которое ведет к разрушению крупных частиц шелухи, дает возможность перерабатывать солод с пониженной осахаривающей способностью. При сокращении расхода энергии и продолжительности затирания повышается выход экстрактивных веществ. Начало процесса отварки такое же как и у предыдущих способов. Затор температурой 62-63С оставляют в покое на 30 мин. После отстаивания верхнюю жидкую часть перекачивают в другой котел, а оставшуюся густую часть медленно подогревают для осахаривания, затем доводят до кипячения и кипятят 30-40мин. Затем добавляют холодную воду, до температуры 80-85С, и соединяют жидкую и густую часть в одном котле. При этом температура снижается до 70-72С. Окончание затирания такое же, как при двухотварочном способе.

Затирание солода с подкислением затора. Оптимальное значение рН для работы ферментов находится в пределах 5,4-5,5. Но когда для затирания используют жесткую воду, рН может повышаться до 6,3 и более. Для снижения жесткости воду умягчают при помощи ионообменных смол или подкисляют затор разбавленной молочной кислотой и гипсом. Для этого включают мешалку заторного котла и при перемешивании тонкой струей вливают 20% раствор молочной кислоты, которая снижает рН затора. Молочную кислоту добавляют в самом начале затирания.

Для способа подкисления гипсом пригодна вода с большим содержанием карбонатов и низким содержанием сульфатов( не более150 мг/л). Рассчитанное количество гипса засыпают в котел в самом начале процесса. Гипс, вступая в реакцию с карбонатами, образует нерастворимые соли, которые выпадают в осадок. При этом рН затора понижается.

Переработка несоложеного зерна и применение ферментных препаратов.

Обоснование применения несоложеного зерна при затирании.

При затирании несоложеное зерновое сырьё применяется в тех случаях, когда это предусмотрено по рецептуре, для придания определенным сортам пива (Московское, Ленинградское, Ячменный колос и др.) характерного вкуса или для экономии дорогостоящего, дефицитного ячменного солода и снижения себестоимости пива.

Например, рисовую муку или сечку используют пери приготовлении сортов пива Московского и Ленинградского в количестве соответственно 20% и 10% к массе зернового сырья; ячменную муку- для приготовления пива Ячменный колос (15%) и наиболее массового сорта пива – Жигулевского ( до30%).

В качестве заменителей солода в Жигулевском пиве используют ячмень, рис, кукурузную крупу, кукурузный крахмал, глюкозный и ячменный сиропы, крахмальную патоку, тростниковый сахар- сырец. В отечественном пивоварении основным несоложеным зерновым сырьем является ячмень, так как по своему составу он близок к ячменному светлому солоду, содержит β-амилазу и протеазу. При замене части солода ячменем экономится зерно в натуре, так как при солодоращении потери сухих веществ в сплаве, на дыхание, образование ростков довольно значительные( 10-11% к массе зерна). Поэтому использование несоложеного зерна вместо солода- это решение одной из задач по созданию малозатратной технологии. Требования к качеству несоложеного ячменя значительно ниже, чем к ячменю для солодоращения, разрешается использовать низкосортный ячмень, в том числе и кормовой. Обычно в солоде ферментов несколько больше, чем их требуется для расщепления нерастворимых компонентов солодового зерна, т.е. в солоде имеется избыток ферментов, с помощью которых можно дополнительно переработать в заторе несоложеное зерно. Например, при использовании солода удовлетворительного качества можно до 15% его заменить несоложеным ячменем без ухудшения вкуса пива, а для солода хорошего растворения - до30%.

Применение больших количеств несоложеных материалов требует внесения ферментных препаратов микробного происхождения. Из них для использования в пивоварении разрешены Амилосубтилин Г10х, Амилоризин Пх, Цитороземин Пх и комплексные ферментные препараты, так называемые композиции (МЭК).

При переработке несоложеных материалов учитывают разницу в структуре и состояние крахмала в несоложеном зерне. В процессе солодоращения зерна крахмала освобождаются от связывающих веществ, поэтому клейстеризация и разжижение крахмала ферментами при затирании солода протекают быстро. Отварки нужны лишь для клейстеризации крахмала нерастворенных (твердых) кончиков зерна. Амилазы солода облегчают этот процесс.

Крахмал несоложеного зерна клейстеризуется при более высокой температуре ( в основном при кипячении), при которой амилазы зерна частично или полностью инактивируются. Клейстеризованный крахмал несоложеного зерна обладает высокой вязкостью, поэтому при подогревании он часто пригорает на стенках котла. Для снижения вязкости в заторы из несоложеного сырья добавляют часть солода, предназначенного для затирания. При этом во время нагревания заторов до температуры инактивации α-амилазы часть крахмала клейстеризуется, а Клейстеризованный крахмал быстро разжижается. При дальнейшем повышении температуры до кипения и при кипячении клейстеризация крахмала продолжается. После смешивания солодовой и несоложеной частей затора происходит дальнейшее превращение разжиженного клейстеризованного крахмала. При кипячении заторов ( для клейстеризации крахмала) происходит денатурация белка, который при дальнейшем затирании труднее гидролизуется ферментами. Для увеличения количества растворенного белка в сусле несоложеную часть затора нагревают с белковой выдержкой ( паузой). При переработке несоложеных материалов начало затирания и выдержку лучше проводить при 35-45оС, так как в этот момент в результате действия цитолитических ферментов протекают процессы, характерные для солодоращения.

Затирание солода и несоложеных материалов без ферментных препаратов. Приготовление затора для Жигулевского пива с заменой 15% солода несоложеными материалами. Количество добавляемого несоложеного зерна определяют с учетом влажности и экстрактивности солода и несоложеных материалов.

В заторный котел набирают воду, засыпают все размолотые несоложеные зернопродукты и 1/3 солода, устанавливая начальную температуру затирания 52оС. При необходимости проводят подкисление затора молочной кислотой. Затор при 52С выдерживают 20мин ( белковая пауза), затем подогревают до 63С и выдерживают еще 20 мин ( мальтозная пауза). Далее температуру повышают до 70-72С, прекращают подогревание и выдерживают затор при этой температуре 20 мин, затем его быстро нагревают до кипения и кипятят 30-40 мин. Этот затор называют первой отваркой или несоложеным затором.

К началу кипения первой отварки в заторном котле начинают затирать оставшиеся 2/3 части солода при температуре 52С и выдержке 10 мин. Так получают солодовый затор. К солодовому затору медленно начинают перекачивать первую отварку, после чего температура всего затора становится 63-65С. После выдержки 20 мин при этой температуре 1/3 общего затора перекачивают в отварочный котел (вторая отварка). Вторую отварку медленно (1оС в 1мин) подогревают до 70-72оС, осахаривают при этой температуре 10-15 мин, быстро доводят до кипения и кипятят 10-15 мин.

После возврата второй отварки температура всего затора устанавливается 75оС, при этой температуре затор выдерживают до полного осахаривания и перекачивают на фильтрование.

Приготовление затора для Жигулевсого пива с применением повышенного количества несоложеных материалов. При переработке повышенного количества несоложеных материалов (до 50%) необходимо использовать солод с высокой ферментативной активностью либо применять специальные технологические приемы.

Например, затирание по интенсивному способу с кипячением 50% зернового сырья проводят в одном заторном котле в две стадии. На первой стадии затирают все несоложеные материалы и часть солода ( например, 40% ячменя и 10% солода). Для этого в заторный котел набирают четырехкратное количество воды к массе зернового сырья на этой стадии. Начало затирания проводится при 40С. После выдержки при этой температуре в течении 20 мин затор нагревают до кипения с паузами при 63С и 70-72С по 20-30 мин каждая. Кипятят затор 30 мин.

На второй стадии в горячий затор добавляют холодную воду в четырехкратном количестве к массе оставшегося солода, добавляемого на этой стадии, снижая температуру до 54-55С, затем засыпают солод. При этом температура снижается до 52С. После выдержки 20 мин массу подогревают до 70-72С, оставляют в покое до полного осахаривания, нагревают до 75-77С и перекачивают на фильтрование.

Затирание солода и несоложеных материалов с применением ферментных препаратов. Ферментные препараты со стандартной активностью дозируют в зависимости от количества несоложеного ячменя.

Таблица 1.- Расход ферментного препарата

|  |  |
| --- | --- |
| Доля ячменя, % к массе всего сырья (солод + ячмень) | Расход ферментного препарата, % ,к массе всего затираемого сырья. |
| Амилоризина Пх | Цитороземина Пх | Амилосубтилина Г10х | МЭК |
| 20 | 0,10 | 0,12-0,23 | 0,005 | - |
| 25 | 0,20 | 0,23-0,35 | 0,010 | 0,0045 |
| 30 | 0,30 | 0,35-0,45 | 0,010 | 0,005 |
| 35 | 0,45 | 0,60-0,70 | 0,020 | 0,010 |
| 40 | 0,60 | 0,8-0,9 | 0,020 | 0,015 |
| 45 | 0,8 | 0,95-1,05 | 0,03 | 0,020 |
| 50 | 1,00 | 1,2 | 0,03 | 0,025 |

Затирание с применением Цитороземина Пх Этот ферментный препарат катализируент в основном гидролиз некрахмальных полисахаридов ячменя, поэтому затирание начинают при 40оС и рН 5,6-5,8.

Несоложеный ячмень подвергают предварительной обработке по двухотварочному способу. В начале в отварочный котел набирают четырехкратное количество ( к массе обрабатываемого на этой стадии зерна) воды температурой 42-43оС. При работающей мешалке вводят всю ячменную муку, 10% солода от всего сырья, ¾ части Цитороземина Пх, расходуемого на затор, и при необходимости молочную кислоту. Заторную массу тщательно перемешивают, температура её должна быть 40оС., и при этой температуре выдерживают 1 час. Затем медленно ( 1С в 1мин) нагревают до 70оС, быстро доводят до кипения и кипятят 30 мин. Все операции проводят при работающей мешалке. Эту часть затора называют несоложеной частью затора.

В тот момент, когда температура несоложеного затора в отварочном котле достигнет 70 оС, начинают затирание в заторном котле оставшегося солода, ¼ Цитороземина Пх водой температурой 42-43оС с тем, чтобы температура смеси была 40С. При этой температуре затор выдерживают 45-60 мин, получая солодовый затор. К этому времени закончится кипячение несоложеной части затора.

Затем в солодовый затор перекачивают несоложеный затор, добавляя его порциями. Подачу первой порции заканчивают, когда температура затора достигнет 63С. При этой температуре его выдерживают 30 мин. После этого в него перекачивают оставшуюся часть прокипяченного затора, поднимая температуру всего затора до 68-70оС, и выдерживают 30мин. в конце этой паузы отбирают для второй отварки 1/3 затора, доводят его до кипения, кипятят 10 мин и перекачивают двумя частями в основной затор. При достижении в основном заторе температуры 72-73оС перекачку прекращают, проверяют полноту осахаривания и при необходимости выдерживают затор до полного осааривания. Перкачивая оставшуюся часть прокипяченного затора, поднимают температуру всего затора до 76-77оС, после чего передают на фильтрование.

Затирание с применением Амилосубтилина Г10х Процесс можно проводить по одно- и двухотварочному способу. При работе по одноотварочному способу вначале готовят первую отварку. Для этого в заторный котел набирают четырехкратное к массе зернопродуктов количество воды температурой 47оС., добавляют 10-20% солода и всю ячменную муку. Температура смеси понижается до 45оС. Ферментный препарат размешивают в воде в какой либо емкости и вносят в котел. Выдерживают паузы по 30 мин при 45, 63, и 70оС. Паузу при 45оС считают с момента добавления препарата. Затор нагревают до кипячения и кипятят не более 15 мин. Во время нагревания и пауз затор непрерывно перемешивают.

Пред началом нагревания первой отварки до кипения во вторй заторный котел набирают воду температурой 47-53оС, засыпают туда солод и смесь выдерживают до окончания кипячения первой отварки. Затем в первую отварку медленно перекачивают в солодовый затор, в результате чего температура повышается до 63С, выдерживают 30-40 мин, нагревают до 70-72оС, выдерживают до полного осахаривания, нагревают до 75-76оС и перекачивают на фильтрование.

Затирание с применением комплексного ферментного препарата МЭК. Для затирания используют один из комплексных ферментных препаратов: МЭК1, состоящий из Амилосубтилина Г10х и Амилоризина П10х, взятых в соотношении 2:1, или МЭК11, компоненты которого-Амилосубтилин Г10х, Амилоризин П10х, и Протосубтилин Г10х – относятся как 1:1:1.

Процесс затирания с применением МЭК проводят по одному из двух способов.По первому способу проводят совместное затирание всего перерабатываемого сырья. Для этого в заторном котле при 45оС одновременно затирают все количество солода, несоложеного зерна и 5/6 частеи МЭК. При необходимости затор подкисляют молочной кислотой или гипсом до рН 5,5-5,7. Затор выдерживают при 45оС 15-20 мин, затем подогревают до 52оС и выдерживают еще30 мин, после чего затор подогревают до 65оС. Через 10 выключают мешалку, дают затору отстояться при этой температуре 30 мин и с помощью декантатора жидкую часть затора отбирают в другой заторный котел(чтобы сохранить ферменты), а густую часть затора нагревают д70оС, выдерживают 30 мин, нагревают до кипения и кипятят30 мин.

Жидкую и густую части соединяют в одном заторном котле, получая температуру общего затора 73С, добавляют 1/6 часть МЭК и выдерживают затор до полного осахаривания под влиянием ферментов, сохранившихся в жидкой части затора, и имеющихся в МЭК. Затем затор подогревают до 76-78С и перекачивают на фильтрование.

По второму способу затирание проводят с раздельной подготовкой несоложеного сырья в две стадии: на первой- подготовка несоложеного сырья, на второй – собственно затирание.

Сначала в заторном котле при 45оС затирают все несоложеное сырье, 10% солода 5/6 частей МЭК, при необходимости затор подкисляют. Черз 25-20 мин затор нагревают до кипения с выдержками: при 52 и 63оС – по 20 –30 мин и при 70оС- 15-20 мин. Кипячение длится 30 мин.

За 1-2 ч до окончания затирания несоложеного сырья в другом заторном котле при 30-40оС затирают остальную часть солода и МЭК. По окончании кипячения затор из несоложеного зерна медленно перкачивают в солодовый затор, температура всего затора устанавливается 63С. При этой температуре общий затор находится 30мин, затем его подогревают до70оС и выдерживают до полного осахаривания. После этого его нагревают до 76-78оС и через 5-8 мин перекачивают на фильтрование.

Расчет выхода экстракта при переработке зернового сырья в варочном цехе.

Выход экстракта- это масса экстрактивных веществ, першедших в горячее сусло из затертых зернопродуктов, выраженная в % мас.

Выход экстракта характеризует полноту использования экстрактивных веществ зернопродуктов, правильного выбора режима их переработки.

Выход экстракта (Э, % мас.) вычисляют по формуле:

Э= 0,96 VE(d/G)

где V- объем горячего сусла в сусловарочном котле, л; Е- массовая доля экстрактивных веществ в сусле, %; d- плотность сусла, кг/л; G- масса зернопродуктов, кг; 0,96- коэффициент уменьшения объема сусла при его охлаждении до 20С и изменение обьема за счет внесения хмеля и появления свернувшихся белков.

Производство пива.

Общие понятия о брожении.

Спиртовое брожение сусла под действием ферментов дрожжей – это основной процесс при производстве пива. В процессе брожения происходит изменение химического состава сусла и превращение его в ароматный напиток – пиво.

В зависимости от вида применяемой чистой культуры дрожжей и температуры в сусле проходит верховое и низовое брожение. Верховое брожение сусла проводят при 14-25оС, низовое- при 6-10оС. Наиболее распространено низовое брожение. Различают две стадии брожения: главное брожение и дображивание.

При главном брожении, когда сбраживается основная масса сахаров пивного сусла, получают молодое пиво, которое представляет собой мутную жидкость со своеобразным ароматом и вкусом. При дображивании молодого пива с пониженной температурой (0-2С) происходит медленное сбраживание оставшихся в нем экстрактов, осветление, созревание пива и насыщение его диоксидом углерода. Главное брожение проводят при атмосферном давлении в течении 7-10 сут, а дображивание- под избыточным давлением 0,03-0,07 МПа в течении 21-90 сут.

Помещение, где находятся бродильные аппараты, называют цехом брожения, а закрытые аппараты для дображивания располагаются в цехе дображивания.

Разделение процесса брожения пивного сусла на две стадии характеризуемые разной температурой, обусловлено главным образом низким уровнем развития холодильной техники и затруднениями поддержания заданных температур. В тоже время этот способ позволяет уменьшить энергопотребление.

Разработаны новые технологии брожения и дображивания в одном аппарате цилиндроконической формы. Система охлаждения и хорошая тепловая изоляция аппаратов дают возможность легко поддерживать заданную температуру во время всего процесса.

При брожении большое значение имеет первоначальный состав сусла( содержание в нем сбраживаемых сахаров, несбраживаемых углеводородов, азотистых веществ, фосфатов, неорганических солей и др.) и дрожжи.

В пивоварении применяют специальные расы чистых культур пивных дрожжей. Они должны обладать высокой активностью( бродильная активность- способность дрожжей возбудить спиртовое брожение), способностью к оседанию( осветление пива, вызываемое оседанием дрожжей на дно бродильного аппарата), придавать пиву характерный аромат и мягкий вкус.

Пивные дрожжи.

Строение дрожжевой клетки. Дрожжи - одноклеточные организмы, относящиеся к классу сумчатых грибов. Форма дрожжевых клеток бывает овальной, округлой и эллиптической.

Дрожжевая клетка имеет клеточную стенку 1, под которой располагается цитоплазматическая мембрана. Мембрана обладает избирательной проницаемостью, оказывая влияние на обмен веществ между клеткой и средой.Например, молекулы аминокислот и глюкозы проникают через мембрану быстрее, чем ионы металлов, которые меньше по размеру. Внутри клетки содержится круглое или овальное ядро 2, окруженное двойной мембраной. Внутри ядра расположено ядрышко. Ядро необходимо для процессов обмена веществ, обеспечивающих рост и размножение дрожжей.

Основой клетки является цитоплазма 3, представляющая собой вязкую, слегка желтоватую жидкость. Она выполняет многие функции так, например, первая стадия дыхания и спиртовое брожение протекают непосредственно в цитоплазме. Здесь же находятся структурные элементы клетки: вакуоль 4, митохондрии 5, рибосомы 6. Митохондрии- это очень мелкие частицы каплеобразной формы, в которых происходят процессы, связанные с окислительным обменом веществ. Рибосома представляет собой пузырек, окруженный мембраной. Рибосомы являются местом, где происходит синтез белков. Вакуоли- полости, наполненные клеточным соком и отделенные от цитоплазмы вакуолярной мембраной. В них находится метахроматин, обусловливающий рост и размножение дрожжевых клеток. В вакуолях протекают окислительно – восстановительные процессы.

Величина дрожжевых клеток зависит от расы, физиологического состояния дрожжей и состава питательной среды. Прессованные дрожжи содержат около 30% сухих веществ и 70% воды. В сухих веществах дрожжей содержится 90-95% органических веществ и 5-10% неорганических веществ. Среди органических веществ имеются белки и азотсодержащие вещества-54-56%, углеводы-24-40%, жиры-2-4% (к массе сухих веществ). основная часть углеводов представлена гликогеном( запасное вещество), сходным по химстроению с амилопектином крахмала. Среди неорганических веществ около половины фосфорной кислоты и 1/3 калия.

В золе дрожжей содержится (в %): Р2О5 –47-53, К2О- 28-40; СаО-0,4 –11,3; МgО-3,0-7,4; SiO2-0,28- 0,73; SiO3 - 0,09—0,74; Сl –0,1-0,65. Кроме того, в небольшом количестве имеются S, Zn, Mn, Cu, Fe.

Фосфорные соединения имеют важное значение в обмене веществ дрожжевых клеток, так как входят в состав промежуточных веществ спиртового брожения, а калий играет первостепенную роль в построении молекул белков и углеводов. Дрожжи богаты витаминами группы В, содержат эргостерин( провитамин D ) и др. В дрожжах содержатся различные ферментные системы, участвующие в процессах гидролиза и синтеза, а также в процессах брожения и дыхания.

Стадия роста дрожжей. Ростом дрожжей называют увеличение числа их клеток, т.е. – размножение. Дрожжевые клетки при нормальных условиях размножаются почкованием. Материнская клетка образует почку, которая вырастает в дочернюю клетку. При недостатке питательных веществ или при других неблагоприятных условиях внутри клетки образуются перегородки, и клетка распадается по этим перегородкам, образуя споры. В среде с хорошими условиями питания споры прорастают и образуют новые дрожжевые клетки. Пивное сусло содержит все необходимые вещества для размножения клеток, поэтому при сбраживании сусла дрожжи размножаются только почкованием, не образуя спор.

После введения дрожжей в сусло наблюдаются их количественные и качественные изменения. Количество дрожжей Увеличивается в несколько раз, однако их концентрация в диспергированном состоянии вначале увеличивается, достигая максимальной величины, а затем снижается. Размножение дрожжей при сбраживании пивного сусла проходит в несколько этапов. На кривой роста можно выделить несколько этапов. (По вертикали- число дрожжевых клеток, по горизонтали – время.)

В начальной фазе, называемой латентной или лаг- фазой (задержка роста), дрожжи приспосабливаются к новой среде и подготавливаются к размножению. Эту фазу условно делят на две части: фазу действительного покоя, когда клетки приспосабливаются к среде, и фазу постепенного начала размножения . Продолжительность латентной фазы для пивных дрожжей 1-1,5 сут. В ней клетки увеличиваются в объеме и удлиняются, растет доля почкующихся клеток.

При следующей фазе, называемой логарифмической, скорость размножения дрожжей максимальная, все клетки активны и находятся в бродящей среде во взвешенном состоянии.

После логарифмической фазы наступает стационарная фаза, когда размножение клеток замедляется, при этом скорость отмирания и размножения уравновешиваются, в результате чего число живых клеток остается без изменения. Последняя фаза, называемая фазой затухания, характеризуется снижением активности клеток, что обусловлено уменьшением массы питательных веществ и увеличением количества продуктов обмена. Размножение прекращается, клетки отмирают и оседают на дно бродильного аппарата.

В живой дрожжевой клетке жизнедеятельность поддерживается различными биохимическими процессами, а при её отмирании согласованность этих процессов нарушается и начинается автолиз, т.е. распад клетки под действием собственных ферментов. При этом структура клеток нарушается, повышается активность у одних ферментов и ослабевает у других.

Например, гидролитические ферменты активизируются, а ферменты дыхания и брожения погибают. При автолизе дрожжей происходит распад белковых веществ, углеводородов, жиров, органических фосфорных соединений, образуются низкомолекулярные продукты распада, которые диффундируют через стенки клеток в пиво и изменяют его вкус. При незначительном автолизе появляется слабый дрожжевой привкус, а при сильном автолизе - горький посторонний вкус. Выделяемые при автолизе азотистые вещества могут быть коллоидного помутнения пива.

Расы пивных дрожжей. В пивоваренном производстве используют только культурные дрожжи, которые относятся к семейству сахаромецетацеа (Saccharomycetaceae) и к роду сахаромицес (Saccharomyces). Различают дрожжи низового брожения сахаромицес карлсбергенсис (Saccharomyces carlsbergensis) и дрожжи верхового брожения – сахаромицес церевизие (Saccharomyces cerevisiae).

Первоначально были известны дрожжи верхового брожения, так как брожение проходило только при обычной температуре (как в виноделии, хлебопечении). желая получить напитки, насыщенные углекислым газом, стали проводить брожение при низких температурах. Под влиянием изменившихся внешних условий и были получены дрожжи низового брожения с определенными свойствами.

В пивоварении применяют разновидности дрожжей, отличающихся друг от друга одной или несколькими особенностями. Их получают из одной клетки. такие культуры называют расами ( штаммами).

Дрожжи верхового брожения в процессе интенсивного броения всплывают на поверхность сбраживаемой жидкости, накапливаются в виде слоя пены и остаются в таком виде до конца брожения. Затем они оседают, образуя весьма рыхлый слой на дне бродильного аппарата. по своей структуре эти дрожжи относятся к пылевидным дрожжам, не слипающимися между собой в отличие от хлопьевидных низовых дрожжей , оболочки которых клейкие, что приводит к слипанию(агглютинация) и быстрому осаждению клеткок.

Дрожжи низового брожения не переходят в поверхностный слой пива- пену, а быстро оседают на дне бродильного аппарата.

Способность дрожжей к хлопьеобразованию имеет важное значение для технологии сбраживания пивного сусла, так как способствует ускорению осветления пива и облегчает съём дрожжей из бродильного аппарата после брожения с последующим использованием их в качестве семенных дрожжей. Низкая температура при брожении содействует хлопьеобразованию.

Реакция среды сильно влияет на свойства дрожжей. Например, в кислой среде при рН менее 3 и в щелочной при рН более 8 хлопьевидные дрожжи становятся пылевидными. Хлопьевидные дрожжи по сравнению с пылевидными имеют более крупные клетки, меньше подвержены автолизу, дают большой прирост биомассы, обладают меньшей бродильной активностью, образуют меньше диацетила и высших спиртов в пиве, что положительно сказывается на его качестве.

Дрожжи низового брожения отличаются от дрожжей верхового брожения тем, что они полностью сбраживают раффинозу. Дрожжи низового брожения имеют оптимальную температуру для роста 25 - 27С, минимальную 2-3С, а при 60-65С они отмирают. Максимальное развитие низовых дрожжей происходит при рН4,8-5,3. Кислород, растворенный в сусле, способствует размножению дрожжей, в то время как продукты брожения (этиловый спирт, диоксид углерода, высшие спирты, ацетальдегид, кислоты), а также повышенная концентрация сахара угнетают развитие дрожжей.

Пивные дрожжи должны отвечать следующим требованиям: Быстро сбраживать сусло, хорошо образовывать хлопья и осветлять пиво в ходе брожения, придавать пиву чистый вкус и приятный аромат.

Бродильную активность дрожжей определяют по степени сбраживания сусла. Степень сбраживания (V) –это показатель , выраженный в процентах характеризующий отношение массы сброженного экстракта (Е-е) к массе сухих веществ в начальном сусле (Е):

V= ((E-e)100)/ Е,

Где е- содержание в пиве экстрактивных веществ, % к массе пива.

По степени сбраживания дрожжи делятся на сильно-, или высокосбраживающие (степень сбраживания 90-100%), среднесбраживающие (80-90%), слабо, или низкосбраживающие (менее 80%).

К сильносбраживающим относятся дрожжи рас: 11, F (получена в Чехии), штамм 8а(М). Дрожжи расы 11 нетребовательны к качеству сырья, хорошо оседают, пиво характеризуется полным вкусом. Дрожжи расы F хорошо осветляют пиво, придают ему приятный аромат, устойчивы к инфекции. Дрожжи штамма 8а (М) имеют высокую бродильную активность, повышенный коэффициент размножения, хорошо оседают. Использование этих дрожжей дает возможность сократить длительность главного брожения с 7 до 5 сут. и получить пиво с хорошим вкусом.

К среднесбраживающим относятся дрожжи рас 776, 41, 44, S( львовская), Р ( Чехия), А (рижская). Дрожжи расы 776 неприхотливы к сырью, их можно использовать для приготовления пива с применением несоложеных материалов. Готовое пиво имеет удовлетворительный вкус резкую хмелевую горечь. Дрожжи рас 41, 44, S, Р обладают хорошей способностью оседания, вкус пива чистый мягкий, Дрожжи расы 44 дают возможность получать хорошее пиво при применении воды повышенной жесткости. Дрожжи рас F, A хорошо осветляют пиво, устойчивы к инфекции.

Для темных и специальных сортов пива применяют дрожжи верхового брожения. Требования, предъявляемые к качеству дрожжей, не всегда удовлетворяются одной расой, поэтому в производстве применяют смесь рас или ведут брожение сусла отдельно на разных расах, а затем смешивают молодое пиво.

Разведение дрожжей чистой культуры.

Под разведением понимают увеличение массы дрожжей в количестве от массы в одной пробирке до массы маточных, необходимой для внесения в бродильный аппарат. Весь процесс разведения состоит из двух стадий: лабораторной (разведение дрожжей в лаборатории) и цеховой (разведение дрожжей в отделении чистой культуры).

Лабораторная стадия состоит из нескольких последовательных пересевов. Вначале чистую культуру из пробирки пересевают в колбочки на стерильное сусло, затем проводят пересев дрожжей со стерильным сброженным суслом на новое стерильное сусло, объем которого от пересева к пересеву увеличивается в несколько раз. Лабораторная стадия заканчивается сбраживанием 6 л сусла в медной колбе Карлсберга в течении 5-6 сут при 7-8оС. Цеховая стадия- это разведение дрожжей на стерильном охмеленном сусле в специальных аппаратах.

На рисунке показана установка Грейнера для разведения чистой культуры дрожжей в цехе (трубопроводы не показаны). Установка состоит из стерилизатора 4 , двух бродильных цилиндров 3, число которых изменяется в зависимости от количества используемых дрожжей, резервуара для предварительного брожения 1 и посуда 2 для посевных дрожжей.

Стерилизатор и резервуар предварительного брожения оборудованы змеевиками для нагревания или охлаждения сусла, воздушными фильтрами и контрольно- измерительной аппаратурой.

Бродильные цилиндры имеют сосуды для посевных дрожжей вместимостью 10 л.

Стерилизатор предназначен для кипячения сусла (стерилизация) и последующего его охлаждения, Бродильный цилиндр- для первой стадии размножения, резервуар предварительного брожения- для стерилизации и охлаждения сусла, а также проведения второй стадии размножения чистой культуры. Температура воздуха в отделении чистой культуры 8-9оС.

Разведение чистой культуры происходит следующим образом. В стерилизатор 4 из сусловарочного котла набирают горячее охмеленное сусло, кипятят его в течении 1 ч, затем охлаждают до8-12оС. С помощью сжатого стерильного воздуха сусло подают в цилиндр 3, куда через специальный кран из медной колбы Карлсберга вводят чистую культуру, затем сбраживают в течении 3 сут. При этом дрожжи размножаются и увеличиваются в массе. к концу третьих суток резервуар предварительного брожения заполняют суслом, которое также нагревают до кипения, а затем охлаждают. Часть чистой культуры из бродильного цилиндра 3 отбирают на хранение в сосуд 2 для посевных дрожжей, где она хранится до до следующей разводки, а основную часть его перекачивают в резервуар 1, где осуществляют предварительное брожение при 9оС в течение 3 сут.

В следующих циклах разведения дрожжи для посева в стерильное сусло, находящееся в бродильном цилиндре 3 берут из сосуда 2. Процесс разведения чистой культуры в установке Грейнера повторяют многократно до обнаружения в дрожжах посторонней микрофлоры.

Сбраживаемую массу из резервуара 1 перекачивают в специальный аппарат для предварительного брожения вместимостью 1000 дал, но наполненный на 1/3 суслом температурой 5-7оС. Через 12 ч брожения в этот аппарат доливают еще 400 дал свежего охмеленного сусла и продолжают брожение еще 36 ч, поддерживая температуру 5-7С. Затем сбраживаемое сусло перекачивают в аппарат для главного брожения с 700 дал сусла , а через 1 сут заполняют его суслом до полной вместимости и ведут брожение обычным способом, контролируя температуру, концентрацию сусла и осветление. Осевшие при брожении дрожжи смывают, промывают холодной водой и используют в производстве как первую генерацию.

Дрожжерастительные аппараты перед началом работы стерилизуют паром в течение 45 мин под давлением 0,15- 0,17 МПа. Воздух, поступающий в стерилизатор, должен проходить через воздушные фильтры.

Главное брожение.

Условия главного брожения. В бродильном цехе высота потолков 4,8 – 6м; полы, потолки, стены для снижения потерь холода покрыты теплоизоляционным материалом. Если бродильные аппараты устанавливают в несколько ярусов, то высота помещения увеличивается. Температура воздуха в цехе должна быть около 6С, влажность - не более 75%, количество диоксида углерода – не более 0,1%.

Охлаждение воздуха в бродильном цехе осуществляют с помощью воздухоохладителей, установленных в цехе или в отдельном помещении. Воздухоохладитель представляет собой батарею в которой циркулирует холодный рассол. Воздух из цеха брожения отбирается вентилятором, подается не воздухоохладители и охлажденным снова возвращается в цех. Этот способ обеспечивает постоянную температуру в цехе и хорошую вентиляцию.

По другому способу воздух охлаждают посредством ребристых или гладкотрубных холодильников, подвешенных в цехе к потолку. В этом случае в помещении устанавливается приточно- вытяжная вентиляция, необходимая для удаления влаги и выдеяемого при брожении диоксида углерода.

Главное брожение проводят в открытых и закрытых бродильных аппаратах. Бродильные аппараты изготавливают прямоугольной или цилиндрической формы (в виде танков).

При применении прямоугольных аппаратов площадь цеха используется наиболее полно. В боковой стенке прямоугольного аппарата на высоте 10-15 см от дна имеется патрубок для слива молодого пива, а в днище- патрубок для слива дрожжей, внутри установлен охлаждающий змеевик для отвода тепла, выделяющегося при брожении.

На производстве наиболее широкое распространение получили горизонтальные цилиндрические танки.

Рис.5-Схема горизонтального цилиндрического танка.

Танк представляет собой герметичный цилиндрический сосуд вместимостью от 8 до 50 м3, Снабженный охлаждающим змеевиком. На нем имеется штуцер для присоединения пивных шлангов, кран1 для наполнения и спуска пива, люк 2 для осмотра и мойки внутренней полости, кран 3 для отбора проб, штуцеры 4 и 6, для установки шпунт - аппарата и штуцер 7 для установки манометра, а также предохранительный клапан 5. Для обеспечения достаточного осветления молодого и готового пива танки для главного брожения изготавливают диаметром не более 2,4 м, а танки для дображивания –3,6 м.

Вместимость одного танка подбирают с учетом объёма сусла, получаемого от одного, двух и более заторов. Число танков в цехе определяют в зависимости от числа варок затора в сутки и продолжительности процессов главного брожения.

Процессы, протекающие при главном брожении. При спиртовом брожении в сусле протекают биологические, биохимические, физико- химические процессы. Питательные вещества , поступающие в дрожжевые клетки из сусла, под действием ферментов превращаются в различные промежуточные продукты, расходуемые на спиртовое брожение и рост дрожжей( биологический процесс) происходит в начальной стадии сбраживания пивного сусла и заканчивается задолго до конца брожения.

Основным биохимическим процессом брожения является превращение сбраживаемых сахаров в этиловый спирт и диоксид углерода:

С6Н12О6=2 СН3СН2ОН +2СО2

Эта реакция сопровождается выделением тепла.

Большая часть экстракта сусла состоит из углеводов, из них около 75% сбраживаются (сбраживаемые сахара)

Часть экстракта составляют несбраживаемые вещества. К ним относятся декстрины, белки, минеральные вещества и др.

Сахара сбраживаются в определенной последовательности, что обусловлено скоростью их проникновения в дрожжевую клетку. В первую очередь сбраживается фруктоза и глюкоза. Сахароза предварительно гидролизуется ферментом β- фруктофуранозидазой дрожжей до глюкозы и фруктозы, которые также расходуются в первую очередь. После фруктозы и глюкозы дрожжи поглощают мальтозу, которая под действием фермента α- глюкозидазы превращается в легкосбраживаемую глюкозу. Мальтотриоза расходуется дрожжами медленно и не полностью. В сусле, богатом мальтозой, мальтотриоза почти не сбраживается. Около 2% сахаров используются на построение дрожжевых клеток.

Этиловый спирт и диоксид углерода являются основными продуктами спиртового брожения. Кроме того, в сусле накапливается глицерин, уксусный альдегид, уксусная, янтарная, лимонная и молочная кислоты. В качестве побочных продуктов брожения из аминокислот образуются высшие спирты, оказывающие влияние на вкус пива.

Вредное влияние на качество пива оказывают продукты брожения диацетил и ацетоин, которых много в молодом пиве. Диацетил придает пиву медовые запах ипривкус, а ацетоин- затхлый привкус. При дображивании концентрации этих веществ резко снижаются и их влияние на вкус и запах пива становятся незначительными.

В результате сбраживания сахаров, преимущественно в аэробных условиях, пивное сусло превращается в молодое пиво. Все образовавшиеся в нем продукты спиртового брожения участвуют в формировании специфического вкуса и аромата пива. При дображивании, когда температура молодого пива снижается, в бродильном аппарате создается избыточное давление, а условия брожения становятся близкими к анаэробным, Размножение дрожжевых клеток в это время резко ограничено и сбраживаемые сахара расходуются преимущественно на образование спирта и диоксида углерода.

Сбраживание сусла сопровождается изменением рН сусла. В молодом пиве рН 4,2- 4,6, что обусловлено образованием из сахаров диоксида углерода и органических кислот, преимущественно янтарной и молочной. Наибольшее снижение рН происходит на третий день брожения. Титруемая кислотность несколько увеличивается.

Физико – химические процессы характеризуются изменением окислительно- восстановительного потенциала(r H2).

Быстрое снижение r H2 объясняется тем, что при брожении в сусле происходит уменьшение концентрации продуктов окисления и накопление продуктов восстановления. В охлажденном сусле r H2 больше 20, а в период интенсивного брожения, когда дрожжи потребляют весь растворенный кислород, значение r H2 снижается до минимума, достигая 10. дрожжи расходуют кислород на обменные процессы внутри клетки. Кроме того, выделяющийся диоксид углерода вытесняет из сусла кислород, что также снижает активность интенсивного окисления.

В закрытых бродильных аппаратах r H2 пива ниже, чем в открытых, где кислород, хотя и слабо, но проникает через тонкий слой пены. Чем ниже величина r H2 в процессе брожения, тем выше качество получаемого пива. При высоких значениях r H2 сусло и молодое пиво темнеют, вкус готового пива ухудшается, оно быстро мутнеет.

Дрожжи для своего развития, роста, и размножения потребляют азотсодержащие соединения сусла ( аммонийные соединения, аминокислоты, несколько хуже дипептиды и в очень незначительных количествах трипептиды). При этом 40-50% азота они поглощают, а 1/3 от потребленного азота выделяют в среду. В результате меняется состав азотистых веществ сбраживаемого сусла.

При сбраживании сусла растворенные белковые вещества частично денатурируют, а затем флокулируют (слипаются) и осаждаются. Во время главного брожения в результате осаждения белка и усвоения дрожжами азотистых веществ содержание их в сбраживаемом сусле уменьшается примерно на 1/3.

При брожении осаждаются также полифенольные вещества. Образование этилового спирта, эфиров, снижение рН способствует коагуляции высокомолекулярных соединении сусла.

Диоксид углерода, который образуется при брожении, сначала растворяется в сбраживаемом сусле, а потом (после насыщения сусла) начинает выделяться в виде пузырьков, на поверхности которых адсорбируются поверхностно – активные вещества (белки, пектин, хмелевые смолы). Пузырьки газа, покрытые слоем этих веществ, слипаются и образуют на поверхности сусла слой пены. В определенный период брожения внешний вид пены приобретает форму завитков, которая характеризует стадию брожения.

При брожении цветность сусла для светлых сортов пива заметно уменьшается, а для темных сортов - изменяется меньше. Снижение цветности объясняется тем, что часть красящих веществ переходит в пену, часть окисленных дубильных веществ восстанавливаются, понижение рН при брожении может оказать влияние на цветность пива.

Уменьшается содержание изогумулонов из-за их адсорбции дрожжами, а также вследствие того, что они частично увлекаются пузырьками диоксида углерода в пену. Потери изогумулонов выше в пиве, где их первоначальное содержание высоко. При брожении примерно на 1/3 уменьшается содержание полифенольных веществ.

Ведение главного брожения. Эти операции, связанные с регулированием условий процесса (температура, продолжительность брожения, культуры дрожжей). Основное влияние на брожение оказывают применяемые расы дрожжей и температура сбраживаемого сусла.

Для брожения пивного сусла принят метод низового брожения, связанный с применением рас дрожжей низового брожения. эти дрожжи хорошо сбраживают практически все сахара, кроме лактозы и декстринов. Температура сусла, при которой в него вводят семенные дрожжи, называется установочной ( начальной) температурой брожения и колеблется от 5 до 7оС.

Ведение главного брожения включает три основные технологические операции: наполнение бродильного аппарата охлажденным суслом, введение в сусло дрожжей и сбраживание сусла до молодого пива. Дополнительными операциями являются снятие дека (тонкий слой опавшей коричневой пены), перекачивание молодого пива на дображивание, отбор и подготовка семенных дрожжей, мойка дезинфекция и подготовка аппарата для следующего цикла.

Наполнение бродильного аппарата суслом и введение в сусло дрожжей. Перед внесением в бродильный аппарат семенные дрожжи смешивают в отдельном сосуде с холодным пивным суслом из расчета 2-6л сусла на 1 л дрожжей, перемешивают стерильным сжатым воздухом или мешалкой и оставляют на 2-3 ч для разбраживания при температуре около 6С.

Холодное сусло принимают в подготовленный аппарат в таком количестве, чтобы оно покрыло его дно. После этого вводят бродящие дрожжи, перемешивают и заполняют аппарат суслом до полной вместимости.

При наличии в бродильном цехе аппарата для предварительного брожения дрожжи подготавливают в нем в течение 18-24 ч на всю вместимость бродильного аппарата. Вводят их в количестве 0,4- 0,5 л на 10 дал сусла во время спуска сусла первой варки, затем доливают суслом следующих варок. Количество вносимых дрожжей увеличивают до 0,6 л при отсутствии аппаратов предварительного брожения. Заполнение бродильного аппарата считают законченным, когда в нем останется незаполненным около 10% его вместимости.

Сбраживание сусла. Главное брожение протекает в несколько стадий, которые различаются по внешнему виду поверхности сбраживаемого сусла, а также по изменению экстрактивности и степени осветления молодого пива.

В первой стадии брожения, называемой забелом, на поверхности бродящего сусла по периферии появляется полоса нежно белой пены. Эта стадия продолжается 1-1,5 сут и характеризуется интенсивным почкованием и размножением дрожжей, а экстрактивность сусла снижается от 0,2 до 0,5 в сутки.

Вторая стадия брожения – период низких завитков. Характеризуется более интенсивным выделением диоксида углерода, образования густой, компактной, поднимающейся пены, которая по внешнему виду представляет собой завитки красивой формы. Пена вначале белая, постепенно темнеет из-за окисления хмелевых смол и частичного высыхания. Продолжительность стадии 2-3 сут. Экстрактивность сусла в этой стадии понижается на 0,5- 1,0 % в сутки.

Третья стадия брожения – стадия высоких завитков характеризуется наибольшей интенсивностью брожения, максимальной температурой процесса. Убыль экстракта достигает 1-1,5 % в сутки. Пена становится рыхлой, сильно понимается вверх, завитки достигают наибольшей величины, верхние участки завитков имеют коричневый цвет, нижние – белый. Стадия длится 3-4 сут.

В четвертой стадии, называемой стадией опадения завитков, происходит опадение пены, исчезновение завитков, в результате чего поверхность сусла покрывается тонким слоем деки. Опадение завитков продолжается двое суток. Экстрактивность сбраживаемого сусла понижается на 0,5- 0,2 % в сутки.

Каждой стадии брожения соответствуют химические изменения состава сусла и определенная концентрация дрожжевых клеток. Например, При сбраживании сусла для пива Жигулевского содержание дрожжевых клеток во взвешенном состоянии следующее:

Таблица 2.- Концентрация дрожжевых клеток в зависимости от сдадии

|  |  |
| --- | --- |
| стадия брожения |  содержание дрожжевых клеток, млн/мл |
| исходное сусло | 20-25 |
| забел | 60-50 |
| низкие завитки | 50-60 |
| высокие завитки | 30-25 |
| формирование деки | 16-5 |
| осветление | 3,5-1,5 |

По мере сбраживания и понижения рН сусла дрожжевые клетки покрываются слизистой пленкой из веществ, обладающих клеящими свойствами. Соединяясь между собой, они оседают на дно аппарата.

В хлопьеобразовании и оседании дрожжевых клеток важную роль играет их электрический заряд. Во время размножения клетки заряжены отрицательно, а к концу брожения, когда рН сусла понижается до 4,6-4,2, клетки приобретают положительный заряд. Белковые частицы в сусле заряжены отрицательно, поэтому в конце главного брожения они соединяются с дрожжевыми клетками, образуя агрегаты( крупные хлопья), что влечет за собой интенсивное выпадение осадка. После оседания дрожжей брожение прекращается и пиво осветляется. На этом этапе процесс главного брожения считают законченным. Полученный продукт называют молодым пивом.

При спиртовом брожении 1 кг сброженного сахара выделяет 628 кДж тепла, что приводит к повышению температуры сусла. Для поддержания в сусле определенного температурного режима через змеевики, установленные внутри бродильных аппаратов, пропускают воду температурой 0,5 – 1С. Вместо змеевиков также используют холодильные пояса, приваренные снаружи к боковым стенкам бродильного аппарата. Такая система охлаждения более удобна и экономична.

Наибольшая температура сусла достигается примерно на 3-й день брожения и её поддерживают на этом уровне 1-2 дня по возможности без колебаний. Затем молодое пиво постепенно охлаждают со скоростью 10С в сутки, так как дрожжи весьма чувствительны к резкому понижению температуры.

Известно, что растворимость СО2 Увеличивается с понижением температуры, поэтому, чтобы сохранить максимально возможную концентрацию растворенного в молодом пиве газа, температуру перед передачей пива на дображивание снижают до 5-4оС. Содержание СО2 в молодом пиве обычно составляет 0,2%.

При главном брожении часть экстрактивных веществ превращается в продукты брожения. Ход этого процесса контролируют по степени сбраживания. Различают видимую и действительную степень сбраживания. Если содержание экстракта определяют в пиве в присутствии спирта в СО2, то это видимый экстракт. Используя его значение, вычисляют видимую степень сбраживания. Действительную степень сбраживания находят по величине действительного содержания экстракта, которое определяют после удаления спирта и диоксида углерода пикнометрическим способом (по относительной плотности сусла или пива).

Для использования величины степени сбраживания в целях регулирования процесса брожения по стадиям существует понятие «конечная степень сбраживания», т.е. максимально возможная. В процессе брожения эта степень сбраживания не достигается, а определяется в лаборатории завода. У светлых сортов пива видимая конечная степень сбраживания составляет 77-82%.

Молодое пиво перекачиваемое в цех дображивания, должно содержать около 1% сбраживаемого экстракта, чтобы при дображивании получить необходимое насыщение диоксидом углерода.

В готовом пиве нельзя оставлять много сбраживаемого экстракта. Чем меньше разница между степенью сбраживания готового пива и конечной степенью сбраживания, тем больше его биологическая стойкость. Если между этими величинами имеется большая разница, то микроорганизмы готового пива будут размножаться на сбраживаемых веществах готового пива и образовывать муть, снижая его биологическую стойкость и вкусовые качества.

Процесс главного брожения длится около 7 сут с момента введения дрожжей для сортов пива с начальным содержанием экстракта в сусле 11-13% и 8-10 сут для сортов с большим содержанием экстракта. При сбраживании сусла с высоким содержанием экстракта повышается начальная и максимальная температура брожения, увеличивается количество семенных дрожжей, до 1 л на 10 дал сусла. Например, сусло для Жигулевского пива сбраживают 7 сут, для Ленинградского-11сут. Примерный температурный режим по суткам брожения следующий: для Жигулевского пива в первые сутки-5С, на вторые сутки-5,5, на третьи-6,3, на четвертые –пятые сутки –7,5, на шестые –6,5, на седьмые 4,5оС. Для Ленинградского пива в первые сутки –7, на вторые- 8,5, с третьих по восьмые сутки- 9, на девятые-8,5, на десятые –7, на одиннадцатые –5,5оС.

О ходе главного брожения судят по изменению ( убыли) содержания экстрактивных веществ в сусле. Количество их определяют один раз в сутки сахарометрами.

В таблице приведено содержание экстракта и спирта по суткам брожения в сусле для пива Жигулевского.

Таблица 3-Содержание экстракта и спирта по суткам брожения в сусле для пива

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| время брожения сут. | Экстракт по сахарометру % | Действительный экстракт, % | спирт % | Степень сбраживания, % | рН |
| Видимая | Действительная |
| До брожения | 11,2 | -- | -- | -- | -- | 5,4 |
| первые | 11,0 | 11,07 | 0,11 | 2,2 | 0,7 | 5,2 |
| вторые | 10,0 | 10,45 | 0,47 | 10,2 | 7,1 | 5,0 |
| третьи | 8,8 | 9,41 | 0,99 | 21,8 | 16,4 | 4,75 |
| четвертые | 7,1 | 7,85 | 1,67 | 34,9 | 30,2 | 4,62 |
| пятые | 5,6 | 6,65 | 2,27 | 50,2 | 40,9 | 4,53 |
| шестые | 4,9 | 6,08 | 2,56 | 58,4 | 45,9 | 4,48 |
| седьмые | 4,60 | 5,83 | 2,68 | 59,1 | 48,2 | 4,45 |
| восьмые | 4,5 | 5,75 | 2,72 | 60,0 | 48,9 | 4,45 |

Показателем окончания брожения служит содержание экстракта в сбраживаемом сусле.

При производстве различных сортов пива главное брожение заканчивают при следующих показателях сахарометра (видимый экстракт): для Жигулевского пива 4,5- 4,3, что соответствует видимой степени сбраживания 59,1- 60%; для Рижского пива соответственно 4,2-3,9 и 65-67,5%; для Московского пива 5,0-4,7 и 61,5- 63,8%; для Ленинградского пива 6,9- 6,8 и 65 –66%; для Украинского пива 5,6- 5,5 и 60-61,5 %.

Перед подачей пива на дображивание с поверхности пива, бродившего в открытых аппаратах, тщательно снимают деку, а в закрытых аппаратах деку не снимают, так как из-за отсутствия процессов окисления пены образуется гораздо меньше, чем в открытых резервуарах, и она не темнеет.

По окончании главного брожения молодое пиво перекачивают в закрытые бродильные танки на дображивание и созревание, а осевшие дрожжи отбирают в приёмный сборник для промывки и подготовки к новому использованию в следующем цикле главного брожения.

Отбор и подготовка семенных дрожжей. Прирост массы дрожжей зависит от количества внесенных в сусло дрожжей в начале брожения, количества экстракта, температуры сбраживания, содержания растворенного кислорода. С увеличением количества вносимых дрожжей повышается скорость брожения, но снижается рост накопления их биомассы. Количество дрожжей в процессе брожения возрастает обычно в три – четыре раза.

После перекачивания молодого пива на дне чана остается плотный осадок (осадочные дрожжи), который можно разделить на три слоя. Верхний слой коричневого цвета, состоит из легких дрожжевых клеток, осевших в конце брожения. Этот слой содержит много мертвых клеток, посторонних микроорганизмов, а также осадок белковых веществ, хмелевых смол и др. Средний более светлый слой, состоит из дрожжей, обладающих высокой бродильной активностью. Нижний слой темного цвета, в нем содержатся мертвые дрожжевые клетки и отстой.

Примерно половина осадочных дрожжей используется в следующих циклах брожения в качестве семенных, а остальные избыточные дрожжи используются как товарные (на продажу).

Дрожжи чистой культуры, осевшие на дно бродильного аппарата после цикла главного брожения, называют семенными дрожжами первой генерации. Дрожжи, полученные после второго цикла главного брожения, называют семенными дрожжами второй генерации и т.д.

Семенные дрожжи после промывки водой, представляют собой густую тестообразную массу, содержащую до 12,5% сухих веществ. В 1 см3 семенных дрожжей содержится до 400млн. дрожжевых клеток.

Годными для производства пива считают те дрожжи, в массе которых под микроскопом в 50 полях зрения имеется не более двух посторонних микроорганизмов, а число клеток окрашиваемых метиленовой синью (мертвые клетки), не превышает 10%.

Семенные дрожжи собирают в приёмный сборник, затем пропускают через вибрационное сито для механического процеживания и отделения крупных хлопьев белковых веществ и хмелевых смол. Очищенные дрожжи направляют в монжю, где они отстаиваются в течение 4-5 ч, а затем их непрерывно промывают водой температурой 1 –2 С и перемешивают диоксидом углерода. После этого семенные дрожжи готовы к повторному использованию. Монжю представляет собой горизонтальную или вертикальную емкость из алюминия, снабженную охлаждающей рубашкой и устройствами для подвода воды и СО2.

Если семенные дрожжи хранят в дрожжевых ванночках, то после процеживания через вибрационное сито их заливают двух- или трехкратным количеством охлажденной до 1-2оС воды и оставляют для отстаивания. Отстоявшуюся промывную воду, содержащую взвесь белков и хмелевых смол, сливают. Осадое дрожжей вновь заливают водой, размешивают и отстаивают. Эту операцию повторяют 2-3 раза в сутки. Жидкие семенные дрожжи хранят в течение двух сут под водой, охлажденной до 1-2оС. Более длительное хранение приводит к снижению бродильной активности.

При соблюдении микробиологической чистоты и использовании хорошо сбраживаемого сусла одни и те же семенные дрожжи можно использовать в производстве 10 –12 раз.

Дрожжевые ванночки перед наполнением моют и дезинфицируют 0,2%-ным раствором хлорной извести или другими дезинфицирующими средствами, после чего тщательно прополаскивают водой.

Возможные нарушения процесса главного брожения. Иногда в ходе главного брожения наблюдаются такие явления, как пузырчатое брожение, кипящее брожение и затухание брожения.

Пузырчатое брожение возникает в основном в конце главного брожения и обусловлено бурным выделением диоксида углерода и наличием в деке слизистых веществ. Происходит оно вследствие большой концентрации введенных дрожжей, повышенной температуры брожения и повышения содержания в сусле белково-дубильных соединений.

Кипящее брожение проявляется в сильном бурлении бродящего сусла. По внешнему виду поверхность сусла напоминает поверхность кипящей жидкости. Наблюдается оно в стадии высоких завитков, которые при этом исчезают. Обусловлено оно наличием в бродящем сусле большого количества белкового отстоя и использованием солода короткого ращения. На качество пива кипящее брожение не влияет.

Больше других на качество пива влияет затухание брожения, которое характеризуется слабыми завитками и недостаточным сбраживанием экстракта. Причинами замедленного брожения являются резкое охлаждение сусла в стадии высоких завитков, преждевременное хлопьеобразование, слабая бродильная активность семенных дрожжей или развитие в них посторонних микроорганизмов.

В этом случае для повышения активности брожения проводят перекачку сусла из одного бродильного аппарата в другой, продувают через сусло воздух, повышают температуру брожения на 1-2С.

При слабой бродильной активности семенных дрожжей увеличивают длительность стадий забела и низких завитков. При сильной бактериальной инфекции заменяют семенные дрожжи и тщательно дезинфицируют помещение бродильного цеха и трубопроводные коммуникации.

Производство пива.

Осветление и розлив пива.

Основные показатели качества пива.

Качество пива характеризуют его прозрачность, цвет, аромат, вкус и пенообразование.

Прозрачность. Пиво, налитое в бокал, должно производить приятное впечатление и удовлетворять эстетическим требованиям. Пиво, отпускаемое потребителям, должно быть прозрачным. При просматривании через стекло светлое пиво должно искриться и давать блеск.

В пиве допускается лёгкая опалесценция (еле заметная муть). Различают кристаллическую, белковую клейстерную и бактериально -дрожжевую опалесценцию.

Кристаллическая опалесценция обусловлена наличием оксалата кальция и полностью удаляется фильтрованием. Белковая опалесценция появляется при переработке солода пониженного качества, а также при нарушении режима затирания и кипячения сусла. При подщелачивании она исчезает.

Клейстерная опалесценция зависит от неполноты осахаривания затора и обнаруживается в пробе с йодом.

Дрожжевую опалесценцию обнаруживают при рассмотрении пробы под микроскопом.

Цвет. По цвету пиво разделяют на светлое и темное с характерным для каждого сорта оттенком. Светлое пиво должно иметь светло- золотисто-желтый цвет. Считают, что светлый цвет является показателем тонкого нежного вкуса. К темным сортам пива предъявляют менее жесткие требования, однако в них должна быть определенная взаимосвязь между цветом и вкусовыми свойствами.

Цвет каждого сорта пива должен быть постоянным. Зависит он от химического состава солода, хмеля и воды, а также от режима приготовления сусла и пива.

Аромат. Типичные сорта пива различаются между собой ароматом. Для светлых сортов пива характерен хмелевой, а для тёмных – солодовый аромат. Микроорганизмы в пиве могут вызвать появление постороннего запаха. Пиво, приготовленное из солода с низким содержанием ароматических веществ, обладает неполноценным ароматом и цветом

Вкус. На вкус пива влияют многие факторы: состав воды и солода, качество хмеля, применяемая раса дрожжей, технологический режим приготовления сусла, а также режим дображивания молодого пива.

Вкус, приданный пиву хмелем и солодом, называют чистым. Привкус смолы, металла, древесины, дрожжей нарушает характерный вкус пива, поэтому посторонних привкусов в пиве быть не должно. Повышенные кислотность и терпкость также недопустимы. В светлом пиве преобладает тонкая хмелевая горечь, сочетаемая с едва уловимым вкусом экстракта солода. Для тёмного пива характерны четко выраженный солодовый вкус и незначительная сладость. Важным свойством пива является полнота вкуса, обусловленная наличием сложного вкусового комплекса (декстрины, меланоидины, азотистые вещества, вещества хмеля, этанол, высшие спирты и эфиры). Очень важное значение для вкуса пива имеют хорошее насыщение диоксидом углерода. Это придает ему освежающий вкус. Диоксид углерода в пиве должен быть химически связан и тонко диспергирован, т.е находиться в виде мельчайших пузырьков, что обеспечивает его медленное выделение.

Вкусовые качества пива зависят от температуры, так как она влияет на коллоидные вещества пива. Поэтому температура потребляемого пива должна быть 8-12С. При такой температуре вкус проявляется лучше.

Горечь пива. Характерная горечь зависит от качества и свежести хмеля. 1-й и 2-й сорта хмеля придают пиву приятную мягкую горечь; 3-й сорт дает более грубую горечь. Хмелевая горечь в пиве хорошего качества должна ярко ощущаться только в момент его употребления, а затем ощущение горечи быстро проходит. Если ощущение горечи остается, то это объясняется низкой степенью дисперсности хмелевых веществ, повышенной концентрацией полифенолов хмеля и высокой карбонатной жесткостью воды. Мягкую приятную горечь получают в пиве, приготовленном на умягченной воде или заторов с добавлением молочной кислоты.

Длительное кипячение сусла с хмелем также способствует образованию в пиве четко выраженной остающейся горечи.

Пенообразование. Признаком высокого качества пива является густая и стойкая пена. Пиво с густой, плотной пеной обладает полнотой вкуса и долго сохраняет свежесть. По внешнему виду пена бывает: компактная , мелкая, плотная, пузырчатая, рыхлая, неустойчивая. Она состоит из пузырьков диоксида углерода, покрытых пленкой поверхностно-активных веществ. К таким веществам относятся некоторые гуммиобразные и красящие вещества и др. Хорошее пеноообразование наблюдается при достаточном насыщении пива диоксидом углерода и при наличии поверхностно-активных веществ. Продолжительность существования пены, т.е. её стойкость является важной характеристикой. Под пеностойкостью понимают время, прошедшее с момента возникновения пены до её разрушения. При наливании пива в бокал должно происходить медленное выделение пузырьков СО2 с образованием устойчивой компактной пены.Затем выделение СО2 замедляется, распад начинает преобладать над образованием и объем пены уменьшается. Скорость исчезновения пены зависит от её стойкости. Существует определенная связь между стойкостью пены, правильным составом пива и насыщенностью его диоксидом углерода: чем больше насыщение пива СО2, тем интенсивнее пенообразование и больше стойкость пены. Нарушение технологии, в частности, переброды, брожение при повышенной температуре, несвоевременное шпунтование танков при дображивании, приготовление заторов из сильно растворенных солодов, отрицательно влияют на пенообразование.

Раздел 3.Технологический расчет сырья для производства пива

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Условное обозначение | Количество на 100 кг зернового сырья |
| Объем сусла | Vc | 54,51583365 |
| Горячее сусло | Vгс | 56,696467 |
| Холодное сусло | Vхс | 53,29467898 |
| Экстрактивность сусла | Ес | 68,58528 |
| Масса сусла | Мс | 571,544 |
| Общее количество экстрактивных веществ | Мэв | 71,38528 |
| Масса потерь сухих веществ | Мпд | 2,8 |
| Масса экстрактивных веществ полированного солода | Мэвпсс | 71,38528 |
| Масса экстрактивных веществ рисовой сечки | Мэврс | 0 |
| Сухие вещества светлого солода | Мсвпсс | 93,928 |
| Сухие вещества рисовой сечки | Мсврс | 0 |
| Отходы полировки | Моп | 0,5 |
| Масса полированного солода | Мпсс | 99,5 |
| Общее количество сухих веществ | Мсв | 93,928 |
| Количество сухих веществ в дробине | Мсвдр | 25,34272 |

Таблица Расход сырья

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Продукты | Условное обозначение | на 100 кг зернового сырья | на 1 дал готового пива | на год | на сутки |
| Зернопродукты, кг |
| Солод светлый | Мсс | 100 | 2,050003697 | 1230002,22 | 3727,27945 |
| Рисовая сечка | Мрс | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Всего | 100 | 2,050003697 | 1230002,22 | 3727,27945 |
| Другие виды сырья, кг |
| Хмель прессованный | Мхп | 1,915708812 | 0,039272101 | 23563,2609 | 71,40382087 |
| Хмель гранулированный | Мхг | 16,04278075 | 0,328877598 | 197326,559 | 597,95927 |
| Всего | 17,95848956 | 0,3681497 | 220889,82 | 669,3630909 |
| Промежуточные продукты и товарное пиво, дал |
| Сусло горячее | СЛг | 56,696467 | 1,16227967 | 697367,802 | 2113,235763 |
| Сусло охмеленное | СЛхм | 53,29467898 | 1,092542889 | 655525,734 | 1986,441617 |
| Пиво молодое | ПВм | 51,962312 | 1,065229317 | 639137,59 | 1936,780577 |
| Пиво фильтрованное | ПВф | 49,62400796 | 1,017293998 | 610376,399 | 1849,625451 |
| Пиво товарное | ПВт | 48,78039983 | 1 | 600000 | 1818,181818 |
| Отходы,кг |
| Дробина солодовая | Дс | 211,1893333 | 4,329389142 | 2597633,48 | 7871,616621 |
| Дробина хмелевая | Дхм | 6,384 | 0,130872236 | 78523,3416 | 237,9495201 |
| Осадок взвесей сусла | Ост | 1,75 | 0,035875065 | 21525,0388 | 65,22739037 |
| Дрожжи товарные | Дт | 4,263574318 | 0,087403431 | 52442,0587 | 158,9153294 |
| Диоксид углерода | Сот | 7,317059974 | 0,15 | 90000 | 272,7272727 |
| Отходы полировки | Плот | 0,5 | 0,010250018 | 6150,01109 | 18,63639725 |

Раздел 4. Разработка графика технологических процессов

График технологических процессов представлен на листе графической № 2.

График технологических процессов строят для определения режима работы предприятия, продолжительности, последовательности и взаимосвязи технологических операций в течении рабочей смены, интенсивности и материального баланса производства. Он является основой для дальнейшего подбора, а также построения графика работы технологического оборудования предприятия. График состоит из 7 граф: номер по порядку, технологические операции, количество сырья, перерабатываемого в смену и час, продолжительность операций и количество переработанного сырья в каждой смене. Номер по порядку становится сквозной для всех технологических операций. Вторую графу заполняют согласно схеме технологических процессов, начиная с приемки молока. В третьей графе указывают количество перерабатываемого сырья по данным продуктового расчета. Четвертая графа, где указывают количество сырья, перерабатываемого за один час, по существу характеризуют часовую производительность оборудования или интенсивность переработки.

Последние три графы разбивают на число часов работы в смену. Продолжительность операций в каждой смене обозначают сплошной линией с указанием количества перерабатываемого сырья за час.

В качестве примера расчета возьмем несколько технологических операций:

Приемка сырья:

-Производительность 5000 кг/ч

-Масса принимаемого сырья 3700 кг,

Отсюда длительность процесса =3700/5000=0,7 ч

Раздел 5. Технологический и бактериологический контроль выпускаемой продукции

Технохимический контроль производства.

Методы контроля качества сырья и готовой продукции.

Оценка качества ячменя.

Качество ячменя оценивают в каждой партии по показателям, предусмотренным требованиями действующего ГОСТа. Партией называют любое количество однородного зерна, предназначенного к одновременной приемке ли хранящегося в одном плотном слое или в одной секции склада. Если зерно имеет одинаковые органолептические показатели, то она называется однородной партией. Если партия по внешним признакам неоднородна, то каждую однородную часть партии считают отдельной партией.

Отбор проб зерна производят при помощи специальных приборов-щупов или механических пробоотборников. Количество зерна, взятое за один прием из одного места, называют выемкой или разовой пробой. Масса выемки должна быть не менее 1кг.

Составление среднего образца. Однородные по внешнему виду выемки соединяют вместе и получают исходный образец, из которого отбирают средний образец. Для этого зерно исходного образца высыпают на гладкую поверхность, перемешивают и разравнивают ровным слоем в форме квадрата. После этого берут две деревянные планки со скошенным ребром и с двух сторон одновременно сдвигают зерно к середине квадрата, где после нескольких таких перемешиваний образуется валик. Затем планками захватывают зерно с концов валика и также одновременно ссыпают его в середину. Таким образом, оно перемешивается трижды и снова укладывается ровным слоем в виде квадрата. При помощи планки квадрат делят по диагонали на 4 треугольника. Зерно двух противоположно лежащих треугольников удаляют, а зерно оставшихся треугольников перемешивают и повторяют операцию деления на треугольники до тех пор, пока в образце не останется 2кг, который и будет средним образцом.

Оценку качества ячменя осуществляют на основании базовых показателей, которые делятся на внешние (состояние зерна, цвет, запах, температура) и аналитические (влажность, способность прорастания, крупность, содержание мелких зерен и примесей.

Оценка по внешним показателям. Внешний вид зерна, запах, цвети температура дают возможность судить о его доброкачественности Зерна пивоваренного ячменя должны быть крупными, ровными по размеру, светло-желтого или желтого цвета, блестящими. Допускается серовато-желтый цвет.

Зерно не должно иметь постороннего запаха, который определяют следующим образом. В стакан насыпают зерно, заливают его горячей водой температурой 60-70С, накрывают крышкой на 2-3 мин, затем воду сливают и определяют запах.

Крупность ячменя и содержание примесей. Из среднего образца берут навеску 50г и помещают на верхнее сито рассеивающего прибора, который состоит из верхнего и среднего сит, с продолговатыми отверстиями размером соответственно 2,5х20 и 2,2х20 мм и нижнего с круглыми отверстиями диаметром 1,5 мм. При включении электропривода набор сит совершает 110-120 возвратно-поступательных колебаний в минуту. На качающихся ситах навеска зерна в течение 3 мин разделяется на фракции (остаток на ситах и проход на поддоне под нижним ситом).

Из фракций выделяют примеси и каждую фракцию взвешивают отдельно. Примеси высыпают на стеклянную доску с белым или голубым фоном и вручную с помощью пинцета и кисточки разделяют их на сорные и зерновые.

Отношение массы зерна на ситах 2,5х20 и 2,2х20 мм к общей массе навески. выраженное в процентах, характеризует крупность зерна.

Процентное отношение массы зерна, оставшегося на нижнем сите (с диаметром 1,5 мм), к массе навески выражает количество мелких зерен.

Отдельно вычисляют сорные и зерновые примеси в процентах от массы навески.

Влажность. Влажностью называют массу воды, удаляемой из зерна при высушивании, выраженную в процентах от его массы. Одним из наиболее точных методов определения влажности является метод высушивания продукта до постоянной массы.

Высушивание проводят в сушильном шкафу, который представляет собой круглый металлический аппарат, снабженный диском с гнездами для 10 бюкс, куда помещают высушиваемый продукт. Одновременно влажность можно определять в 10 образцах.

Для определения влажности ячменя из среднего образца отбирают 30г и измельчают так, чтобы при просеивании через сито с размером ячеек на свету 0,8 мм проходило не менее 50% дробленого зерна. Это зерно помещают в стеклянную банку с притертой пробкой и хорошо перемешивают. Затем из разных мест банки набирают зерновую массу на две параллельных навески по 5 ± 0,01г, высыпают их в высушенные и взвешенные бюксы (стеклянные сосуды с притертой крышкой). Наполненные бюксы с открытыми крышками помещают в разогретый сушильный шкаф, где они проходят сушку при температуре 105˚С в течение 3 ч.

Бюксы с высушенным материалом вынимают из шкафа, закрывают крышками идля охлаждения помещают в эксикатор ( стеклянный сосуд с вместимостью 3л с притертой крышкой). Для поглощения влаги в эксикатор ставят прокаленный хлорид кальция или серную кислоту). Через 20 мин бюксы с образцами вынимают из эксикатора и взвешивают с точностью до 0,01г. По разности массы до и после высушивания вычисляют влажность в процентах по формуле: W=[(а-b)100]/(a-b), где (а-b) –масса бюксы соответственно до высушивания и после высушивания, b-масса чистой бюксы.

Оценка качества солода.

От качества перерабатываемого ячменного солода во многом зависит и качество готового пива. Качество солода определяют по органолептическим и химическим показателям. Органолептически качество солода оценивают так же, как и ячменя, по внешнему виду зерен, по цвету, запаху и вкусу. Выравненность солода анализируют на сортировочных ситах по методике, применяемой для определения крупности ячменя и содержания примесей.

Степень разрыхления зерна определяют по сопротивлению, ощущаемому при раскусывании зерен зубами

Стекловидность. Для определения числа стекловидных зерен с нерастворившимся эндоспермом отбирают 100 зерен, разрезают их бритвой или прибором (фаринатом). К стекловидным зернам относят полностью стекловидные и с легким помутнением, а также зерна, у которых белая мучнистая поверхность занимает не более ¼ площади среза.

Экстрактивность. сущность метода состоит в растворении экстрактивных веществ солода под действием собственных ферментов с последующим определением концентрации этих веществ в растворе пикнометрически.

В предварительно взвешенный стакан помещают 50 ±0,01 г измельченного солода, 200мл дистиллированной воды температурой 47С, стакан ставят на водяную баню, нагретую до 45С, и выдерживают 30 мин, периодически перемешивая содержимое. Затем температуру затора повышают до 70С со скоростью нагрева 1°С в минуту.

Когда в заторе температура достигнет 70С, добавляют 100мл воды температурой 70С и при этой температуре затор осахаривают при перемешиваниии в течение 1 ч. После этого его охлаждают до комнатной температуры, небольшими порциями воды доводят содержимое стакана до 450 г, хорошо перемешивают и фильтруют через бумажный фильтр. Первые порции фильтрата возвращают на фильтр, добиваясь его прозрачности. В фильтрате, называемом лабораторным суслом, с помощью пикнометра определяют относительную плотность и по таблице находят соответствующее этой плотности содержание экстрактивных веществ.

Зная влажность и содержание зкстрактивных веществ Е в солоде, вычисляют его экстрактивность на воздушно-сухое вещество Е1 по формуле:

Е1 = [е (800+ W)]/(100-е),

где е- содержание экстрактивных веществ в лабораторном сусле, %.

Пример: Влажность солода 5,5%, относительная плотность лабораторного сусла -1,0338, что соответствует содержанию экстрактивных веществ 8,488% мас.

Отсюда экстрактивность солода на воздушно сухое вещество ( в %)

Е1= [8,488( 800+5,5)] / (100-8,488)=74,7.

|  |
| --- |
| Относительная плотность ( ρ 20/20, г/см2 ) и экстрактивность (Е, г на 100г) жидкости |
| ρ | Е | ρ | Е | ρ | Е | ρ | Е |
| 1,01750 | 4,454 | 1,03000 | 7,558 | 1,04250 | 10,596 | 1,05500 | 13,569 |
| 1,01800 | 4,580 | 1,03050 | 7,681 | 1,04300 | 10,716 | 1,05550 | 13,687 |
| 1,01850 | 4,705 | 1,03100 | 7,803 | 1,04350 | 10,836 | 1,05600 | 13,804 |
| 1,01900 | 4,830 | 1,03150 | 7,926 | 1,04400 | 10,956 | 1,05650 | 13,921 |
| 1,01950 | 4,955 | 1,03200 | 8,048 | 1,04450 | 11,075 | 1,05700 | 14,039 |
| 1,02000 | 5,080 | 1,03250 | 8,171 | 1,04500 | 11,195 | 1,05750 | 14,156 |
| 1,02050 | 5,205 | 1,03300 | 8,293 | 1,04550 | 11,315 | 1,05800 | 14,273 |
| 1,02100 | 5,330 | 1,03350 | 8,415 | 1,04600 | 11,435 | 1,05850 | 14,390 |
| 1,02150 | 5,455 | 1,03400 | 8,537 | 1,04650 | 11,554 | 1,05900 | 14,507 |
| 1,02200 | 5,580 | 1,03450 | 8,659 | 1,04700 | 11,673 | 1,05950 | 14,624 |
| 1,02250 | 5,704 | 1,03500 | 8,781 | 1,04750 | 11,792 | 1,06000 | 14,741 |
| 1,02300 | 5,828 | 1,03550 | 8,902 | 1,04800 | 11,912 | 1,06050 | 14,857 |
| 1,02350 | 5,952 | 1,03600 | 9,024 | 1,04850 | 12,031 | 1,06100 | 14,974 |
| 1,02400 | 6,077 | 1,03650 | 9,145 | 1,04900 | 12,150 | 1,06150 | 15,090 |
| 1,02450 | 6,200 | 1,03700 | 9,267 | 1,04950 | 12,268 | 1,06200 | 15,207 |
| 1,02500 | 6,325 | 1,03750 | 9,388 | 1,0500 | 12,387 | 1,06250 | 15,323 |
| 1,02550 | 6,449 | 1,03800 | 9,509 | 1,05050 | 12,506 | 1,06300 | 15,439 |
| 1,02600 | 6,572 | 1,03850 | 9,631 | 1,05100 | 12,624 | 1,06350 | 15,555 |
| 1,02650 | 6,696 | 1,03900 | 9,751 | 1,05150 | 12,743 | 1,06400 | 15,671 |
| 1,02700 | 6,819 | 1,03950 | 9,873 | 1,05200 | 12,861 | 1,06450 | 15,787 |
| 1,02750 | 6,943 | 1,04000 | 9,993 | 1,05250 | 12,979 | 1,06500 | 15,903 |
| 1,02800 | 7,066 | 1,04050 | 10,114 | 1,05300 | 13,098 | 1,06550 | 16,019 |
| 1,02850 | 7,189 | 1,04100 | 10,234 | 1,05350 | 13,215 | 1,06600 | 16,134 |
| 1,02900 | 7,312 | 1,04150 | 10,355 | 1,05400 | 13,333 | 1,06650 | 16,249 |
| 1,02950 | 7,435 | 1,04200 | 10,475 | 1,05450 | 13,451 | 1,06700 | 16,365 |

Продолжительность осахаривания. Продолжительность превращения крахмала в редуцирующие сахара и декстрины под действием ферментов солода характеризуется временем в минутах, необходимым для полного осахаривания затора при 70°С. Этот показатель находят во время определения экстрактивности сололда. Когда в ходе анализа температура затора достигнет 70С, начинают отбирать через каждые 5 мин стеклянной палочкой каплю затора и на фарфоровой пластинке смешивают её с каплей йода ( смесь 20мл 0,1н раствора йода с 80 мл воды). В первых пробах раствор йода окрашивается в синий цвет, что свидетельствует о наличии крахмала. Окончанием осахаривания считают момент, когда цвет йода остается неизменным.

Цветность. Цветность лабораторного сусла определяют колориметрическим титрованием. Для этого берут два одинаковых стакана вместимотью 150 мл, сатвят их на лист белой бумаги, в один наливают 100мл лабораторного сусла, в другой 100мл дистиллированной воды. В воду из бюретки добавляют 0,1 н. раствора йода (титруют) до тех пор, пока цвет жидкости в обоих стаканах не станет одинаковым. Если сусло очень тёмное, то его разбавляют известным количеством воды и при расчетах учитывают степень разбавления. По количеству миллилитров израсходованного йода судят о цветности сусла.

Кислотность. Активную кислотность в заторе определяют с помощью рН-метра, а титруемую кислотность - титрованием лабораторного сусла 0,1н. раствором гидроксида натрия.

При определении титруемой кислотности 50мл лабораторного сусла титруют в конической колбе 0,1н. раствором гидроксида натрия до тех пор, пока 4 капли сусла, перенесенные из колбы на фарфоровую пластинку, при смешивании с 2 каплями красного фенолфталеина не перестанут его обесцвечивать.

Для анализов используют свежеприготовленный раствор красного фенолфталеина, который готовят следующим образом. К 29 мл дистиллированной воды, освобожденной от диоксида углерода кипячением, приливают 10 капель спиртового раствора фенолфталеина (1г фенолфталеина в 100 г 96%-ного этилового спирта) и 4 капли 0,1 н. раствора гидроксида натрия. Полученный раствор готовят ежедневно и хранят в закрытой посуде.

Кислотность выражают в миллилитрах 1н. раствора гидроксида натрия на 100 мл сусла, для этого число миллилитров щелочи, израсходованной на титрование, умножают на 0,2. Например, на титрование 50мл лабораторного сусла израсходовано 4,8 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия, кислотность сусла ( в1 мл. н. раствора щелочи) будет 4,8 х 0,2= 0,96.

Оценка качества пивного сусла.

Качество помола солода. Степень измельчения сухого солода на дробильной машине характеризуется количественным соотношением отдельных фракций в помоле: шелухи, крупной крупки, мелкой крупки и муки. Это соотношение зависит от влажности солода, состояния его энодосперма, пленчатости и др. Поэтому при изменении качественной характеристики солода регулируют дробильные машины, контролируя их работу по составу помола. Для этого из-под вальцов дробилки отбирают 100г дробленого продукта и помещают его на верхнее сито планзихтера. Планзихтер состоит из набора сит с отверстиями 1,27; 1,01; 0,547; 0, 253; 0,152мм, установленных одно над другим, крышки и поддона. При встряхивании сит в течение 5 мин с частотой 300 колебаний в минуту образец разделяется на фракции. Остаток на верхнем (первом) сите представляет собой шелуху, на втором – крупную крупку, на третьем - мелкую крупку. Сумма остатка на четвертом и пятом ситах, а также на поддоне составляет муку.

Для оценки качества дробления увлажненного солода отбирают его образец в цилиндрический ситчатый пробоотборник, который подставляют в центр струи смеси воды и измельченного солода, поступающий в заторный аппарат. Образец равномерно распределяют на металлическом листе размером 500х400 мм и визуально определяют качество дробления. Целые зерна отделяют и определяют их количество в процентах.

Концентрация экстрактивных веществ.

Для определения концентрации экстактивных веществ применяют ареометры сахарометры со шкалой 0-8, 8-16, 16-24% сухих веществ. Эти приборы представляют собой плавающий стеклянный цилиндрический сосуд, запаянный с обоих концов.

Нижняя часть прибора заполнена свинцовой дробью, чтобы ареометр плавал строго вертикально. Верхняя часть ареометра сахарометра представляет собой шкалу с делениями, градуированными по растворам чистой сахарозы при температуре 20С. Цена деления 0,1 % мас.

В чистых растворах сахарозы сахарометры показывают процент растворенного сахара по массе ( г в 100г).

В нечистых растворах (например в пивном сусле) они показывают видимое содержание сухих веществ в % мас.

Ареометры имеющие в нижней части колбы термометр, называются денсиметрами. Эти приборы предназначены для измерения плотности жидкостей при температуре 20С в пределах 0,7-2,0 г см3.

При отклонении температуры анализируемого раствора от 20С в показания сахарометра вносят поправку (см.табл).

При анализе пробу сусла отбирают из сусловарочного аппарата перед перекачкой его на охлаждение, освобождают от дробины фильтрованием через сетку, охлаждают до 20С, и наливают в стеклянный цилиндр, диаметр которого больше диаметра сахарометра в 2-3 раза. Цилиндр ставят на поддон и плавно погружают сахарометр в сусло. Сахарометр должен быть предварительно очищен и высушен. При погружении сахарометра избыток сусла вытекает из цилиндра в поддон. Отсчет концетрации экстактивных веществ по шкале сахарометра производят через 2-3 мин (необходимо для выравнивания температуры сусла и сахарометра) По верхнему мениску при положении глаза на уровне сусла в цилиндре.

|  |  |
| --- | --- |
| Температура 0С | Показания сахарометра ,% |
| 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Из показаний сахарометра вычитают |
| 16 | 0,17 | 0,21 | 0,23 | 0,26 | 0,27 | 0,28 |
| 17 | 0,13 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,22 |
| 18 | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,15 |
| 19 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
|  К показаниям сахарометра прибавляют |
| 21 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| 22 | 0,1 | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| 23 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,21 | 0,21 |
| 24 | 0,21 | 0,24 | 0,26 | 0,26 | 0,27 | 0,28 |

Полнота осахаривания сусла.

Полноту осахаривания определяют по йодной пробе. В сомнительных случаях крахмал и высокомолекулярные декстрины осаждают из сусла этиловым спиртом, осадок растворяют в оде и по цветной реакции и йодом судят о полноте осахаривания. для определения используют пробирку с делением на 5, 10 и 30мл. Вначале до деления 5 наливают сусло, а затем до деления 30 – этиловый спирт, пробирку закрывают пробкой и встряхивают. После отстаивания прозрачную жидкость сливают, а к оставшемуся осадку доливают воду до деления 10. После растворения осадка в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли 0,1н. раствора йода. Синяя или сине – фиолетовая окраска свидетельствует о присутствии в сусле крахмала, красная окраска – эритродекстринов, а желтая – об их отсутствии, т.е. о полном осахаривании крахмала.

Цветность сусла. Цветность заводского пивного сусла определяют так же, как и лабораторного сусла.

Титруемая и активная кислотность. Титруемую кислотность определяют так же, как и в лабораторном сусле, и выражают в миллилитрах раствора гидроксида натрия на 100мл сусла.

Активную кислотность измеряют на рН-метре по методике, изложенной в паспорте, прилагаемом к прибору.

Содержание редуцирующих сахаров. Вначале сусло разбавляют в 25 раз, для чего в мерную колбу на 250 мл вносят 10 мл сусла и содержимое доливают дистиллированной водой до метки. Метод Бертрана, по которому определяют содержание редуцирующих сахаров, базируется на свойстве веществ, имеющих карбонильную группу ( >С=O), окисляться раствором Фелинга, состоящим из двух компонентов (1 и 2).

При проведении анализа для окисления редуцирующих сахаров в коническую колбу на 200 –250 мл отмеряют цилиндрами по 20 мл 1 и 2-го раствора Фелинга и пипеткой вносят в неё 20 мл разбавленного в 25 раз пивного сусла. Содержимое колбы перемешивают, нагревают до кипения и кипятят точно 3 мин. Затем колбу снимают с огня, дают в течение 1-2 мин осесть осадку о надосадочную жидкость отфильтровывают в колбу Бунзена на стеклянном фильтре со слоем асбеста 1 см.

Фильтруемую жидкость сливают на фильтр медленно по стеклянной палочке. Оставшийся в колбе осадок промывают 30-60 мл горячей воды, которую тоже сливают в фильтр. Фильтр с осадком переносят в другую чистую колбу Бунзена.

Далее осадок растворяют сульфатом железа или железоаммонийными квасцами. Для этого отмеряют 20мл этого реактива и приливают его в коническую колбу с осадком, в результате чего образуется раствор синевато- зеленого цвета. Полученный раствор переносят на фильтр для растворения оставшегося там осадка. Когда весь осадок на фильтре растворится, колбу Бунзена подключают к вакуум - насосу и раствор переводят из фильтра в колбу. Коническую колбу промывают 25-30 мл холодной воды, которую сливают к раствору в колбе Бунзена. Промывание повторяют 5-6 раз. Затем жидкость в колбе титруют раствором перманганата калия до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30с.

Параллельно с основным анализом проводят определение поправки на реактивы, для чего вместо 20мл сусла используют 20 мл дистиллированной воды. поправку выражают в миллилитрах раствора перманганата калия и вычитают из количества перманганата калия, ушедшего на титрование сусла в основном опыте. Полученную разность между этими числами умножают на титр перманганата калия по меди, который равен 10 (т.е 1 мл раствора перманганата калия, израсходованного на титрование, соответствует 10 мг меди), и получают количество меди мг, восстановленной сахаром. По таблице находят цифру соответствующую найденному количеству меди.

|  |
| --- |
| Кол-во меди, Cu мг, и соответствующее ему значение мальтозы СХ, мг  |
| Cu | СХ | Cu | СХ | Cu | СХ | Cu | СХ |
| 65,7 | 60 | 75,4 | 69 | 85,1 | 78 | 94,8 | 87 |
| 66,8 | 61 | 76,5 | 70 | 86,1 | 79 | 95,8 | 88 |
| 67,9 | 62 | 77,6 | 71 | 87,2 | 80 | 96,9 | 89 |
| 68,9 | 63 | 78,6 | 72 | 88,3 | 81 | 98,0 | 90 |
| 70 | 64 | 79,7 | 73 | 89,4 | 82 | 99,0 | 91 |
| 71,1 | 65 | 80,8 | 74 | 90,4 | 83 | 100,1 | 92 |
| 72,2 | 66 | 81,8 | 75 | 91,5 | 84 | 101,1 | 93 |
| 73,3 | 67 | 82,9 | 76 | 92,6 | 85 | 102,3 | 94 |
| 74,3 | 68 | 84,0 | 77 | 93,7 | 86 | 103,2 | 95 |

Кроме мальтозы в сусле имеются другие редуцирующие вещества ( сахара и несахара), которые также восстанавливаются реактивом Фелинга. Поэтому результаты прямого определения редуцирующей способности сусла обозначают термином «сырая» мальтоза.

При принятом разбавлении содержание «сырой» мальтозы (х) в неразбавленном сусле ( в г на 100мл) вычисляют по уравнению

х = а 250\*100/(20\*10\*1000),

где а- количество мальтозы в 20 мл разбавленного сусла.

Конечная степень сбраживания сусла.

Этот метод дает возможность определить массу сбраживаемых углеводов в пивном сусле. Анализируемый образец сусла разбавляют в дистиллированной воде до концентрации экстрактивных веществ 4 - 6%.мас, которую определяют сахарометром или пикнометрически. Дрожжи для анализа предварительно обезвоживают, отпрессовывая их в мешочке из плотной ткани в ручном прессе до получения плотной , легко разламывающейся массы. Можно также удалить воду из дрожжей фильтрованием под вакуумом на вороне Бюхнера через фильтровальную бумагу.

Разбавленное сусло сбраживают двумя способами: брожением без размешивания и брожением с размешиванием.

При анализе первым методом в мерный цилиндр наливают 300 или 20 мл разбавленного сусла, а в фарфоровой ступке тщательно растирают 30 или 20 г прессованных дрожжей (10% от массы сусла) с небольшим количеством сусла, приливаемого из цилиндра. Затем в толстостенную колбу вместимостью 500мл смывают дрожжи из ступки. Сосуд накрывают ватной пробкой и проводят брожение в течение 48 ч при температуре 20-25С, периодически слегка взбалтывая содержимое.

Сброженное сусло осторожно сливают с осадка в другой сосуд, энергично встряхивают для удаления диоксида углерода и отфильтровывают в воронке Бюхнера через бумажный фильтр, возвращая в воронку первые 20-30 мл фильтрата.

В фильтрате определяют видимый экстракт с помощью сахарометра или пикнометрически.

При анализе вторым способом в стакан вместимостью 500-600 мл, снабженный мешалкой и крышкой, вносят 200мл сусла и 16г отпрессованных дрожжей, закрывают крышкой, помещают в водяную баню, включают мешалку и сбраживают сусло 5 ч при температуре 20-25С. Сброженное сусло отфильтровывают и определяют в нем видимый экстракт.

Конечную степень сбраживания V, показывающую количество сброженных веществ в сусле, определяют в процентах к массе экстрактивных веществ в исходном сусле по формуле: V= [(Е-е)10] / Е, где Е- массовая доля сухих веществ в начальном сусле,% ; е- видимый экстракт сброженного сусла,%.

Для вычисления конечной степени сбраживания, например пикнометрически, определяют относительную плотность ρ 20/20, (г/см3) исходного и сброженного сусла. Затем, пользуясь таблицей, по относительной плотности находят значение массовой доли сухих веществ в начальном сусле (Е, г/100г или %) и видимый экстракт сброженного сусла (е, г/100г или %). Подставляя полученные данные в формулу, находят конечную степень сбраживания сусла

Оценка качества готового пива. Качество готового пива оценивают по органолептическим (вкус, аромат, прозрачность, пенобразование) и по физико- химическим (содержание экстракта, СО2, алкоголя, Титруемая кислотность, цветность, стойкость и др.) показателям.

Органолептические показатели оценивают дегустацией по 25-бальной шкале. Дегустации подвергают только пиво, соответствующее всем физико-химическим показателям, предусмотренным требованиями действующего ГОСТа.

Видимый экстракт. Видимый (кажущийся) экстракт в пиве определяют сахарометром или пикнометрически при наличии в нем спирта и диоксида углерода, а действительный – после удаления спирта и диоксида углерода пикнометрическим способом.

Величина видимого экстракта пива всегда меньше действительного, так как сахарометр погружается в жидкость, содержащую спирт, глубже и поэтому показывает меньшую плотность, чем действительная. Пиво, предназначенное для анализа, освобождают от диоксида углерода встряхиванием в колбе при комнатной температуре, многократным переливанием из колбы в колбу и фильтрованием через бумажный фильтр. Затем в образце пива при температуре 20С пикнометрически опредляют относительную плотность и, пользуясь таблицей (см.выше), находят величину видимого экстракта. Видимый экстракт находят также по показаниям сахарометра, погружая его в цилиндр, наполненный подготовленным для анализа пивом.

Алкоголь и действительный экстракт. Содержание алкоголя в пиве определяют перегонкой (дистилляцией). Прибор собран из перегонной колбы 4 вместимостью 500мл, холодильника 2, каплеуловителя 3 и приёмника для дистиллята- колбы 1 на 250мл.

Перед анализом колбу 1 взвешивают с точностью до 0,1 г и соединяют с холодильником. В перегонную колбу наливают 200г пива, освобожденного от СО2, а в приемник 10 мл воды. Пиво медленно нагревают до кипения и спирт, испаряясь, проходит через холодильник, охлаждается, конденсируется и стекает в приемник. Как только в приемнике накопится 2/3 –3/4 жидкости от объема взятого пива, перегонку прекращают, охлаждают приемную колбу с содержимым, отделяют её от холодильника, ставят на весы и доливают дистиллированной водой до массы жидкости 200 г. Затем содержимое колбы перемешивают, определяют в нем пикнометром относительную плотность при 20С и по таблице (см. ниже) находят соответствующее ей значение.

|  |
| --- |
| Относительная плотность жидкости р ( 20/20, г/см3 ) и содержание спирта Сп ( г/ 100г) |
| р | Сп | р | Сп | р | Сп | р | Сп |
| 0,9999 | 0,055 | 1 | 1,015 | 3 | 2,005 | 5 | 3,030 |
| 8 | 0,110 | 0 | 1,070 | 2 | 2,060 | 4 | 3,090 |
| 7 | 0,165 | 0,9979 | 1,125 | 1 | 2,120 | 3 | 3,150 |
| 6 | 0,220 | 8 | 1,180 | 0 | 2,170 | 2 | 3,205 |
| 5 | 0,270 | 7 | 1,235 | 0,9959 | 2,225 | 1 | 3,265 |
| 4 | 0,325 | 6 | 1,285 | 8 | 2,280 | 0 | 3,320 |
| 3 | 0,380 | 5 | 1,345 | 7 | 2,335 | 0,9939 | 3,375 |
| 2 | 0,435 | 4 | 1,400 | 6 | 2,390 | 8 | 3,435 |
| 1 | 0,485 | 3 | 1,455 | 5 | 2,450 | 7 | 3,490 |
| 0 | 0,540 | 2 | 1,510 | 4 | 2,505 | 6 | 3,550 |
| 0,9989 | 0,590 | 1 | 1,565 | 3 | 2,560 | 5 | 3,610 |
| 8 | 0,645 | 0 | 1,620 | 2 | 2,620 | 4 | 3,670 |
| 7 | 0,700 | 0,9969 | 1,675 | 1 | 2,675 | 3 | 3,730 |
| 6 | 0,750 | 8 | 1,730 | 0 | 2,730 | 2 | 3,785 |
| 5 | 0,805 | 7 | 1,785 | 0,9949 | 2,790 | 1 | 3,845 |
| 4 | 0,855 | 6 | 1,840 | 8 | 2,850 | 0 | 3,905 |
| 3 | 0,910 | 5 | 1,890 | 7 | 2,910 | 0,9929 | 3,965 |
| 2 | 0,960 | 4 | 1,950 | 6 | 2,970 | 8 | 4,030 |

При определении действительного экстракта перегонную колбу с оставшимся пивом охлаждают и массу содержимого на весах доводят до 200г. После перемешивания определяют пикнометром относительную плотность этой жидкости и по таблице (плотность/содержание экстракт. веществ) находят соответствующее значение экстрактивных веществ.

Содержание диоксида углерода. Количество СО2 в пиве определяют с помощью прибора показанного на рисунке.

На верхней пластине прибора закреплена стальная полая игла1, соединенная внутренним каналом с манометром. Конец иглы проходит через резиновое уплотнительное кольцо 2.

Перед определением диоксида углерода бутылку с пивом термостатируют в водяной бане в течение 1 ч при температуре 25С, затем вынимают из бани, вытирают насухо, наносят восковым карандашом на уровне поверхности пива метку и устанавливают бутылку на нижнюю подвижную площадку прибора, покрытую слоем резины 3, таким образом, чтобы центр пробки находился под острием иглы 1. Вращением винта 4 бутылку поднимают вверх , плотно прижимая ее пробкой к уплотнителю 2 и игле. Пробка бутылки прокалывается иглой, и полость бутылки сообщается через канал в игле с камерой манометра. Прибор с бутылкой встряхивают вручную до установления устойчивого положения стрелки манометра и отмечают её показание.

Бутылку вынимают из прибора, выливают пиво, ополаскивают и затем заполняют её водой до метки, нанесенной карандашом. После этого из мерного цилиндра в бутылку наливают воду до её наполнения. Зная объем прилитой воды из мерного цилиндра в бутылку (в мл), определяют объем газового пространства в бутылке. Содержание диоксида углерода в пиве (С,% мас) вычисляют по уравнению: С = ( Р+1)(0,122+А), где Р-показания манометра после встряхивания пива, А –коэффициент, величина которого зависит от объема газового пространства бутылки, и определяют его по таблице.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Объем газового пространства, мл. | Значение кэффициента А, для бутылок вместимостью, л | Объем газового пространства, мл. | Значение кэффициента А, для бутылок вместимостью, л |
| 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,3 |
| 3-7 | 0,001 | 0,002 | 28-32 | 0,011 | 0,016 |
| 8-12 | 0,003 | 0,005 | 33-37 | 0,013 | 0,019 |
| 13-17 | 0,005 | 0,008 | 38-42 | 0,014 | 0,022 |
| 18-22 | 0,007 | 0,011 | 43-47 | 0,016 | 0,024 |
| 23-27 | 0,009 | 0, 013 | 48-52 | 0,018 | 0,028 |

Титруемая кислотность.

Перед анализом для удаления диоксида углерода 50мл фильтрованного пива выдерживают 30 мин в конической узкогорлой колбе при 40С, периодически взбалтывая. Затем охлаждают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия. Израсходованное на титрование количество щелочи умножают на 0,2 и получают кислотность пива в миллилитрах нормальной щелочи на 100 мл пива.

Определение цветности на фотоэлектроколориметре.

Перед определением цветности пиво тщательно фильтруют через двойной бумажный фильтр или слой асбеста 10-15 см на на стеклянном пористом фильтре №1 или №2, затем определяют оптическую плотность фильтрата на фотоэлектроколориметре ( ФЭК-60 и др.) с зеленым светофильтром, у которого максимум светопропускания находится при длине волны 540нм.

Цветность пива (Цв) выражают в миллилитрах 0,1 н. раствора йода. Для этого величину измеренной оптической плотности подставляют в формулу:

Цв= Д/ 0,075\*L

где 0,075- коэффициент пересчета оптической плотности в миллилитры 0,1н раствора йода, L- толщина кюветы, см, Д- данные измерений.

У разных типов фотоэлектроколориметров максимум светопропускания зеленых светофильтров не совпадает. Например, у ФЭК-60 светло-зеленый светофильтр имеет максимум светопропускания 520нм. В этом случае необходимо тщательно приготовить раствор 0,1 н. йода, профильтровать и измерить его оптическую плотность на ФЭК-60 со светофильтром 520нм в кювете толщиной 1 см. Полученное значение коэффициента пересчета подставить в формулу вместо 0,075.

Стойкость. Для определения стойкости две бутылки пива выдерживают в темном месте при температуре 20С и наблюдают за появлением в них помутненияя и хлопьевидного осадка. Бутылки ежедневно переворачивают вниз горлом и просматривают на свет. По времени появления помутнения, выражаемому в сутках с момента разлива, определяют стойкость пива.

Список используемой литературы

1. Ляшенко Е. С., Мелетьев А. Е. Влияние УЗ обработки семенных дрожжей на процесс сбраживания сусла темных сортов пива//Пищпром – 1986. - №1. – С.27 – 30.
2. Покровская Н. В., Каданер Я. Д. Биологическая и коллоидная стойкость пива. – М.:Пищпром, 1978. – 272 с.
3. Булгаков Н. И. Биохимия солода и пива. – М.: Пищпром. 1976. – 339 с.
4. Достижения в технологии солода и пива/И. Г. Лернер, Д. Б. Лифшиц, М. Нентвикова и др. – М.: Пищпром. – Прага СНТЛ, 1980. 338 с.
5. Колотуша П. В., Домарецкий В. А. Интенсификация солодовенного производства. К.: Техника, 1977. – 158с.
6. Мальцев П. В. Технология бродильных производств. – М.: Пищпром, 1980. – 547с.
7. Технологическое проектирование солодовенных и пиво-безалкогольных заводов/П. В. Колотуша, Н. А. Емельянов, В. А. Домарецкий и др. – К.: Вища шк., 1987. – 256с.
8. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности/ В.И. Попов и др. – М.: Лег.и пищ пром, 1983 – 464с.
9. Технология пивоваренного и безалкогольного производства/ В. А. Домарецкий. К.: Вища шк., 1986. – 191с.
10. Технология солода /Пер. с нем. А. М. Колашниковой., под ред. И. М. Грачевой. М.: пищпром 1980. – 523с.
11. Фізико-хімічні методи обробки сировини та продуктів харчування /Соколенко А. І. Костін В. Б. Васильківський К. В. Шевченко О. Ю. И др. – К. 2000, - 350 с.
12. Кретов И.Т., Антипов С.Т. «Инженерные расчеты технологического оборудования предприятий бродильной промышленности», М.: КолосС, 2004г.