***Вступ.***

Технологічні санітарно-гігієнічні умови виробництва пива, стійкого до біологічного і колоїдного помутніння протягом тривалого часу, мають деякі специфічні особливості. Проте під час виробництва стійкого пива потрібно передусім ретельно виконувати вимоги технології.

Багато технологічних факторів мають значення для підвищення стійкості пива як до біологічного, так і до колоїдного помутніння це стосується вибору сировини (ячмінь, хміль), режимів затирання, бродіння і доброджування, фільтрування та фасування пива.

Технологічні способи підвищення біологічної стійкості повинні, крім усього іншого, враховувати фізіологічні властивості мікроорганізмів, що мають здатність розмножуватися в пиві.

Підвищення біологічної стійкості може бути досягнуто комплексом технологічних заходів, в результаті яких створюються умови, несприятливі для розвитку всієї сукупності інфікуючих пиво мікроорганізмів.

Для підвищення стійкості пива до біологічного помутніння особливо велике значення має санітарно-гігієнічний стан виробництва.

Особливостями технології виробництва пива, призначеного для пастеризації та тривалого зберігання, наприклад світлого пива з масовою часткою сухих речовин сусла 12 або 13 %, є ряд спеціальних додаткових технологічних прийомів, таких як внесення в сусло та молоде пиво ферментних препаратів, більш глибоке виброджування сусла, обов’язкове фільтрування пива на кізельгуровому фільтрі з наступною пастеризацією та ряд інших.

Для підвищення стійкості пива, крім наведених вище технологічних заходів, використовуються також адсорбенти, якими обробляють готове до розливу пиво безпосередньо під час фільтрування на кізельгуровому фільтрі.

***1. Вимоги до сировини та матеріалів***

Для виробництва пива підвищеної стійкості по­трібно використовувати низькобілковий ячмінь (9-11 % білка), з гарною енергією проростання, великі та вирів­няні зерна.

Збільшення вмісту білка в ячмені призводить до збільшення кількості розчинних азотистих речовин у суслі та пиві і, як правило, до погіршення колоїдної стійкості пива.

Сорт ячменю впливає на вуглеводний склад сусла, зу­мовлюючи тим самим інтенсивність процесу бродіння. На­приклад, співвідношення в суслі гексоз та мальтози може сильно варіювати залежно від сорту ячменю. З точки зору процесу бродіння потрібні такі сорти ячменю, які містять достатню кількість ферментів, що дають високоферментативний солод та сусло з великим вмістом розброджувально-го (глюкоза, цукроза) і основного бродильного (мальтоза) цукрів.

Для одержання солоду, призначеного для вироб­ництва пастеризованого пива підвищеної стійкості, треба використовувати пивоварний ячмінь з терміном витри­мування після збирання не менше 45 діб і зі здатністю проростання не нижче 95 %.

Готовий солод повинен мати екстрактивність не нижче 77,5 % на сухі речовини, вологість не більше 5 % та бути витриманим до використання на варінні не мен­ше трьох місяців.

Хміль треба використовувати з показниками не нижче базисних за кольором та масовою часткою альфа-кислот. Хмільові смоли та їх ізомеризовані продукти мають бактеріостатичні властивості, що дуже важливо для біологічної стійкості пива. Поліфеноли хмелю виявляють себе як реакційноздатні речовини, що осаджують високомоле-кулярні поліпептиди в процесі кип'ятіння та охолодження сусла.

***2. Солодовирощування***

Солодовирощування - надзвичайно важливий про­цес у комплексі заходів, спрямованих на отримання стійкого пива. Саме на цій стадії створюються основні передумови отримання сусла потрібного складу, що зумовлює інтенсивне бродіння та розмноження дріжджів, а надалі - і якість готового пива. Як правило, недоліки в якості солоду не можуть бути суттєво виправлені в процесі затирання.

Технологія отримання солоду з ячменю для виробниц­тва стійкого пива повинна відповідати вимогам виробництва високоякісного солоду, а саме: проведення попереднього очищення ячменю перед його складуванням; сортування ячменю перед замочуванням, тобто замочування однакового за розміром зерна; використання води з температурою близько 12 °С та наявність достатньої кількості стиснутого повітря для аерації і перемішування; підтримання правиль­ного температурного режиму сушіння; витримування солоду перед подаванням до варильного цеху не менше ЗО діб у солодосховищах. Не дозволяється підсушування сирого солоду через недосконалість системи кондиціонування повітря по вологості та температурі, що призводить до по­гіршення розчинення і зниження ферментативної активності солоду.

Якщо підприємство постачається водою, яка не відпо­відає за сольовим складом вимогам до води для пивоваріння, вона має підлягати дообробці. Така дообробка рекомендова­не взагалі під час приготування пива у разі, якщо склад вихідної води значно відрізняється від вимог до води для пивоваріння.

Під час виробництва пива підвищеної стійкості засто­совують ферментні препарати — амілоризин П10х, протосубтилін Г10х та інші, дозволені Міністерством охорони здоров'я України та рекомендовані інструкціями до їх застосування. Як адсорбент використовується, наприклад, продукт АК-П на основі природного кремнезему.

**3. *Приготування сусла***

На хімічний склад сусла та якість готового пива, крім властивостей солоду, великий вплив має процес затирання, який сприяє отриманню в суслі потрібного складу вуглеводнів, азотистих та інших речовин, що забезпечує інтенсивне бродіння та високий кінцевий ступінь зброджування. Основне призначення процесу затирання -здійснення гідролізу високомолекулярних, нерозчинних у воді речовин солоду та переведення їх у розчинні речовини меншої молекулярної маси. Процес відбувається головним чином під дією ферментів солоду. Якісний та кількісний склад речовин отриманого сусла визначається властивостями ферментів - залежністю їх активності від температури та кислотності середовища.

Застосування несолодженої зернової сировини та виз­начених ферментних препаратів не тільки не погіршує біо­логічної та колоїдної стійкості пива, але може сприяти їх підвищенню за рахунок покращення складу сусла, що забезпечує його зброджуваність.

Для отримання пива високої колоїдної стійкості як зернову несолоджену сировину доцільно замість ячме­ню використовувати знежирену кукурудзу та рис. Зер­на цих культур містять значно менше білка, ніж ячмінь, причому у них відсутня фракція ^глобуліну. У куку­рудзі та рисі не виявлені, крім того, антоціаногени.

Затирання солоду відбувається двоварильним спо­собом. Використовувана на затирання промивна вода повинна бути з масовою часткою сухих речовин не ниж­че 3 %.

Важливим технологічним прийомом, що дає змогу підвищити колоїдну стійкість пива, є спеціальний ре­жим промивання дробини. Під час виробництва сусла, призначеного для виготовлення пива подовженого збе­рігання і пастеризації, доцільно запобігти попаданню до нього останніх промивних вод, які містять небажані полі­феноли.

У ході промивання дробини відбувається поступо­ве збільшення в промивних водах поліфенолів щодо за­гального вмісту в них сухих речовин. Тому промивні води з концентрацією сухих речовин менше 3 % потрібно направляти в інші варіння для приготування звичайно­го пива.

Процеси промивання дробини та кип'ятіння сусла з хмелем є важливими стадіями приготування стійкого пива,оскільки в цей час тривають окислення поліфенолів та їх з'єднання з поліпептидами, що почалися ще під час затирання та які приводять до утворення нерозчинних комплексів. Останні надалі випадають в осад і видаляються.

На покращення та посилення коагуляції колоїдів на цих стадіях позитивно впливають аерація сусла, енергійне кип'ятіння сусла, що сприяє швидкому утворенню осаду та покращенню наступного освітлення сусла.

Сусло кип'ятять з хмелем протягом двох годин. Ки­п'ятіння сусла має бути інтенсивним, щоб кількість ви­паровуваної води протягом однієї години становила при­близно 5-6 % і коагуляція білків та утворення зависей були яскраво визначені. По закінченні кип'ятіння сусло відділяють від хмелю та охолоджують за прийнятою на заводі технологією. Готове сусло повинно мати нормаль­ну йодну пробу на оцукрювання.

Для підвищення біологічної стійкості пива важли­во правильно охолоджувати сусло - не допускати пе­рестоювання сусла у відстійних чанах, якщо темпера­тура його нижча 60 °С.

Значний інтерес викликає флотаційний спосіб ви­далення дрібних зависей, за якого поряд з освітленням сусла відбувається насичення його киснем.

***4. Бродіння та Заброджування (витримування)***

Під час проведення процесу бродіння потрібно вра­ховувати такі особливості.

В охолоджене сусло за дві години до введення дріжджів з метою стабілізації сусла вносять фермент­ний препарат, наприклад амілоризин П10х, з розрахунку 0,07 г/дал або інші, рекомендовані для цих цілей, у відпо­відному дозуванні.

Бродіння сусла здійснюють у відкритих (або закри­тих) місткостях за звичайно прийнятою на підприємстві тех­нологією, але для отримання пива підвищеної стійкості тривалість бродіння для більш повного виброджування може бути збільшена до 10 діб.

Сусло з 12-відсотковою концентрацією сухих речовин зброджується до 3,6-4,2 % за цукроміром, з 13-відсотковою концентрацією - до 3,9-4,2 *%.* На стадії бродіння велике значення має енергійне, швидке «розброджування», тобто максимальне скорочення тривалості лагфази. Це є умовою швидкого зниження рН сусла та запобігання розвитку бак­терій. Оскільки для інтенсивного розмноження дріжджів і бродіння, крім відповідного хімічного складу, потрібне збагачення його киснем, потрібно аерувати охолоджене сусло стерильним повітрям. Остерігатися при цьому «нада-ерування» немає підстав, тому що сусло поглинає кисень до величини повного насичення, тобто до 8-10 мг/л.

На якість та стійкість пива величезний вплив мають дріжджі. Дріжджі активно споживають кисень. Знайдено, що 1 г дріжджів за 8-9 годин споживає 9,6 мг О2. Тому кисень, що міститься в суслі перед внесенням дріжджів, у процесі їх розмноження швидко споживається і до кінця головного бродіння в молодому пиві лишається менше 0,1 мг О2/л. Під час перекачування пива до нього потрапляє повітря, і вміст О2 в заповненому лагерному танку становить 0,8-1,0 мг/л. Через 24 години ця кількість зменшується до 0,2-0,35 мл/л, через 48 годин - до 0,15-0,25 і через 21 добу становить 0,05-0,20 мг О2/л.

Перед перекачуванням молодого пива на доброджування в танк треба внести ферментний препарат, наприклад протосубтилін Г10х, з розрахунку 0,12 г/дал пива (або інший, аналогічної дії, за відповідною реко­мендацією), який спочатку розчиняють у невеликій кількості пива (2-3 л).

Доброджують пиво за температури 0-2 °С та за тиску не нижче 0,05 МПа протягом 40-42 діб (тривалість доброджування встановлюється нормативною докумен­тацією на даний сорт пива).

Доброджування за тривалого холодного витримуван­ня пива завжди покращує якість та стійкість пива. Це один з небагатьох технологічних факторів, який завжди дає значну кореляцію зі стійкістю пива (головним чином з колоїдною). За сильного охолодження пива краще осаджуються дріжджі з адсорбованими на них бактеріальними клітинами та колоїдними речовинами, що сприяє гарному природному освітленню пива та покращенню умов його наступного фільтрування. В результаті отримують біологічно чисте та стійке пиво.

Різниця між кінцевим та досягнутим ступенем зброд­жування повинна бути 3-5 %, але не більше 5 %.

Рекомендовано, щоб пиво з масовою часткою су­хих речовин в початковому суслі 12 % містило не мен­ше 3,4 % спирту, а з масовою часткою сухих речовин в початковому суслі 13 *% -* не менше 3,5 %.

За відсутності ферментних препаратів з рекомен­дованою активністю для стабілізації складу пива дозво­ляється використовувати підвищені дози іншого, рівно­цінного за дією ферментного препарату з більш низь­кою активністю, наприклад, за відсутності протосубтиліну Г10х можна використовувати амілоризин П10х з розрахунку 0,1 г/дал, за відсутності амілоризину П10х -протосубтилін Г10х, який вноситься в молоде пиво з розрахунку 0,15-0,3 г/дал і т. ін.

***5. Фільтрування і розлив пива***

Цо закінченні доброджування пиво охолоджують до О°С і фільтрують на кізельгуровому фільтрі. Для підвищення стійкості пива доцільно після кізельгурово-го фільтра профільтрувати його повторно через фільтр зі знепліднювальним картоном.

Під час фільтрування потрібно уникати навіть корот­кочасного підвищення температури і контакту пива з повітрям. Всі операції повинні проводитись під тиском і з засто­суванням вуглекислоти.

Як свідчить досвід, сепарування пива на сепараторах ВСП і ВПО не дає змоги отримати достатньо освітлене пиво, оскільки не відбувається повне відокремлення дріжджів. В 1мл освітленого пива виявлено від 290 до 2570 дріжджових клітин за продуктивності сепаратора 250-300 дал/год і в 2-3 рази менше за продуктивності 120-150 дал/год. Така кількість дріжджових клітин може призвести до утворення осаду внас­лідок розмноження дріжджів уже на третій добі після роз­ливу. Розмноження дріжджів не відбувається за наявності 10 і менше клітин у пляшці пива місткістю 0,5 л. Такого низького вмісту дріжджів можна добитися за допомогою діатомітового фільтрування.

Більш стійке пиво отримують за подвійної обробки: сепарування і фільтрування через фільтр з освітлювальними пластинками чи через діатомітовий фільтр. Відбувається різке зниження у фільтрованому пиві кількості клітин дріжджів та інших мікроорганізмів.

Хороші результати були отримані під час застосу­вання намивного шару, складеного із діатомітів марок ОБ і РФ Інзенського заводу.

Для освітлення пива, призначеного для пастеризації, перевагу має застосування рамних фільтрів з розміром пластин 60x60 см і площею близько 40 м2. Фільтрувальні порошки наносять водою у два шари: для першого шару застосовують діатоміт марки ОБ, для другого - РФ у кількості відповідно 650 і 600-800 г/м2. У потік пива діатоміт додається у кількості 100-120 г/гл. Встановлюється діатомітовий фільтр між сепаратором і пастеризатором.

На стадії фільтрування поряд з досягненням потрібно­го ступеня освітлення пива, а також під час розливу велике значення має запобігання окисленню пива.

Передачу пива з танків доброджування на фільтруван­ня здійснюють під тиском двоокису вуглецю не нижче

0,05 МПа. У заповнені відфільтрованим пивом збірники вносять аскорбінову кислоту в кількості 0,5 г/дал.

Під час фільтрування треба уникати спінення пива. Фільтроване пиво у збірниках до кінця розливу повин­но перебувати під тиском не нижче 0,05-0,06 МПа і мати температуру (0...+1,0) °С.

Для забезпечення більшої гарантії стійкості пиво об­робляють адсорбентом.

**6. *Обробка пива адсорбентами***

Як адсорбенти використовують речовини, рекомендо­вані для цього спеціальними інструкціями щодо їх застосування. Для обробки готового до розливу пива, наприклад препаратом на основі діоксиду кремнію, без­посередньо під час фільтрування на кізельгуровому фільтрі після намивання основного шару кізельгуру в дозатор разом з кізельгуром марки «Б» вносять адсор­бент з розрахунку 5 г/дал і у процесі всього фільтру­вання дозують у пиво, що йде на фільтрування.

Крім викладеного способу, залежно від умов і облад­нання, що є на підприємстві, пиво можна обробляти адсорбентами та іншими способами, дотримуючись відпов­ідних рекомендацій.

За дві доби до розливу пиво передають у про­міжний танк. За допомогою дозувального пристрою під час передачі в потік пива додають суспензію адсорбента (розведену водою 1:5) з розрахунку 5 г на 1 дал пива. Після осаду адсорбенту пиво фільтрують на кізельгу­ровому фільтрі.

Адсорбентом обробляють пиво, вже заздалегідь відфільтроване через кізельгур. Препарат намивають на картон (освітлювальний чи опорний) рамного пластинчас­того фільтра з розрахунку 5 г/дал на суху речовину адсорбенту. При цьому пиво спочатку надходить на кізельгуровий фільтр, а потім на пластинчастий з адсор­бентом.

**7. *Запобігання окисним, процесам у пиві***

Добре відомо, що на всіх стадіях приготування пива після стадії розмноження дріжджів і початку бродіння виключений контакт пива з повітрям. Під дією кисню змінюється смак пива внаслідок окислення гірких речо­вин хмелю; прискорюється колоїдне помутніння внаслідок окислення дубильних речовин (поліфенолів); знижується біо­логічна стійкість пива; погіршується піностійкість; виникає пастеризаційний присмак. До цього переліку треба додати встановлене порівняно недавно погіршення смаку й аромату пива внаслідок окислення поліфенолів.

Проте під час розмноження дріжджів і на початку бро­діння у суслі повинна бути достатня кількість розчиненого кисню. Вважається, що в результаті переробки неаерованого сусла вийде пиво, що погано освітлюється, з неприємним смаком і ароматом, схильне до колоїдного помутніння.

Речовини пива, які швидко окислюються і редукують (редуктони і меланоїдіни), можуть зв'язати деяку кількість кисню, що потрапив у розлите пиво і тим самим запобігти окисленню речовин, які в окисленому стані негативно впливають на смак і стійкість пива.

Вважають, що гранично допустимим вмістом кисню у готовому пиві, включаючи кисень повітря, що міститься у шийці пляшки, є 1 мг О2/л. У тих випадках, коли не вживаються заходи щодо запобігання прониканню повітря в пляшку, у шийці пляшки об'ємом 0,5 л може виявитися близько 20 мл повітря, що відповідає 11 мг кисню віл пива, тобто вії разів більше граничної величини. Вміст 3-5 мг О2/л призводить до того, що речовини пива, які мають високу редукувальну здатність, не здатні зв'язати таку кількість кисню і усунути небажані окисні реакції.

Таким чином, весь наявний у пиві кисень споживаєть­ся речовинами, що відновлюються. При вмісті 0,5 мг О2/л увесь кисень споживається за дві доби, 2 мг О2/л - за шість діб.

За допомогою ізотопного методу встановлено, що при­сутній у пиві кисень на 65 % витрачається у реакціях з

поліфенолами, на 30% - з альдегідами і на 5 % - з ізо-*а*-кислотою. До числа цих несприятливих для смакових якостей пива окисних реакцій потрібно додати окислення каротиноїдів, жирних кислот і вищих спиртів.

Небезпека окислення особливо велика під час передачі пива на фільтрування чи сепарування, під час фільтрування і сепарування, надходження у збірник фільтрованого пива і під час розливу.

Усі ці процеси повинні проходити у присутності вуг­лекислоти, а не повітря. При цьому важливо врахову­вати такі фактори, як довжина і діаметр трубопроводів, площа поверхні пива у збірниках тощо.

Потрібно уникати турбулентного руху пива у тру­бопроводах. Особливу небезпеку має також оберталь­ний рух рідини при спорожненні чанів, танків тощо, під час якого відбувається сильне засмоктування повітря.

Заповнення і спорожнення бродильних і лагерних танків під тиском вуглекислоти практично виключає по­глинання кисню пивом, але супроводжується значними витратами СО2 (понад 1200 г/гл за тиску 0,07 МПа) і як результат - істотним підвищенням собівартості пива. Тому запропоновано різні пристрої (відбивні плити, диски тощо), застосування яких під час заповнення і спорож­нення танків знижує поглинання кисню пивом на 70 *%.* У вертикальних танках використовується поплавкова пли­та, діаметр якої збігається з внутрішнім діаметром тан­ка. Під час спорожнення і заповнення танків плита зали­шається на поверхні пива і практично виключає контакт його з повітрям.

Розлив пива повинен здійснюватися так, щоб уникну­ти втрат вуглекислого газу і насичення пива повітрям. Для цього рекомендується застосовувати розливальні машини, які дозволяють розливати пиво з масовою часткою вуглекислоти близько 0,5 %. Потрібно також застосовувати пристрої для видалення повітря із шийки пляшки (спшення пива в результаті механічного удару, ультразвуку тощо).

Однією з найважливіших причин низької колоїдної стійкості пива є високий вміст у ньому повітря, що сприяє розмноженню дріжджів і оцтовокислих бактерій, призводить до швидкого утворення осаду та до загального покаламутнення напою, тобто до зниження біологічної стійкості пива. Тому зменшення вмісту повітря в пиві є важливим технологічним завданням, від успішного вирішення якого значною мірою залежить якість і стійкість пива.

***8. Стабілізація пива***

Під стабілізацією пива мається на увазі таке втру­чання у його виробництво, яке віддаляє утворення не-біологічного покаламутнення. Вимоги до стійкості пива у бочках і пляшках різні, але здебільшого достатньо місячної стійкості непастеризованого і пастеризованого пива. Для експортних поставок потрібно, щоб пастери­зоване пиво в пляшках було стійким протягом кількох місяців і навіть року. Тому знайшов поширення спосіб стабілізації експортного пива в пляшках, що грунтуєть­ся на великій кількості теоретичних розробок і практич­ному досвіді.

Пиво, як усі колоїдні розчини, має схильність до по­каламутнення. Після розливу воно, як правило, прозоре і за температури 0°С, але через деякий час після охолодження до цієї температури воно каламутніє. Утворене холодне покаламутнення за нормальної температури знову зникає.

Холодне покаламутнення визначається як таке, що виникає після охолодження пива до 0°С і знову зникає за 20 °С. Склад цього покаламутнення дуже мінливий. Воно містить від 40 до 76 % азотистих речовин, від 17 до 55 % дубильних речовин, від 3 до 13 % цукридів і невелику кількість зольних залишків, головним чином металів. Утво­ренню холодного покаламутнення сприяють високі температури під час зберігання, окислення, присутність слідів металів у пиві, рух, струс і світло. Холодне покаламутнення є дуже небажаною властивістю пива, особливо у країнах, де пиво продається охолодженим до температури близько 0°С. Стійке покаламутнення має той самий склад, що і холодне покаламутнення. Його утворення прискорю­ють ті самі фактори, крім того, його можуть спричиняти й речовини, що осаджують білки.

Для визначення ступеня стабілізації пива застосову­ють тест з пікриновою кислотою, за Есбахом, частіше - більш простий тест Гартонга з сульфатом амонію. За Гартонгом, 10 мл пива, підготовленого до хімічного аналізу, беруть піпеткою у пробірку і мініпіпеткою добавляють насичений розчин сульфату амонію. Визначають об'єм на­сиченого розчину сульфату амонію у мілілітрах, після додавання якого пиво залишалося протягом 2 хвилин прозорим. Пиво порівнюють з 10 мл пива, в яке додали таку саму кількість дистильованої води. Результати тесту наво­дять безпосередньо у мілілітрах насиченого розчину сульфату амонію на 10 мл пива. Величина тесту коливається у стабілізованого пива близько 3,0 і вище, а у нестабілізованого знижується до 1,0. Тест є більш придатним критерієм для визначення ступеня стабілізації одного й того самого виду пива, ніж для порівняння пива різних заводів.

Заходи щодо стабілізації пива можна проводити в про­цесі його виробництва чи в заключній стадії під час добро-джування і безпосередньо перед розливом. Метою цих заходів є зменшення кількості компонентів пива, які беруть участь в утворенні дубильних комплексів і є основою холодного і стійкого покаламутнення. Метою стабілізації є також підвищення стійкості пива по відношенню до факторів, що впливають на прискорення утворення покала­мутнення, наприклад проти окислення. Як зазначалося, під час варіння сусла для експортного пива змінюється засип за рахунок підвищення кількості замінників солоду, що знижують вміст білків у готовому пиві (цукор, рис). Віддають перевагу добре розчиненим солодам, добре прокип'ячено­му суслу, ґрунтовному осадженню зависей і низьким температурам під час головного бродіння і доброджування. З методів стабілізації пива під час доброджування чи на стадії вже фільтрованого пива безпосередньо перед розливом найбільш поширені осадження (танин), адсорбція (бентонит, селікагель, найлон), ферментативне розщеплення білків і добавки антиокисного засобу.

Під час застосування методів осадження, адсорбції і ферментативного розщеплення білків потрібно вибрати дозу відповідного засобу з урахуванням загального об'єму і складу азотистих речовин у суслі, у молодому чи готовому пиві залежно від того, на якій стадії ведеться обробка. Оптимальну дозу найчастіше визначають виробничою перевіркою. Ефек­тивність стабілізації визначають, з одного боку, аналітичне, з іншого — встановленням практичної стійкості пастеризо­ваного пива під час його зберігання у відповідних методу перевірки умовах.

.

***9. Знепліднення пива***

Знищення мікрофлори у пиві по завершенні бродіння досягається знепліднювальним фільтруванням чи тепловою обробкою.

Знепліднювальне фільтрування відоме як холодна стерилізація і її особливо доцільно застосовувати у тому разі, якщо якісь компоненти (вітаміни, ферменти) не переносять термічної обробки. Тому холодну стериліза­цію спочатку було введено для фруктових соків і вина, а згодом - для пива.

Основою холодної стерилізації є механічне осадження клітин мікроорганізмів на поверхні фільтра. Пиво звільняється від мікроорганізмів знепліднювальним фільтру­ванням практично до стерильності. Здійснюється процес на пластинчастих фільтрах, через які пиво повинно проходити на малих швидкостях (0,8-1,0 гл/(м2тод)).

Перед стерилізацією пиво повинно звільнятися попе­реднім фільтруванням від більшості каламутних речовин. У противному разі стерилізаційні пластини забиваються і продуктивність фільтрів знижується. Хороші результати досягаються попереднім сепаруванням і звичайним фільтруванням на масфільтрах і діамітових фільтрах чи подвійним фільтруванням.

Спеціальні пластини виготовляються з фільтрома-си з додаванням великої кількості азбесту, волокна якого заряджені позитивно. Більшість же мікроорганізмів несе на собі негативний заряд. Це забезпечує майже повну адсорбцію мікроорганізмів на поверхні пластин, навіть якщо їх розмір менший діаметра пор. Розміри останніх коливаються від 1 до 5 мкм і менше.

Виготовляють стерилізаційні пластини з азбестоцелюлозної маси (вміст азбесту - 30-40 %). Застосовують також мембранні матеріали з колодію, ацетатної целюлози. Діаметр пор тут коливається від 0,05 до 1 мкм.

Ці мембранні матеріали достатньо міцні і витримують стерилізацію парою за температури до 125 °С. Часто такі пристрої виконуються у формі патронних фільтрів продуктивністю до 60 гл/год з попереднім сепаруванням і

фільтруванням пива.

Існує досвід фільтрування з використанням порис­тих срібних мембран з діаметром пор від 0,2 до 5 мкм. При цьому забезпечується одночасно фільтрувальний і бактерицидний ефекти.

Знепліднювальним фільтруванням можна досягти майже повної стерильності, за якої пиво містить так мало мікроорганізмів, що біологічні покаламутнення не

виникають.

Неодмінною умовою задовільної біологічної стійкості є відсутність повторного забруднення, що може бути забез­печено асептичними умовами розливу у заздалегідь підготовлений посуд.

Така підготовка повинна здійснюватись або шляхом стерилізувальної обробки на пляшкомийних машинах, або спеціальної стерилізувальної обробки посуду перед розливом.

Відомо, що технологічні режими миття посуду в пляшкомийних машинах на ділянці обробки гарячими лужними розчинами практично забезпечують його стерильність. Проте останні стадії обробки зв'язані з ополіскуванням теплою, а потім і холодною водопровідною (або артезіанською) водою. При цьому тепла вода з температурою 25-30 °С забирається із ванни пляшкомий-ної машини і розподіляється на два потоки. Один з них подається в теплообмінний апарат, догрівається в ньому до температури 40-45 °С (в машинах АММ-6 і АММ-12) і надходить до трьох труб зовнішнього і чотирьох труб внутрішнього ополіскування. Інший потік без підігрівання надходить до чотирьох колекторних труб зовнішнього і чотирьох колекторних труб внутрішнього ополіскування. Перший потік вважається потоком гарячої, а другий - теплої води.

Після ополіскування потік гарячої води поділяєть­ся на дві частини збірниками-ваннами. В першій частині містяться залишки лугу і із збірника-ванни цей потік спрямовується на ополіскування посуду після заванта­жування останнього в носії і скидається у каналізацію, Друга частина потоку гарячого ополіскування скидаєть­ся у збірник-ванну теплої води.

Слід зазначити, що за температурними показниками вплив на мікрофлору потоків біологічно чистої теплої і гарячої води на рівні пастеризаційного ефекту не досягається. Це означає, що у зонах гарячого і теплого ополіскування і, тим паче, у зоні ополіскування холодною водою прогнозується забруднення асептичного до цього моменту посуду.

Таким чином, асептична обробка посуду з урахуван­ням можливого і постійного інфікування вмісту ванн - збірників потребує асептичної обробки потоків безпосередньо перед ополіскуванням.

Можливий і такий варіант, коли буде оброблятися тільки потік води, що входить у машину, у кількості 6 м3/год. Тоді стадія холодного ополіскування буде забез­печуватись біологічно чистою водою, але обробка гарячою і теплою водою не буде гарантувати відсутності інфікування, хоча стерильним вхідним потоком холодної води буде «вимиватися» мікрофлора з ванн-збірників гарячої і теплої води.

Для отримання асептичного посуду з мийної ма­шини ПММ має бути передбачено, поряд із зазначеною підготовкою водних потоків, подавання у внутрішній об'єм машини стерильного повітря. При цьому бажано, щоб стерильне повітря було охолоджене. Під час ополіс­кування водою повітря з внутрішнього об'єму ПММ ежектується в посуд, тому нестерильне повітря зводить нанівець усі зусилля щодо асептичної підготовки пля­шок. Охолоджене стерильне повітря, подане таким чином у посуд, деякою мірою забезпечить охорону його внутріш-нього об'єму від інфікування на наступному тракті подавання до розливально-закупорювального блока.

Отже, асептичний після миття посуд можна отри­мати в разі стерилізації рідинних потоків ополіскування і подавання стерильного повітря.

Отримання асептичного посуду з пляшкомийної машини, певна річ, не розв'язує всіх завдань, оскільки на ділянці подавання від ПММ до розливально-закупо­рювального блока можливе інфікування пляшок повітрям. Для його зменшення у ПММ на останній стадії обробки бажано здійснювати наддування пляшок хо­лодним стерильним повітрям. Тоді в певний проміжок часу (до прогрівання вмісту пляшок) конвективне масоперенесення з зовнішнього середовища, а, отже, інфікування, будуть обмежені, але не виключені. У західних технологіях проблему намагалися розв'я­зати використанням ротаційних стерилізаторів, де пляшки заповнювались двоокисом сірки. Останній надхо­дить під тиском 0,03 МПа і експозиція здійснюється протягом кількох секунд, достатніх для загибелі мікроор­ганізмів, у пляшках. На завершальній стадії двоокис сірки витискується значною кількістю стисненого фільтрова­ного повітря. Витиснення SО2 повинно бути ґрунтовним, оскільки у пиві він може бути тільки у слідах. Усі деталі, які контактують з двоокисом сірки, повинні бути вироблені з корозієстійкої сталі чи пластмас. Двоокис сірки, витис-нений із пляшок, вловлюється у кришці стерилізатора і відводиться за межі приміщення. Від стерилізатора до розливного автомата пляшки подаються закритим тунелем, у якому створено помірно надлишковий тиск стерильного повітря.

Для витиснення SО2 замість стерильного повітря може бути застосований вуглекислий газ. Його ж до­цільно застосовувати і в попередній схемі, в якій запов­нення посуду СО2 відбувається на виході з пляшкомийної машини.

У деяких країнах (наприклад у Чехії) застосування двоокису сірки під час розливу пива заборонено. У Франції вміст SО2 у пиві допускається у кількості 85 мг/л, в Англії -100 мг/л. Проте від 60 мг/л і вище двоокис сірки вже відчувається в смаку пива.

Дещо інакше виглядає система підготовки склотари під гарячий розлив пива. Відомо, що розлив здійснюється за температури пива 62-65 °С і тиску 0,55-0,60 МПа. Пляшки у мийній машині не охолоджуються і для останнього шприцювання використовується гаряча вода. До фасувального автомата посуд надходить з температурою близько 40 °С. Зазначимо, що тут можлива обробка посуду перед розливом гострою парою з метою додаткової стерил­ізації, як це роблять у майонезному виробництві. Розлив гарячого пива здійснюється на звичайних автоматах і супроводжується остаточною пастеризацією. При цьому пляшка заповнюється вщерть, а потім, у міру охолоджен­ня, об'єм рідини стає номінальним, і газова фаза буде пред­ставлена тільки СО2.

Щодо асептичної підготовки склотари переваги на боці технології гарячого розливу пива. Проте в енергетичній до­цільності вона програє, оскільки теплові потоки з нагрітим пивом не піддаються рекуперації. Крім того, рекуперація тепла на пляшкомийних машинах потребує встановлення додаткових теплообмінників.

***10. Карбонізація пива***

Продукти бродіння (спирт і СО2) гальмують роз­множення дріжджових клітин. За об'ємної концентрації спирту 1-2 % це гальмування вже помітне, а зі збільшен­ням концентрації до 5 % розмноження практично при­пиняється. Розмноження дріжджів повністю припиняється за концентрації 12 %, але морфологічні зміни клітин помітні за концентрації спирту 6 % за об'ємом.

Двоокис вуглецю також пригнічує розвиток дріж­джів. Концентрація СО2 до 0,2 % спричиняє сповільнен­ня брунькування клітин, а з подальшим збільшенням пригнічується бродильна активність дріжджів.

Найбільша пригнічувальна дія на бродильну спро­можність спостерігається за максимально можливої концен­трації СО2, яка досягається за умови хімічної рівноваги між піровиноградною кислотою і продуктами її перетворень (оцтовим альдегідом і СО2).

Насичення пива СО2 відбувається в процесі бродін­ня і доброджування.

Вуглекислота - найважливіша складова частина пива. Вона надає пиву приємного освіжаючого смаку, сприяє піноутворенню, запобігає сполученню пива з киснем повітря, консервує пиво, пригнічує розвиток сторонніх і шкідливих мікроорганізмів.

Молоде пиво після головного бродіння містить близько 0,2% розчиненої вуглекислоти, а готове пиво - 0,35-0,40 *%.* Для додаткового накопичування 0,2% вугле­кислоти потрібно витратити приблизно 0,4 % зброджувального екстракту. Зброджування залишкового цукру і є джерелом утворення вуглекислоти, яка розчиняється у пиві в кількості, прямо пропорційно тиску, що виникає у лагерних танках, і обернено пропорційно температурі пива. Тиск у стадії доброджування підтримується в емальованих сталевих танках 1,47-1,67 бар.

Молоде пиво, що перекачується у лагерне від­ділення, повинно містити таку кількість зброджуваль-ного екстракту, яка забезпечить досягнення оптималь­ного шпунтового тиску. Для нормального насичення вуг­лекислотою потрібне спокійне доброджування і вміст у молодому пиві не менше 1% зброджувального екст­ракту. Потреба надлишку зброджувального екстракту пояснюється рядом причин: по-перше, під час добро­джування, як правило, ніколи не досягається кінцевий ступінь зброджування; по-друге, у першій стадії доб­роджування (за відкритого шпунтового отвору) відбу­вається втрата вуглекислоти; по-третє, зв'язування вуглекислоти відбувається тільки через деякий час після досягнення шпунтового тиску.

Розчинність вуглекислого газу підпадає під закон Генрі, згідно з яким концентрація вуглекислого газу у рідинній фазі буде тим більша, чим вищий парціальний тиск його у газовій фазі. Таким чином, кількість газу, що перейшла у розчин, пропорційна його тиску над; розчином:

**К=р/с,**

де р - тиск газу над рідиною; с - концентрація розчиненого у рідині газу; К - константа; вона змінюється зі зміною температури розчинника. Вуглекислий газ, розчиняючись у воді, утворює вугільну кислоту, але вона нестійка і розпадається на вуглекислий газ і воду:

С02+Н20 ↔.Н2С03.

Проте вуглекислота у пиві зв'язана інакше, ніж у воді. Із пива вуглекислота виділяється поступово у вигляді дрібних бульбашок, протягом тривалого часу і супроводжується піноутворенням. Вивільнити пиво від залишків вуглекислого газу можна тільки після сильного струшування і нагрівання. З газованої ж води вуглекислота виділяється швидко і бурхливо.

За однією з гіпотез основна маса вуглекислого газу міститься у пиві у стані перенасичення. Деякі рідини роз­чинюють газу більше, ніж треба за фізичними законами (так звана метастабільна рівновага системи рідина-газ). Надлишок газу у перенасиченій рідині відрізняється від тієї її кількості, яка відповідає розчиненості за даної температури тим, що його легко видалити із розчину механічними впливами, тим часом як решта газу може бути видалена лише за зміни тиску, нагріванням чи ви­даленням розчинника.

У шпунтованому пиві більша частина вуглекисло­ти перебуває у перенасиченому стані. Перенасичення розчину газу у пиві досягається за подовженого витри­мування пива у спокійному стані. Зв'язування і нако­пичування вуглекислоти у пиві можливі завдяки тому, що доброджування відбувається у закритих резервуарах за надлишкового тиску. За тиску у лагерному танку 1,28 бар вміст вуглекислоти у пиві становить 0,39-0,41 %, а зі збільшенням тиску до 1,47 бар збільшується до 0,47-0,48 *%.* Таким чином, пиво насичується вуглекислим газом і навіть перенасичується, якщо міститься у бродильних апаратах під тиском. У серед­ньому за нормальних умов доброджування перена­сичення пива вуглекислотою досягає 30-40 %.

Різниця між перенасиченням вуглекислим газом води і пива пояснюється тим, що вуглекислота, яка утворюється у результаті бродіння, перебуває у особ­ливому фізичному стані у вигляді колоїдного розчину дрібних бульбашок, стабілізованих утворюваними на їх поверхні адсорбційними плівками. У процесі бродіння як побічні малі компоненти утворюються поверхнево ак­тивні колоїднорозчинні речовини. Ці речовини утворю­ють стабілізовані плівки на поверхні найменших буль­башок або навіть зародків утворюваної газової фази.

Плівки - адсорбційні оболонки, що обволікають зародки бульбашок за самого їх утворення, перешкод­жають коалесценції, тобто злиттю бульбашок у більші, тому гальмують процес їх підіймання. Крім того, вони можуть сповільнювати дифузію газу з навколишньої пе­ренасиченої рідини у бульбашку. Все це й призводить до різкого сповільнення ліквідування перенасичення після зняття тиску у порівнянні з тим випадком, коли перенасичення було досягнуто простою сатурацією води під тиском.

За іншим припущенням сповільнена ліквідація пе­ренасичення зумовлена утворенням під час бродіння дуже нестійких хімічних сполук типу ефірів вугільної кислоти, які після зняття тиску поступово розклада­ються, виділяючи вільний вуглекислий газ.

Частина вуглекислоти вступає у хімічну взаємо­дію з амінокислотами та етиловим спиртом. При цьому утворюються вуглекислі ефіри. Велика відмінність між букетами готового і молодого пива частково пояснюєть­ся присутністю вуглекислих ефірів.

Реакція утворення діетилового ефіру вугільної кисло­ти записується такими рівняннями:

С2Н5ОН+НОН+С02↔С2Н5ОСООН+Н2О;

С2Н5ОН+С2Н5ОСООН↔ (С2Н50)2СО+Н20.

Ефірні сполуки вуглекислоти нетривкі. У разі зміни умов витримування пива у лагерному відділенні чи за фізичного впливу зазначена зрівноважена система пору­шується в бік розпаду утвореного складного ефіру. Таким чином, вуглекислота міститься у пиві в розчиненому і зв'язаному стані.

Повільне виділення вуглекислоти під час фасування пива пояснюється також фізико-хімічними властивостя­ми екстракту - адсорбцією. Пиво є сумішшю істинних водних розчинів (алкоголь, цукор, кислоти, солі) з колоїдними розчинами (декстрини, білкові речовини, пектини, хмельові смоли і фарбні речовини). Колоїди мають велику адсорбційну поверхню. Позитивно заряджені колоїди пива адсорбують на своїй поверхні кислоти, у тому числі вуглекислоту. Таким чином, золи колоїдів зумовлюють нестабільний стан вуглекислого газу, чим і пояснюється повільне виділення вуглекислого газу з пива. Під час струшування пива метастабільний стан порушуєть­ся, спостерігається швидке і бурхливе виділення вуглекислоти.

Вміст СО2 за даним шпунтовим тиском залежить від температури пива. З підвищенням температури на 1 °С кількість вуглекислоти зменшується приблизно на 0,01 *%.*

На насичення пива впливає також висота шару пива у лагерному танку. Висота стовпчика пива, яка дорів­нює 1 м, відповідає тиску 0,098 бар, що підвищує вміст вуглекислоти у пиві на 0,03 %. Тому у танку заввишки 3 м нижні шари пива містять на 0,09 % вуглекислоти більше,

ніж верхні шари.

Розчинення вуглекислого газу у пиві відбувається повільно і завжди навіть за дуже малого його вмісту. Вуглекислий газ, що утворюється, не встигає розчи­нитися, збирається над поверхнею пива і створює підви­щений тиск у танку. На розчинення СО2 впливає не тільки величина тиску, але й час витримування за цього тиску. Тривалість шпунтування (перебування пива під тиском) не можна точно встановити. Вважають, для того щоб у пиві був визначений склад вуглекислоти, воно повинно перебувати під постійним шпунтовим над­лишковим тиском хоча б 8-14 діб, оскільки процес кар­бонізації пива закінчується головним чином після 8-добового шпунтування.

Важливе значення має вибір моменту початку шпун­тування. Шпунтувати потрібно у момент, коли тиск, спри­чинений виділенням вуглекислоти під час доброджування, ще зростає.

Початок шпунтування залежить від вмісту збро­джуваних речовин у молодому пиві. Пиво з високим ступе­нем зброджуваності (з малим вмістом зброджуваного екстракту) потрібно шпунтувати раніше.

Надлишок вуглекислоти, який утворився за три­валого шпунтування чи витримуванні пива з великим шпунтовим тиском, може виявитися навіть шкідливим. Перешпунтоване пиво містить більше вуглекислоти, ніж це зумовлено хімічним складом і фізичними влас­тивостями екстракту; більша частина вуглекислоти при цьому перебуває у пересиченому стані. Стан пересиче­ності пива вуглекислим газом має важливе практичне значення під час фільтрування і фасування пива. За різкого зменшення шпунтового тиску відбувається на­стільки бурхливе виділення надлишку вуглекислоти, що одночасно захоплюється і вуглекислота, яка міститься у пиві у метастабільному стані. Таке пиво недостатньо піностійке, з порожнім і різким смаком. На розчинність газу впливає і розчинник Так, розчин­ність вуглекислого газу у спирті значно вища, ніж у воді.

За відомого вмісту екстракту і етилового спирту, можна знайти кількість вуглекислого газу у пиві.

Об'єм і масу вуглекислого газу у пиві за даної темпера­тури і даного тиску можна розрахувати за таблицею 1.

*Таблиця 1*

Розчинність СО2 у воді і етиловому спирті за різних тем­ператур і барометричного тиску 760 мм рт. ст.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура  °С | Мілілітри СО2 на кожен мілілітр рідини | | | Температура  °С | Мілілітри СО2 на кожен мілілітр рідини | |
| Вода | Спирт | | Вода | Спирт |
| 0 | 1.7967 | | 4.3295 | 16 | 0.9753 | 3.1438 |
| 1 | 1.7207 | | 4.2368 | 17 | 0.9519 | 3.0908 |
| 2 | 1.6481 | | 4.1466 | 18 | 0.9318 | 3.0402 |
| 3 | 1.5787 | | 4.0589 | 19 | 0.9150 | 2.9921 |
| 4 | 1.5126 | | 3.9736 | 20 | 0.9014 | 2.9465 |
| 5 | 1.4497 | | 3.8908 | 21 | 0.8900 | 2.9034 |
| 6 | 1.3901 | | 3.8105 | 22 | 0.8860 | 2.8628 |
| 7 | 1.3339 | | 3.7327 | 23 | 0.8710 | 2.8427 |
| 8 | 1.2809 | | 3.6573 | 24 | 0.8630 | 2.7890 |
| 9 | 1.2311 | | 3.5844 | 25 | 0.8560 | 2.7558 |
| 10 | 1.1847 | | 3.5140 | 26 | 0.8505 | 2.7251 |
| 11 | 1.1416 | | 3.4461 | 27 | 0.8460 | 2.6969 |
| 12 | 1.1016 | | 3.3807 | 28 | 0.8420 | 2.8711 |
| 13 | 1.0653 | | 3.3177 | 29 | 0.8390 | 2.6478 |
| 14 | 1.0321 | | 3.2573 | 30 | 0.8370 | 2.6270 |
| 15 | 1.0020 | | 3.1993 |  |  |  |

Скористаємося даними таблиці 1 для визначення кількості вуглекислого газу у пиві, яке містить 4,63% екстракту і 3,65% спирту за температури пива 4 °С і тиску у лагерному танку 1,47 бар (1,5 атм).

Об'єм, що займає спирт:

V=P/d=3,65/0,794=4,6см3

Із таблиці 1 видно, що 1 см3 спирту за 4 °С містить 3,9736 см3СО2.

Отже, за тиску 0,98 бар буде утримано спиртом СО2:

3,9736\*4,6=18,28 см3.

Тепер підрахуємо кількість СО2, що утримується за таких самих умов водою.

Кількість води у 100 г даного пива:

100-(3,65+4,68)=91,72г.

спирт екстракт

1 см3 води утримує за 4 °С 1,5126 см3 СО2> Отже, водою буде утримана така кількість СО2:

1,5126-91,72=138,74 см3.

Спиртом і водою разом утримується:

18,28+138,74=157,02 см3.

Згідно з законом Генрі, розчинність СО2 за абсолют­ного тиску 1,5 бар буде у 1,5 раза більша, що становитиме для даного прикладу:

157,02-1,5=235,5 см3.

Кількість розчиненого СО2 виразимо у відсотках за масою. За таблицями Landolt’a маса 1 л СО2 за 0 °С і тиску 760 мм рт. ст. (8356 Н/м2) дорівнює 1,9769г.

Масова частка СО2 у нашому прикладі становить:

0,2355-1,9769=0,465 г, або 0,465%.

***План:***

***Вступ.***

1. ***Вимоги до сировини та матеріалів***
2. ***Солодовирощування***
3. ***Приготування сусла***
4. ***Бродіння та Заброджування (витримування)***
5. ***Фільтрування і розлив пива***
6. ***Обробка пива адсорбентами***
7. ***Запобігання окисним, процесам у пиві***
8. ***Стабілізація пива***
9. ***Знепліднення пива***
10. ***Карбонізація пива***

***Список використаної літератури***

***Список використаної літератури:***

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.