

ТЕХНОЛОГІЯ ПИВА

План

1. Сировина для виробництва пива
2. Значення та властивості пива.
3. Технологія пива.
4. Оцінювання якості пива.

Сировина для виробництва пива

Сировиною для виробництва пива є ячмінь, ячмінний солод (пророщена і висушена у спеціальних умовах зернова культура), несолоджені зернові культури, хміль, вода і ферментні препарати.

Ячмінь. Порівняно з іншими непророщеними зерновими культурами, які використовують у пивоварінні, ячмінь має суттєві переваги: росте практично повсюди, невибагливий до ґрунтово-кліматичних умов: легко переробляється під час одержання солоду; оболонки подрібненого несолодженого ячменю і ячмінного солоду розпушують шар дробини, що забезпечує добре фільтрування суслу при розділенні затору; склад ячмінного солоду і ячменю, а також його ферменти, дають змогу одержати пиво з найкращими якісними показниками.

На 80-88 % ячмінь складається із сухої речовини і 12-20 % у ньому становить вода. Суха речовина представлена органічними і неорганічними речовинами. Органічні речовини — це переважно вуглеводи і білки, а також жири, поліфеноли, органічні кислоти, вітаміни тощо. Неорганічні речовини — це фосфор, сірка, кремній, калій, натрій, магній, кальцій, залізо, хлор.

Деяка частина їх зв'язана з органічними сполуками. Середній хімічний склад зерна ячменю характеризується такими даними у відсотках на суху речовину: крохмаль — 45-70; білок — 7-26; пентозани — 7-11; сахароза — 1,7-2; целюлоза — 3,5-7; жир — 2-3; загальні елементи — 2-3.

В ячмені здебільшого переважають водорозчинні цукри та полісахариди.

До останніх відносять крохмаль і некрохмальні полісахариди: целюлозу, геміцелюлозу, гумі та пектинові речовини.

Пектинові речовини представлені в ячмені нерозчинним протопектином, який є цементуючим матеріалом клітинних стінок і розчинним пектином.

Азотисті речовини в ячмені представлені білковими складовими.

Лейкози — ячмінний альбумін — розчиняється у воді і розбавлених розчинах солей, коагулює за температури 52° С, осаджується сульфатом амонію в нейтральному середовищі, хлоридом натрію при підкисленні.

Едестин — ячмінний глобулін. Він не розчиняється у воді, але розчиняється в розбавлених (8-10%-х) розчинах нейтральних солей, висолується з розчинів солей при розбавленні їх водою або при напівнасиченні сульфатом амонію, коагулює за температури 90° С і вище.

Глютенін (ячмінний проламін) розчиняється в 60-80% -вому етиловому спирті, але нерозчинний у воді й розчинах солей. Під час кислотного гідролізу утворюється багато проліну і глютамінової кислоти.

Протеїди, або складні білки, — це білкові речовини, які по-ряд із протеїнами містять небілкові речовини: нуклепротеїди (небілкова частина — нуклеїнова кислота), фосфопротеїди (фосфат), глюкопротеїди (цукор), ліпопротеїди (ліпоїд), фосфопротеїди (фосфат), глюкопротеїди (цукор), ліпопротеїди (ліпоїд). Важливе біологічне значення мають нуклеопротеїни.

Жири (ліпіди). В ячмені жири представлені жирними кис-лотами, гліцериновмісними ліпідами, які не містять гліцерину. Жири розчиняються в етиловому та петролейному ефірах, бензолі й хлороформі.

Найважливіші ферменти ячменю, що діють при солодородженні й затиранні: α -амілаза; β -амілаза, ендо- β -глюконаза, екзот- β -глюконаза, целобіоза, амінопептидаза, карбоксипептидаза, дипептидаза, фітаза, фосфоліпази, каталаза, пероксидаза.

Вміст вітамінів у ячмені характеризується такими даними (мг) на 100 г сухої речовини: В₁ (аневрин) — 0,12-0,74; В₂ (рибофлавін) — 0,1-0,37; В₆ (піридоксин) — 0,3-0,4; нікотинова кислота — 8-15. Поряд із зазначеними, в ячмені виявлені вітаміни С, Н (біатин), фолієва і пантотенова кислоти.

Рис за своєю будовою схожий на ячмінь. Абсолютна маса 1 000 зерен —

15-43 г. При очищенні й шліфуванні рис звільняється від оболонки і частково від білків, жирів та інших речовин. Суха речовина зерна без плівок має такий склад, %: крохмаль — 75-81; цукри — 2-5; клітковина — 0,6-0,8; білки — 7-11; жири — 1,6-2,5; зола — 1-1,2.

У рисі крохмальні зерна дрібні, нативний крохмаль важко гідролізується амілазами. Цукри представлені сахарозою, мальтозою, рафінозою, глюкозою і фруктозою. Основну частину білка становить аризенін (рисовий глютеїн).

Переваги використання рису як несолодженої сировини полягають у високій екстрактивності (95-97% на суху речовину), невисокому вмісті розчинних білків і жирів, відсутності 3-глобуліну та антоціаногенів. До того ж, у шеретованому зерні відсутні небажані для пива компоненти, які є в оболонках.

У разі використання рису колір пива світлішає, посилюється його стійкість, однак за підвищеного вмісту рису дріжджі втрачають здатність до флакуляції. У пивоварінні переробляють переважно рисову січку.

Тритикале. Це гібрид пшениці й жита, перша зернова культура, створена людиною. До його складу входить лізин, якого немає у пшениці. Ця культура економічніша за ячмінь, її можна використовувати замість нього як несолоджену сировину.

Солод із тритикале за ферментативною активністю, насамперед аміло- й протеолітичною, відповідає високоякісному світлому ячмінному пивоварному солоду.

Розроблені технологічні основи одержання солоду пивоварного світлого, темного, карамельного. Установлено, що частка тритикалевого солоду може наближатися до 50 % загальної кількості зернопродуктів для пивоваріння.

Тритикале переважає ячмінь за загальною кількістю екстракту (83,7-85,1 % на суху речовину), ферментативною активністю (α -амілаза — 11,06-25,85 од./г; β -амілаза — 0,61-1,81; цитолітична здатність — 38,30-12,88 од./г) та білковою розчинністю. Ці показники дають підстави для використання

тритикале як сировини для виробництва пивоварного солоду і пива.

За харчовою цінністю й урожайністю воно також переважає ячмінь. Цей злак невибагливий до землеробства та кліматичних умов, дає високі врожаї впродовж багатьох років після будь-якої культури без застосування добрив. За стійкістю до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов та хвороб тритикале перевищує пшеницю і жито.

Наявність білка з високим умістом лізину (3,7 % від загальної кількості) у тритикале коливається від 11,5 до 22,5 %. Гібрид містить велику кількість усіх незамінних амінокислот. Засвоюваність білка тритикале вища, ніж пшениці або жита. Цим і пояснюється висока харчова цінність цього гібриду. Уміст крохмалю в ньому — 50-57 % на суху речовину. Зернівка має багат шарову оболонку, тому хлібобулочні вироби з борошна тритикале збагачені харчовими волокнами. Під час фільтрування сусла, виготовленого із цього гібриду, у фільтраційних апаратах утворюється пухкий фільтруючий шар.

Дуже важливо, що активність амілолітичних і протеолітичних ферментів у тритикале вища, ніж у пшениці та жита. Тому дослідження й розроблення нових технологій із використанням тритикале в пивоварній галузі — достатньо актуальна проблема.

Кукурудза. Для виготовлення пива можна використовувати і кукурудзу. Середній хімічний склад зерна кукурудзи у відсотках на суху речовину: вуглеводи — 78,50; білки — 12,15; клітковина — 2,50; жир — 5,10; зола — 1,75. Кукурудзяний крохмаль містить 21-23% амілози і 77-79% амілопектину. Виведені сорти високої амілозної кукурудзи з умістом 82% амілози. Жир переважно локалізується в зародку, де його вміст досягає 23-45% від маси останнього.

Пшениця. Зерно пшениці не має полов'яної оболонки, воно покрите тільки плодовою та насінневою оболонками. Будова пшеничного зерна в цілому ідентична ячмінному. Поряд із крохмалем, у пшениці є сахароза (0,50-0,95% від сухої речовини зерна), глюкоза, мальтоза та рафіноза. У середньому зерно пшениці містить 13,3% білкових речовин, до складу яких входять

гліадин, глютенін та едестин; 68,7% становлять вуглеводи; 2 — жири (ліпіди); 2,3 — клітковина; 1,7 — мінеральні речовини; 12% — вода.

Білки пшениці мають властивість при змішуванні з водою (затиранні) з'єднуватися у драглеподібний гідратований комплекс — клейковину, яка затримує фільтрування затору. Тому в пивоварінні найефективнішим способом перероблення пшениці є її солодування, або застосування сучасних ферментних препаратів при затиранні. Найпридатнішими для солодження вважаються м'які сорти пшениці з нижчим умістом клейковини.

Пшеницю таких сортів широко використовують у пивоварінні. Хімічний склад зерна пшениці залежить від ґрунтово-кліматичних чинників, умов вирощування, сортових властивостей. Під впливом цих умов уміст білка може становити від 7 до 25%, вуглеводів — від 50 до 75, жиру — від 1,5 до 2,5, клітковини — від 1,5 до 3,5, мінеральних сполук — від 1,5 до 2,2%.

Під час приймання пшениці на пивзавод необхідно дотримуватися чинного стандарту й контролювати деякі показники, а саме: стан зерна, колір, запах, тип та підтип, вологість, наявність зернових і незернових домішок, об'ємну масу (натуру), склоподібність, уміст та якість білка (клейковини). Якщо зерно за якісними показниками перевищує норми базисних кондицій, вводять надбавки до стабільної ціни (боніфікація), а зерну, яке має якісні показники нижчі від базисної оцінки, ціну знижують (рефакція).

Хміль, нарівні з водою та солодом, із його різноманітними заміниками, як зерновими екстрактивними речовинами, наприклад, цукром, є основним видом сировини для виробництва пива. Завдяки вмісту гірких речовин, ефірної олії, поліфенолів, він — незамінна сировина для пива. Незважаючи на невисоку питому частку (приблизно 1% маси солоду), саме хміль найбільшою мірою зумовлює характерні специфічні властивості пива. Поряд із неповторними смаковими та ароматичними якостями, воно набуває здатності протистояти помутнінню в процесі зберігання, поліпшуються ціноутворення і піностійкість напою й з'являються інші привабливі та корисні ознаки.

Цінні речовини, які містить хміль, надають пиву особливого біологічного

значення.

Найважливішими компонентами хмелю для пивоваріння вважають ефірні масла та хмелеві смоли. Основною властивістю хмелю є витончений аромат, який під час технологічного оброблення передається пиву без стороннього неприємного запаху.

Хмелеві смоли — найважливіша група натуральних природних компонентів, утворених цілим комплексом біохімічних сполук, які надають пиву приємної гіркоти. Це переважно альфа-кислоти, їхні ізомерні похідні є основними носіями гіркоти.

Завдяки використанню хмелю пиво збагачується фітогормонами, комплексом вітамінів С, РР, В₃, В₆, Р, Н, А.

Нині актуальними є різні способи використання хмелю для розроблення нових видів пива на основі старовинних рецептів, а також напоїв спеціального призначення з підвищеною біологічною цінністю. Необмежене застосування хмелю як добавки до різноманітних харчових продуктів хлібопекарської та кондитерської промисловості, під час консервування плодів і овочів, у салатах та інших продуктах.

Відомо більш як 100 сортів культурного хмелю. З урахуванням якісного пивоварного оцінювання їх поділяють на дві групи: тонку, з умістом гірких речовин близько 5% та альфа-кислот від 3 до 5%, і грубі — з умістом гірких речовин більш як 20% та альфа-кислот від 8 до 12%. Хміль тонких сортів, як правило, використовують безпосередньо для охмелення пивного суслу, а грубих — для безпосереднього виготовлення екстрактів, концентратів, лупулінових порошоків, гранул та інших препаратів.

Вода. У виробництві пива вода є основною сировиною, оскільки дуже впливає на органолептичні властивості та стійкість готової продукції. У пивоварному виробництві сольовий склад води значно впливає на рН, а також і на швидкість та глибину ферментативних процесів, розчинність хмелевих смол, бродіння, в безалкогольному виробництві — на сатурацію, інверсію сахарози й процес купажування.

Показники води залежать від складу шарів землі, через які вона проходить, та їхніх фільтраційних властивостей, що сприяють очищенню води від завислих часточок і мікроорганізмів.

Природна вода являє собою сильно розбавлений розчин солей, який містить суспендовані неорганічні та органічні речовини й мікроорганізми. Іноді зустрічається вода з розчиненими в ній газами. Унаслідок низької концентрації солей у воді, вони містяться там у вигляді іонів.

Вода, яку використовують у виробництві, повинна бути прозорою, приємною на смак, без запаху. Запах за 20° С і при підігріванні її до 60° С не повинен відчуватися. Колір за платино-кобальтовою шкалою не повинен перевищувати 1 мг/дм³. Будь-яка природна вода містить кальцій (Ca²⁺) і магній (Mg²⁺), причому кальцію в ній більше. Кількість натрію (Na⁺) значно коливається; уміст калію (K⁺), як правило, невисокий.

При визначенні придатності води для технологічних цілей необхідно знати особливості впливу окремих компонентів на її якість. У пивоварінні фосфати калію солоду зумовлюють кислотність проміжних і кінцевих продуктів. Під час їхньої взаємодії із солями води відбувається зміна кислотності. Так, сульфати і хлориди Ca, Mg, та Na є хімічно активними щодо деяких солей солоду і, взаємодіючи з ними, знижують рН затору, що створює сприятливіші умови для ферментативних процесів. Крім того, вони позитивно впливають на смакові якості пива, однак більша кількість сульфату натрію надає пиву гіркового смаку. Солі, що підвищують рН, представлені бікарбонатами Ca, Mg, й карбонатами Na та K. Вони взаємодіють із кислими первинними фосфатами з утворенням лужних вторинних фосфатів, причому бікарбонат магнію більше підвищує рН середовища, тому його присутність небажана.

З аніонів у природних водах містяться переважно бікарбонат-іон (HCO₃⁻), сульфат-іон (SO₄²⁻), у значно менших кількостях — хлориди, нітрати, нітрити, фосфати. Хлор-іон (Cl⁻) і сульфат-іон (SO₄²⁻) присутні у воді як хлориди та сульфати кальцію, магнію, натрію.

Про забрудненість води тваринними відходами й добривами свідчить підвищений уміст аміаку, нітратів, нітритів, хлору та лугів. Так, під час гниття азотовмісних органічних речовин утворюються аміак та амонійні сполуки, а внаслідок діяльності нітрифікуючих бактерій аміак спочатку окислюється в нітрити (NO_2^-), а потім у нітрати (NO_3^-). Нітрати отруюють дріжджі, і до того ж, під час бродіння частина їх відновлюється у нітрити. При концентрації нітратів 25 мг/дм^3 і вище погіршується смак пива.

Залізо є небажаним компонентом сольового складу, і якщо його кількість більша від норми, залізо необхідно виокремлювати. Іони заліза (Fe^{2+} і Fe^{3+}) можуть прискорити генерацію дріжджів, спричинюючи неприємний смак, зміну кольору та колоїдне помутніння пива.

Із газів, що містяться у воді, частіше виявляють оксид вуглецю (VI), кисень, азот. Діоксид вуглецю при розчиненні у воді утворює вугільну кислоту.

При проходженні такої води через вапнисті породи підвищується її тимчасова твердість.

Кисень, розчинений у воді, змінює її окислювально-відновний потенціал, зумовлює окисні процеси окремих компонентів пива та безалкогольних напоїв. Важливими критеріями оцінки якості води є жорсткість і сухий залишок. Маса сухої речовини, що являє собою сумарний уміст нелетких неорганічних і органічних речовин від води, які залишаються після випаровування та висушування залишку за температури $105-110^\circ\text{C}$, називають сухим залишком.

Розчинені у воді солі кальцію і магнію характеризують її жорсткість, яку (вміст розчинених солей) виражають у міліграм-еквівалентах Ca і Mg, що містяться в 1 л води; 1 мг-екв жорсткості відповідає $20,04 \text{ мг Ca}^{2+}$ або $12, 16 \text{ мг Mg}^{2+}$ в 1 л води.

Одержання напоїв високої якості, біологічної стійкості передбачає як одну з умов використання води з мінімально можливою кількістю бактерій за допустимої норми бактерій кишкової групи. Із наведених показників для пивоварного виробництва найважливішими є вміст солей, лужність, співвідношення іонів кальцію та іонів магнію, рН, а для виробництва

безалкогольних напоїв — сухий залишок, жорсткість, лужність. рН, кількість іонів важких металів.

Вода для виробництва пива і безалкогольних напоїв повинна задовольняти вимоги чинного стандарту на питну воду з урахуванням додаткових вимог: загальна жорсткість — 2-4 мг-екв/дм³; уміст іонів кальцію — 2-4, сірководень та аміак — відсутні; загальна лужність — 0,5-2 мг-екв/дм².

Уміст, мг/дм³, не вище: хлоридів — 70, сульфатів — 200, заліза — 0,3, марганцю — 0,05, нітритів — 3, нітратів — 25. Окисність — не більше 2 мг О₂/дм³; рН води 6-7.

Солод. Це заздалегідь замочене, проросле у штучних умовах і при цьому збагачене активними ферментами зерно різних видів зернових культур.

Важливими технологічними процесами є сушіння і термічне оброблення солоду, що надає йому особливого аромату, кольору і смаку. У пивоварінні основним злаком для одержання солоду є ячмінь. При виробництві солоду використовують також пшеницю, рис, кукурудзу, бобові культури.

Якість перероблюваного солоду здебільшого визначає якість готового пива. Оцінюють якість готового сухого солоду органолептично, а також за результатами фізичного та хімічного аналізів, передбачених чинним стандартом.

Сухий витриманий солод має світло-жовте або жовте рівномірне забарвлення. Оболонка солодового зерна блискуча, як і у вихідного ячменю.

Запах і смак відповідають типу солоду. У свіжого солоду запах солодовий, смак чистий, приємний, солодкуватий. Визначаючи смак солоду розкушуванням окремих зерен, одночасно одержують деяке уявлення про його розчинення або твердість, оскільки високоякісний солод легко розкушується.

Натура солоду залежить від якості ячменю, тривалості солодоращення, ступеня розчинення і коливається від 480 до 600 г/л. Маса 1000 зерен — найнадійніший показник для оцінки якості солоду. Що краще розчинений солод, то менша маса 1000 зерен. Звичайно вона знаходиться у межах 28-38 г

на повітряно-суху речовину і 25-35 г на суху речовину. Основні якісні показники солоду, який можна успішно переробляти на пиво, мають такі сертифіковані діапазони:

- масова частка вологи — 4,5%;
- мінімальна екстрактивність — 79,5-81,0%;
- максимальне оцукрювання — 10-15 хв;
- максимальна тривалість фільтрування — 60 хв;
- величина рН — 5,85;
- максимальний уміст загального білка — 12%.

Ферментні препарати. Ферменти — це дуже ефективні органічні каталізатори біологічно-білкового походження, що прискорюють реакції взаємодії різних речовин, не зазнаючи суттєвих змін. Вони складаються з довгих ланцюгів амінокислот, з'єднаних за допомогою пептичного зв'язку. Оптимальні умови для дії ферментів — температура 30-70 °С і показник рН 7,0. У зернах злакових культур потенційні поживні речовини для дії дріжджів знаходяться не в тій формі, яку вони могли б використовувати. Тому наявні в зерні високомолекулярні сполуки необхідно розщеплювати на молекули, придатні для споживання дріжджами. На стадії затирання ферменти, які є в солоді, розщеплюють наявний у ньому крохмаль і протеїни. Продукти розщеплення — прості цукри, амінокислоти та нижчі пептиди, використовуються дріжджами під час бродіння для одержання спирту, діоксиду вуглецю, нових дріжджових клітин, ароматичних і смакових сполук.

У традиційних технологічних процесах приготування пива солод використовують як основну сировину та як джерело ферментів. Однак це дорогий процес одержання ферментів. Значної економії в пивоварінні можна досягти, замінюючи хоча б частину солоду непропорощеним зерном і промисловими ферментними препаратами, до складу яких входять такі ферменти, як α -амілаза, глюконаза та протеаза. Це забезпечить нормальний гідроліз полісахаридів і протеїнів.

Сьогодні пивоваріння неможливе без використання ферментів. У процесі приготування сусла вони сприяють розчиненню вихідних речовин і розщеплюють їх на зброджувані цукри, пептиди, декстрини, амінокислоти тощо. Гнучкість виробництва та значна економія витрат на сировину забезпечують заміну більшої частини солоду непроорослим зерном і ферментними препаратами. Ферментні препарати є природними каталізаторами типу специфічних білків, які одержують методами мікробного синтезу.

Значення та властивості пива

Пиво — це слабоалкогольний напій, одержаний із солоду і непроорощених зернових культур (ячменю, пшениці, кукурудзи, рису, тритикале тощо) спиртовим зброджуванням охмеленого сусла пивними дріжджами. Воно не тільки вгамовує спрагу, а й підвищує тонус організму, поліпшує обмін речовин та засвоюваність їжі. Пиво являє собою досить складну систему органічних і неорганічних кристалоїдів і колоїдів у слабкому водно-спиртовому розчині. До його складу входять більш як 400 сполук, що визначають високу якість і необхідність для людини цього напою.

Якість пива в ринкових умовах повинна повністю задовольняти вимоги споживача. Це смак і аромат цього благородного напою, хмелева приємна гіркота та колір, пінистість, стійкість піни та самого напою при зберіганні.

Найціннішими у пиві є гіркі речовини — ефірна олія та поліфеноли хмелю, які надають йому своєрідної приємної гіркоти, аромату і смаку, сприяють піноутворенню та біологічній стійкості. Уродовж останніх сторіч пиво не було причиною ожиріння чи алкоголізму. Вживане у помірній кількості (1-2 склянки на добу), пиво є навіть засобом боротьби з алкоголізмом та ожирінням.

Енергетична цінність (калорійність) 1 л пива становить 1600-3300 кДж (400-800 ккал), а потреба дорослої людини в енергії становить 10475-12570 кДж (2500-3000 ккал).

Установлено, що за споживання невеликої кількості пива зникає гастрит

і виділяється соляна кислота зі шлункового соку, які поліпшують травлення та апетит і виявляють сечогінну дію. Пиво — цінний напій для здорових людей літнього віку: воно діє заспокійливо, розширює судини, впливає як снотворне та поліпшує душевний стан.

Цей напій послаблює дію на людський організм канцерогенних речовин, які містяться у підгорілих продуктах і задимленому повітрі. Отже, пиво, за помірною вживання, навіть запобігає раковим захворюванням. Сьогодні марку пива мають характеризувати такі властивості: висока й стабільна якість, фізіологічна цінність, біохімічний склад, зовнішній вигляд, помірна ціна на продукт, реклама для споживача, успішна реалізація напою, високий ступінь інформації про колектив, підприємство і технологію екологічно чистого пива на даному підприємстві.

Пиво містить понад 30 мінеральних речовин і мікроелементів здебільшого солодового походження. Уміст спирту в пиві не перевищує 10 % об., екстрактивних речовин у пиві від 3 до 10 %, з яких 80 % становлять вуглеводи, а 70 % із них — декстрини. Поряд із декстринами, пиво містить невелику кількість мальтози і зовсім мало глюкози. Значна кількість екстрактивних речовин представлена білковими сполуками і продуктами їхнього гідролізу: альбумозами, пептидами, амідами та амінокислотами. У пиві присутні гіркі, дубильні та барвні речовини, а також органічні кислоти — молочна, янтарна, щавлева, яблучна.

Дуже важливо, що пиво містить біологічно активні речовини, зокрема вітаміни (тіамін, рибофлавін, нікотинова кислота). У пивних дріжджах у значній кількості міститься вітамін В₁₂.

Одним із важливих компонентів пива є хміль. Він не тільки надає напою гіркуватого приємного смаку й особливого аромату, а й використовується як консервант, що гальмує шкідливе для пива молочнокисле бродіння. Гіркота та антисептичні властивості хмелю зумовлені хмелевими кислотами.

Пиво містить різноманітні поліфеноли. Неабияке значення мають дубильні речовини, антоціаногени, власне флавоноїди та кислоти дубильних

сполук. Представниками групи фенольних сполук є кверцитини, катехіни, кислоти дубильних речовин та інші. Усі ці речовини корисні для людського організму, оскільки виявляють значну антирадіаційну дію. Більшість із них характеризується Р-вітамінною активністю.

Але про пиво слід судити як і про напій, який при використанні нестандартної сировини або порушень технології може мати канцерогенні та токсичні властивості. А це вже шкідливо для організму.

Сортів пива надзвичайно багато. Кожний сорт характеризується певним ароматом, смаком, кольором, наявністю відповідної кількості екстрактивних речовин, вмістом алкоголю, ступенем зброджування й іншими фізико-хімічними показниками. Пивоварна галузь в Україні, Росії та інших країнах спеціалізується на виробництві світлих і темних сортів пива. Термін доброджування й дозрівання вищих сортів пива становить для Ризького 42 доби, Жигулівського — 21.

Органолептична характеристика пива оцінюється його дегустацією за такими показниками як колір, аромат, смак, піна та насиченість діоксидом вуглецю.

Про користь помірнього споживання пива

Пиво у своєму складі має комплекс вітамінів (В₁₂ — 1,7 мікрограма на 1л; В₂ — 0,3 мг/л; В₆ — 0,3 мг/л; біотину — 5,0 мг/л; ніацину — 3,0 мг/л; фолієвої кислоти — 40-120 мг/л; пантотенової кислоти — 1,0 мг/л) та мінералів (магній — 100 мг/л; калій — 400 мг/л), а також антиоксиданти і складові частини хмелю (флавоноїди та ін.). Виходячи з цього, є переконливі докази того, що люди, які помірно споживають пиво, менше ризикують отримати серцево-судинні захворювання, ніж ті, хто не п'є його зовсім або п'є забагато.

Усі сорти пива виробляють із безпечних для здоров'я інгредієнтів:

ячмінного солоду, хмелю, дріжджів і води. Загалом, пиво є чудовим прохолоджувальним напоєм з відносно низьким вмістом алкоголю. Як і хліб, пиво виробляють зі злаків, воно є оптимальним джерелом необхідних для організму людини вітамінів.

Завдяки низькому вмісту кальцію та високому вмісту магнію, пиво відіграє важливу роль у запобіганні утворенню каменів у жовчному міхурі та нирках. Люди, які помірно вживають пиво, мають гарантований захист від бактерій, які є переважною причиною виразки шлунка та призводять до ракових захворювань. Важливе значення для роботи шлунку має клітковина. Пиво є джерелом первинної клітковини, що перейшла із клітковинної оболонки ячменю. У півлітрі пива в середньому міститься близько 30 % рекомендованої щоденної дози розчинної клітковини, яка нормалізує роботу шлунка, уповільнюючи фізіологічні процеси травлення, а також знижує рівень холестерину, що може зменшити ризик серцевих захворювань.

Відомо, що натуральні антиоксиданти, які також потрібні організму людини, містяться у фруктах, овочах і злаках. Є вони і в пиві, де їх загальний вміст залежить від сорту пива, сировини, з якої його виготовлено та процесу пивоваріння. Дослідження, проведені вченими у клінічних умовах, довели, що при споживанні пива у крові підвищується вміст антиоксидантів.

Значення антиоксидантів для здоров'я людини полягає в тому, що вони запобігають раковим захворюванням, попереджуючи утворення вільних радикалів. Вони також знижують ризик серцевих захворювань, запобігаючи утворенню тромбів. Із цього можна зробити висновок, що пивні антиоксиданти позитивно впливають на здоров'я людей, які вживають цей напій.

Останні дослідження вчених-медиків довели, що вітаміни групи В, які містяться в пиві, забезпечують додатковий захист від захворювань серцево-судинної системи. Так, наприклад, вітамін В₉ знижує рівень гомоцистеїну в крові, який підвищує ризик серцевих нападів.

Складовою частиною пива є хміль, який має унікальні цілющі властивості для людини; крім того, завдяки хмелю, пиво має приємний аромат і смак та краще зберігається.

Пиво не містить у своєму складі жирів та холестерину, в ньому мало цукру. Калорійність пива пов'язана здебільшого з наявним у ньому

алкоголем. У пиві міститься стільки ж калорій, скільки й у безалкогольних напоях, а тому його помірне споживання не призводить до надлишкової ваги, якщо пиво є частиною збалансованої дієти.

Технологія пива

Виробництво пива включає такі основні технологічні процеси: приготування пивного сусла, зброджування сусла, доброджування і дозрівання пива, освітлення і розлив пива у пляшки або кеги. На рисунку 1 показано технологічну схему виробництва пива.

Приготування пивного сусла складається з п'яти стадій: підготовка зернопродуктів (очищення, сортування, подрібнення); переведення екстрактивних речовин зернопродуктів (крохмаль, білки тощо) у розчин, тобто сусло (затирання); фільтрування затору (відокремлення сусла); охмелення сусла в результаті його кип'ятіння із хмелем або хмелевими препаратами; освітлення й охолодження сусла.

Найважливішим технологічним процесом під час приготування сусла є перетворення нерозчинних компонентів солоду та його заміників (ячмінь, пшениця, рис, кукурудза, сорго, тритикале та інші зернові культури) у розчинний екстракт.

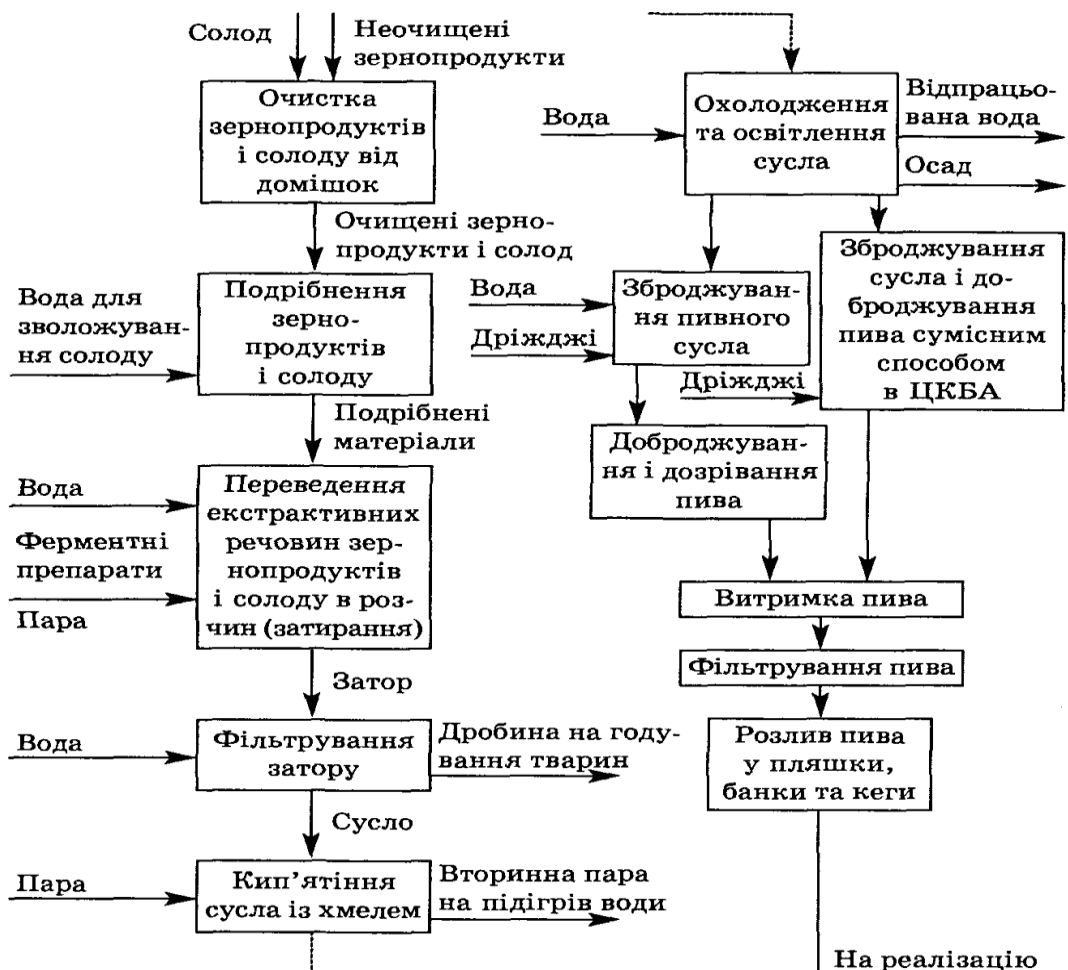


Рисунок 1 — Принципово-технологічна схема виробництва пива

Перед подрібненням солод і його замітники очищають від пилу, органічних і неорганічних домішок. Для очищення зернопродуктів використовують повітряно-ситові сепаратори з магнітними пристроями, рухомими ситами та пиловідокремлювачами. Солод перед подрібненням звожують, завдяки чому оболонка стає м'якшою і краще відокремлюється від ядра, утворюючи оптимальний фільтрувальний шар при розподілі затору на сусло і дробину.

Метою подрібнення солоду і зернопродуктів є створення найсприятливіших умов для дії води і ферментів на фракції помелу, а також прискорення фізичних і хімічних процесів, чим забезпечується швидке розчинення речовин та ферментативне перетворення нерозчинних сполук (крохмаль, білки тощо) у розчинні. Потрібно домогтися повного переведення екстракту зернопродуктів у сусло.

При подрібненні зернопродуктів, як і солоду, оболонка повинна залишатися у вигляді якнайбільших часточок, що забезпечує не тільки утворення оптимального пухкого фільтрувального шару, а й значно перешкоджає переходу в сусло небажаних речовин.

Таке подрібнення у пивоварній промисловості можуть забезпечити тільки спеціальні вальцьові дробарки. Це шести-, чотири- і двовальцьові установки з автоматичним регулюванням і контролюванням якості помелу.

Переведення екстрактивних речовин зернопродуктів і солоду у розчин (затирання) проводять у заторному апараті, де здійснюється змішування подрібненого солоду і зернопродуктів із водою, нагрівання і кип'ятіння заторної маси. Апарат являє собою циліндричну місткість із подвійним сферичним дном,

що утворює парову камеру, за допомогою якої нагрівають і кип'ятять заторну масу. Апарат обладнаний розподільним краном для спрямування перекачуваної заторної маси у фільтраційний апарат.

На стадії затирання ферменти, що є в солоді або добавлені ферментні препарати, розщеплюють наявні в ньому та інших злакових культурах крохмаль і білки. Продукти розщеплення — прості цукри, амінокислоти та нижчі пептиди, можуть бути використані дріжджами під час зброджування сусла.

Під час виробництва пива солод використовують не тільки як основну сировину, а і як носій ферментів для розщеплення нерозчинних речовин. Але солодування — дорогий процес для накопичення ферментів. Значної економії можна досягти при частковій заміні солоду непророщеним зерном і ферментними препаратами (комплекс ферментів).

У процесі затирання в заторному апараті необхідно створити оптимальні температурні умови для дії ферментів. Крохмаль піддається ферментативним змінам, що відбуваються у три стадії: клейстеризація, розрідження й оцукрення. Ферментативний гідроліз білків у заторному апараті відбувається під дією протеолітичних ферментів.

Оптимальними температурними паузами під час затирання солоду є: початок затирання за температури 40-45° С для розрідження затору під впливом цитолітичних та інших ферментів, потім температура затору підвищується до 50-52 °С (білкова пауза), оптимальна температура для дії пептидаз; для оцукрення крохмалю граничною температурою є 73 °С, бо вона є оптимальною, для дії амілаз.

Отже, змінюючи температуру, тривалість витримування затору за певних температур, а також рН, можна регулювати ферментативні процеси і змінювати вихід екстракту, одержувати необхідні співвідношення між окремими продуктами гідролізу крохмалю і білків.

На ферментативні процеси при затиранні й, відповідно, на вихід екстракту та його склад, а також на коагуляцію білків і органолептичні показники готового пива, значно впливає показник рН. Оптимальний показник

pH для дії комплексу основних ферментів солоду під час затирання знаходиться в діапазоні 5-5,3. Якщо цей показник знаходиться вище, затор підкислюють молочною кислотою, тобто знижують значення pH.

На затирання 100 кг зернової сировини витрачається 400-500 л води. Гідромодуль затору значно впливає на швидкість ферментативних реакцій під час затирання, оскільки процес оцукрювання і розкладу білків сповільнюється за зміни концентрації заторів.

У пивоварінні застосовують два способи затирання: настійний і відварний. За настійного способу для приготування затору використовують воду, підігріту до такої температури, щоб початкове її значення при змішуванні води із солодом було 40° С. У заторний апарат набирають половину розрахункової кількості води, а потім — одночасно подрібнений солод і залишок води при перемішуванні. Затор витримують 30 хв за температури 40 °С. Під час перемішування його підігрівують до 52 °С зі швидкістю 2 °С за хвилину і для ефективності дії пептидаз за цієї температури роблять паузу на 30 хв. Далі масу підігрівують до 63 °С (мальтозна пауза), витримують 30 хв, потім — до 72 °С і витримують до кінцевого оцукрювання, що визначають за йодною пробою. Оцукрений затор нагрівають до 76-78°С і перекачують у фільтраційний апарат на фільтрування.

Одновідварний спосіб полягає в тому, що в заторний апарат набирають 1/2 від усієї маси води, яку витрачають на один затор, нагрівають її до такої температури, щоб після внесення подрібненого солоду температура затору досягла 50-52 °С. Потім вмикають мішалку і спускають в апарат із бункера подрібнений солод, водночас подаючи решту води.

Температуру заторної маси після розмішування встановлюють у межах 50- 52 °С, що відповідає оптимуму для дії протеолітичних ферментів. За цієї температури затор витримують 30 хв (білкова пауза), потім при вимкненій мішалці спускають у відварний апарат 1/3 густої маси. Цю частину затору називають відваром. У відварному апараті заторну масу під час перемішування підігрівують до 62-63 °С і витримують 20 хв (мальтозна пауза), далі її

підвищують до 70-72 °С і витримують 15 хв для оцукрювання крохмалю. Після оцукрювання масу нагрівають до кип'ятіння і кип'ятять 20 хв за працюючої мішалки. Щоб зберегти активність ферментів в основному заторі, відвар перекачують у заторний апарат повільно, спрямовуючи його у центр апарата для кращого перемішування. Одновідварний спосіб застосовують тільки під час перероблення добре розчиненого солоду з високою оцукрювальною здатністю.

Двовідварний спосіб затирання дає змогу переробляти солод різної якості, тому температурний режим затирання може змінюватися.

Тривідварний спосіб застосовують переважно під час виготовлення темних сортів пива й перероблення погано розчиненого солоду задля підвищення виходу екстракту.

Із солодом відповідної якості можна переробляти не більше 30% несолодженої сировини, тому що ферментів, які вносяться в затор із солодом, недостатньо для гідролізу крохмалю і білка. У пивоварній промисловості як несолоджену сировину переважно використовують пивоварний ячмінь II сорту (зі зниженою здатністю до проростання), а також кукурудзяне, пшеничне та інше борошно).

Для успішного ферментативного гідролізу білків і крохмалю використовують ферментні препарати амілоризин ПХ (0,6-1 % до маси сировини), цитороземін ПХ (0,5-1 % до маси сировини), амілоsubтилін Г10Х (0,03 % до маси сировини) і мультиензимну композицію МЕК-1 (0,025 % до маси сировини).

Щоб здійснити нормальний процес затирання, кількість ферментних препаратів, які вносять, повинна забезпечити гідроліз біополімерів зернових культур за час, установлений для затирання. Залежність кількості ферментних препаратів, які вносять, від кількості несолодженого ячменю в заторі встановлюють експериментально.

Застосування екологічно чистих ферментних препаратів у пивоварінні не знижує якості кінцевого продукту, підвищує його стійкість і збільшує прибутки. При використанні ферментних препаратів на стадії виробництва сусла

рекомендуються настійний, одновідварний роздільний, одновідварний сумісний способи затирання, які реалізуються згідно з технологічними інструкціями та регламентами. Фільтрування затору, тобто розділення його на сусло і дробину, проводять у фільтраційному апараті в такій послідовності: підготовка фільтраційного апарата, заливка сит водою (15 хв), перекачування затору у фільтраційний апарат (20 хв), відстоювання затору (25-30хв), пропускання мутного сусла через крани і повернення його у фільтраційний апарат (10 хв), фільтрування першого сусла (90хв), промивання дробини (120 хв), вивантаження дробини (25 хв).

Для фільтрування пивних заторів застосовують також фільтраційні преси, на яких усі трудомісткі процеси механізовані та автоматизовані.

Відфільтроване сусло, що надходить із фільтраційного апарата або фільтрпреса, кип'ятять із хмелем у сусловарильному апараті. Метою кип'ятіння сусла із хмелем є стабілізація його складу, упарювання до встановленої концентрації, екстрагування із хмелю ароматичних і гірких речовин, інактивація ферментів, коагуляція білків та стерилізація сусла для забезпечення чистого бродіння й одержання стійкого продукту.

Після введення сусла в сусловарильний апарат температуру в ньому встановлюють у межах 63-75 °С. За цих умов α -амілаза оцукрює крохмаль, який перейшов у сусло після промивання дробини. Після закінчення введення в сусловарильний апарат промивних вод із фільтраційного апарата і при досягненні повного набору сусла його нагрівають до кип'ятіння і кип'ятять близько 2 год.

Хміль і продукти його перероблення вносять із урахуванням норми гірких речовин у гарячому суслі й умісту α -кислот у хмелі. Норми гірких речовин (г/дал) у гарячому суслі для пива різних найменувань у допустимих межах залежать від способу виготовлення пива, якості хмелепродуктів, зернової сировини та води. У сусловарильний апарат хміль вносять порціями згідно з технологічною інструкцією.

Сусло в сусловарильному апараті необхідно кип'ятити з такою

інтенсивністю, щоб кількість води, яка випаровується, становила не менше 5-6 % за 1 год. Кінець кип'ятіння визначають за масовою часткою сухої речовини в суслі, наявністю в ньому великих пластівців коагульованих білків і прозорості в гарячому стані. Масову частку сухої речовини визначають в охолодженій пробі сусла цукроміром.

Охмелене сусло — складна полідисперсна система (дисперсні колоїди, суспензії, емульсії та молекулярнорозчинні речовини). В екстракті сусла знаходяться в % до СР: мальтоза, глюкоза, фруктоза, декстрини (разом 60-70%), сахароза — 2-8; пентозани — 3-4; незброджувані декстрини — 15-20; сирий білок — 3-6; мінеральні речовини — 1,5-2.

У суслі також є хмелеві гіркі кислоти, смоли, дубильні речовини, ефірне хмелеве масло (близько 150-200 мг дубильних і 100-180 мг гірких речовин на 1 л сусла). З азотовмісних сполук у суслі є альбумози та пептони, амінокислоти, аміди, а також аміачний азот. Значна частина азотовмісних сполук (45- 50 %) являє собою речовини, що засвоюються дріжджами.

Після кип'ятіння сусло пропускають через хмелевіддільник, а потім направляють на охолодження та освітлення для зниження температури від 100 до 6 або 15 °С (залежно від методів бродіння), насичення сусла киснем, щоб в аеробних умовах бродіння дріжджі активно розмножувались і осаджували завислі часточки. Повне освітлення сусла під час охолодження усуває труднощі, що виникають у процесі основного бродіння, а також запобігає розвитку диких дріжджів, помутнінню та інфікуванню пива.

Попереднє охолодження сусла і його освітлення проходять у відстойному апараті, який має форму циліндричного резервуару із сорочкою або змієвиком із плоским, трохи похилим дном і сферичною кришкою.

Освітлення сусла можна проводити також у гідроциклонному апараті, який являє собою циліндр із конічною кришкою і плоским дном. Гаряче сусло входить в апарат у вигляді струменя тангенційно через вхідний патрубков зі швидкістю 20 м/с, завдяки чому відбувається обертання його всередині апарата. Завислі частинки сусла під дією гідродинамічних сил збираються в центрі дна,

де утворюється конус осаду, який періодично відводиться. Сусло освітлюють також на сепараторах.

Найбільш ефективним і гігієнічним способом підготовки сусла до бродіння є його охолодження на пластинчастих теплообмінниках, які використовуються і для пастеризації пива та стерилізації сусла.

Для попереднього охолодження сусла у пластинчастому теплообміннику використовують артезіанську воду температурою до 20 °С, а для остаточного охолодження — льодяну воду температурою 1°С або ропу.

Контроль підготовки сусла до бродіння (охолодження та освітлення) полягає в установленні нормативного ступеня зброджування, втрат екстракту між сусловарильним і бродильним апаратами, ступеня освітлення та біологічному контролю. Утрати екстракту від варильного до бродильного відділення визначають, виходячи з різниці між виходами екстракту в цих відділеннях. На основі одержаних даних встановлюють кількість сусла у бродильному апараті. Утрати екстракту від варильного до бродильного відділення не повинні перевищувати 1%. Для їх зменшення слід старанно видалити сусло з відстою та хмелевої дробини. Зброджування пивного сусла проходить у бродильних апаратах різних типів. Збудниками бродіння є дріжджі, які являють собою одноклітинні мікроорганізми рослинного походження. Дріжджова клітина складається з оболонки, ядра й цитоплазми.

Дріжджі містять у своєму складі 75% води і 25% сухої речовини, до якої належать азотовмісні речовини, безазотисті екстрактивні речовини, мінеральні речовини та жири. До складу дріжджів входять також вітаміни В₁₂, В₂, В₆, С, Е, Д₂, а також внутрішньоклітинні й позаклітинні ферменти.

Розмноження і ріст дріжджів здійснюються завдяки асиміляції розчинних у суслі поживних речовин, а хімічна енергія для цього виробляється у клітині. Одночасно з асиміляцією в організмі клітини відбуваються процеси дисиміляції, тобто розпад речовин, що супроводжується виділенням енергії, яка використовується для синтезу з метою підтримання життя клітини. Таким чином, обидва процеси — асиміляція і дисиміляція взаємопов'язані й

здійснюються у клітині одночасно. Бродіння і дихання — дві форми дисиміляції.

Бродіння є анаеробним обміном речовин дріжджової клітини, коли вуглеводи частково перетворюються в етиловий спирт і діоксид вуглецю, на відміну від дихання; цей самий субстрат повністю окислюється з утворенням діоксиду вуглецю та води.

Дріжджі протягом усього періоду росту одночасно зі зброджуванням цукрів асимілюють із амінокислот близько 45% азоту, органічних і неорганічних амонійних солей з утворенням і виділенням азотистих речовин, летких і нелетких кислот. Розмноження дріжджових клітин брунькуванням — основний шлях їх нагромадження за нормальних умов у бродильному апараті.

Спочатку на материнській клітині в аеробних умовах утворюється маленька дочірня брунька, яка, досягнувши відповідної величини, відокремлюється від материнської клітини і веде самостійне життя, тобто асимілює поживні речовини й розмножується. Період часу від початку брунькування материнської клітини до брунькування дочірньої називають тривалістю генерації.

Культивування (розмноження) дріжджів у пивоварінні проводять періодичним і напівбезперервним способами.

Важливе значення для освітлення пива після його зброджування має аглютинація (флокуляція або склеювання та осідання) дріжджових клітин, тобто здатність дріжджів укрупнюватися в конгломерати (аглютинати) і швидко осідати на дно. Це пов'язано з електричним зарядом дріжджів і їх автолізом.

Під дією власних ферментів при старінні клітини відбувається біохімічний розпад білків, вуглеводів та жирів і вони розчиняються, тобто піддаються автолізу.

Розрізняють сильно- і слабозброджувальні дріжджі, а також дріжджі верхового і низового бродіння. Усі пивні дріжджі завжди повинні бути мікробіологічно чистими, пластівцеподібними, швидко зброджувати сусло й осідати на дно, утворюючи чистеосвітлене й прозоре пиво з повним смаком і ароматом. До таких дріжджів належить раса 11 сильнозброджувальна з високою здатністю до освітлення. Пиво, одержане з її використанням, приємного смаку. Дріжджі рас 41 і 44 — середьзброджувальні, з високою здатністю до осадження та освітлення. Пиво з ними має м'який, повний і чистий аромат. Заслуговують уваги львівські раси дріжджів S і P, та чеська F і німецька 34-N. Міцність пива при зброджуванні німецькими расами може досягати 10% об. за високої концентрації сусла (18 % сухої речовини і більше). Це дріжджі низового бродіння.

Дріжджі верхового бродіння (191-K та інші) застосовують переважно для одержання темних або спеціальних сортів пива.

Механізм спиртового бродіння в анаеробних умовах являє собою складний біохімічний процес перетворення вуглеводів у результаті метаболізму дріжджів і дії їх ферментів у спирт та діоксид вуглецю і виражається рівнянням:



Із 180 г глюкози теоретично можна одержати 92 г спирту, 88 г діоксиду вуглецю та ряд побічних вторинних продуктів (гліцерин, янтарна кислота, вищі спирти (близько 50), альдегіди та інші). Під час аеробного бродіння з повним окисленням вуглеводів утворюється вода, діоксид вуглецю і великий приріст біомаси.

Під час бродіння сусла пиво насичується діоксидом вуглецю до 0,02 % і після витримання у відділенні доброджування за температури близько 0 °C і тиску до 0,13 мПа кількість CO₂ збільшується до 0,4-0,45 %.

Сучасна технологія пива характеризується суміщенням бродіння і доброджування у циліндроконічному апараті. Суть її полягає в тому, що в одному апараті великого об'єму (від 100 до 2000 м³) із добовим заповненням

його сушом за температури 8-19 °С та дріжджами суміщають два ступені: головне бродіння і доброджування. Увесь біотехнологічний процес триває 14-15 діб замість 28 (для Жигулівського пива).

З першим освітленим сушом у конічну частину апарата вводять сильнозброджувальні дріжджі (300 г на 1 гл сусла) і проводять аерацію стерильним повітрям. Температура бродіння підтримується в інтервалі від 9 до 14° С і регулюється подачею холодоагенту (через зовнішні пояси або виносний теплообмінник). Закінчення бродіння визначають за припиненням зменшення масової частки сухої речовини у пиві протягом 24 год. На п'яту добу досягають видимої кінцевої масової частки 2,2-2,5 % сухої речовини. Потім пиво охолоджують до утворення щільного осаду дріжджів за температури 0,5-1,5 °С. У циліндричній частині температура 3-4 °С зберігається протягом 6-7 діб, а потім знижується до 0,5-1,5 °С і проводять процес доброджування пива. Дріжджі знімають з конічної частини через 10 діб від початку бродіння.

У пивоварінні застосовують низку способів зброджування пивного сусла і доброджування пива. Це періодичний, прискорений, напівбезперервний у циліндроконічних бродильних апаратах тощо.

За класичною традиційною технологією розрізняють холодне (5-8°С) і тепле (7-12°С) бродіння в апаратах періодичної дії. Основний показник бродіння — кінцевий ступінь зброджування. За низового бродіння в молодому пиві залишають частину вуглеводів (1-1,5%) для доброджування і природного насичення пива діоксидом вуглецю.

У разі роботи на чистій культурі основою є дріжджі, які одержують зі спеціальних лабораторій. Розмноження дріжджів у поступово зростаючих кількостях стерильного сусла досягає об'єму, необхідного для введення в один виробничий бродильний апарат. Осад дріжджів після першого зброджування за класичною періодичною технологією у виробничому апараті називають засівними дріжджами першої генерації. Після наступного зброджування сусла дріжджами першої генерації в осаді

одержують дріжджі другої генерації, а осад дріжджів, використаний, наприклад, у десяти бродильних циклах, відповідно називають дріжджами десятої генерації і т. д.

У класичній технології дотримуються двоступеневого бродіння, за яким відразу після головного бродіння в окремих апаратах (перший ступінь) молоде пиво звільняється від основної маси дріжджів, охолоджується та доброджує (другий ступінь) і дозріває у спеціальних апаратах. Метою доброджування є завершення розпочатого при головному бродінні біохімічного перетворення дріжджами, що залишилися, решток екстракту в кінцеві продукти — діоксид вуглецю, спирт, ефіри, альдегіди, вищі спирти, органічні кислоти, амінокислоти тощо. При цьому діацетил перетворюється в ацетоїн, тобто відбувається остаточне формування аромату, смаку, піностійкості та стійкості пива.

Під час доброджування пива в горизонтальних або вертикальних апаратах відбуваються ті самі біохімічні процеси, що й під час головного бродіння, але через низьку температуру і невелику кількість дріжджових клітин вони значно сповільнені. Уміст розчинного діоксиду вуглецю збільшується від 0,2 % до 0,4% за оптимального тиску в апараті 0,04-0,07 МПа.

Після дозрівання пиво витримують і фільтрують. Для підвищення стійкості його попередньо обробляють таніном, активним вугіллям, протеолітичними ферментними препаратами. Осідання і своєчасне виокремлення дріжджових клітин сприяють зникненню складних хімічних перетворень, що суттєво впливає на формування смаку та аромату пива, головним чином, за рахунок утворення ароматичних спиртів та ефірів.

Після витримання пиво фільтрують через діатомітові, мембранні або інші фільтри задля видалення макромолекул білків, дріжджових клітин, білково-дубильних сполук та хмелевих смол.

Розлив пива у скляні пляшки здійснюють на автоматичних лініях, які складаються з автомата для виймання пляшок із ящика, пляшкомильної машини, розливного, закупорювального, бракеражного, етикетувального

автоматів та автомата для укладання пляшок в ящики. Пиво розливають також у пластмасові екологічно чисті пляшки, пивні банки зі спеціальної листової жерсті, призначеної для харчових продуктів і напоїв, та кеги місткістю 10-60 л.

Оцінювання якості пива

Якість пива за фізико-хімічними показниками повинна відповідати вимогам чинних стандартів.

Для визначення вмісту масових часток спирту, видимого і дійсного екстракту пиво попередньо має бути відфільтроване і звільнене від діоксиду вуглецю. Потім ці величини знаходять за допомогою дистиляційного або рефрактометричного методу. Дистиляційний метод ґрунтується на відгоні спирту із наважки пива і визначенні відносної густини дистиляту та залишку пива після відгону, доведених дистильованою водою до початкової маси.

Масову частку видимого екстракту в пиві, визначають за допомогою пікнометра після звільнення його від діоксиду вуглецю.

Рефрактометричний метод ґрунтується на визначенні показника заломлення за допомогою зануреного рефрактометра та відносної густини пива з наступним обчисленням за відповідними формулами.

Уміст масової частки діоксиду вуглецю визначають манометричним способом, який ґрунтується на вимірюванні тиску в пляшці, закупореній кроненпробкою, у стані рівноваги газу з рідиною за температури 25°C.

Кислотність установлюють згідно із чинним стандартом у 50 мл попередньо відфільтрованого пива в конічній колбі 200 мл.

Уміст ізогумулону в пиві встановлюють спектрофотометричним методом. Пиво попередньо звільнюють від діоксиду вуглецю.

Важливе значення має визначення в пиві діацетилу та ацетону як продуктів обміну речовин дріжджів та інших мікроорганізмів. Це леткі компоненти, які утворюються у процесі бродіння і дозрівання пива і беруть участь у формуванні його аромату та смаку. Кількість діацетилу у вітчизняних

сортах пива знаходиться в оптимальних межах 0,4-1 мг/л. Визначення цих сполук проводиться згідно із чинними стандартами.

Не менш важливе значення має визначення білкової стійкості пива. Поява муті в готовому продукті пояснюється недостатньою стійкістю деяких гідрофільних колоїдів (білкові та дубильні речовини, меданоїдини), які під дією різних чинників коагулюють. На швидкість появи колоїдних помутнінь впливають температура, рН, світло, механічна дія, наявність солей, слідів іонів металів та інші чинники.

Щоб з'ясувати, чи здатне те або інше пиво до таких помутнінь, на нього впливають тепловими та механічними діями, тобто прагнуть штучно викликати в ньому помутніння, щоб зробити необхідний для виробництва висновок про очікувану білкову стабільність досліджуваного продукту.

Стійкість пива, згідно із чинним стандартом, установлюють методом, який ґрунтується на візуальному спостереженні за появою муті або осаду в пляшці.

Найважливішими чинниками в оцінці якості пива є визначення органолептичних показників під час його дегустації згідно з міжнародними вимогами та стандартами.

Для концентрування ароматичних сполук пива верхня частина бокала має бути звужена. Температура напою низового бродіння у бокалі — 12 °С, а верхового — 15-16 °С. Визначення смаку та аромату пива обмежується 5-8 зразками. Легкою закускою в період дегустації пива вважається нежирний сир, варене м'ясо, пшеничні розсипчасті (підсолені) сухарі тощо.

Світле пиво оцінюють за хмелевою гіркотою, а темне — за повнотою смаку та солодовим ароматом. Прозорість із блиском без завислих часток оцінюють трьома балами, прозорість без блиску — двома, слабоопалесціюче — одним, мутне — нулем (нестандартне). Чистий аромат, відповідний даному типу пива, оцінюють чотирма балами; приємний, але слабо виражений — трьома; якщо в ньому помітні легкі сторонні відтінки молодого

пива та дріжджів — двома; в ароматі виражені сторонні відтінки — одним балом.

Повний чистий смак без сторонніх присмаків оцінюють п'ятьма балами; чистий, але не дуже гармонійний — чотирма; нечистий незрілого пива — трьома; пустий смак зі сторонніми присмаками — двома балами.

Піну і насиченість CO₂ оцінюють як велику, стійку, якщо вона заввишки не менше 40 мм. Стійкість 4 хв із високим умістом CO₂ оцінюють п'ятьма балами; компакту, стійку заввишки 30 мм і стійкістю 3 хв за рідкого та швидкого виділення бульбашок газу — чотирма; піну заввишки 20 мм і стійкістю 2 хв за слабого виділення бульбашок газу — трьома; піну заввишки менше 20 мм і стійкістю менше 2 хв — двома балами.

Контрольні запитання

1. Які є основні види сировини для виробництва пива?
2. Яке значення має вода у виробництві пива?
3. Назвіть технологічні процеси під час виробництва пива.
4. Як відбувається ферментативний гідроліз крохмалю?
5. Як відбувається ферментативний гідроліз білків?
6. Які способи затирання є в пивоварінні?
7. Як відбувається зброджування пивного сусла? Механізм спиртового бродіння.
8. Якою є роль дріжджів у пивоварінні?
9. Як відбувається дозрівання та фільтрування пива?
10. Яке значення та властивості має пиво за помірною споживання?
11. Які є методи оцінки якості пива?
12. У чому полягає стійкість пива? Види його помутніння.
13. Органолептичне оцінювання якості пива. Дегустація пива.