

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва,
стандартизації та біотехнології

Кафедра переробки продукції тваринництва та харчових технологій

ТЕХНОЛОГІЯ БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

для здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр»,
освітньої спеціальності 181-«Харчові технології»
денної та заочної форми навчання

Миколаїв
2025

УДК 663

Т38

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету від 15.10.2025 р., протокол № 2.

Укладачі:

Р. О. Трибрат – кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського національного аграрного університету;

В. В. Болодурін – старший викладач кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського національного аграрного університету;

Рецензенти:

О. І. Петрова – кандидатка с.-г. наук, доцентка, завідувачка кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського національного аграрного університету;

Г. І. Калиниченко – канд. с.-г. наук, доцентка, доцентка кафедри технології виробництва продукції тваринництва Миколаївського національного аграрного університету.

© Трибрат Р.О., Болодурін В.В. 2025

©Миколаївський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

Лекція 1. Загальна характеристика бродильних виробництв	6
Лекція 2. Сировина, основні та допоміжні матеріали бродильних виробництв	9
Лекція 3. Технологія солоду	50
Лекція 4. Технологія пива	65
Лекція 5. Технологія спирту	83
Лекція 6. Технологія горілок та лікєро-горілочаних напоїв	114
Лекція 7. Технологія вина	125
Лекція 8. Технологія коньяку	151
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	159

ЛЕКЦІЯ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

1. Технологія бродильних виробництв як наука

Технологія бродильних виробництв – наука про методи й процеси переробки різних видів сировини в продукти бродіння. Основним і загальним процесом у технології бродильних виробництв є бродіння.

Під *бродінням* в широкому сенсі цього слова розуміють процес обміну речовин, під час якого в органічному субстраті під дією ферментів мікроорганізмів відбувається розкладання більш складних сполук на менш складні (дисиміляція) з виділенням законсервованої в них енергії.

Розрізняють два типи бродіння: анаеробне й аеробне. Анаеробним бродінням називається ферментативний процес глибокого розпаду складних органічних сполук (переважно цукрів) на більш прості речовини, що йде без участі молекулярного кисню. До анаеробному типу відносяться спиртове, ацетоно-бутилове і молочнокисле бродіння. Аеробне бродіння являє собою таку форму розпаду цукрів, що вимагає присутності вільного кисню. До аеробного типу належать оцтовокисле і лимоннокисле бродіння. Існує багато різних видів бродіння, але найбільш поширеними з них у промисловому виробництві є спиртове, молочнокисле, оцтовокисле, лимоннокисле й ацетоно-бутилове.

Виробництва, засновані на бродінні, пов'язані між собою спільністю застосованої сировини та характером протікаючих технологічних процесів.

У бродильних виробництвах застосовують різні мікроорганізми: дріжджі, бактерії й плісняві гриби. Ці мікроорганізми розрізняються за будовою, розмірами, способом розмноження, реакції з вільним киснем, умовам росту, здатністю впливати на різні субстрати. Але вони подібні в тому, що активно розвиваються й містять біохімічні каталізатори – ферменти, за допомогою яких і каталізують викликувані ними реакції.

Живі клітки мікроорганізмів продукують велику кількість різних ферментів, які поділяються на два типи: екзоферменти й ендоферменти. Екзоферменти виділяються клітками й діють поза клітинами на органічні речовини середовища – білки, вуглеводи й жири. Ендоферменти утворюються й залишаються усередині живих кліток і каталізують зміну або розкладання (дисиміляцію) органічних речовин усередині клітини. Утворені продукти розкладання можуть входити до складу клітинної протоплазми або виділятися через оболонку клітки у поживне середовище.

Мікроорганізми бродіння знайшли широке технічне застосування завдяки

тому, що вони легко культивуються, швидко розвиваються в сприятливих поживних середовищах, синтезують велику кількість ферментів, що викликають відповідні хімічні зміни складних органічних речовин у порівняно простих виробничих умовах, і зберігають у цих умовах фізіологічну сталість.

Продукти, що утворюються в результаті каталітичної дії ферментів мікроорганізмів на органічні речовини, використовуються для практичних цілей. Так, всі названі види бродіння широко використовують для виробництва етилового спирту ректифікованого й технічного, пива, вина, квасу, хлібопекарських дріжджів, гліцерину, ацетону, бутилового спирту й органічних кислот.

Розрізняють три основні групи бродильних виробництв.

I. Виробництва, засновані на застосуванні дріжджів: виробництво етилового спирту, гліцерину, хлібопекарських і кормових дріжджів, вина, пива й квасу.

II. Виробництва, засновані на застосуванні бактерій: виробництво етилового спирту, органічних розчинників – ацетону й бутилового спирту, оцтової, молочної, масляної, пропіонової кислот.

III. Виробництва, засновані на застосуванні пліснявих грибів: виробництво лимонної, глюконової, ітаконової, фумарової кислот.

Виробництва першої групи відносяться до бродильної промисловості, а виробництва другої й третьої груп – до мікробіологічної промисловості. До бродильної промисловості відноситься також виробництво лікєро-горілочних і безалкогольних напоїв, у яких при обробці плодово-ягідних соків застосовують ферментні препарати й етиловий спирт. До того ж етиловий спирт – основна сировина лікєро-горілочного виробництва. До бродильної промисловості також належать виробництва різних типів солоду, полісолодових і водно-спиртових екстрактів. За характером застосованої сировини й використуваному технологічному обладнанню ці виробництва схожі із бродильними виробництвами.

2. Загальна характеристика бродильних виробництв

Для більш повного подання змісту дисципліни зробимо коротку характеристику основних бродильних виробництв.

Виноробство – найбільш древнє виробництво, засноване на спиртовому бродінні. До основних стадій приготування вина належать: одержання виноградного або плодово-ягідного суслу (соку) або м'язги, їх зброджування, отримання виноматеріалів, їх обробка й витримка молодого вина.

У результаті подрібнення винограду й пресування роздавлених ягід утворюється сік (сусло), який після освітлювання шляхом відстоювання та

обробкою різними сорбентами надходить на бродіння. Для збродження виноградного сусла в нього вводять чисту культуру дріжджів. Бродіння протікає при 15-25° С і триває 6-8 діб. По закінченні бродіння утворюється молоде вино, що знімається із дріжджів (відділяється від них) і перекачується у підвал на зберігання. Під час зберігання вино піддають спеціальній обробці: доливанню, переливанню, освітленню, купажуванню. Для покращення якісних показників вино може бути витриманим у дубовій тарі (бочках, бутах). Залежно від типу вина витримка його триває від декількох місяців до декількох років.

Пивоваріння – одне із древніх виробництв, заснованих на спиртовому бродінні. Основною сировиною для виробництва пива служить ячмінь, з якого спочатку готують солод. Для цієї мети ячмінь замочують у воді й по досягненні певної вологості пророщують протягом 7-9 діб. Пророщений ячмінь, називається свіжопророслим солодом, який висушують на спеціальних сушарках, а потім звільняють від паростків.

Для приготування пивного сусла сухий солод подрібнюють на валкових дробарках і солод змішують із водою. Ця технологічна операція називається затиранням, далі помел дробленого солоду змішують з водою і отримують затір. При затиранні в результаті ферментативного гідролізу частина сухих речовин затору переходить у розчин. Ці розчинні сухі речовини називаються екстрактивними речовинами, а водний розчин екстрактивних речовин – суслом. Після ферментативного гідролізу затір фільтрують для відділення сусла від нерозчинних речовин солоду. Отримане прозоре сусло кип'ятять із хмелем, чим досягається його упарювання, ароматизація, стерилізація й освітлення. Потім сусло відокремлюють від хмелю, охолоджують до температури бродіння і зброджують спеціальними расами культурних дріжджів.

Бродіння в пивоварстві ділиться на дві стадії: головне бродіння й доброджування. Перша стадія – головне бродіння характеризується інтенсивністю процесу і збродженням основної частини цукру. Його проводять в закритому або відкритому бродильному апаратах при температурі 5-10° С і залежно від концентрації сусла воно триває 6-10 діб. По закінченні головного бродіння утворюється молоде пиво, яке ще не придатне до вживання. Молоде пиво перекачують для доброджування й дозрівання в закриті бродильні апарати, що перебувають у відділенні доброджування. Температура під час доброджування й дозрівання пива біля 1-2° С, тривалість від 21 до 90 діб. Можливе також об'єднання процесів бродіння, доброджування й дозрівання в одному бродильному апараті. Готове пиво фільтрують і розливають в ізобаричних умовах в пляшки, кеги або іншу тару.

Виробництво етилового спирту з моменту виникнення і до початку ХХ ст. у промисловому масштабі здійснювалось винятково біохімічним способом,

а саме за допомогою бродіння. За останні роки розроблений і успішно застосовується в промисловості синтетичний спосіб одержання спирту.

Біохімічним способом переробляють різноманітну сировину:

цукровмісну – цукробурякова, рафінадна і тростинна меляса, цукровий буряк тощо;

крохмалевмісну – картопля, кукурудза, пшениця, жито, овес, ячмінь та інші зернові культури;

матеріали, що містять клітковину й продукти її розкладання (тирса, тріска, сульфідні луки) і рослинні відходи сільського господарства й масложирової промисловості (солома, соняшникова лузга, бавовняна лушпайка тощо).

Незважаючи на розмаїтість сировини, що переробляється, технологія спирту підрозділяється всього на три основні стадії: підготовка сировини до бродіння, бродіння з утворенням бражки, що містить спирт, виділення спирту із бражки та його ректифікацію.

Найбільш прості підготовчі операції при переробці цукровмісної сировини – цукробурякової меляси. Мелясу розбавляють водою приблизно в 3 рази, підкисляють сірчаною або соляною кислотою і зброджують дріжджами. Збродження мелясного суслу здійснюється безперервним способом. Зброджена рідина містить 8-14 об. % спирту й називається зрілою бражкою.

Технологічна схема безперервного виробництва спирту з картоплі або зерна значно складніше, ніж з меляси. Картоплю спочатку миють у картоплемиючій машині, а зерно очищають від домішок і пилу на повітряно-ситовому й магнітному сепараторах. Потім зерно подрібнюють на молотковій дробарці, змішують із водою й одержують заміс, який піддають термоферментативній обробці у варильному агрегаті безперервної дії при температурах 80-170° С. В останні роки використовують, в основному, низькотемпературну термоферментативну обробку при температурах 80-90° С із використанням термостабільної d-амілази для зниження в'язкості отриманого замісу. Після охолодження обробленого замісу його оцукрюють і зброджують для отримання зрілої бражки. Сучасна технологія спирту поєднує процеси оцукрення суслу та його зброджування.

Ректифікований етиловий спирт отримують на брагоректифікаційних установках (БРУ) безперервної дії, до складу яких входить три основні колони:

бражна, на якій шляхом перегонки спирт виділяється із бражки. Із нижньої частини колони виводиться звільна від спирту барда, а із верхньої частини – бражний дистилят міцністю 35-55 % об.;

епюраційна, на якій із бражного дистиляту виділяють головні низьколеткі домішки етилового спирту (альдегіди, складні естери). Вони виводяться із

конденсатора колони у вигляді спирту етилового головної фракції міцністю 92 % об. Із нижньої частини колони в ректифікаційну надходить епюрат міцністю 35-45 % об.;

ректифікаційна або спиртова, на якій із епюрату видаляють проміжні і хвостові високолеткі домішки етилового спирту (вищі спирти, органічні кислота та ін.). Із верхньої частини виводять ректифікований етиловий спирт. Також із колони виводять сивушне масло міцністю 88 % об. та лютерну воду.

Крім основних колон, БРУ може бути оснащена додатковими колонами для покращення якості ректифікованого спирту або збільшення його виходу.

Запитання для самоперевірки

1. Загальна характеристика аеробного і анаеробного бродіння.
2. Які види бродіння найбільше застосовують у виробничій діяльності?
3. Які мікроорганізми використовують в бродильних виробництвах?
4. Назвіть основні групи бродильних виробництв та які з них відносяться до бродильної і мікробіологічної промисловості?
5. Коротка характеристика виноробства.
6. Коротка характеристика пивоваріння.
7. Коротка характеристика виробництва етилового спирту.

ЛЕКЦІЯ 2

СИРОВИНА, ОСНОВНІ ТА ДОПОМІЖНІ МАТЕРІАЛИ БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

1. Вода та основні способи водопідготовки

Вода найбільш розповсюджена та важлива речовина на Землі. Загальні запаси води на планеті складають 1338000 км³.

Із цієї кількості 96,5 % приходить на частку світового океану, 1,7 % – складають підземні води, 1,74 % – льодовики і постійні сніги.

Загальні запаси прісної води складають всього лише 2,53 % від загальних запасів. Люди зневажливо ставляться до води, не цінують її, а вода це мати життя, і вона заслуговує на нашу величезну пошану і любов, подяку за те, що дає нам життя.

Вода також є важливою сировиною для виробництва пива, безалкогольних і слабоалкогольних напоїв, квасу, спирту, горілок, горілок особливих, та лікєро-горілочаних напоїв.

Вимоги до технологічної води, яка використовується в бродильній промисловості більші, ніж до питної води.

Хімічний склад та основні властивості води

Вода – найпоширеніша на перший погляд проста, але насправді складна і не до кінця вивчена сировина. Молекула води складається з двох атомів водню і атома кисню (найпростіша формула H₂O). Їй відповідає молекулярна маса 18.

Вода здатна створювати асоціативні молекули, вона є найбільш аномальною речовиною у природі. Тільки вода при звичайних температурах і тиску може знаходитися водночас у трьох агрегатних станах: газоподібному, рідкому і твердому.

Із усіх відомих в природі речовин вода має найбільш високу теплоту випаровування. Це означає, що після нагрівання води до кипіння, потрібно ще ви-тратити значну кількість теплоти, щоб зруйнувати водневі зв'язки. Крім того, це забезпечує можливість використовувати теплоту, що виділяється під час конденсації вторинної або відпрацьованої пари в різних виробничих процесах.

Вода має найбільшу теплоємність порівняно з усіма твердими і рідкими речовинами, крім аміаку. У технологічних процесах ця властивість використовується як термостатичний ефект, тобто забезпечує здатність підтримувати температуру в апаратах у необхідних межах. Цьому сприяє і найвища теплопровідність води.

Вода серед усіх рідин, крім ртуті, має найбільший поверхневий натяг і найбільший рівень змочування.

Вода має найбільшу діелектричну проникність з усіх рідин, завдяки чому вона найбільш універсальний розчинник газів, рідин і твердих сполук. Вода при дії на неї магнітного поля набуває нових властивостей, при цьому, збільшується концентрація водневих іонів і поверхневий натяг. Магнітне поле впливає на швидкість і характер кристалоутворення розчинних у воді солей, зменшує утворення накипу в парових котлах, змінює температуру кипіння, ступінь в'язкості, збільшує швидкість зсідання суспензії і фільтрування та розчинність газів. Вода, оброблена магнітним полем, стимулює біологічні процеси у живих організмах.

Таким чином, існують реальні можливості модифікування структури води і направленою регулювання її властивостей фізико-хімічним впливом для вдосконалення та інтенсифікації технологічних процесів.

Завдяки своїй колосальній можливості розчинювати різноманітні речовини природна вода ніколи не буває хімічно чистою, а завжди являє собою сильно розбавлені розчини різних солей, деяких газів, які утримують у вигляді суспензії органічні і неорганічні речовини, а не рідко й мікроорганізми.

Чиста вода прозора й не має ні запаху, ні смаку, у тонкому шарі безбарвна, а в товстому має голубувато-зелений відтінок. Інші відтінки свідчать про наявність у ній різноманітних розчинених і завислих домішок, тобто поява відтінків кольору води свідчить про її забрудненість.

Залежно від кількості і співвідношення різноманітних іонів вода має певні властивості. Солі кальцію і магнію різних кислот зумовлюють, так звану, загальну жорсткість води, яка складається із тимчасової і постійної.

Тимчасова жорсткість зумовлена присутністю бікарбонатів кальцію і магнію. Під час кип'ятіння води тимчасова жорсткість майже повністю видаляється в наслідок розкладання бікарбонатів (карбонати випадають в осад):



Постійна жорсткість зумовлена присутністю кальцію і магнію всіх інших кислот, крім вугільної.

Жорсткість води вимірюється в ммоль/дм³, за одиницю жорсткості приймається 20,04 мг іонів кальцію або 16,14 мг іонів магнію.

Залежно від загальної жорсткості воду поділяють на такі типи: дуже м'яка – 0-15 ммоль/дм³ м'яка – 1,5-3,0 ммоль/дм³ помірно жорстка – 3,0-6,0 ммоль/дм³ жорстка - 6,0-10,0 ммоль/дм³ дуже жорстка понад 10 ммоль/дм³ Хімічні сполуки які містяться в воді можуть негативно впливати на протікання технологічних процесів приготування пива, безалкогольних і слабоалкогольних напоїв, горілок. До таких хімічних сполук відносяться солі жорсткості та

лужності, залізо, хлорид, сульфати та ін.

Вимоги до якості води питної та технологічної

Воду, яку використовують при виробництві продуктів бродіння, за призначенням поділяють на технологічну і технічну.

До води *технологічного* призначення відноситься вода, котра є незамінною сировиною і входить до складу багатьох харчових продуктів і напоїв, а також вода, яка безпосередньо контактує з харчовою сировиною і напівпродуктами в технологічному процесі.

До води *технічного* призначення відноситься вода, що використовується для забезпечення технологічного процесу на всіх стадіях виробництва харчових продуктів і функціонування підприємства в цілому. Така вода не має безпосереднього контакту з сировиною, напівпродуктами і готовою продукцією, а використовується головним чином для охолодження напівфабрикатів та продуктів, миття виробничих й інших приміщень тощо.

Основні вимоги до води технологічного призначення наведено в таблиці 1.

В процесі затирання та приготування пивного суслу за необхідністю проводиться реагентне корегування окремих показників води (рН, лужність і жорсткість).

В процесі приготування безалкогольних напоїв можливе корегування окремих показників води (рН, лужність) безпосередньо в ході технологічного процесу.

Для приготування окремих сортів пива та безалкогольних напоїв допускається використовувати воду з іншим співвідношенням солей, обумовленим нормативно-технічною документацією на конкретний вид продукції.

За мікробіологічними показниками вода повинна бути бактеріально чистою. У питній і технологічній воді, загальна кількість бактерій в 1 см³ не повинна перевищувати 100.

Колі-індекс повинен бути не більше 3 тобто в 1 дм³ води не повинно бути більше 3 кишкових паличок. А колі-титр не менше 300 см³(не більше 1 кишкової палички на 300 см³ води).

У воді поряд з неорганічними сполуками присутні більш складні органічні речовини. Вони можуть знаходитись у воді в розчинному, колоїдному, або завислому стані і також відіграють важливу роль. У зв'язку з різноманітністю цих речовин кількісно їх оцінюють за ступенем окиснення води, тобто кількістю кисню, що потрібна для окиснення домішок у даному об'ємі, або еквівалентною кількістю іншого окислювача. Найчастіше, на практиці окислюваність визначають обробкою дослідної води,

марганцевокислим калієм (перманганатне окислення).

Таблиця 1

Основні вимоги до якості води технологічного призначення

Виробництво	Загальна жорсткість, ммоль/дм ³ , не більше	pH	Сухий залишок, мг/ дм ³ , не більше	Ступінь окислення, мг О ₂ / дм ³ , не більше	Особливі вимоги
Безалкогольні напої та концентрати безалкогольних напоїв	1,5	6,0-7,0	600-850	1,5-2,0	Вміст, мг/дм ³ , не більше: заліза - 0,1; марганцю - 0,05; міді - 0,1; цинку - 1,0; нітратів - 3,0; фенольних сполук - 0,0001. Загальна кількість мікроорганізмів - більше 75 шт. в 1 дм ³ , не допускається вміст хвороботворних мікроорганізмів
Пиво, квас	Світле пиво - 1-2, темне пиво і квас - 5-6	6,8-7,3	600-850	1,0-2,0	Вміст, мг/дм ³ , не більше: заліза - 0,2; марганцю - 0,05; нітратів - 25,0. Вміст іонів калію, натрію, сульфатів і хлоридів не повинен перевершувати порогів рівень, коли вони впливають на смак пива. Показник лужності (відношення кальцієвої жорсткості до загальної лужності) повинен бути не менше 1
Етиловий спирт	7,8	5,5-7,0	600-800	1,0-2,0	Вміст гіпсу не більше 0,5 г/дм ³ . Не допускається вміст сірководню, аміаку і фенолу
Горілки і лікеро-горілчані напої	0,2-1,0	6,8-7,3	100-500	2,0	Вміст, мг/дм ³ , не більше: заліза - 0,1; натрію+калію - 100; марганцю - 0,1; сульфатів - 100,0; хлоридів - 80,0; гідрокарбонатів - 244; силікатів - 7,0; фосфатів - 0,1; міді - 0,1, амонію - 0,1; нітратів - 40,0. Для миття пляшок дозволяється використовувати воду із жорсткістю до 1,8 ммоль/дм ³
Хлібопекарські дріжджі	7,0	5,5-6,8	500-700	4,0	Вміст, мг/дм ³ , не більше: марганцю - 0,1, заліза 0,2. Не допускається вміст нітратів.
Солод	4,0-7,0	5,5-6,8	500-700	1,0-2,0	Вміст, мг/дм ³ , не більше: заліза 0,1; марганцю - 0,05
Коньяк	0,36-1,0	-	-	-	-

Вимоги до води у пивоварінні є більш складними і специфічними, ніж до

звичайної питної води. Вода є не тільки основною складовою частиною цільового продукту виробництва, але і середовищем, де відбуваються надзвичайно різноманітні хімічні реакції, які зумовлюють потрібний перебіг технологічних процесів. Від складу і стану іонів різних хімічних елементів у воді залежать навіть сортові особливості певних типів пива.

Загальною вимогою до вмісту заліза у воді для виробництва пива є те, що він не повинен перевищувати 0,3 мг/дм³. Тому у методі визначення цього елемента бажано, щоб забарвлення при змішуванні аналізованого розчину води з реактивом-індикатором було відсутнє, або тільки дуже слабо-жовтувато-рожеве. Завеликий вміст заліза може спричинити погіршення смаку і зниження стійкості пива.

У винах концентрація заліза не повинна перевищувати 15 мг/дм³, але бути меншою за 2-3 мг/дм³. Залізо входить до складу ферментів, вітамінів, приймає активну участь як каталізатор в окисно-відновних процесах при визріванні вина. Підвищені дози заліза приводять до утворення залізного, ферофосфатного та оксидазного касів.

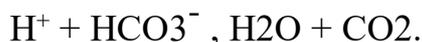
Головним показником для оцінки технологічних властивостей води для виробництва пива є співвідношення тих іонів, які найбільше впливають на активну кислотність середовища. Величина рН складної буферної системи ячмінно-солодового затору формується завдяки, в основному, вмісту фосфат-іонів H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} , які переходять в розчин із сировини. Зміни рН відбуваються, якщо порушується іонна рівновага внаслідок дії катіонів та аніонів води на фосфат-іони.

Іони кальцію реагують з фосфат-іонами згідно з рівнянням:



Третинний фосфат кальцію випадає в осад, а іонна рівновага зміщується в бік іонів водню і пониження рН. Магній діє аналогічно, але його фосфати, як вторинні, так і третинні є розчинними, а тому вплив магнію на рН вдвічі слабкіший за вплив кальцію.

Іони води HCO_3^- , CO_3 підвищують рН внаслідок зв'язування іонів H^+ :



Так само діють безпосередньо іони OH^- , що надходять з лугами води. При-чому рівновага реакцій зміщується праворуч внаслідок виводу з середовища іонів CO_2 , при нагріві, а також утворення практично майже не дисоційованої води.

Таким чином, активна кислотність середовища (затору) формується взаємо-дією солей, які визначаються як жорсткість і як загальна лужність води.

Проведеними прикладними дослідженнями на кафедрі бродильних

виробництв Київського технологічного інституту харчової промисловості було встановлено, що найбільш об'єктивним критерієм технологічної оцінки води для пивоваріння є співвідношення концентрації іонів кальцію (кальцієва жорсткість Жса) і загальної лужності води (Лзаг).

Якщо показник лужності води не відповідає значенню $Pl > 1$, рекомендується додавати у затір іони кальцію в формі сульфату, хлориду або додавати кислоту (переважно молочну) для нейтралізації лужних іонів.

Для виробництва горілок і лікєро-горілочаних напоїв завод повинен бути забезпечений водою, яка б відповідала вимогам СОУ 15.9-37-237:2005 «Вода підготовлена для лікєро-горілочаного виробництва». Вихідна вода повинна бути безбарвною, прозорою, без стороннього смаку і запаху.

Таблиця 2

Органолептичні показники підготовленої води

Найменування показника, одиниця вимірювання	Значення показника для виробництва		
	горілок, горілок особливих і лікєро-горілочаних напоїв із спирту		слабоалкогольних напоїв
	Екстра, Люкс, Пшенична сльоза	вищої очистки, високоякісний із меляси	
Запах при 20° С і під час нагрівання води до 60°С, бал	0	0	0
Смак та присмак при 20° С, бал	0	0	0
Забарвленість, градус	Не більше 2	Не більше 5	Не більше 5
Мутність, мг/дм ³	Не більше 0,2	Не більше 0,5	Не більше 0,5

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники підготовленої води

Найменування показника, одиниця вимірювання	Значення показника для виробництва		
	горілок, горілок особливих і лікєро-горілочаних напоїв із спирту		слабоалкогольних напоїв
	Екстра, Люкс, Пшенична сльоза	вищої очистки, високоякісного із меляси	
Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	не більше 0,1	не більше 0,1	не більше 0,3
Лужність загальна, ммоль/дм ³	не більше 2,0	не більше 4,0	не більше 2,0
Лужність вільна, ммоль/дм ³	не допускається	не допускається	не допускається
Окислюваність перманганатна, мг О /дм ³	не більше 2,0	не більше 2,0	не більше 2,0
Сухий залишок, мг /дм ³	не більше 350,0	не більше 550,0	не більше 550,0
Масова концентрація	не більше 150,0	не більше 250,0	не більше 250,0

натрію+калію, мг /дм ³			
Масова концентрація заліза (Fe, сумарно), мг /дм ³	не більше 0,05	не більше 0,05	не більше 0,05
Масова концентрація марганцю, мг /дм ³	не більше 0,05	не більше 0,05	не більше 0,05
Масова концентрація сульфатів, мг /дм ³	не більше 50,0	не більше 80,0	не більше 100,0
Масова концентрація хлоридів, мг /дм ³	не більше 60,0	не більше 80,0	не більше 80,0
Масова концентрація силікатів, мг /дм ³	не більше 5,0	не більше 5,0	не більше 7,0
Масова концентрація ортофосфатів, мг /дм ³	не більше 0,05	не більше 0,05	не більше 0,05
Масова концентрація поліфосфатів, мг /дм ³	не більше 0,05	не більше 0,05	не більше 0,05
Масова концентрація нітритів (за NO ₂ ⁻), мг /дм ³	не більше 0,1	не більше 0,1	не більше 0,1
Масова концентрація аміаку (за азотом), мг /дм ³	не допускається	не допускається	не допускається
Масова концентрація хлору залишкового вільного, мг /дм ³	не допускається	не допускається	не допускається
Масова концентрація сірководню, мг /дм ³	не допускається	не допускається	не допускається

Основні способи водопідготовки

У бродильних виробництвах вода є основною сировиною, оскільки має сильний вплив на органолептичні властивості та стійкість товарної продукції.

Якщо вода не задовольняє технологічних вимог для виробництва продуктів бродіння, то залежно від її складу застосовують такі способи підготовки: термічний, іонообмінний, зворотно-осмотичний, електродіалізний та ін. Крім того, у виробництві пива практикують декарбонізацію води вапном, нейтралізацію бікарбонатів, а при виготовленні безалкогольних напоїв – відстоювання, коагуляцію, фільтрування, а також вапняно-содовий спосіб пом'якшення. У виробництві горілок і лікєро-горілочаний напоїв проводять знезалізнєння, дезодорацію та купажування води. При виробництві коньяків воду відстоюють та пом'якшують.

Відстоювання і коагуляція. Якщо вода містить суспендовані неорганічні та органічні речовини, то перед наступною обробкою її відстоюють. Під дією сили тяжіння завислі часточки осаджуються.

Освітлюють воду у відстійниках періодичної чи безперервної дії. У випадках коли домішки, наприклад гумінові речовини, кремнієва кислота та її солі, знаходяться в колоїдно-дисперсному стані, при додаванні відповідної

хімічної сполуки відбувається коагуляція колоїдних частинок і осадження пластівців, що утворюються. Як коагулянти використовують сульфат алюмінію (глинозем) $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, сульфат заліза $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ або залізний купорос $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ вапном.

Малорозчинний гідроксид алюмінію являє собою позитивно заряджені частинки, які адсорбують частинки з негативним зарядом. Утворені великі зависі при осіданні захоплюють інші завислі речовини, завдяки чому вода освітлюється.

Іон водню, що звільнився згідно наведеним рівнянням, реагує з гідрокарбонат іоном із утворенням води та оксиду вуглецю. Під час гідролізу сульфату алюмінію утворюється сірчана кислота, яка розщеплює бікарбонати з утворенням сульфату, води, діоксиду вуглецю. Таким чином, під час коагуляції частина тимчасової твердості (0,7-1,0 ммоль/дм³) переходить у постійну. Гідроксид алюмінію при рН менше 4 має вигляд дрібних пластівців, вище 4 - великих пластівців, оптимальний показник рН 7,5-7,8, а при рН більше 8 утворюється не гідроксид, а алюмінат. Тому вода не освітлюється.

Використання як коагулянту сульфату заліза прискорює процес освітлення, особливо при рН 8,2-8,5. Дозу коагулянтів визначають у лабораторії. Вона коливається в межах від 50 до 150 г на 1 м³ води.

До обладнання для очищення води за цим способом входять збірник, обладнаний мішалкою або системою перфорованих труб для подачі стисненого повітря і призначений для розчинення коагулянту, дозатор, змішувач та збірники для розчинення. Розчин коагулянту приблизно 5%-ної концентрації після ретельного перемішування мішалкою або стисненим повітрям із збірника через до-затор передають у змішувач, а потім у збірник для розчинення, де протягом 6-8 год. осаджують завислі часточки.

Фільтрування води. З метою видалення завислих часточок воду фільтрують на пісочних і вугільно-пісочних фільтрах.

Керамічні фільтри та фільтрпреси використовують, в основному, для біологічного очищення.

Пісочний фільтр – це сталевий циліндричний корпус, всередині якого закріплена решітка з отворами діаметром 1 мм. На решітку укладений шар крупного піску завтовшки 5,0 мм, потім шар (500 мм) середнього (з розміром піщинок 2,0-2,5мм) і шар (400 мм) дрібного піску.

Найвищу затримуючу здатність має кварцовий пісок із вмістом близько 100 % кремнезему, з середнім діаметром частинок 0,6-1,0 мм. Насипна маса 1,5 т/м³.

Для фільтрування води використовують закриті фільтри, до яких рідина подається насосом або із закритих напірних збірників під тиском.

Воду подають у фільтр через розподільну головку. Вона проходить зверху до низу через шар піску, фільтрується і виводиться через патрубок. До патрубку прикріплений повітряний клапан для видалення повітря при заповненні фільтра водою. З метою забезпечення припливу води її під постійним тиском подають на фільтр через редуктор або з водонапірного збірника.

Внаслідок накопичення великої кількості осадів на фільтруючому шарі швидкість фільтрування знижується. Тому 1-2 рази на місяць фільтр промивають, пропускають через фільтруючий шар воду з великою швидкістю у напрямку, зворотньому фільтруванню.

Вугільно-пісочні фільтри використовують для очищення води з неприємним запахом, підвищеним вмістом хлору й незадовільним кольором. Фільтруючі матеріали представлені 4 шарами, см: гравій 10, пісок 35, активоване вугілля 15, гравій 10. Шари відокремлюють один від одного мідними лудженими сітками. Вугільні колонки засовують з тією ж метою, тільки вугілля в них вкладають щільним шаром, щоб запобігти спливанню.

Керамічні фільтри використовують не тільки для відокремлення зависі, а й частково з метою біологічного очищення за типом мембранних фільтрів. Керамічний фільтр має герметичний корпус із щільно закритою кришкою та решіткою всередині, на якій закріплено пустотілі керамічні свічки з розмірами пор близько 1,5 мкм.

Вода під тиском надходить у фільтр і через пори проникає до їхньої внутрішньої частини. Дрібні зависі й мікроорганізми затримуються на зовнішній поверхні. З свічок вода направляється до верхньої частини корпусу і через штуцер виходить у збірник чистої води.

При зниженні пропускної здатності керамічні фільтри необхідно перезаряджувати регенованими свічками. З метою регенерації їх обробляють 2%-ним розчином соляної кислоти і 2%-ним розчином лугу з подальшим промиванням дистильованою водою.

Для пом'якшення води користуються такими способами.

Термічний спосіб. Воду пом'якшують нагріванням. При температурі вище 60°C розщеплюються бікарбонати з утворенням майже нерозчинних у холодній воді карбонатів і виділенням діоксиду вуглецю. Від застосування цього способу одержують позитивний ефект у разі переважання у воді вмісту іонів магнію і кальцію над бікарбонат-іонами. Ефект пом'якшення і витрата пари залежить від складу води. Вода з переважною тимчасовою кальцієвою та низькою магнієвою жорсткістю декарбонізується при нетривалому кип'ятінні. Цей метод є енергоємним і тому його застосовують не часто.

Декарбонізація вапном. Обробку води проводять гідроксидом кальцію,

одержаним із свіжообпаленого вапна після його гасіння. Гідроксид кальцію при звичайних температурах (без нагрівання) реагує з солями тимчасової жорсткості й оксидом вуглецю. При взаємодії бікарбонату магнію утворюється легкорозчинна сіль і лише наступна реакція його з гідроксидом кальцію дає можливість одержати важкорозчинні сполуки карбонат кальцію і гідроксид магнію. Таким чином, повніше видалення бікарбонату магнію потребує подвійної дози вапна, тому даний спосіб ефективний для обробки води з високою кальцієвою та низькою магнієвою жорсткістю.

Вапняно-содовий спосіб. Для усунення тимчасової жорсткості воду обробляють вапном, а постійної (некарбонатної) – кальцинованою содою (карбонатом натрію). Установки для пом'якшення води містять запасні резервуари для води, змішувачі, відстійники, фільтри та збірники. Змішувачі і відстійники мають конічне днище із засувкою для видалення осаду, а також обладнані мішалками.

Нейтралізація бікарбонатів. Для пом'якшення води з жорсткістю понад 10 ммоль/дм³ та із загальною мінералізацією 1г/дм³ у деяких країнах дозволено застосовувати кислоти. З неорганічних кислот частіше використовують сірчану, з органічних – молочну. В результаті реакції бікарбонатів із неорганічними кислотами утворюється нейтральна сіль й тимчасова жорсткість переходить у постійну. При взаємодії молочної кислоти з бікарбонатами утворюються нерозчинні лактати кальцію та магнію.

Іонообмінний спосіб. При цьому способі для пом'якшення води використовують іоніти. Такі з них, як штучний цеоліт-пермутит і природний фероалюмо-силікатглауконіт, у практиці не поширені, а переважають високоефективні штучні іоніти. Синтетичні смоли являють собою високополімерні, нерозчинні у воді органічні речовини. У воді активні групи іонітів дисоціюють на нерухомі, зв'язані з матрицею іони та рухомі протиіони.

Залежно від знака заряду протиіону іоніти поділяють на катіони, аніоніти та амфоліти. Катіоніти застосовують, в основному, для пом'якшення води і видалення інших катіонів, що містяться у невеликих кількостях, аніонітами видаляють із води кислоти й кислотні залишки. З метою пом'якшення води використовують H- і Na-катіоніти, у яких катіони водню або натрію обмінюються на катіони кальцію та магнію солей жорсткості.

Вже досить тривалий час для покращення води в технології бродильних виробництв застосовують іонообмінники, за допомогою яких з води видаляються катіони і тим самим істотно зменшується її жорсткість. Такі катіонообмінники дозволяють при поганій якості води в особливих випадках попередньо підключати вапняний декарбонізатор для свого роду передочищення води і тим самим економити хімічні реактиви для регенерації.

За допомогою аніонообмінника можна видаляти аніони неорганічних кислот після проходження катіонообмінника і, таким чином, отримати практично повністю знесолену воду, що не відрізняється від тієї, що дистилує.

У цій установці іонообмінники змонтовані попарно, і коли один регенерується, інший працює, тобто таким чином забезпечується безперервне функціонування установки. Щоб уникнути корозії не слід прагнути до абсолютного обезсолення води (за винятком води для парових котлів). Тому доцільно в кінці водопідготовки підключати регулюючий пристрій для надання воді бажаної залишкової карбонатної жорсткості.

Електродіалізний спосіб. Електродіаліз являє собою перенесення іонів через іонітові мембрани під дією підведеного до них електричного поля. Для підвищення механічної міцності подрібнений іоніт змішують з інертним зв'язуючим матеріалом (поліетилен, полістирол та ін.), мембрани виготовляють у вигляді тонких, гнучких, прямокутних листів і рулонів. Іонітові мембрани завдяки наявності в них іоногенних груп електрохімічноактивні й мають іонну селективність. Іоногенні групи основного характеру дають змогу розглянути мембрану як нерухомий полі-катіон, дифузійний шар якого насичений рухомими аніонами. Катіонітові та аніо-нітові мембрани переміщуються в електродіалітному апараті, утворюючи знесолюючі й концентруючі камери. Відомі електродіалізні апарати, що відрізняються між собою конструкцією та принципом дії.

Зворотньо-осмотичний спосіб. Зворотній осмос – фільтрування розчинів через напівпроникні мембрани під тиском, який перевищує осмотичний. Мембрани ацетилцелюлози та інших полімерів характеризуються селективністю, пропускаючи молекули води та затримуючи молекули або іони розчинених речовин. Опріснення води здійснюють у мембранному апараті з плоско камерними або трубчастими фільтруючими елементами і мембранами у вигляді порожнистих волокон. Процес зворотнього осмосу з метою демінералізації води є перспективним, його широко практикують в промисловості. Розроблені сучасні мембрани типу МГА з робочим тиском 10 МПа дають можливість відокремлювати 70-97,5 % солей при водопроникності близько $1000 \text{ м}^3/\text{м}^2$ за добу.

Основними умовами ефективної роботи зворотньо-осмотичних апаратів є щільність пакування мембран, невисока металомісткість, простота виготовлення і монтажу, ступінь очищення вихідної води перед мембранною обробкою. Опріснення води як способом електродіалізу, так і зворотнього осмосу на 10-40 % дешевше за дистиляцію. Зворотній осмос порівняно з іншими способами має також інші переваги: ефективне видалення мікроорганізмів та органічних речовин, можливість застосування для води з

різним вмістом солей, повна автоматизація процесу.

Знезараження води. Для видалення хвороботворних бактерій, що містяться у воді, її знезаражують спеціальними засобами. Дезинфекцію технологічної води для виробництва продуктів бродіння здійснюють фільтруванням через керамічні знезаражувальні фільтри, хлоруванням, рідше озонуванням, дією ультрафіолетовими променями, обробкою іонами срібла тощо.

Керамічний фільтр являє собою циліндричну місткість із сферичним днищем і кришкою. Між корпусом і кришкою закріплена решітка, на якій закріплені фільтруючі елементи - патрони із сферичним дном з пористої кераміки, розмір пор яких не повинен перевищувати 1,57 мкм. Фільтруючі елементи щоденно очищають зворотним током води при надлишковому тиску 0,03 МПа і через два тижні дезінфікують розчином перманганату калію. Дезінфікуючий розчин витримують 10-12 год.

Хлорування води – цей хімічний спосіб знезараження води ґрунтується на бактерицидній дії активного хлору. Для хлорування використовують газоподібний хлор або водний розчин хлорного вапна. Доза хлору залежить від кількості мікроорганізмів, а також від показника рН, жорсткості води та вмісту в ній органічних речовин і коливається у межах від 0,33 до 2 мг хлору на 1 дм³ води.

Тривалість контакту хлору із знезаражуваною водою повинен становити не менше однієї години. Дозу хлору та тривалість обробки води збільшують при наявності спорових мікроорганізмів. У практиці підготовки води ефективним є поєднання пом'якшення і знезараження води.

Для збагачення води **іонами срібла** використовують іонізатори, в яких закріплені срібні електроди під напругою постійного електричного струму. Утворені завдяки електролізу іони срібла надходять у технологічну воду, що протікає через іонізатор.

Ефективним способом біологічного очищення технологічної води є фотохімічна та ультрафіолетова дія бактерицидного опромінення на протоплазму і ферменти клітин бактерій, що зумовлює повну її стерилізацію.

Знезараження ультрафіолетом. Даний спосіб екологічно чистий і надійний, проте витрати на апаратуру великі, але результат не великий. Товщина опромінюваного шару має бути невеликою, причому помутніння і зависі зменшують ефект опромінення, а тому при високій каламутності доводиться використовувати високу дозу опромінення. Ультрафіолетові лампи слід періодично міняти, а їх роботу необхідно контролювати.

Знезараження озonom. Озон отримують з кисню повітря за допомогою електричного розряду. Озон діє як окислювач, руйнуючи тим самим кліткові

мембрани. Даний спосіб надійний і аналогічно чистий, але потрібні на нього витрати досить великі. Обидва способи (обробка ультрафіолетом і озонування) можуть застосовуватися також в поєднанні.

Знезараження за допомогою хлорування. При введенні газоподібного хлору утворюється хлорноватиста кислота (HOCl). Вона розкладається на HCl і атомарний кисень з високою окислювальною здатністю, який знищує мікроорганізми шляхом окиснення клітинних мембран. Даний спосіб відносно дешевший в апаратурному виконанні, але при його використанні утворюються шкідливі речовини (АОХ, хлорфеноли, тригалогенметани і ін.), особливо за наявності у воді має органічних речовин або фенолу.

Знезараження двоокисом хлору. Двоокис хлору – нестабільний газ, отриманий з соляної кислоти (HCl) і гіпохлориту натрію (NaClO_2), який відразу ж дозується у воду. Порівняно з наведеними вище способами знезараження даний метод має більше переваг, оскільки він не приводить до зміни смакових якостей води, утворює менше хлороформу, вартість його застосування відносно невисока, він достатньо безпечний та забезпечує надійне знезараження води. Але слід враховувати, що із зростанням температури стабільність двоокису хлору знижується.

Способи деаерації води. У воді завжди розчинено багато повітря, а кисень повітря шкідливий для якості продуктів бродіння і зменшує їх стійкість. Так, вода контактує з пивом на стадіях технологічного процесу і якщо вона містить розчинений кисень, то це негативна дія на пиво.

Розчинність повітря у воді зменшується з підвищенням температури. Дуже гаряча вода, наприклад, вода для промивання дробини, практично не містить кисню, але у воді при низькій температурі його ще багато, і це напевно несприятливо позначиться на якості пива.

Для деаерації води застосовують наступні способи: промивання CO_2 , вакуумну деаерацію, відновлення воднем, термічну деаерацію, деаерацію з використанням мембран у вигляді порожнистих волокон.

Промивання CO_2 . При цьому способі, названому також стріп-піном CO_2 , вода підводиться через зрошувальну форсунку, тоді як вільний від кисню CO_2 протікає зустрічним потоком знизу вгору. Завдяки великому надлишку CO_2 , великій поверхні і масообміну, відбувається ефективно видалення кисню.

Вакуумна деаерація. При вакуумній деаерації вода закачується у ємність, в якій створюється вакуум. Щоб отримати повне видалення кисню, слід комбінувати даний спосіб з промиванням CO_2 .

Відновлення воднем. Якщо додавати у воду водень, то кисень, що міститься в ній, з'єднуються з утворенням води. Для реакції завжди необхідний каталізатор, а якості якого використовуються кульки паладію. Оскільки

вартість устаткування та її експлуатація достатньо висока, цю установку слід ретельно перевіряти і очищати.

Термічна деаерація. Воду при використанні даного способу нагрівають як мінімум до 85°C. Потім вода розпиляється, а повітря відводиться, разом з паром. Перевагою є одночасне знезараження води.

Деаерація з використанням мембран у вигляді порожнистих волокон. Як і при використанні діалізу, в даному випадку мають справу з модулями, в яких міститься близько 30 000 порожнистих волокон завдовжки близько 68 см, діаметром близько 300 мкм і з порами розміром 0,05 мкм, які сполучені паралельно. Вода, що містить гази, обтікає ці волокна, усередині яких рухається, в якості промиваючого газу діоксид вуглецю. Для переміщення кисню до CO₂ рушійною силою є різниця води і CO₂, чим і забезпечується видалення кисню з порожнистих волокон. Цей спосіб можна застосовувати без постійного контролю.

Дезодорація. Уникнути неприємного запаху і присмаку технологічної води можна шляхом окислення і адсорбцією органічних сполук, які є їх причиною. Окислення проводять за допомогою різних окислювачів. Така обробка об'єднується під загальною назвою дезодорація. Найбільш універсальним окислювачем є озон, але озонування - дорогий спосіб обробки. Більш дешевшим способом являється застосування активованого вугілля.

2. Зернові культури

В бродильній промисловості для одержання спирту, пива, солоду використовують наступні злаки: пшеницю, кукурудзу, овес, просо, сорго, ячмінь, тритикале, горох, сою, жито та ін.

Будова зернівки злакових культур

Зерно злаків складається з трьох основних частин: оболонки, зародку, ендосперму. Зернівка може бути плівчастою або голозерною.

Оболонка захищає зерно від впливу зовнішнього середовища і пошкодження, вона складається з трьох шарів, верхній – квіткова плівка, складається із великих одеревенілих клітин. Квіткова плівка становить (0-12 %) від маси зерна, речовини цієї плівки не розчиняються у воді, погано руйнуються механічно і хімічно.

Під квітковою плівкою знаходиться плодова та насіннева плівки. Під насінневою оболонкою розміщується алейроновий шар. Це дуже важлива складова частина зерна, оскільки саме тут відбувається активація і утворення більшості нових ферментів при пророщуванні зерна.

У нижній частині зерна з боку стінки знаходиться зародок, що має елементи майбутніх корінців і паростків. Разом із щитком зародок є живою

частиною зерна. Ендосперм – внутрішня частина зернівки є коморою поживних речовин, які використовуються зародком при розвитку (становить 63-70 % маси зерна). За консистенцією він може бути борошністим, склоподібним або напівсклоподібним. До складу ендосперму входять вуглеводи, білки, некрохмальні поліцукри, жири, ферменти, вітаміни, мінеральні та інші речовини.

Вимоги до якості зерна в технології бродильних виробництв

Вимоги до якості зернових культур, які використовуються в технології бродильних виробництв наведено в таблиці 4. Особливі вимоги, що регламентуються відповідними стандартами, пред'являються до зерна, яке використовують для виробництва солоду.

Таблиця 4

Характеристика зернових культур, які використовуються в технології бродильних виробництв

Найменування показника	Пшениця	Жито	Кукурудза	Ячмінь
Нормативно-технічний документ	ДСТУ 3768-98."Пшениця. Технічні умови"	ДСТУ 4522:2006 «Жито. Технічні умови»	ДСТУ 4525:2006 «Кукурудза. Технічні умови»	ДСТУ 3769-98 «Ячмінь. Технічні умови»
Колір	Світло-коричневий, коричневий	Світло-коричневий, сірий	Жовтий, червоно-жовтий	Світло-коричневий, жовтий
Запах	Характерний для здорового зерна			
Вологість, %, не більше	14,5	14,5	15,0	14,5
Натура, г/дм, не менше	710	715	780	620
Засміченість, %, не більше	5,0	5,0	5,0	2,0
Зернова домішка, %, не більше	15,0	15,0	15,0	15,0
Зараженість	Кліщ до 2 ст.	Кліщ до 2 ст.	Кліщ 1 ст .	Кліщ до 2 ст.

Хімічний склад зернових культур

Хімічний склад зерна сильно залежить від культури і сорту, ґрунтово-кліматичних умов, прийомів агротехніки, умов зберігання та інших факторів. У середньому зерно складається із 14 % води і 86 % сухих речовин. Середній хімічний склад основних зернових культур наведено в таблиці 5.

Вода. Вологість зерна залежить не тільки від його гігроскопічних

властивостей, але і від зрілості та інших умов.

Розрізняють чотири стани товарного зерна: сухе, середньої сухості, вологе і сире. Наприклад, для жита, пшениці і ячменю, ці стани характеризуються такими показниками вмісту води (%): сухе - до 14, середньої сухості - від 14 до 15,5, вологе - від 15,5 до 17 і сире - більше 17. У дефектному та вологому зерні вологість може досягати 30 % і більше. Волога, яка відповідає сухому стану, є колоїдно-зв'язаною, життєві процеси зведені до мінімуму, при середній сухості з'являється невелика кількість вільної води, і зерно може пробуджуватися до життя. Вологість, яка відповідає цьому стану зерна, називається критичною. Її значення становить 14,5-15,5 %.

Таблиця 5

Середній хімічний склад основних зернових культур (%)

Зернова культура	Крохмаль	Цукри	Клітковина	Геміцелюлоза	Гумі-речовини	Білки
Пшениця	58-74	2,0-4,0	1,9-2,5	7,3-8,5	0,64	8-24
Жито	50-66	4,0-7,0	1,9-2,8	8,0-12,0	4,0-5,7	11-14
Кукурудза	60-72	1,5-5,0	1,5-1,9	4,6	0,2-0,5	10-12
Ячмінь	54-66	3,0-7,0	4,3-6,0	5,0-7,6	3,3-3,8	9-16
Овес	40-50	—	5,9-12,6	11,0-17,0	5,1-5,5	10-19
Горох	30-30	2,0-6,0	4,5-6,5	4,4	—	23-33

Сухі речовини. У зерні в середньому 84 % органічних і 2 % мінеральних речовин, а саме (%): крохмалю - 52, цукрів - 3, клітковини - 6, пентозанів і протопектинових речовин - 9, азотистих речовин - 11, жиру - 3.

Крохмаль міститься (%): у здорових зрілих зернах пшениці - 48-57, житі 46-53, ячменю 43-55, проса 42-60, вівса 34-40, кукурудзи крохмалистої 61-70, зубовидної 58-64, кременистої 54-71. У дефектному зерні кількість крохмалю знижується.

Цукрів у здоровому зерні звичайно від 0,6 до 7,0 %. Вони складаються в основному із цукрози і глюкози. У ячмені і житі в помітних кількостях присутня рафіноза. Мальтози немає, але вона з'являється при пророщуванні зерна. У недозрілому, мерзломому і пророслому зерні цукрів більше, вони складаються головним чином з редуруючих цукрів (інвертного цукру, мальтози).

Целюлози в зерні, яке звільнене від квіткових оболонок, відносно мало - 1,5-2,5 %. У зерні з плівками вміст клітковини збільшується і складає (%): у вівсі - 10, просі - 8, ячмені - 4-5, горосі - 7,7.

Пентозани - домінуюча складова частина гумі (слизів). У зерні містяться геміцелюлози (напівклітковини), які складаються з гексозанів (манана, галактана, глюкана) і пентозанів (ксилана, арабана), які поряд з клітковиною

входять до складу клітинних стінок.

Загальна кількість пентозанів у зерні 7-15 %. Багато пентозанів у вівсі (13-15%), ячмені (9-13 %) і житі (біля 10 %). Особливо багато гумі-речовин у зерні жита, що обумовлює високу в'язкість розвареної маси, одержаної з неї. У кукурудзі містяться декстрини (1-6 %). У недозрілому зерні жита і пшениці у значних кількостях виявлені фруктозани.

Азотисті речовини у здоровому зрілому зерні складаються головним чином з білків, яких міститься від 7 до 25 %. Вільні амінокислоти, аміди і пептиди присутні в дуже невеликих кількостях. Лише в зерні жита їх дещо більше, що зумовлює благотворний вплив жита на дріжджі. Вміст небілкового азоту (включаючи амонійний) складає в середньому 2 %. У незрілому зерні після самозігрівання і пророслому зерні кількість амінокислот збільшується.

У зерні знайдені альбуміни - білки, що розчиняються у воді; глобуліни - білки, які розчиняються у слабких (3-10 %) розчинах нейтральних солей, а деякі з них - у слабких (0,2 %) розчинах кислот; проламіни - білки, що розчиняються у 60-80 % розчинах спиртів; глютеліни - білки, які розчиняються у слабких (0,2 %) розчинах лугів.

Типові представники білків: альбумінів - лейкозин пшениці; глобулінів - едестин ячменю, глютелін пшениці; проламінів - гліадин пшениці, гордеїн ячменю, авенін вівса; глютелінів - зеїн кукурудзи.

Невелика кількість водорозчинних азотистих речовин в зерні кукурудзи та неповноцінність амінокислотного складу більшої частини білків при розмноженні дріжджів на суслі з цієї сировини вимагають внесення азотного живлення.

Жири (тригліцериди жирних кислот) - містяться у зерні у відносно невеликій кількості: у кукурудзі 5-7 %, у вівсі 5-6 %, у просі 3,5-5 %. Біля 85 % їх локалізовано у зародку, 12 % - в алейроновому шарі і 3 % - у борошняній частині ендосперму. До складу жирів входять, в основному, ненасичені кислоти - ліноленова, ліолева і олеїнова, з насичених - головним чином, пальмітинова. Крім власне жирів, зерно містить фосфатиди, стероли, віск, пігменти та інші речовини. Головним і найбільш поширеним представником фосфатидів у злаках є лецитин - тригліцерид, який містить фосфорну кислоту і азотисту основу холіну. Вміст лецитинів невеликий (0,3-0,7 %). При гідролізі фосфатидів вивільняється фосфорна кислота - одна з речовин, яка зумовлює кислотність зерна. Фосфатиди грають важливу роль у проникливості клітин. Із стеролів у зерні присутні високомолекулярні одноатомні спирти - фітостероли (0,03-0,07 %), які близькі до вітамінів групи D. У зерні міститься - ся також фітин - кальцій-магнієва сіль інозитфосфорної кислоти. З пігментів у зерні знайдені каротини, антоціани, флавоноли.

Вітаміни зерна представлені жиророзчинними вітамінами - токоферолами (у зародку, особливо в значних кількостях у пшеничному) і водорозчинними (мг на 100 г): тіамін - 0,3-0,8, рибофлавін - 0,07-0,30, нікотинова кислота - 1,3-7,2, а також піридоксин, біотин, пантотенова кислота. Аскорбінова кислота з'являється тільки при пророщуванні зерна.

Мінеральні речовини (зола) і кислоти складають 1,5-3,0 % від маси зернівки. Вони знаходяться головним чином у оболонках і квіткових плівках, а також у зародку. Відносно багато золи у пливчастих культурах.

Основна частина золи складається з фосфату калію. Біля 85 % фосфору від загального його вмісту у зерні знаходиться в органічних сполуках - нуклеопротеїдах, фосфатидах і фітіні.

Кислоти представлені фосфорною, щавлевою, яблучною і молочною. Загальна кислотність зерна 1,5-2,5 см³ розчину гідроксиду натрію (1 моль/дм³) на 100 г зерна. Активна кислотність водної витяжки відповідає рН 5,5-6,5. При псуванні зерна кислотність зерна підвищується.

Основні властивості зернової маси

Зернова маса представляє собою зерна різної величини основної та інших зернових культур, різноманітних домішок мінерального і органічного походження, міжзерновий простір та мікроорганізми, що зовні і в середині зернової маси. Зерновій масі притаманні фізичні та фізіологічні властивості.

Фізичні - це сипкість, шпаруватість, сорбційна здатність, теплоємність, теплопровідність, самосортування. Зберігання зернової маси без врахування цих властивостей може призвести до значних втрат зерна та економічних витрат.

Сипкість - здатність зернової маси переміщуватись по будь-якій поверхні, що має деякий кут нахилу до горизонту, тобто ця властивість більшої чи меншої рухливості зернової маси, завдяки якій зерно може переміщатись різноманітними транспортерами при завантаженні зерна в бункер, силоси та ін.

Шпаруватість. При заповненні складів і силосів, зерно не утворює суцільної маси і займає тільки частину об'єму зерносховища. Друга його частина заповнена повітрям міжзернових просторів. Та частина об'єму зерносховища, що зайнята зерном характеризує його компактність. Решта об'єму яка заповнена повітрям, становить його шпаруватість. Шпаруватість має практичне значення, наявність шпарин між зерном дає можливість продувати повітря через зернову масу без її перемішування і тим самим змінювати температуру, вологість зерна при зберіганні.

Сорбційна здатність зерна всіх культур в тому числі і домішки є хорошими сорбентами. Вони здатні поглинати з навколишнього середовища пари різноманітних речовин і газів.

Здатність зернової маси поглинати водяну пару з повітря, або виділяти її в навколишнє середовище називається **гігроскопічністю**. Залежно від співвідношення парціального тиску водяної пари біля поверхні зерна і парціального тиску водяної пари у повітрі зерно поглинатиме чи виділятиме вологу. Через деякий час внаслідок перерозподілу вологи парціальні тиски пари в повітрі і біля поверхні зерна стають рівними і настає динамічна рівновага, тобто $P_{пз}=P_{пп}$. Вологість зерна у такому стані називається рівноважною.

Теплоємність зерна показує яка кількість теплоти потрібна для його нагрівання або відведення її при охолодженні, ця властивість характеризується питомою теплоємністю. Питому теплоємність обчислюють як середньозважену величину між теплоємністю сухих речовин зерна (1550 Дж/(кг <)) і теплоємністю води (4190 Дж/(кгК)). Питома теплоємність збільшується із збільшення вологості зерна.

Теплопровідність характеризує здатність зерна передавати теплоту. Вона збільшується із збільшення вологості, зерна.

Фізіологічні властивості зернової маси обумовлені біохімічними процесами, які проходять під дією власних ферментів або ферментів наявних мікроорганізмів. Це дихання, післязбиральне дозрівання, проростання, життєздатність зернової маси. Ці процеси мають велике практичне значення, а уміння регулювати їх дозволяю скоротити втрати сухих речовин і підвищити технологічні якості зерна під час його зберігання.

Дихання - найважливіший фізіологічний процес, що лежить у основі обміну речовин живих організмів (метаболізму), при достатньому доступу кисню до зерна відбувається аеробне дихання яке описуються таким рівнянням:



В умовах повної відсутності кисню в міжзерновому просторі зернової маси відбувається анаеробне дихання:



Дихання зерна супроводжується відділенням значної кількості теплоти. Внаслідок поганої теплопровідності зернової маси теплота накопичується, що призводить до самозігрівання зернової маси. А це завжди знижує якість зерна, а іноді призводить до його псування .

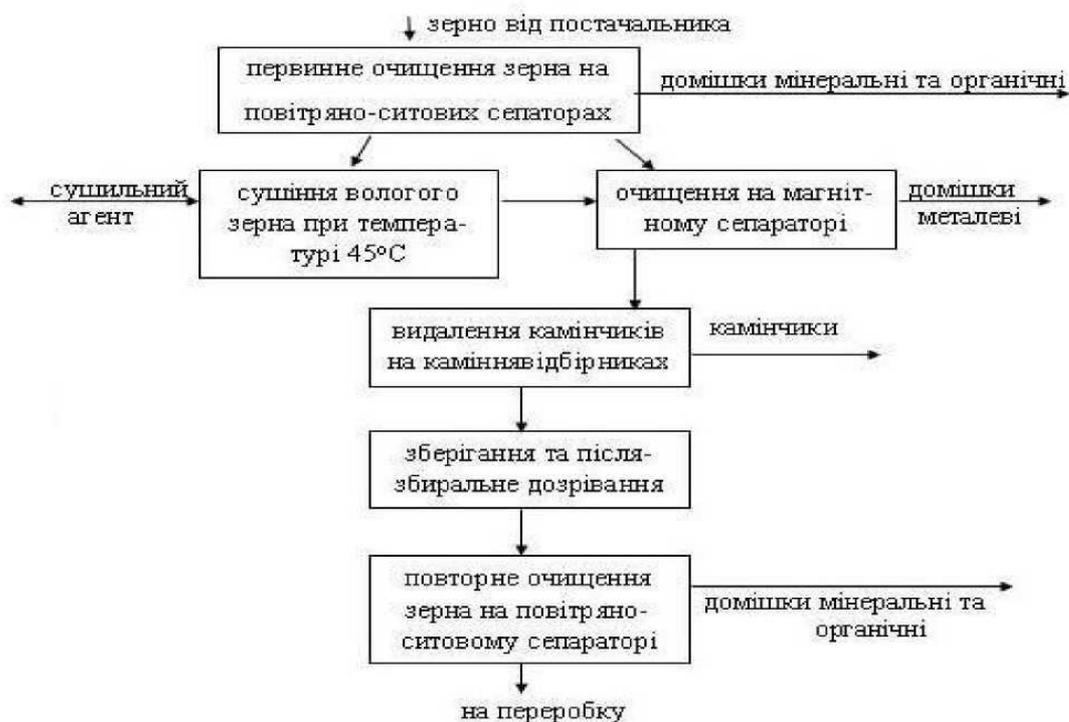
Інтенсивність дихання зернової маси залежить від вологості, температури, ступеню аерації зерна, тривалості його зберігання, а також деяких особливостей його якості та стану.

Зернова маса переходить від стану спокою до активної життєдіяльності, коли його вологість досягає критичного (14-14,5%) значення. В сухому стані (вологість нижче за критичну) зерно стійке при зберіганні і потребує меншого догляду, ніж вологе або сире. При збільшенні температури збільшується

інтенсивність дихання. За хімічним складом зерно є дуже сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, однак їх розвиток обмежується опірністю самого зерна та умовами зберігання. На поверхні 1 г зерна міститься до кількох десятків мільйонів екземплярів мікроорганізмів, життєдіяльність яких збільшується із підвищенням вологості зернової маси і температури. Зниження вологості зерна до критичного рівня і температури до 0-2° С забезпечує оптимальні умови для зберігання зерна.

Принципова технологічна схема приймання зерна на зберігання та характеристика основних технологічних операцій

Зерно на завод, доставляється автомобільним або залізничним транспортом, його попередньо зважують, відбирають середню пробу, проводять експрес-аналіз і направляють на первинне очищення і зберігання .



Принципова технологічна схема приймання зерна на зберігання

Після очищення зерно направляється на зберігання у елеватори силосного типу. Силоси бувають квадратної або круглої форми, виготовлені із залізобетону.

Зберігання великих мас зерна - складне завдання і пояснюється це передусім особливостями зерна, так як зернова маса є живою біологічною системою. У процесі зберігання на зерно негативно впливають мікроорганізми, що знаходяться на його поверхні, а також різноманітні шкідники. Активний їх розвиток супроводжується зменшенням кількості й погіршенням якості зерна. Таким чином, втрати зерна під час зберігання можна розділити на біологічні і

механічні.

Сучасним способом зберігання зерна є елеватори силосного типу, які скла-даються із приймального пристрою, робочої башти і силосів. У робочій башті розміщуються ваги, норії, транспортери, бункери, очисні машини, та аспірацій- ні установки.



Розподіл втрат зерна під час зберігання

Для зберігання зерна в нашій країні використовують три основних режими: у сухому стані при вологості 12-14% і відсутності шкідників, коли зерно знаходиться у стані анабіозу; в охоложеному стані при температурі 0-10° С, яка гальмує швидкість біохімічних реакцій і розвиток мікроорганізмів; без доступу повітря, тобто в герметичних умовах.

3. Хміль і хмелепродукти

Хміль є незамінною сировиною для виробництва пива завдяки наявності в ньому гірких речовин, ефірної олії, поліфенолів. Саме хміль, найбільшою мірою, зумовлює характерні специфічні властивості пива.

Найважливішими компонентами хмелю для пивоваріння вважаються ефірна олія та хмелеві смоли. Основною властивістю хмелю є витончений аромат, який при технологічній обробці 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 d-кислоти, їхні ізомерні похідні які є основними носіями гіркоти.

Хміль застосовують також, як добавку до різноманітних харчових продуктів хлібопекарської та кондитерської промисловості, при консервуванні плодів і овочів, у салатах та інших продуктах.

Хміль поряд з водою та солодом і його різноманітними замінниками, як зерновими, так і з іншими екстрактивними речовинами, наприклад цукром, є основним видом сировини для виробництва пива. Незважаючи на невисоку питому частку (приблизно 1 % маси солоду), саме хміль найбільшою мірою

зумовлює характерні специфічні властивості пива.

Ботанічна характеристика і культивування хмелю

Хміль - рослина груп кропивних, родини конопляних. Жіночі й чоловічі суцвіття знаходяться на різних рослинах, тобто хміль дводомний. Культивують його тільки для одержання жіночих, причому незапліднених, суцвіть. Ці суцвіття називають хмелевими шишками, і саме в них нагромаджуються найцінніші речовини для виробництва пива. У запліднених шишках утворюється насіння, що являє собою дрібний (завдовжки до 3 мм) горішок темно-сірого чи чорного кольору. Для пивоваріння наявність насіння небажана, оскільки його вміст негативно впливає на смакові якості та піностійкість пива. У таких шишках міститься порівняно мало цінних речовин. Отже, чоловічі рослини необхідно видаляти з культурних плантацій хмелю. Цю роботу слід проводити постійно і ретельно, обов'язково враховуючи, що хміль багаторічна рослина. Багаторічною частиною хмелю є лише коре-невище. Надземна частина взимку відмирає, а наступного року знову розвивається у вигляді вкритого волосинками шестигранного порожнистого стебла правобічного обертання. На кожному колінці стебла з'являються по два-, три- і п'ятипалих зустрічних листки. У їхніх пазухах виростають бокові гілки, які у верхній частині утворюють суцвіття. В подальшому із суцвіть утворюються шишки. При закладанні хмільника з осені ділянку удобрюють гноєм, підготовлені для садіння ямки – компостом. Весною висаджують живці хмелю з інтервалом 1,5 м, що забезпечує механізований обробіток. На 1 га хмільника при цьому розміщується 4440 рослин. Дотримання умов агротехніки дає можливість одержати врожай шишок уже в перший рік. Найвищої врожайності досягають на другий рік після висаджування живців. На одній плантації хміль росте протягом 20-25 років. Після 20 років урожайність його знижується і хмільник рекомендується оновити. Культивування хмелю безпосередньо на плантації надзвичайно трудомістке, не враховуючи процесу підготовки садивного маточного матеріалу, засобів боротьби з вірусами та іншими шкідливими чинниками. Хоча шишки хмелю мають антисептичні властивості, ураження рослин спостерігається часто.

Під час висаджування живців обладнують шпалери, як правило, із залізобетону, які з'єднують рядами дроту або міцних синтетичних шнурів. Шпалери по-винні мати висоту 7-7,5 м і невеликий нахил для полегшення розвитку рослин хмелю. Як тільки з'являться сходи, їхні стебла спрямовують на шпалери і вони в'ються навколо зручної опори. Як правило, з кожної рослини виводять по дві однакової висоти здорові гілки середньої товщини. Після досягнення ними висоти 1,5-2,0 м рослини підгортають. Поточний догляд за хмелем передбачає розпушування ґрунту, обрізування маточної частини:

бокових хворих і ушкоджених частин. Особливу увагу слід приділяти боротьбі з шкідниками та хворобами хмелю. Збирання шишок і роботи по зрізуванню та утилізації стебел проводять головним чином у серпні - вересні.

Найбільшу кількість хмелю в СНД виробляє Україна (70-80 %). Він є національним вітчизняним надбанням. Серед світових виробників хмелю наша країна посідає п'яте місце (4,3 %) після Німеччини (32 %) США (26 %) Чехії (8,7 %) Словаччини (7,1 %).

Крім того, ця культура, що займає порівняно невелику площу, може давати великі прибутки як безпосередньо в Україні, так і при її експортуванні в інші країни світу. Унікальні властивості та чудовий аромат українського хмелю, очевидно, залежать від сприятливих кліматичних умов України, які доповнюються, крім того, й багаторічними традиціями його вирощування. Біологічні властивості хмелю зумовлені генетичними ознаками, сформованими і закріпленими в процесі розвитку хмелярства. Високі якості українського хмелю залежать від його хімічного складу, який різниться залежно від сортів, умов вирощування, року збирання врожаю та технології переробки після збирання.

Хмелеві шишки складаються з колінчастого, вигнутого 8-10 разів стрижня, вкритого волосинками, а також прилистків і покривних листків у кількості 40-100 шт. На кожному колінці стрижня є чотири короткі стеблинки (квітконіжки) - носії прилистків і покривних листків. Нижня частина листків має ложкоподібну форму й охоплює два прилистки, які з внутрішнього боку трохи вдавнені й мають зав'язь. Покривні листки зеленого кольору, прилистки темнозеленого. У пору дозрівання хмелю внутрішні поверхні прилистків і покривних листків вкриваються жовто-зеленими клейкими пухирцями, що мають назву лупулінових зерняток. Зерна лупуліну є основними носіями гірких та ароматичних складових хмелю, їхній діаметр досягає 0,15-0,25 мм, вони легко відокремлюються від ніжки, на якій розміщені. Свіжі лупулінові зернятка мають блискучу поверхню, яка з часом змінюється. Жовто-зелене забарвлення переходить у жовто-червоне, а згодом і в червоно-коричневе (у старого хмелю). Характерний смолистый аромат свіжого хмелю у цей час стає неприємним. Зміна кольору супроводжується втратою як блиску, так і аромату. Це зумовлюється процесами окислення та осмолення цінних речовин хмелю, і він у такому стані стає малоцінним для пивоваріння. Отже, за зовнішнім виглядом хмелю можна робити висновки про його пивоварні властивості. Культурні сорти хмелю розмножують вегетативним шляхом за допомогою живців. Інколи можна використовувати й стеблові пагони.

Сорти хмелю

Червоні сорти розвиваються швидше й досягають раніше. Шишки червоного хмелю світло-зеленого кольору, яйцеподібної форми, добре закриті, що сприяє кращому збереженню зерен лупуліну, із сильним приємним ароматом. Шишки зеленостеблових сортів мають також світло-зелений колір, але вони більші. Цим же відрізняються і зерна лупуліну червонуватого кольору. Запах шишок різкіший. Напівчервоні сорти в Україні вирощують у незначній кількості, відомо більш як 100 сортів культурного хмелю. З урахуванням якісної пивоварної оцінки їх поділяють на дві групи: тонкі, з вмістом гірких речовин близько 15 % та d-кислот від 3 до 5 %, і грубі з вмістом 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 попереднього виготовлення екстрактів, концентратів, лупулінових порошків, гранул та інших препаратів. В Україні, в основному, культивують сорти червоностеблового хмелю. Найбільш поширений традиційний сорт Клон 18. За своїми властивостями він близький до чеського хмелю типу Жатецький.

Порівняно менше поширені Клони 30, 6, 15, 24, 9, 40, 5, 36, Серебрянка. Перспективними є сорт Поліський із вмістом гірких речовин 19,5-23,6 % і d-кислот від 6,7 до 10,1 % і два сорти зеленостеблового хмелю Сильний та Урожайний, що містять 20-25 % гірких речовин і 8-9,6 % d-кислот. Нині науковці працюють над створенням нових сортів хмелю врожайністю до 20 ц з 1 га і більше. Особлива увага приділяється виведенню таких сортів, які містили б більшу кількість гірких речовин (понад 20 %) та d-кислот (8-10 %) і їхня врожайність становила б 30-35 ц з 1 га.

Хімічний склад шишок хмелю

Хміль, як і всі рослини, складається з вуглеводів, білків, жирів, мінеральних речовин. Для пивоваріння найбільше значення має вміст у хмелі специфічних речовин, як у загальних вимірах, так і у відносних співвідношеннях. До них відносять групи гірких речовин, поліфенолів і летких ароматичних сполук із загальною назвою - «ефірна олія». Хімічний склад хмелевих шишок коливається у дуже широких межах. Він залежить від сорту, ґрунтових і кліматичних умов вирощування, засобів післязбиральної обробки та зберігання хмелю. Хімічний склад (у середньому) сухого хмелю характеризується такими величинами: вода, целюлоза, азотисті речовини, без азотисті екстрактивні речовини, зола, хмелеві смоли.

Гіркі речовини. Специфічні хмелеві гіркі речовини надають пиву оригінальної гіркоти, сприяють пінистості, в сукупності з іншими сенсорними чинниками формують особливості бажаного букета пива. Вони пригнічують

життєдіяльність дріжджів і супутніх мікроорганізмів, що забезпечує підвищену стійкість пива при зберіганні.

Гіркі речовини складаються з хмелевих смол і гірких хмелевих кислот. Класифікація їх ґрунтується на здатності до розчинення кожної з них у різних середовищах, а також на особливостях впливу на якість охмелення сусла.

Група загальних гірких смол хмелю об'єднує м'які і тверді смоли. М'які смоли - це α -кислоти та бета фракція. Остання складається з бета-кислот, а також α - і ν -м'яких смол. α - та ν -кислоти відповідно мають назви гумулон і лупулон. Найбільшу частину гіркоти хмелю зумовлюють α -кислоти. До них належать гумулон, когумулон, адгумулон, прегумулон, постгумулон, які різняться між собою радикалом у другому атомі вуглецю бензольного ядра.

α -кислоти - це кристалічні речовини, гіркі на смак, без запаху, температура їх плавлення 65°C , для них характерна невисока розчинність у воді, що зумовлюється значенням рН.

ν -кислоти - це кристали з температурою плавлення близько 91°C , які містять сполуки, аналогічні альфа-кислотам. Вони не мають гіркоти в нативному стані, але в окисленій формі утворюють речовини з приємною гіркотою. Розчинність ν -кислот порівняно з α -кислотами нижча, і значно залежить від показника рН і температури.

М'які α - і ν -смоли є продуктами окислення відповідних кристалічних кислот і являють собою в'язку рідину. Гіркий смак інтенсивніший у м'якої бета-смоли порівняно з м'якою α -смолою. Здатність м'яких смол до розчинення вища порівняно з вихідними гіркими кислотами. При подальшому окисленні м'яких смол утворюються тверді смоли, що складаються з ν - й δ -смол і в свою чергу мають кілька фракцій. Тверда ν -смола не гірка на смак, а δ -смола має цю ознаку, але у вісім разів меншу за гіркоту, що утворюється α -кислотами.

Ефірна олія хмелю. Група летких речовин хмелю утворюється в період його дозрівання. У перезрілому хмелі вони окислюються й втрачають тонкість аромату. Як і гіркі речовини, ефірна олія зосереджена переважно у лупуліні.

Ефірна олія хмелю - це прозора масляна рідина із сильним ароматом, без гіркоти. Вона добре розчинна в ефірах. Летка вже при кімнатній температурі, при цьому втрачаються аромат і клейкість, притаманні хмелю.

Мірцен - рідина жовтого кольору, з приємним запахом, температура кипіння 167°C , відносна густина 0,801. В ефірній олії його міститься від 28 до 72 %. Як правило, збільшення у складі альфа-кислот кількості когумулону супроводжується підвищенням вмісту мірцену. Ця сполука легко окислюється, полімеризується і перетворюється у смолисту речовину з різким неприємним запахом старого хмелю. Не розчиняється в спиртах, вуглеводнях(пентані, гексані).

Каріофілен ($C_{18}H_{24}$) - в'язка рідина, без кольору, зі слабким запахом, температурою кипіння $259-261^{\circ}C$, відносна густина 0,905. На повітрі досить легко окислюється і при цьому осмолується. У воді не розчиняється, добре розчиняється в неполярних органічних розчинниках. У хмелевій ефірній олії його міститься від 10 до 23 %.

Гумулен - рідина без кольору, зі слабким ароматом. Температура кипіння $264^{\circ}C$. Вміст в ефірній олії - від 9 до 60%.

Фенольні речовини хмелю. У шишках хмелю містяться необхідні для кожної рослини фенольні речовини, які відіграють важливу роль в обміні речовин. Фенольні сполуки частіше називають одним словом "поліфеноли" через їхню складність і різноманітність, особливо порівняно із солодовими фенолами. Поліфеноли беруть участь у процесах росту й розвитку рослин, диханні, забезпечують енергією їхні клітини. Вони сприяють стійкості проти захворювань, мають антибіотичні властивості. Поліфеноли містяться переважно в листках шишок - близько 3%, а також приблизно 0,5 % у стержні та квітконіжках, 0,3 % у лупулінових зернятках. Загальна кількість поліфенолів коливається в межах 2-4 %. Поліфеноли здатні до окислення з утворенням флорафенів червоного забарвлення, які утворюють із білками нерозчинні комплекси з участю катіонів заліза, комплекси набувають червоного кольору. Поліфеноли за хімічною природою є флавоноїдами.

Поліфеноли хмелю мають як мономерну форму, так і форму полімерних сполук різного ступеня конденсації. Тому за своїми властивостями вони нестабільні, можуть легко окиснюватися, тобто для них характерна відновна здатність, що має велике значення для запобігання погіршенню стану гірких речовин хмелю, в першу чергу d-кислот. Це може спостерігатися при їх окисненні та комплексоутворенні.

Під час кип'ятіння пивного сусла з хмелем поліфеноли у вигляді негативно заряджених колоїдних речовин активно реагують з азотистими речовинами із позитивним зарядом. У результаті утворюються білково-поліфенольні нерозчинні комплексні сполуки, які виводяться з осадом. В суслі значно зменшується кількість високомолекулярних сполук - попередників помутніння і погіршення стійкості готового пива. Поряд з антиоксидантною дією на хмелеві гіркі та інші речовини поліфеноли, таким чином, відіграють важливу роль у поліпшенні смакових і загальних якостей пива.

Найбільше ціниться пиво при використанні хмелю з вмістом поліфенолів не менше 4,5 %, наприклад типу Жатецьке, що містить їх 5,26-5,90 %. Завдяки високій реакційній здатності поліфенолів кількість їх у готовому пиві різко зменшується і становить лише 0,012-0,028 %. Вищий вміст останніх може відігравати й негативну роль, погіршуючи благородні відтінки і знижуючи

стійкість пива.

Хмелеві препарати, принцип приготування і використання

Мелений брикетований хміль почали виробляти у 1972 р. на Ядринському харчокомбінаті у Чувашії. Хміль вологістю 11-13 % розпаковують із балотів, розщеплюють, відбирають сторонні домішки, висушують на стрічковій паровій сушарці при середній температурі 48° С до вологості 6-7 % протягом 28 хв. Підсушений хміль подрібнюють у молотковій дробарці й пресують у брикети при тиску 70-80 МПа і температурі у прес-формі до 50° С. Брикети круглої форми масою по 280-300 г закладають у вакуум-пакувальну машину й пакують в оболонку з полімерної плівки. Вологість готових брикетів повинна бути 6-7 %. Термін їх зберігання - кілька років.

Гранульований хміль. Основні стадії одержання гранульованого хмелю включають його досушування, подрібнення, гранулювання та охолодження гранул. Шишки хмелю-сирцю очищають від сторонніх домішок і подають на досушування в бункер стрічкової сушарки, а потім на її стрічку шаром заввишки 10-15 см. Режим досушування полягає у регулюванні температури по зонах сушарки. За 30 хв. при середній температурі 50° С вологість хмелю від 11-13 % знижується до 6-7 %. Гранулювання здійснюють при тиску не менше 10 МПа. Гранули діаметром 10 мм і завдовжки 15-17 мм мають хмелевий запах і зелений колір. Масова частка d-кислот у них не менше 2,5 % на суху речовину, а вологість не вище 13 %.

Екстракти хмелю. Хміль збирають у період технічної стиглості, коли шишки його закриті, не допускаючи подальшого фізіологічного досягання, при якому вони можуть розкриватися і з них випадуть лупулінові зернятка. Запобігання останньому вкрай необхідне з метою збереження високої технологічної якості хмелю для пивоваріння. Свіжозібрані шишки містять у середньому 77-82 % води.

Ці хмелеві препарати одержують при обробці шишок розчинниками, застосовуваними для вилучення найцінніших компонентів одно- або двоступеневим екстрагуванням. Оскільки при цьому не виключена можливість потрапляння розчинників у готове пиво, використовують лише нетоксичні розчинники.

Екстракт хмелю спиртовий одержують екстрагуванням сировини харчовим ректифікованим етиловим спиртом. Після екстрагування етанол відокремлюють під вакуумом (концентрують у вакуумі). В етанолі повністю розчиняються гіркі та ароматичні речовини. Оскільки в екстрагуванні беруть участь часточки води, що містяться у хмелі та спирті-ректифікаті, в екстракт

переходять також, хоч і у недостатній кількості, поліфенольні речовини. Для повнішого вилучення поліфенолів проводять другу стадію екстрагування - обробку гарячою водою.

Екстракт має вигляд сиропу від темно-зеленого до такого ж кольору з корицею відтінком. Запах - хмелевий, із наявністю запаху етилового спирту. Масова частка d-кислот - не менше 12 %, при використанні хмелю обмежувальних кондицій за якістю - не менше 9 %. Масова частка сухої речовини - не менше 60%.

Ізомеризовані хмелеві екстракти одержують ізомеризацією d-кислот після екстрагування. На швидкість реакцій ізомеризації впливають температура, рН, наявність іонів металів, інших речовин, концентрація d-кислот тощо. Ізомеризацію здійснюють, як правило, в лужному середовищі, готове пиво може набути злегка мильного присмаку, що є основним недоліком застосування ізомеризованого хмелевого екстракту.

Залежно від вмісту органічних речовин (за винятком ізо-а-кислот) ізомеризовані екстракти умовно поділяють на два типи: неочищені та очищені. Неочищені екстракти являють собою суміш ізо-а-кислот, в-кислот, неідентифікованих м'яких смол, твердих смол та інших сполук. Очищені екстракти - це суміш ізо-а-кислот або їхніх солей і речовин, що мають основні властивості ізо-d-кислот. Великою перевагою очищених екстрактів є можливість їх використання на певній стадії виробництва пива (частину екстракту додають навіть до готового пива для завершення формування смаку).

Виробництво із шишкового хмелю різних екстрактів з використанням органічних і неорганічних розчинників є одним із найбільш перспективних напрямів, що дають змогу зберегти протягом кількох років у незмінному стані гіркі та інші речовини хмелю і повністю їх використати.

Нині розроблено й впроваджено в практику значну кількість способів одержання різних екстрактів із хмелю: неізомеризованих, які містять лише гіркі та ароматичні речовини або весь комплекс речовин, включаючи і водорозчинні, та ізомеризованих, які являють собою як неочищені препарати, так і очищені, що містять лише ізо-а-кислоти або їхні солі. Конструктивні й технологічні недоліки, низька економічна ефективність не дали змоги широко здійснювати екстракцію хмелю етиловим спиртом.

CO₂-екстракт. Рослинну сировину (хміль) подрібнюють, подають пневмотранспортом в екстрактори, куди надходить рідкий діоксид вуглецю із ресивера (під тиском до 6,0 МПа), поки не заповниться 70-80 % об'єму апарата, витримують протягом 1-6 год. і рідкий діоксид вуглецю з екстрактом зливають у випарник. Потім екстрактор заповнюють новою порцією діоксиду вуглецю й повторюють процес екстракції. Він має такі переваги: нетоксичний (у

невисоких концентраціях), пригнічує ріст аеробних бактерій і запобігає окисненню, порівняно дешевий і доступний, має високу вибірково здатність щодо специфічних компонентів хмелю й забезпечує досить повне вилучення гірких та ароматичних речовин.

Залежно від виду сировини проводять 2-6 циклів ступінчастої екстракції. Рідкий діоксид вуглецю упарюють у випарнику, подаючи в його сорочку гарячу воду. Газоподібний діоксид вуглецю високого тиску конденсують у холодильнику і збирають у ресивері. Перед вивантаженням CO₂-екстрактів із випарника газоподібний діоксид вуглецю стравлюють у збірник низького тиску, а з нього через абсорбер подають на вхід компресора. Потім CO₂-екстракт вивантажують у збірник. Жмих вивантажують пневмотранспортом.

Ефективність використання гірких речовин CO₂-екстрактів вища, ніж хмелю, що дає можливість зменшити норму внесення його в сусло на 20-25 %. Оптимальною є заміна CO₂-екстрактів 50 % хмелю.

Одержані CO₂-екстракти не поступаються за якістю зарубіжним. CO₂-екстракт являє собою пастоподібну масу від жовтого до світло-коричневого кольору, з хмелевим запахом і гірким смаком. Екстракт має природний колір і стабільну якість при зберіганні.

4. Виноград

Сорти винограду для одержання виноматеріалів для різних типів вина та коньяку

Основні площі під виноградом зосереджені у Криму, Одеській, Миколаївській, Херсонській та Закарпатській областях.

Виноград за забарвленням шкірочки буває - білий, рожевий та червоний. М'якоть буває соковитою, м'ясистою, слизистою. Сік забарвлений або без кольору. За такими особливостями розрізняють ампелографічні сорти, які поділяють за призначенням на - столові, винні, ізюмні. Виноград столовий містить, %: цукрів - 14-19, кислот - 0,3-0,7, пектинових - 0,6, азотистих - 0,4, мінеральних речовин - 0,4, вітаміну С - 1-19 мг%, а також вітаміни групи В - В1, В2, РР, А.

Сорт винограду - нижча систематична одиниця культурного винограду, що характеризує відмінну сукупність переданих у спадщину ознак (морфологічних, біологічних, господарських)

За походженням, методами селекції та біологічними особливостями розрізняють:

Сорти-популяції - місцеві сорти, які є сукупністю клонів, що зберігають місцеві ознаки і пристосованість до певних умов.

Сорти-клони - вегетативне потомство, виділене серед рослин по одній суттєвій ознаці (рідше за кількома).

Сорти-гібриди - спеціально відібране потомство від схрещування двох або більше рослин.

За властивостями ягід і переважному використанню одержуваної з них продукції сорти винограду ділять на:

Столові - вирощують для споживання у свіжому вигляді. Це великоягідні сорти з великим гроном і дуже високими смаковими якостями.

Технічні - вирощують для виготовлення вина, соків тощо. Характерна особливість таких сортів - високий вміст соку в ягоді (75-85% від загальної маси).

Ізюмні - для споживання у свіжому вигляді та отримання сушеної продукції

Універсальні - для споживання і для переробки.

За терміном дозрівання ягід сорти ділять на 7 груп. За основу поділу покладено наступне - скільки проходить днів від розпускання бруньок до повної стиглості: надранні (до 105 днів), дуже ранні (105-115 днів), ранні (до 125 днів), ранньосередні (до 130 днів), середні (до 135 днів), середньопізні (до 140 днів), дуже пізні (понад 140 днів).

За смаком :

звичайний смак - поєднання солодкості і кислоти, без інших відмінних особливостей;

мускатний - ясно виражений мускатний відтінок; пасльоновий - трав'янистий присмак;

ізабельний - сильно виражений присмак, що нагадує сунічний, ананасовий чи чорносмородиновий. Сорти з ізабельним присмаком мають слизову м'якоть.

Мускат - група сортів винограду з мускатним ароматом ягоди, що нагадує мускус.

Рислінг, Фетяска, Аліготе, Ркацетелі, Совіньон та ін. - технічні білі сорти винограду.

Ізабелла - американський сорт винограду, ягоди чорні із слизистою м'якоттю і специфічним запахом.

Зараз у світі налічується більше 8 000 сортів винограду. Для виробництва білих сухих вин використовують такі сорти - Рислінг, Аліготе, Таврида, Ркацетеллі, для десертних - Піно сірій, Фурмінт, для ігристих вин (типу шампанського)

- Шардоне, Совіньон, ПІНО фран.

обумовлюють смак вина. Пектинові речовини - уповільнюють седиментацію, освітлення і фільтрування. Ферменти - оксидоредуктаза (поліфенолоксидаза та оксидаза окислюють фенольні речовини та надають вину коричневий колір). Енергетична цінність винограду залежно від цукристості складає 700-1200 ккал/100 г.

Якість та характер вина знаходяться у великій залежності від сорту винограду. У тих самих умовах різні сорти винограду мають різний хімічний склад. В таблиці 6 наведені вміст цукру і титрована кислотність найбільш поширених сортів винограду.

Таблиця 6

Вміст цукру і титрована кислотність винограду

Сорт винограду	Вміст цукру, %	Титрована кислотність, г/дм ³
Семільон	15,7-20,0	8,0-10,70
Піно чорний	18,3-21,0	5,0-8,28
Каберне-Совіньон	15,9-22,0	6,0-10,80

Кожному сорту притаманні особливі властивості та якість. Від сорту багато в чому залежить тип і характер майбутнього вина. Вміст і якісне співвідношення хімічних компонентів і ферментів виноградної ягоди визначають напрямок продукції і її якість.

Сорти, що мають невисоку цукристість суслу (17-20 %) і при достатній кислотності 8-10 %, використовують для виробництва столових і ігристих вин (Рислінг, Аліготе, Піно Шардоне). Сорти з підвищеним вмістом цукру 22-24% і при невисокій кислотності 4-6 %, більш придатні для міцних вин (Педро, Альбідо, Серсіаль).

З ароматичних, високоцукристих сортів винограду готують десертні вина, в т. ч. мускати - білий, рожевий, червоний. Червоні сорти винограду, як правило, йдуть на приготування червоних вин, із них не готують ні Мадери, ні Хересу. У рідких випадках з червоних сортів винограду роблять білі вина.

У межах того самого типу вина також чітко виявляються якісні розходження сортів винограду. Наприклад, Каберне і Педро на південному березі Криму дають повні типові, високої якості міцні вина. У цих же умовах із Зерви чи Занта виходять дуже посередні вина.

Кожен сорт винограду має своєрідні ароматичні з'єднання, що визначають тонкі розходження між сортами. Так, вино Аліготе із сорту винограду Аліготе, відрізняються від вин, виготовлених із сортів Рислінгу і Сільванера. Вино із сорту Каберне відрізняється від вина із сортів Мурведри, Морастель. Взагалі кожне сортове вино має свої особливості. У відповідності зі своїм характером і властивостями кожна група і кожен тип вина вимагає

певного сорту. Наприклад, для *ігристих і столових* вин потрібні сорти зі стійкою кислотністю - 8-10 г/дм³ і цукристістю 17-20%, а для приготування *міцних* вин - сорти з достатнім вмістом цукру (22-26 %) і екстрактивних речовин. Для *десертних* вин, ягоди необхідного сорту повинні мати приємну ароматичність і підвищену цукристість. На десертне йдуть також і ті сорти, у ягодах яких не відчувається яскравого аромату, зате при витримці вина, отриманого з них, у вині з'являється приємний своєрідний букет (Токайське, Піно-грі). Довголітня практика встановила визначений найкращий сортовий склад винограду для різних типів вин. Так, для ігристих вин Криму рекомендують наступні сорти: Піно чорний, Шардоне, Сільванер, Трамінер. Для столових вин - Рислінг, Аліготе, Сільванер, Сапераві, Каберне, Морастель, Матраса. Для міцних червоних вин (Портвейн) - Каберне, Донзеліно, Морастель, Мурведр, Бастардо. Для міцних білих вин (Портвейн, Мадера, Херес) - Педро, Кримський, Альбільо, Серсіаль, Вердельо, Семільон. Для десертних вин - Мускат білий, Мускат рожевий, Мускат червоний, Фурмінт, Гарс - Левелю, Бастардо, Піно сірій, Кокур, Екім кара, Сари пандас, Алеатіко.

Кожний сорт винограду має неоднакову здатність до засвоєння різних живильних речовин ґрунту й асиміляції енергії сонячних променів. Це особливо яскраво виявляється на ампелографічних колекціях, де кожен сорт із багатьох сотень різноманітних сортів винограду на невеликій однаковій ділянці виявляє свій характер, свою індивідуальність як за морфологічними ознаками, так і за хімічним складом продукції. Визначення сортового складу винограду для того чи іншого району, чи типу і марки вина роблять на основі агробіологічних і технічних особливостей сорту винограду. Лише в сприятливих умовах для росту і розвитку, кожен сорт винограду розвиває максимум своїх позитивних властивостей.

Практика виноробства відзначає, що лише деякі вина, які готують з одного сорту винограду, є настільки вдалими, що не потребують поліпшення їх винами із інших сортів винограду.

Більшість кращих вин роблять не з одного, якого-небудь сорту, а зі сполучення декількох сортів винограду. Наприклад, до складу міцних вин - Портвейну, Мадери - іноді входить до 15 різних сортів винограду. Вдале їхнє сполучення дає вино найвищої якості. Це досягаються особливою операцією, що носить назву *купажування* (купаж - французьке слово, що означає буквально - зрізання, вирівнювання у кращу сторону), однією з головних задач якої є створення найкращої композиції смакових властивостей вина.

При підборі в купаж різних вин враховують закономірності смакових сумішей: сполучення цукристості і кислотності, спирту і екстрактивності, маскування слабких ароматів більш сильними і т. ін.

Успішність купажування залежить від здібностей і знань винороба, від сприйнятливості і гостроти смаку, нюху, а також від розвитку його смакової пам'яті. Винороб звичайно оцінює якість вин не тільки в момент купажу, але й на основі знання поведження окремих сортів і їхніх сумішей, передбачає їхній розвиток надалі. Наприклад, якщо сорт схильний до модернізації, то його дають у суміш міцних вин, а не столових.

На сьогодні в Україні коньячне виробництво зосереджено в 4 зонах - Одеська, Херсонська, Закарпатська області та АРК Крим. Кращими сортами винограду для виробництва коньяку є Ркацтелі, Аліготе, Сільванер, Рислінг, Плавай, Галан. Якісна характеристика коньячних спиртів отриманих із різних сортів винограду, показала, що ефірна олія яка перейшла в дистилят має різний вплив на його органолептичні показники. Наприклад, коньячні спирти із сортів Сільванер і Ркацтелі володіють тонким квітково-плодовим ароматом, який гармонує з букетом коньяку. Сирти із сорту Унілбан, Кахет, Плавай мають плодовий аромат і гармонійний смак характерний якісним коньякам.

5. Дріжджі

Цукор, що міститься в суслі, зброджують в спирт дріжджами, які являють собою одноклітинні мікроорганізми класу аскоміцетів.

Дріжджові клітини бувають яйцевидної, еліпсоїдальної, овальної або витягнутої форми, яка, як і їх довжина (6-11 мкм), залежить від виду дріжджів і умов їх розвитку. Відношення маси клітини до її об'єму впливає на швидкість масообмінних процесів між клітиною і поживним середовищем і, відповідно, на інтенсивність життєдіяльності дріжджів.

По зовнішньому вигляду клітин можна визначити фізіологічний стан дріжджів. У виробничих середовищах одночасно присутні молоді, зрілі, брунькуючі, старі і відмерлі клітини. Найбільшою бродильною енергією володіють зрілі клітини.

Кожен промисловий штам мікроорганізмів повинен відповідати таким основним вимогам:

мати високу швидкість росту біомаси (m і W) і продуктивність по цільовому продукту (X , P) при економному вживанні поживного субстрату (Y_x/s , Y_p/s); рости і розвиватись на дешевих і доступних середовищах;

виявляти направлену біосинтетичну активність при мінімальному утворенні побічних продуктів;

бути генетично однорідними, стабільними по відношенню до продуктивності, вимог до складу поживного середовища та умов культивування;

бути стійким (сталим) до дії іншої сторонньої мікрофлори (виробничої ін-

фекції або контамінуючої мікрофлори);

бути нешкідливим (не мати патогенних властивостей) по відношенню до людини і навколишнього середовища;

цільовий продукт біосинтезу повинен мати економічну цінність і достатньо легко відділятися від субстрату.

бажано, щоб продуценти були термофільні, ацидофільні або алкофільні, бо в цьому разі значно легше запобігти розвитку контамінуючої мікрофлори в живильному середовищі.

Окрім загальних вимог виробництво відповідних продуктів бродіння пред'являє додаткові специфічні вимоги.

Дріжджі для виробництва пива

У пивоварінні використовують два типи бродіння: низове (холодне) з використанням родини *Saccharomyces carlsbergensis* і верхове (тепле) з використанням родини *Saccharomyces cerevisiae*. До середини XVIII ст. в усіх країнах виробляли пиво тільки верхового бродіння. Секрет виробництва пива низового бродіння винайшли баварські пивовари, тому і пиво назвали Мюнхенським. Пізніше пиво низового бродіння було виготовлене баварським монахом у м. Пльзень (Чехія) і відтоді це місто стало центром пивоваріння.

Чиста культура дріжджів (ЧКД) вперше була застосована в кінці XIX ст. на Копенгагенському пивоварному заводі.

Пивні дріжджі (ПД) володіють цілим рядом специфічних властивостей, які відрізняються від дріжджів, що використовуються при виробництві вина, спирту, квасу.

Головним показником, що характеризує активність ПД є ступінь зброджування сусла. Вони активно зброджують глюкозу і фруктозу, повільніше мальтозу, ще повільніше мальтотріозу. Декстрини ними не зброджуються, але ці речовини створюють повноту смаку напою.

За ступенем зброджування їх поділяють на: низькозброджуючі (зброджують цукри сусла на 80 %); середньозброджуючі (зброджують цукри сусла на 80-90 %); сильнозброджуючі (зброджують цукри сусла на 90-100 %). Зараз, в основному, використовують сильнозброджуючі дріжджі.

ЧКД - називаються дріжджі виведені з однієї клітини, тільки в цьому випадку можна уникнути інфекції дріжджової маси і шляхом селекції, тобто багаторазовими пересівами, збільшуючи кожний раз живильне середовище у кілька разів (найчастіше у 5 разів), одержати потрібну кількість ЧД. Це також дає змогу отримати генетично однорідні дріжджі, які задовольняють вимоги виробничих умов і типу пива. Раси дріжджів - S-Львівські, 11, 14, 44 та ін.

Після перекачування молодого пива знімають дріжджі, що залишаються в

бродильному апараті. Дріжджовий осад складається з трьох шарів:

нижній шар (темного кольору) із мертвих клітин і частинок відстою;

середній шар (більш світлий) - із здорових дріжджових клітин, які повільно осідали під час бродіння і використовуються, як засівні дріжджі.

верхній шар (коричневий) - має легкі і недозрілі клітини, які осіли наприкінці бродіння, відстій, хмельові смоли.

Верхній і нижній шар є відходами виробництва і використовується за призначенням.

Зняті засівні дріжджі, зразу не використовують, їх промивають холодною водою, просівають через вібросито і заливають холодною водою з температурою 0-3° С, де вони відпочивають і можуть зберігатись протягом 4-6 днів, використовують до 10 генерацій (раз).

Дріжджі для виробництва вина

Одержання ЧКД у виробництві ігристих вин (шампанського) здійснюють шляхом поступового нарощування біомаси з одночасним підвищенням фізіологічної активності дріжджів. Як поживне середовище використовують вино з цукром. Розмножують дріжджі при температурі не вище 15°С при перемішуванні. Їх розмножують з однієї клітини у наступній послідовності: пробірка колба на 250 см³ (100 см³ середовища) колба на 1000 см³ (500 см³ середовища) колба на 3 дм³ дріжджовий апарат.

Дріжджі повинні бути стійкими до спирту (10-12 % об.), до низької величини рН (2,8-3,21), до підвищеного вмісту SO₂ (до 200 мг/дм³), холодостійкими (10-14°С), забезпечувати активне бродіння з доведенням тиску CO₂ до 0,5 МПа при температурі 10°С.

Для виробництва вина використовують дріжджі родини *Saccharomyces vini*. Дріжджі цього виду володіють високою бродильною активністю, активно розмножуються брунькуванням у суслі, швидко опановують середовище, визначаючи склад вина. Гранична об'ємна частка утвореного спирту 14-16 % об., характер дріжджового осаду (пило- або пластівчастовидний) залежить від штаму дріжджів. Раси дріжджів мають індивідуальну особливість спиртоутворюючої здатності, сульфітовитривалості, біосинтезу летких компонентів і інших продуктів, що визначають склад і органолептичні якості вина.

Дріжджі родини *Saccharomyces oviformis* зброджують майже повністю цукор сусла з утворенням до 18 % об. спирту.

Дріжджі для виробництва спирту

Дріжджі спиртового виробництва повинні володіти високою бродильною

енергією, тобто швидко і найбільш повно зброджувати цукри; мати анаеробний тип дихання, бути стійкими до продуктів свого обміну і до продуктів обміну сторонніх мікроорганізмів, а також до зміни складу середовища; переносити високу концентрацію солей і сухих речовин сусле; найбільш повно зброджувати рафінозу і декстрини. У разі виробництва з них хлібопекарських дріжджів мати високу підйомну силу і стійкість при зберіганні.

У виробництві спирту із крохмалевмісної сировини донедавна найбільш поширеними були дріжджі XII раси, які мають температурний оптимум близько 30° С. В останні роки знаходять більш широке застосування термотолеранті дріжджі з температурним оптимумом 37-38° С - *Schizosaccharomyces pombe* 80, *Saccharomyces cerevisiae* К-81, XII-Т, ДТ та ін.

На спиртових заводах, які переробляють мелясу, широко використовують дріжджі раси Я. При використанні дріжджів в якості хлібопекарних поширена раса Лохвицька (Ял) і Венгерська (В). Ці раси добре зброджують сахарозу, глюкозу, фруктозу і лише 1/3 частину рафінози.

Для мелясо спиртового виробництва отримані і впроваджені дріжджові гібриди: 67,73, Г-112, У-563, У-1330, М-5, які мають переваги над дріжджами рас Я, Ял, В. Всі гібридні раси містять фермент d-галактозидазу, за допомогою якої рафіноза меляси перетворюється у зброджувані цукри, що дозволяє отримати більш високий вихід спирту. Осмофільність і спиртостійкість обумовлюють накопичення в дріжджегенераторах 450-500 млн. кл./см³ з високою фізіологічною активністю.

Основні і допоміжні матеріали

Вихідна сировина (виноград, зернові культури і меляса) не є оптимальним середовищем для життєдіяльності дріжджів. Так, в зерновому суслі після відмови від використання солоду недостатня кількість азоту і фосфору. Це стосується також і меляси, особливо при одночасному виробництві ректифікованого спирту і хлібопекарських дріжджів. Необхідно також створювати та підтримувати оптимальну кислотність середовища, знищити сторонню інфікуючу мікрофлору та гасити піну, яка утворюється під час бродіння тощо. Все це вимагає використання відповідних допоміжних матеріалів.

Основним джерелом азотистого живлення є *карбамід або сечовина* СО-(NH₂)₂ - амід карбамінової кислоти або повний амід вугільної кислоти. Виробляється у кристалічному і гранульованому вигляді з вмістом азоту не менше 46 %. Карбамід одержують шляхом синтезу із аміаку і діоксиду вуглецю. Відносна густина 1,335, добре розчиняється у воді: розчинність при 50° С - 67,23 %.

Технічна *ортофосфорна кислота* є джерелом фосфорного живлення. Це малопрозора рідина, безкольорна або слабо-жовтого кольору. Відносна густина 1,630. Вміст ортофосфорної кислоти у термічній кислоті біля 70 % (50,7 % у перерахунку на P₂O₅) і не більше 0,0003 % миш'яку.

В якості комплексного живлення використовується *діамонійфосфат* (джерело азотного і фосфорного живлення). Діамонійфосфат (NH₄)₂PO₄ - технічний для харчової промисловості, представляє собою білу сіль, яка містить (%): азоту - 21; фосфорної кислоти - 74; P₂O₅ - 53,5; миш'яку - не більше 0,005 і фтору - не більше 0,3. Розчинність при 50°C - 89,2 г на 100 г води.

Біостимулятори у бродильній промисловості застосовують для прискорення пророщування зерна і підвищення ферментативної активності солоду. Дуже сильним стимулятором є гіберелінова кислота, або її похідна - гіберелін.

Гіберелін - білий чи злегка жовтуватий порошок, який погано розчиняється у воді, а у спирті - добре. Під час нагрівання гіберелін швидко руйнується і втрачає біологічну активність.

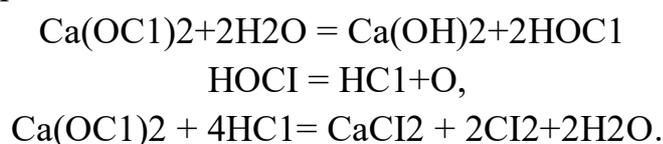
Для підкислення дріжджового сусла у виробництві спирту з крохмалевміс-ної сировини використовують сірчану кислоту, для підкислення мелясного сусла - сірчану або соляну кислоту або їх суміш.

Сірчана кислота акумуляторна або технічна контактна покращена містить 92-94 % моногідрату (H⁺O₄). Неприпустима наявність азоту, миш'яку та свинцю. Колір - від безбарвного до світло-коричневого. Враховується і дозується за моногідратом (H₂SO₄).

Соляна кислота технічна синтетична і технічна містить відповідно не менше 35 і 27,5 % HCl і не більше 0,0002 та 0,01 % миш'яку. Враховують і дозують соляну кислоту у перерахунку на кислоту зі 100 %-ним вмістом HCl.

Для боротьби із сторонньою інфікуючою мікрофлорою використовують як традиційні дезінфектанти (хлорне вапно, формалін, сульфанол, каустичну соду тощо), так і такі сучасні біоциди, як Каморан, Полідез, Фріконт та ін.

Хлорне вапно - суміш Ca(OCl)₂ і CaCl₂. Це білий порошок з різким запахом, який має сильні окислювальні властивості. Головна складова частина хлорного вапна - гіпохлорид-кальцієва сіль хлорнуватистої кислоти - Ca(OCl)₂, при взаємодії з водою розкладається таким чином :



Бактерицидну дію на мікрофлору чинять як хлор, так і кисень у момент його виділення. Якість хлорного вапна характеризують кількістю в ньому

«активного» хлору, який виділяється. Хлорне вапно марок А і Б повинно містити 35 % активного хлору, марки В - 32 %. По цьому показнику вираховують дозу хлорного вапна.

Формалін технічний - 40 % водний розчин формальдегіду (НСОН). На спиртових заводах використовують формалін технічний, який містить у вигляді домішок не більше 1 % метанолу.

Сульфанола $C_{12}H_{23}C_6H_4SO_3Na$ - додецилбензосульфونات натрію. Містить (%): натрієвих солей алкілбензолсульфонових кислот не менше 80 для другого сорту і 84 - для першого, сульфат і сульфат натрію - не більше 12-15. Наявність діючої речовини (алкіларилсульфонату) у порошку не менше 70, у пасті - не менше 40, у рідкому розчині - не менше 35%.

Каустична сода - рідкий натр технічний, у твердому вигляді містить 9498,5 % $NaOH$ I, 0,8-1,9 % Na_2CO_3 і 0,05-3,5 % $NaCl$. Ця біла непрозора маса розчиняється у воді з виділенням теплоти і сильно роз'їдає шкіру. У 0,1%-ному розчині каустичної соди (рН 10) при температурі 40° С мікрофлора гине за 1-2 хв. Для миття обладнання звичайно використовують 3%-ний розчин соди.

Для забезпечення стабільності процесу зброджування крохмалевмісної сировини застосовується *антибактеріальний препарат Фріконт*. Цей засіб є ефективним для припинення бактерійного забруднення, практично не впливаючи на дріжджі. Його рекомендується використовувати, в основному для забезпечення чистоти технологічного процесу в дріжджах, а у разі необхідності і в бродильних апаратах. Застосування Фріконту дозволяє знизити втрати сировини, підвищити якість спирту.

Фріконт є дрібнокристалічною сумішшю поверхнево-активних речовин, що додається для того, щоб полегшити розчинення активного інгредієнта. Рекомендується два шляхи використання Фріконту, як оперативного засобу при виявленні бактерійного забруднення для стабілізації технологічного процесу в якості профілактичного засобу для запобігання інфікування дріжджового суслу.

Фріконт постачається у вигляді порошку. Необхідна кількість препарату оброблюваної рідини. Вноситься у вигляді розчину 0,5:1 dm^3 з розрахунку 1-2 г/м води.

Антисептик нового покоління Полідез, розроблений на основі безпечних для людини і довкілля біоцидних полімерних сполук. Він має пролонговану дію і характеризується високою протимікробною активністю проти грам-позитивних, грам-негативних, аеробних і анаеробних мікроорганізмів, спорових форм пліснявих грибів та дріжджів. Антимікробна дія Полідезу проявляється в широкому діапазоні температур, зростаючи з підвищенням температури робочих розчинів.

Він не має запаху, не леткий і не надходить у повітря з повітря після їх

зnezараження, не агресивний до будь-яких матеріалів, не викликає корозію після дезинфекції, добре змивається водою. Полідез поставляється у вигляді концентрованого розчину із вмістом діючої речовини 20 %.

Для гасіння піни застосовують поверхнево-активні речовини, головним чином жири, олію та продукти їх гідролітичного розщеплення - високомолекулярні жирні кислоти.

Найкращим піногасником у спиртовому виробництві є *олеїнова кислота* $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH} = \text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$. Це безколірна або жовто-червоного кольору масляниста рідина. Вміст жирних кислот у марках А і Б становить 95 %, у марці В - 92%.

Соапсток - відхід лужної рафінації олії, містить від 30 до 60 % олії і значну кількість білкових, слизових і барвних речовин. Як піногасники у спиртодріжджовому виробництві можуть застосовуватися гідрофузи, кашалотовий жир та ін.

Запитання для самоперевірки

1. Вимоги до якості питної і технологічної води.
2. Як впливає мінеральний та органічний склад води на якість напоїв?
3. Види жорсткості води?
4. Вплив органічних домішок на якість води?
5. Коли і як фільтрують воду? Коли використовують коагулювання води ?
6. Способи пом'якшення води?
7. Способи зnezараження води?
8. Якою буває вода за жорсткістю ?
9. Види жорсткості води, чому дорівнює 1° жорсткості?
10. Які зернові злаки використовують у бродильній промисловості?
11. Основні властивості зернової маси?
12. Біохімічні властивості зернової маси.
13. Фізичні властивості зернової маси.
14. Основні фізіологічні показники зерна?
15. Що таке післязбиральне дозрівання?
16. Що відноситься до смітних, зернових домішок?
17. Коли виникає процес самозігрівання зерна, його причини та шляхи запобігання.
18. З яких зернових культур виробляють солод для виробництва пива, квасу, солодових екстрактів, спирту ?
19. Середній хімічний склад зерна?
20. Яке значення має вологість для зберігання зерна?
21. Для чого очищають зерно перед зберіганням?

22. Найбільш важливі показники пивоварного ячменю.
23. Характеристика та технологічна оцінка допоміжних матеріалів, які застосовуються у технології бродильних виробництв.
24. Чому хміль є незамінною сировиною для виробництва пива?
25. Хімічний склад хмелю ?
26. Чому чоловічі рослини хмелю видаляють із плантації?
27. Які продукти відносять до хмельових препаратів ?
28. Як впливає насіння хмелю на його якість ?
29. З чого складаються гіркі речовини хмелю?
30. Яка різниця між аеробним і анаеробним диханням?
31. Які дріжджі використовують для зброджування пивного сусла?
32. Яка різниця між дріжджами низового і верхового бродіння?

ЛЕКЦІЯ 3 ТЕХНОЛОГІЯ СОЛОДУ

1. Види солоду та їх застосування у харчовій промисловості

Типовою незамінною сировиною для виробництва пива є ячмінний солод (світлий, барвний, палений, карамельний, темний) та світлий і темний пшеничний солод.

Солодом називають зерна злаків, які пророщені в штучно створених умовах за певної температури і вологості. Процес штучного пророщування зерна називається солодоращенням. Його основною метою є накопичення в зерні максимальної кількості активних ферментів, головним чином гідролітичних (цитолітичних, протеолітичних, амілолітичних).

Основною сировиною для виробництва солоду є пивоварний дворядний ячмінь. Зерна цього ячменю великі, правильної форми і добре вирівняні, що особливо важливо при солодуванні. Для виробництва солоду із пшениці використовують, в основному, тільки її ярі сорти.

Достигле зерно, яке поступає на виробництво солоду, складається із сухих речовин і води (10-17 %). При вологості менше 10 % воно втрачає здатність до проростання, а при вологості понад 17 % погано зберігається, на його поверхні інтенсивно розмножуються мікроорганізми, з'являється затхлий запах, воно може самозігріватись і втратити здатність до проростання. За вмістом вологи розрізняють: сухе зерно - вологістю до 14 %; середньої сухості - вологістю до 14-15,5 %; вологе - вологістю до 15,5-17 %; мокре - вологістю 17 %.

Солод світлий ячмінний використовують як основну сировину і як джерело ферментів при виробництві пива. Солод ячмінний темний, карамельний, палений використовують при виготовленні спеціальних сортів пива. Пшеничний солод використовують для приготування пшеничного, білого пива і солодових екстрактів. У виробництві хлібного квасу використовують житній ферментований і неферментований солод, з якого попередньо готують концентрат квасного суслу. Ферментований житній солод застосовують для приготування деяких сортів хліба.

У спиртовому виробництві свіжопророслий ячмінний, пшеничний або житній та просяний або вівсяний солоди використовують для гідролізу високомолекулярних органічних сполук зерна, головним чином, для оцукрення крохмалю.

Кукурудзяний, ячмінний, пшеничний, вівсяний, солод гороху є основною сировиною для виробництва моно- і полісолодових екстрактів.

2. Технологія виробництва світлого ячмінного пивоварного солоду та характеристика основних технологічних операцій

Виробництво світлого пивоварного солоду становить біля 70 % від загального об'єму солоду, який виробляється в світі. Він повинен відповідати вимогам ДСТУ 4282:2004, які наведені в таблицях 7, 8.

Таблиця 7

Органолептичні показники світлого і темного солодів

Найменування показника	Значення показника
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих і пошкоджених зерен
Колір	Для солоду високої якості – від світло-жовтого до жовтого. Для солоду I та II класу дозволено сірувато-жовтий
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволений сторонній присмак не властивий солодовому.
Запах	Солодовий, більш концентрований у темного солоду. Не дозволено кислий, запах плісняви та інші

Таблиця 8

Основні фізико-хімічні показники якості сухого ячмінного пивоварного солоду

Найменування показника	Норми для різних типів солоду			
	високої якості	світлого		темного
		1 класу	2 класу	
Прохід через сито 2,2x20 мм, %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка сміттєвих домішок, %, не більше	Не до-пуск.	0,3	0,5	0,3
Кількість зерен, %:				
- борошнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
- скловидних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
- темних, не більше	Не допускається		4,0	10,0
Масова частка вологи, %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту на суху речовину солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Тривалість оцукрювання, хвилин, не більше	10	15	25	—
Кольорність, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води, не більше	0,18	0,23	0,40	0,49-1,40
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³ суслу	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	—

Для виробництва світлого пивоварного солоду використовують ячмінь, який повинен відповідати вимогам ДСТУ 3769-98 (табл. 9).

Таблиця 9

Основні фізико-хімічні показники якості ячменю, який використовують для виробництва пивоварного солоду

Показники	Ячмінь	
	1 класу	2 класу
Колір	світло-жовтий або жовтий	світло-жовтий, жовтий або сірувато-жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
Маса 1000 зерен, грам, не менше	40,0	38,0
Масова частка білка, %, не більше	11,0	11,5
Вміст сміттєвих домішок, %, не більше	1,0	2,0
Вміст зернових домішок, %, не більше	2,0	5,0
Дрібних зерен, %, не більше	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше (для зерна, поставленого не раніше, як через 45 днів після його збирання)	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше (для зерна, поставленого раніше 45 днів після його збирання)	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщами не вище I ступеня	

Примітка 1. Крупність - відношення маси зерен ячменю - залишку на ситі з отворами розміром 2,5 мм*20 мм до маси наважки зерна, виражене у відсотках.

Примітка 2. Рекомендовані вимоги до якості пивоварного ячменю за показником "Екстрактивність, %, не менше": для 1 класу - 79,0, 2 класу - 77,0, що обумовлюється в договорі (контракті) між постачальником і покупцем

Очищення та сортування зерна

Зерно, яке поступає на завод від постачальника має різні домішки і в такому вигляді його не можна зберігати. Очищення зерна - це процес звільнення основної культури від домішок. Домішки бувають сміттєві і зернові. До сміттєвих домішок відносять:

- мінеральні (земля, пісок, пил);
- органічні (остюки, порожні плівки, насіння диких рослин); шкідливі (кукіль, сажка, ріжки, триходесма).

До зернових домішок відносяться: пророслі, плюсклі, биті, пошкоджені зерна, половинки зерна основної культури, а також зерна інших культур. Наприклад, якщо основна культура ячмінь, то інші злаки - жито, пшениця, просо, овес відносяться до зернових домішок.

З технологічної точки зору важливе значення має вирівняність зерен. Тільки однакові по величині зерна можуть досягти при замочуванні однакової вологості і рівномірно проростати. Тому при очищенні і сортуванні використовують фізичні властивості зерна і домішок, а саме різницю по розмірах і масі часток окремих її фракцій.

Первинне очищення зерна проводять на повітряно-ситових сепараторах ЗСМ-5, 10, 20. В яких просіюванням крізь сита відокремлюють домішки, розмір яких більший чи менший основного зерна (пісок, солома, камінці та ін.), а провітрюванням зерна відокремлюють пил і легкі домішки.

Для повторного очищення зерна використовують декілька послідовно встановлених машин. Повітряно-ситовий сепаратор видаляє великі, дрібні та легкі домішки. Магнітний сепаратор відокремлює металеві домішки. Трієр відокремлює короткі та кулеподібні домішки (половинки зерен, кукіль, насіння бур'янів) - куколевідбирач, а також довгі зерна вівса і вівсюга - вівсяновідбирач. Сортувальні сита розподіляють зерно по товщині (по сортах).

Замочування зерна

Мета замочування - видалити залишки легких зернових і не зернових домішок, продезінфікувати зерно і замочити його до оптимальної вологості пророщування 43-48 % протягом 24-60 год. При вологості більше 15 % у зерні з'являється вільна волога, яка забезпечує розчинення поживних речовин і переміщення їх до зародка, а також створює можливість для попадання в ендосперм ферментів, які перетворюють резервні речовини зерна в розчинні, які засвоюються зародком. З появою в зерні вільної вологи прискорюються біохімічні процеси, що пов'язані з життєдіяльністю зародка, при цьому збільшується дихання і активізуються ферменти. Під час замочування 1 кг зерна за 1 год. поглинає 63 мг O₂ і виділяє 86 мг CO₂. Діоксид вуглецю пригнічує нормальні життєві процеси, веде до руйнування структури тканин, тому зерно потрібно штучно аерувати.

Хімічні зміни зерна при замочуванні незначні. У воду переходять цукри, пентозани, мінеральні і азотні речовини.

Втрати при замочуванні складають: на вимивання - 1,0 %; на сплав - 0,1-0,2 %.

Перед замочуванням зерно потрібно помити і продезінфікувати в апаратах періодичної або безперервної дії. Як дезінфектант використовують:

гашене вапно (1,3 г СаО на 1 м³ води) - найдешевший антисептик, але при взаємодії вапна з карбонатами води утворюються бікарбонати, які випадають в осад, прилипають до оболонок зерна і призводять до підвищеного пилоутворення при транспортуванні сухого солоду, а також можуть змістити

pH в лужний бік при затиранні солоду;

хлорне вапно - сильний дезінфектант, але призводить до погіршення смаку солоду і готового пива, його потрібно ретельно відмивати, в наслідок чого великі перевитрати води;

перекис водню - одночасно дезінфікує зерна та є активатором його росту, але достатньо коштовний;

перманганат калію $KMnO_4$ - використовують як активатор росту і дезінфектант, витрати складають 10-15 мг на 1 м³ води;

гіберелінова кислота - додається в останню воду для замочування з розрахунку 0,15 мг/кг. При цьому процес пророщування зерна скорочується приблизно на дві доби, але вона достатньо дорога.

Найбільш поширений і дешевий дезінфектант - це перманганат калію.

Вимите і продезінфіковане зерно перекачують в апарати для замочування. Залежно від температури води, яка застосовується для замочування, розрізняють холодне, нормальне, тепле і гаряче замочування. Для холодного замочування використовують воду з температурою нижче 10°C, для звичайного температура - 12-15° С, для теплого температура - 20-40° С, а для гарячого температура - 50-55°C. Найбільш поширене звичайне замочування. Тепла вода може застосовуватись для прискорення процесу замочування в зимову пору року, а також для замочування злаків з одерев'янілою оболонкою (просо, овес). Використання теплого замочування вимагає підвищеної аерації та активних дезінфектантів.

На швидкість замочування впливає температура води. Так, при температурі 15°C необхідно 2/3 того часу, який витрачається при температурі замочувальної води 10°C, а при температурі води 20°C процес замочування протікає в 2 рази швидше, ніж при температурі 10° С.

На швидкість замочування також впливає розмір зерна, який збільшується при замочуванні приблизно на 45 %. А також мінеральний склад води: у більш м'якій воді замочування ячменю протікає швидше, тому для замочування рекомендують застосовувати воду жорсткістю не більше 7 ммоль/дм³.

Для аерації ячменю, що замочується, подається стиснене повітря у кільцеві барботерні труби, розміщені у конусній частині апарату. Перемішування зерна і додаткове аерування проводиться за допомогою ерліфту. В конусному днищі встановлена стальна сітка, яка затримує зерно при спусканні відпрацьованої води. У центрі для розвантаження зерна є люк, що закривається клапаном знизу.

Основні способи замочування зерна:

повітряно-водяне: зерно перебуває 4-6 год. під водою і 6 год. без води, і

через кожну годину протягом 5 хв. продувається повітрям. При температурі води для замочування 10-12° С тривалість замочування складає 68-72 год. до вологості 43-45 %; в безперервному потоці води і повітря; повітряно-зрошувальний.

Найбільшого поширення в промисловості набуло повітряно-зрошувальне замочування зернових культур, в тому числі і ячменю. Це замочування є комбінованим і полягає в скороченні тривалості перебування зерна під водою, періодичному зволоженні зерна водою шляхом зрошування і підтримання постійних аеробних умов дихання зерна заміною повітря в міжзерновому просторі шляхом відсмоктування його за допомогою вентилятора.

Таким чином, в залежності від виду злаків та майбутнього типу солоду, зерно замочують до вологості 43-48 % протягом 24-72 год. і далі передають на солодоращення.

Пророщування зерна

Одержують солод на токових і пневматичних солодовнях (ящикових, барабанних, типу "пересувна грядка").

Принцип пневматичного вирощування солоду ґрунтується на продуванні високого шару замоченого і проростаючого зерна кондиційованим повітрям при певній температурі. При цьому досягається охолодження зерна і забезпечення його киснем повітря, видалення діоксиду вуглецю, який виділився при диханні зерна.

Морфологічні, хімічні і біохімічні зміни в проростаючому зерні залежать від температури, вологості солоду і періодичному продуванні його кондиційованим повітрям.

Оптимальним для вирощування солоду з ячменю є холодний режим при температурі 17-20°С. Температура кондиційованого повітря повинна бути 12-18°С, яке нагнітають вентилятором. У зимовий період повітря в камері кондиціювання нагрівають водяною парою, а в теплий період - розпилюють холодну воду. Для економії повітря проводять його рециркуляцію. В період інтенсивного проростання повітря продувають безперервно, а під кінець пророщування - періодично. Температура кондиційованого повітря повинна бути на 1° С нижче, ніж у шарі солоду. Його використовують для видалення утвореного під час дихання зерна діоксиду вуглецю, відведення теплоти і насиченням киснем повітря проростаючого зерна.

Останнім часом для вирощування солоду перевагу надають ящиковим солодовням з індивідуальним зворушувачем і сталевими оцинкованими ситами. Навантаження на сита ящика складає 250-500 кг/м².

Ворушіння солоду на початку пророщування проводять двічі на добу, під

кінець пророщування - один раз на добу.

На першій стадії пророщування, коли відбувається інтенсивне накопичення гідролітичних ферментів, особливо необхідний кисень повітря (інтенсивне продування кондиційованим повітрям). При достатній кількості ферментів про-тікання біохімічних процесів (гідроліз складових ендосперму) відбувається навіть при штучній затримці розвитку зародка (інтенсивність продування мінімальна). Тривалість пророщування для різних злаків 5-8 діб.

Сушіння, полірування та відлежування солоду

Сушіння солоду проводиться з метою зменшення вологості до 3-6 % і накопичення при цьому речовин, які надають солоду специфічного смаку, кольору і аромату. Процес сушіння солоду здійснюється на солодосушарках різних конструкцій періодичної та безперервної дії. В якості сушильного агента використовують нагріте в калорифері чисте повітря. Сушіння солоду здійснюється на горизонтальних (одно-, двох- і трьохярусних) та вертикальних сушарках.

Залежно від типу солоду тривалість сушіння становить 24-48 год., при температурі сушильного агента наприкінці сушіння 70-85 °С.

Існує три фази сушіння:

фізіологічна - при досягненні температури 45° С вологість солоду зменшується до 30 %. У зерні продовжуються морфологічні (росте паросток і корінці) та інтенсифікуються ферментативні процеси;

ферментативна - температура сушильного агента зростає від 45 до 70 °С, вологість солоду зменшується до 10 %, припиняються фізіологічні процеси, уповільнюють свою дію гідролітичні ферменти;

хімічна - температура сушильного агента 70-80 °С, вологість знижується до 3-5 %. Ця фаза характеризується частковою інактивацією ферментів, коагуляцією білків, утворенням із простих цукрів і амінокислот меланоїдинів, які обумовлюють колір, смак і запах готового солоду.

Після вивантаження із сушарки свіжовисушений солод відразу охолоджують до температури 35°С і видаляють із нього ростки.

Ростки необхідно відділити одразу, оскільки через високу гігроскопічність вони швидко стають еластичними і тому потім погано відокремлюються. Вони містять значну кількість гірких речовин, жиру (піногасник), а також є попередниками канцерогенних речовин (алкалоїд горденін та ін.).

Свіжовисушений солод ще непридатний для виробництва пива, оскільки через низьку вологість його подрібнення не забезпечує бажаного фракційного складу помелу. Так, занадто подрібнюються оболонки, що сповільнює

швидкість фільтрування затору, знижується вихід екстракту, в пиві можуть виникнути помутніння. Тому солод повинен відлежатись не менше чотирьох тижнів. Його вологість за цей період збільшується до 5-5,8 %, внаслідок чого оболонки менше розмелюються. Завдяки гідратації солоду підвищується активність ферментів.

Якщо солод завантажують у силос охолодженим і сухим, а умови зберігання виключають доступ вологи, його можна зберігати від одного до двох років.

3. Виробництво солоду сумісним способом

Цей спосіб дає змогу скоротити процес виробництва солоду на 1-2 доби, знизити витрати води з 17 до 6,5 м³ на 1 т солоду, витрати повітря з 248 до 76 м³ на 1 т солоду, металоємкість обладнання, збільшити продуктивність праці та ін.

Замочування, пророщування і сушіння солоду проводять в одному апараті, в підситовий простір якого може подаватись зволене повітря з камери кондиціювання або сушильний агент від теплогенератора в період сушіння солоду. Для перемішування зерна в апараті є шнековий перегрівач, обладнаний форсунками, за допомогою яких у період замочування зерно зрошується до досягнення необхідної вологості. Замочування зерна проводять періодичним зрошенням його через кожні 4-6 год. водою з форсунок. Для рівномірного зволення його перемішують перегрівачем. Ячмінь при такому способі пророщування до досягнення вологості 44-46 % вже повністю проростає. Пророщування зерна триває 5-6 діб при температурі в шарі солоду 17-19° С. Сушіння солоду проводять в тому ж апараті, в підситовий простір якого подають нагріте в калорифері повітря.

Недоліком цього способу є те, що для кожного солодоростильного апарата, потрібне індивідуальне приміщення, яке потрібно нагрівати тривалий час, щоб висушити солод. Якість солоду при цьому зменшується. Тому було розроблено і запропоновано висушувати солод на сушарках карусельного типу, які можуть працювати періодично або безперервно. Перевагами таких сушарок є: велика питома продуктивність, незначні капіталовкладення, велика продуктивність, повне використання потенціалу сушильного агента, добра якість солоду, можливість монтажу на свіжому повітрі, компактність, простота автоматизації.

Обробка і зберігання сухого солоду. Сухий солод обов'язково звільняють від паростків, які надають пиву неприємного гіркового смаку. Після закінчення сушіння паростки відокремлюють на паростковідбивній машині. Потім солод зважують і передають на зберігання в силоси, в яких солод менше контактує з повітрям.

4. Особливості технології інших пивоварних солодів (барвний, карамельний, палений, пшеничний та ін.)

Збільшення асортименту сортового пива, особливо темного, потребує виробництва *барвного карамельного солоду*. До того ж при виробництві ряду сортів світлого пива широко використовують несолоджені матеріали, що підвищує техніко-економічний рівень виробництва, але не повинне знижувати таких показників готового пива, як смак, аромат, колір і піноутворення. Введення карамельного солоду в затір усуває можливість появи цих недоліків, значно поліпшує якість цільового продукту. За рахунок карамельного солоду пиво збагачується низькомолекулярними фракціями декстринів і продуктів розкладу білків, що нагромаджуються в процесі ферментації солоду перед термічною обробкою.

Оптимальний технологічний режим приготування карамельного солоду повинен забезпечити глибоке розчеплення органічних сполук високобілкового ячменю, нагромадження максимально можливої кількості цукрів, амінокислот і пептидів як вихідних речовин меланоїдинової реакції. Режим сушіння й термічної обробки солоду має сприяти утворенню максимальної кількості меланоїдинів, а також досягненню необхідних структурно-механічних властивостей солоду. Для виробництва карамельного солоду використовують високобілковий ячмінь. Із такого ячменю в процесі переробки можна одержати і світлий солод, але використання його призводить до одержання пива з низькою білковою стабільністю і важкоосвітлюваного.

Ячмені з підвищеним вмістом білка є небажаною сировиною при виробництві світлого пивоварного солоду. Карамельний солод виробляють із свіжопророслого солоду, в якому до четвертої доби пророщування, в основному, закінчується утворення та активізація ферментів, що беруть участь у гідролізі вуглеводів і білків. Використання свіжопророслого солоду порівняно із сухим дає змогу знизити питомі енерговитрати, зменшити втрати сухої речовини на дихання й ріст корінців, поліпшити якість цільового продукту, а також підвищити коефіцієнт використання виробничих площ та обладнання.

Особливого значення у виробництві карамельного солоду із свіжепророслого ячменю є економія тепла та електроенергії на сушіння і термічну обробку солоду, які проводяться не два, а один раз. В основному, для виробництва карамельного солоду використовують ячмінь із вмістом білка 12-16 %. Відсортований, вимитий і продезінфікований ячмінь замочують до вологості 45-47 % відомими способами у замочувальних апаратах або повітряно-зрошувальним способом безпосередньо в солодоростильному пневматичному апараті. Тривалість замочування зерна залежить від його властивостей (водочутливості та здатності до пророщування) і становить

30-40 год.

Ячмінь, що не містить більше 12 % білка, рекомендується перед замочуванням обробляти гарячою водою з температурою 40° С протягом 2 год. Попередня обробка зерна гарячою водою прискорює процеси накопичення амілолітичних і протеолітичних ферментів, а також дає змогу знизити втрати на утворення корінців.

Вирішальне значення в інтенсифікації виробництва карамельного солоду мають вологість і температура, які повинні зростати у часі в оптимальних значеннях. Ступінчасте нагрівання солоду до 90° С здійснюється конвективним способом насиченим вологою повітрям. До 55 % солод зволожується зрошувальною системою, за допомогою якої підводиться тепла вода відповідної температури. Підготовлений до термічної обробки солод повинен мати вологість 50-55 % і повністю розчинений ендосперм.

Солод із камери розчинення направляється у камеру сушіння, термічної обробки та охолодження готового продукту. Метою термічної обробки є утворення ароматичних і барвних речовин (меланоїдинів), що визначають специфічний смак, аромат та колір темного пива. Карамельний солод із сухого світлого або темного солоду виготовляють у спеціальних апаратах.

Оптимальна температура термічної обробки карамельного солоду становить 130-140°С. При цій температурі у верхніх прошарках зернівки клітини ущільнюються, припиняється доступ вологи на поверхню, продовжується внутрішнє пароутворення, що викликає підвищення тиску в середині ендосперму. Зернівка при цьому роздувається, її поверхня стає рівною й блискучою, а всередині утворюється порожнина, яка характеризує високу якість карамельного солоду. Показники якості карамельного і паленого солоду наведено в таблицях 10 і 11.

Таблиця 10

Органолептичні показники карамельного і паленого солоду

Назва показника	Характеристика солоду	
	карамельного	паленого
Зовнішній вигляд	однорідна зернова маса, що не містить пліснявих зерен і зернових шкідників	
Колір	від світло-жовтого до бурштинного з глянцевою відливою	темно-коричневий, не дозволено чорний
Запах (солоду, холодної та гарячої витяжок)	солодовий, не дозволено: пригорілий; затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому	запах, що нагадує каву, не дозволено пригорілий
Смак (солоду, холодної та гарячої витяжки)	солодкуватий, не дозволено гіркий і прогорілий	кавовий, не дозволено пригорілий і гіркий

Фізико-хімічні показники карамельного солоду

Показники якості	Солод карамельний, класи	
	перший	другий
Масова частка вологи, не більше, %	6,0	6,0
Масова частка екстракту в сухій речовині, не менше, %	75,0	70,0
Кількість карамельних зерен, не менше, %	93,0	85,0
Масова частка смітєвих домішок, не більше, %	0,5	0,5
Колір (величина Лінтнера), не менше	20,0	20,0

Темний солод використовують при виробництві темних сортів пива (Українське, Оксамитове, Портер та ін.). За зовнішніми ознаками темний солод повинен мати пористе борошнисте тіло з коричнево-жовтим відтінком, оболонку - буро-жовтого кольору. Вихідними елементами для утворення ароматичних смакових і барвних речовин темного солоду є низькомолекулярні продукти розкладу білків (амінокислоти та пептиди), а також прості цукри.

Для виготовлення темного солоду використовують очищений і відсортований ячмінь із підвищеним вмістом білка. В апаратурно-технологічній схемі виробництва темного солоду передбачено апарати великої одиничної потужності, в яких здійснюють всі технологічні процеси - від замочування до охолодження готового продукту.

За оптимальних умов пророщування (температура 18-20°C, вологість 47-48 %) протягом 4-5 діб у свіжопророслому солоді закінчуються активізація й утворення всіх ферментів, які беруть участь у гідролізі вуглеводів і білків.

Подальше пророщування ячменю здійснюється в атмосфері діоксиду вуглецю. При цьому підвищується температура шару солоду до 30° С й підсилюється ферментативний гідроліз складових ендосперму. Клітинні стінки під дією протеолітичних й цитолітичних ферментів руйнуються й з'являється можливість контакту амілолітичних ферментів із крохмальними зернами. Під дією ферментів відбуваються глибокі зміни в структурі зерна і його хімічному складі. Солод протягом 20 год. переходить у розчинний стан. Важливою стадією технології є ферментація свіжопророслого солоду, що передбачає повільне нагрівання його шару вологим і гарячим повітрям протягом 10-20 год. до температури 40° С. При цьому створюються сприятливі умови для подальших біохімічних процесів. Весь процес сушіння темного солоду складається з п'яти етапів. Перший його етап характеризується зниженням вологості солоду від 46-48 до 25 % за 10-12 год. при температурі сушильного агента не вище 50°C. Розчинення солоду в цих умовах продовжується. Другий етап характеризується повільним підвищенням температури сушильного агента

до 70° С протягом 10-12 год. При цьому вологість солоду знижується до 3-7 %, відбувається оцукрювання крохмалю і подальший розклад білкових речовин. Третій етап сушіння полягає у зниженні вологості солоду від 20 до 10 % протягом 8-10 год. при температурі в шарі 70-90°С. Четвертий етап характеризується повільним нагріванням шару солоду до температури сушіння (105° С) і зниженням його вологості до 5 %. У подальшому (п'ятий етап) при температурі сушильного агента 105-110° С проводяться сушіння й термічна обробка солоду. В цих умовах вологість шару солоду знижується до 1,5-2 %. У результаті окислювально-відновної реакції між вуглеводами та амінокислотами утворюються меланоїдини, що надають солоду специфічних смаку, аромату й кольору.

Палений солод використовують для виробництва дуже темних сортів пива, виробляють його із світлого солоду з хорошою розчинністю. Замочують до вологості, такої як і карамельний солод, 48 %. Готують такий солод в обжарювальному апараті барабанного типу, витримують 2 год. (температура 70°С). Обжарюють протягом 1,5 год. з видаленням води. Температура обробки 170-200°С.

5. Особливості технології житнього неферментованого та ферментованого солодів

Житній солод є основною сировиною для приготування концентрату квасного сусла та деяких сортів чорного хліба. Замочування зерна проводять повітряно-зрошувальним способом до вологості 47-49 %. Температура води для замочування залежно від пори року може коливатись в межах 12-20° С. Тривалість пророщування 3-4 доби при температурі 14-17° С.

Активація та утворення ферментів у зерні, що проростає, відбувається паралельно з життєдіяльністю зародка. У подальшому, в умовах, несприятливих для розвитку зародка, більшість ферментів, продовжує свою діяльність, навіть якщо зерно знаходиться без кисню повітря. Цю здатність ферментів використовують при спеціальній обробці житнього солоду - ферментації. Перед ферментацією свіжопророслий солод зволожують до температури 50-55 % і проводять ферментацію в ящиках або барабанах.

В процесі ферментації температура в шарі зерна поступово підвищується і до кінця ферментації досягає 60-65° С. Цим створюються сприятливі умови для активної дії амілолітичних та протеолітичних ферментів солоду, нагромаджених в процесі солодоращення. В результаті їх дії в солоді накопичуються амінокислоти і цукри, при взаємодії яких утворюються барвні та ароматичні речовини (меланоїдини), що зумовлюють характерний смак, запах, колір.

6. Особливості технології пшеничного солоду

Пшеничний солод використовують у пивоварінні для виробництва білого пшеничного пива верхового бродіння, а також для приготування солодових екстрактів. Для його виробництва використовують кращі сорти м'якої (озимої і ярової) пшениці, а також озимої твердої.

Очищене від домішок та обов'язково відсортоване за розмірами зерно пшениці надходить на миття, дезінфекцію і замочування. Замочують пшеницю будь-яким способом при температурі води 12-20° С до вологості 45-48 %. Тривалість замочування становить 24-36 год. залежно від температури замочувальної води та товщини зерна.

Замочене зерно можна пророщувати в солодовнях всіх типів. При температурах 14-17° С тривалість пророщування становить 5-6 діб.

Свіжопророслий солод із пшениці можна висушувати на сушарках всіх типів. Середня тривалість цього процесу - 15-22 год. Кінцева температура підсушування протягом останніх 4-5 год. - 70-75° С; при цьому вологість солоду знижується до 5-7 %.

З готового солоду видаляють паростки і передають його на витримку і реалізацію.

7. Особливості технології солоду для спиртового виробництва на відміну від пивоварного у спиртовому виробництві хімічний склад суслу із крохмалевмістної сировини не має великого значення. Головне призначення солоду у спиртовому виробництві - якомога швидше і повніше оцукрити крохмаль сировини, а для цього потрібні три ферменти: а-амілаза, в-амілаза і декстриназа.

Ячмінний солод має високу а- і в-амілазну активність і низьку декстриназну. А солод із проса та його різновидів (гаоляну, чумизи та ін.) має дуже низьку в-амілазну активність, середню а-амілазну і дуже сильну декстринолітичну активність.

Дія в-амілази призупиняється на передостанньому зв'язку а-1,4 перед зв'язком а-1,6. А декстриназа розриває зв'язки а-1,6 в декстринах, тим самим «відкриваючи дорогу» в-амілазі. Тому у виробництві етанолу на солод пророщують біля 70 % ячменю і 30 % проса, які своїми ферментними системами доповнюють одне одного.

Для замочування цих культур використовують ті ж способи і обладнання, що і у виробництві пивоварного солоду. Замочують ячмінь при звичайній температурі (10-15° С), а просо - при 25-30° С, оскільки у нього більш тверда і міцна оболонка. Вологість замоченого зерна 38-40 % досягають протягом 20-24

год., а в подальшому зерно додатково зволожують на грядці водою із шлангу.

Тривалість пророщування ячменю - до 10 діб, проса - 5-6 діб. Температура пророщування ячменю не повинна перевищувати 20° С, а проса - 25° С. У виробництві цього солоду допустима наявність "гусарів". Якщо суміщати замочування і пророщування в одному солодоростильному агрегаті, то можна скоротити сумарну тривалість цих процесів на 1,5-2 доби.

Нормативні втрати крохмалю (а не сухих речовин) становлять до 16 %. Розроблені обладнання і технологія механоактивування ферментів свіжопророслого солоду. Це дозволяє вдвічі зменшити витрати солоду як оцукрюючого матеріалу, або вдвічі скоротити тривалість пророщування зерна.

Вихід солоду, відходи його виробництва та їх використання

Розрізняють вихід солоду (%) на повітряно-суху речовину ($B_{пср}$), на абсолютно суху речовину ($B_{аср}$) та умовний вихід солоду ($B_{ум}$).

Вихід солоду на повітряно-суху речовину розраховують за формулою:

$$B_{пср} = \frac{M_c}{M_я} \times 100$$

де M_c і $M_я$ - відповідно маси отриманого солоду і переробленого ячменю при їх фактичній вологості, т.

Вихід солоду на абсолютно суху речовину визначають за формулою:

$$B_{аср} = \frac{M_c \times (100 - W_c)}{M_я \times (100 - W_я)}$$

де M_c і $M_я$ - відповідно маси отриманого солоду і переробленого ячменю, т.

W_c і $W_я$ - середньозважені вологості солоду і ячменю відповідно, %.

Умовний вихід солоду розраховують за формулою:

$$B_{ум} = \frac{M_{ум}}{M_я}$$

де M_c і $M_я$ - маси солоду і ячменю приведені відповідно до вологості 4 і 14 %.

Основні напрями підвищення виходу солоду та його якості:

1. Інтенсифікація процесів замочування, пророщування і сушіння солоду.
2. Виготовлення солоду короткого пророщування (3-4 доби), який переробляють у суміші з нормальним солодом у співвідношенні 1:2 або 1:3.
3. Пророщувати зерна під час другої половини процесу в атмосфері з підвищенням (до 4-8 %) вмістом CO₂. Це зменшує втрати сухих речовин на дихання на 1-1,5 %.
4. Пророщування ячменю при температурах, що знижуються від 16-18 до 10-14° С під час фази розчинення, що дозволяє знизити втрати СР на 1-1,5 % без погіршення якості солоду.
5. Застосування стимуляторів та інгібіторів пророщування зерна дозволяє на 1-2 доби скоротити цей процес і відповідно зменшити втрати СР.

Склад і кількість зернових відходів залежать від якості ячменю, який поступає у виробництво. Із неочищеного ячменю виділяють загалом 3-5 % щуплих зерен, половинок зерен та шаровидних домішок. Їх направляють на корм худобі.

Зернові відходи, які одержують при сортуванні (III сорт) і які задовольняють вимогам до фуражного ячменю, здають в обмін на пивоварний.

Сплав, який утворюється при митті і замочуванні зерна, направляють на корм худобі.

Кількість солодових паростків становить 3,5-5 % від маси готового солоду. Вони містять білкові речовини, цукри, вітаміни та інші цінні речовини. Їх кормова цінність у 3,5 рази вища, ніж сіна.

Питання для самоперевірки

1. Солод, його види і типи, де їх використовують. Що відноситься до смітних та зернових домішок, на яких очисних машинах їх відбирають?
2. Мета та способи замочування зерна. Для чого та які використовують дезінфектори зерна?
3. Вплив температури води на тривалість замочування.
4. Мета пророщування зерна. Типи солодовень. Фази сушіння світлого ячмінного солоду. Особливості виробництва темного ячмінного солоду.
5. Що таке кондиційоване повітря?
6. Чим відрізняється темний ячмінний солод від світлого?
7. Технологічна схема приймання, очищення і зберігання зерна.
8. Технологічна схема приготування світлого пивоварного солоду.
9. Мета та основні способи замочування ячменю. Мета дезінфекції зерна, поширені дезінфектанти, норми витрат та способи дезінфекції.
10. Мета пророщування ячменю, які умови солододорощення. Що таке кондиційоване повітря та з якою метою його використовують ?
11. Типи солодовень для виробництва світлого ячмінного солоду. Характеристика токових та пневматичних солодовень.
12. Біохімічні процеси при пророщуванні ячмінного солоду?
13. Характеристика свіжопророслого солоду та мета його висушування.
14. Фази сушіння пивоварного солоду та їх характеристика.
15. Технології житнього ферментованого і неферментованого солодів.
16. Різниця в показниках якості і застосуванні ферментованого та неферментованого житнього солодів.
17. Особливості технології солоду для спиртового виробництва.
18. Особливості технології солоду із пшениці.
19. Сумісний спосіб приготування солоду.

ЛЕКЦІЯ 4 ТЕХНОЛОГІЯ ПИВА

1. Характеристика пива як напою, його класифікація та вимоги до якості

Пиво - ігристий, освіжаючий, слабоалкогольний напій із характерним хмелевим ароматом і приємним смаком. За органолептичними і фізико-хімічними показниками пиво повинно відповідати вимогам ДСТУ 3888-99, основні показники якого наведено в таблицях 12.

Таблиця 12

Органолептичні показники якості пива

Найменування показника	Характеристика показника					
	Фільтроване пиво			Нефільтроване пиво: освітлене, неосвітлене		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемне	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень			Прозора піниста рідина, без сторонніх включень, не властивих продукту (допускається наявність дріжджового осаду та слабка опалесценція)		
Смак	Солодовий та хмелевий смак з гіркотою, що відповідає сорту пива	Солодовий смак із присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємною гіркотою, що відповідає сорту пива	Чистий смак зброженого солодового напою з хмелевою гіркотою та з присмаком дріжджів. Сторонній присмак не допускається		
Аромат	Аромат, що відповідає сорту пива, чистий, без сторонніх запахів та присмаку			Аромат зброженого солодового напою. Допускається слабкий дріжджовий аромат. Сторонній запах не допускається.		
Піноутворення	Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8% до 11,5%: Висота піни, не менше, мм - 20,0 Піностійкість не менше, хв. - 2,0					
	Пиво з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 12,0 до 20,0%: Висота піни, не менше, мм - 30,0 Піностійкість не менше, хв. - 2,0					

Діоксид вуглецю - добре вгамовує спрагу, гіркі речовини хмелю стимулюють травлення їжі; вуглеводи, білки, вітаміни, органічні кислоти обумовлюють харчову цінність цього напою. Так, калорійність 1 дм³. світлого пива дорівнює 1700-2200 кДж, темного - 3400 кДж.

Екстрактивні речовини готового пива складають від 3 до 5 %, серед яких переважають вуглеводи 80-85 %, білкові речовини 6-9 %, мінеральні речовини 3-4 %, гіркі речовини 2-3 %, до 1 % органічних кислот, незначна кількість вітамінів, вміст CO₂ - 0,40-0,45 % мас., невелика кількість вищих спиртів, альдегідів, естерів, вміст алкоголю - від 0,5 до 6,0 % об.

Пиво виробляють трьох типів: світле, напівтемне, темне.

За способом оброблення пиво поділяють на фільтроване і нефільтроване, фільтроване пиво - на пастеризоване і непастеризоване, нефільтроване - на освітлене і неосвітлене.

2. Технологія виробництва пива та характеристика основних технологічних процесів

Сировиною, основними і допоміжними матеріалами для виробництва пива є:

солод: світлий, темний, карамельний, палений, пшеничний та ін.; несолоджені матеріали: ячмінне борошно, рисова січка, знежирене кукурудзяне борошно, патока та ін.; підготовлена технологічна вода; дріжджі низового і верхового бродіння; хміль і хмелепродукти.

Очищення і подрібнення зернової сировини

Із зерносовища зернопродукти подаються у варильне відділення механічним або пневмотранспортом. Зважуються на автоматичних вагах; для видалення пилу і сторонніх домішок солод пропускають через полірувальну машину видалення камінчиків, пропускають через камневловлювач, а металеві домішки видаляють на магнітному сепараторі, очищені зернопродукти подають на подрібнення.

Мета подрібнення - прискорити фізико-біохімічні процеси розчинення зернопродуктів під час затирання з метою максимального переходу екстрактивних речовин до сусла. Ступінь подрібнення зерна відіграє велику роль при затиранні. Розрізняють сухе, кондиційоване і мокре подрібнення.

Сухе подрібнення. При подрібненні зерна стараються менше роздрібнити оболонку зерна, так як дубильні і гіркі речовини, які є в ній, негативно впливають на смак і колір сусла, а потім і пива. Крім того, дуже подрібнена оболонка зерна погіршує фільтрування затору. Подрібнений солод - це суміш часток, які за розміром і по зовнішньому вигляду діляться на 4 фракції:

оболонку (лузгу) 15-18%; крупну 18-22 % і дрібну крупку 30-35 %; борошно 25-35 %. Сухе подрібнення здійснюють на чотирьох- і шестивалкових дробарках. Помел регулюється щільною між валками.

Кондиційоване подрібнення. В бункер дробарки загрузається солод, в якому протягом 60 с. він зволожується водою температурою 50-55° С і подається в нижню частину дробарки де подрібнюється на валках. Так як оболонка набрала вологи до вологості 15-20 %, то вона майже не подрібнюється.

Мокре подрібнення. Перевагами цього подрібнення є те, що оболонка солоду зволожується в процесі замочування до вологості 20-22 % і не руйнується при подрібненні. Затір отримують легкий і пухкий, а фільтрування протікає швидше, тривалість цього процесу менше. Солод змішується з водою і в затор-ний апарат уже подають готовий затір. Недолік - підвищені витрати екстракту і потрібно дуже ретельно виконувати вимоги санітарії.

Приготування пивного суслу

Суміш подрібнених зернопродуктів з водою називають **затором**. Затір готують при гідромодулі 1:4-1:2,5.

Мета затирання - переведення у розчин якомога більше сухих (екстрактивних) речовин. Щоб перевести їх у розчин, необхідно створити сприятливі умови для дії гідролітичних ферментів, в т. ч. амілолітичних, протеолітичних і цитолітичних.

Основними засобами регулювання ферментативних процесів при затиранні є температура, рН середовища і інактивація ферментів шляхом кип'ятіння частин затору. При затиранні продовжуються ті ферментативні процеси, що розпочалися ще при пророщуванні ячменю.

При затиранні солоду і інших зернопродуктів відбувається багато різних процесів: фізичних, біохімічних і хімічних. На перших стадіях затирання у розчин переходять речовини, які не потребують участі ферментів: низькомолекулярні вуглеводи, амінокислоти, пентозани, мінеральні солі, ферменти, гіркі речовини оболонок зерна (фізичні процеси).

Найважливішу частину процесів затирання складають біохімічні процеси. В основному, це гідроліз складових частин ендосперму зернопродуктів під дією гідролітичних ферментів.

Цитолітичні ферменти інтенсифікують процес гідролізу геміцелюлоз, внаслідок чого звільняються крохмальні зерна і підвищується активність амілолітичних ферментів і гідроліз крохмалю.

Цитолітичні ферменти гідролізують некрохмальні поліцукри (геміцелюлози, гумі- та пектинові речовини) до пентозанів, в-глюкану,

арабінози, ксилози і глюкози. Оптимальними умовами для дії цих ферментів є температура 40-45°C і рН 5,6.

Протеолітичні ферменти (протеази і пептидази) гідролізують білки. До 15 % білкових речовин гідролізуються в процесі солододорощення. Із загальної кількості білків, що є в солоді, під дією пептидаз при затиранні до сусла переходить приблизно 35 %. Інша частина білків, навпаки, при кип'ятінні коагулює. Процес коагуляції відбувається в дві стадії: спочатку білки денатурують, коли їх молекули переходять із ліофільного стану у ліофобний (дегідратований стан), вони знаходяться у вигляді дуже дрібної суспензії, а потім настає збільшення дегідратованих міцел - *коагуляція*. Частина білкових речовин, яка не гідролізується ні при солододорощенні, ні при затиранні, залишається у дробині.

Температура 50° С в процесі гідролізу найсприятливіша для накопичення низькомолекулярних фракцій білків, температура 60° С сприяє максимальному накопиченню високомолекулярних фракцій, важливих для утворення піни і повноти смаку готового пива. Надмірна кількість цих фракцій може викликати білкове помутніння. Оптимальне рН для дії протеолітичних ферментів 5,5.

Амілолітичні ферменти гідролізують крохмаль, який вже зазнав дії ферментів при пророщуванні майже на 20 %. Зміни крохмалю під час затирання протікають в три стадії: клейстеризація, розрідження і оцукрення. Щоб прискорити процес гідролізу його необхідно спочатку оклейстеризувати - нагріти з водою. Зерна крохмалю набухають, поглинаючи воду, потім лопаються і утворюють в'язкий гомогенний розчин. Температура, за якої крохмальний клейстер набуває найбільшої в'язкості, називається температурою клейстеризації. Вона відмінна для крохмалю різних культур: ячмінного - 60-80° С, рисового - 80-85°C, кукурудзяного - 65-75°C.

В присутності амілаз температура клейстеризації зменшується приблизно на 20°C. Клейстеризована маса крохмалю являє собою мережу, що утворилася з розгалужених ланцюгів молекул амілопектину, вічка якої заповнені розчином амілози.

Під дією α -амілази при температурі 65-70°C і при рН 6,0 відбувається *розрідження* крохмального клейстеру. Інактивується цей фермент при температурі 80°C.

Під дією α - і β -амілаз відбувається одночасно з процесом розрідження і процес оцукрення крохмалю. Під терміном „*оцукрення*” розуміють не процес перетворення крохмалю у глюкозу, а припинення зміни забарвлення розчину йоду при його змішуванні з декількома краплями затору. Оптимальними умовами для дії β -амілази є температура 60° С і рН 5,6, при 70° С вона інактивується.

Способи затирання поділяють на дві групи: настійний і відварювальний (одно- двох- трьохвідварювальний).

Настійний спосіб. Зернопродукти змішують з водою нагрітою до температури 40-45° С при працюючій мішалці і при гідромодулі 1:4 (цитазна пауза). Протягом наступних 20-30 хв. температуру затору підіймають до 50-52° С (білкова пауза), далі - до температури 63-65° С з витримкою 10-30 хв. (мальтозна пауза) з подальшим нагрівом до температури 70-72° С і витримкою затору до оцукрення, але не більше 60 хв. Після оцукрення підігрівають затір до температури 75° С і перекачують на фільтрування (розділення затору на рідку частину - сусло і густу частину - дробину) на фільтраційних апаратах або фільтраційних пресах.

Цей спосіб застосовують при використанні високоякісного солоду з високою амілолітичною активністю.

Затирання з відварками застосовують при переробці солоду низької якості та при приготуванні затору з використанням несолодженої сировини. За тривідварного способу кип'ятіння зазнає до 75 % всього затору, за двохвідварного до 60% і одновідварного - до 50 %.

Спосіб затирання з однією відваркою рекомендований для переробки солоду з високою оцукрювальною здатністю й добре розчиненого.

Спосіб затирання з двома відварками проводиться за різними температурними режимами залежно від якості солоду, що завжди забезпечує підвищений вихід екстракту. Раніше всі світлі сорти пива варили саме цим способом.

Спосіб затирання з трьома відварками найбільш складний і тривалий (до 5,5 год.) і потребує більшої витрати теплоти. Його застосовують при переробці темного солоду або солоду з низькою ферментативною активністю.

Залежно від способу затирання і температурних пауз процесу можна отримати сусло різного складу, а отже і різні сорти пива. Щоб отримати світлі сорти пива, процес необхідно вести таким чином, щоб внаслідок оцукрювання накопичилось максимальна кількість зброджуваних цукрів (глюкози і мальтози) для більш глибокого бродіння, а для темних сортів пива - більше декстринів. Загальним для всіх режимів є те, що під час нагрівання швидкість підвищення температури повинна становити приблизно 1° С за 1 хв. Для відварних способів затирання зернової сировини необхідні два заторних апарати для основного затору й відварювання (умовно називають: заторний апарат і відварний апарат).

Двохвідварний спосіб найбільш поширений. Він дає змогу переробляти солод різної якості. Залежно від цього температурний режим затирання може змінюватися. У заторний апарат набирають воду 1/2-1/3 від необхідної для приготування затору, вмикають мішалку, засипають подрібнений солод і додають решту води. Температура затору досягає 50-52° С. При ній його

витримують 15-30 хв.

Далі у відварний апарат спускають приблизно 1/2-1/3 густої заторної маси, підігривають її при перемішуванні до температури 63° С, вимикають мішалку і нагрівання. Тривалість мальтозної паузи 15-30 хв. Потім відвар підігривають до температури 70° С при перемішуванні, перекидають подачу пари, зупиняють мішалку й при цій температурі витримують 20-30 хв. для оцукрювання. Масу відвару швидко нагрівають до кипіння і кип'ятять 15-30 хв. Цю частину затору називають першим відваром. При працюючих мішалках у заторному й відварному апаратах перший відвар повільно перекачують в основний затір. Після змішування основного затору з першим відваром температуру маси встановлюють у межах 62-63° С і при ній витримують протягом 10-15 хв. Потім 1/3 густої заторної маси перекачують у відварний апарат, нагрівають до кипіння і кип'ятять від 5 до 20 хв. залежно від якості солоду та сорту пива.

Тривалість кип'ятіння відвару подовжують при переробці погано розчинного солоду та приготуванні темного пива. Після кип'ятіння цю частину затору, тобто другий відвар, повільно, при неповному заповненні труби, що з'єднує два заторних апарати, повертають до основної маси. Далі температуру всього затору підвищують до 70° С і залишають у спокої на 30 хв. У разі неповного оцукрювання роблять паузу при 72° С і витримують скільки потрібно, після чого затір нагрівають до температури 76-77° С і перекачують на фільтрування.

Тривідварний спосіб застосовують, в основному, при виготовленні темних сортів пива й переробці погано розчинного солоду з метою підвищення виходу екстракту. Подрібнений солод і воду змішують так, як і на початку затирання з одним або двома відварами. Температуру води визначають з таким розрахунком, щоб температура затору становила 35-37 °С. Після ретельного перемішування 1/3 затору (густу частину) відбирають у відварний апарат (перший відвар) і нагрівають до кипіння з паузами: 5-10 хв. при температурі 50° С, 20-30 хв. - при температурі 63° С, до оцукрювання - при температурі 70° С. Тривалість кип'ятіння відвару для світлих сортів пива становить 15-20 хв., темних - 30-45 хв. Більш тривале кип'ятіння сприяє поліпшенню оцукрювання затору й посиленню інтенсивності його забарвлення. По закінченні кип'ятіння відвар повільно перекачують у заторний апарат, при цьому температура загальної маси підвищується до температури 52-53° С. Після витримання затору протягом 15 хв. відбирають 1/3 його маси (густа частина) у відварний апарат (другий відвар). Оскільки маса другого відвару складається частково з першої і непрокип'яченої частини основного затору, в яких уже відбулися ферментативні процеси, другий відвар нагрівають так: спочатку повільно до

температури 70° С для оцукрювання, а потім швидко до кипіння й кип'ятять 15-20 хв. Поверненням другого відвару в заторний апарат температуру загального затору підвищують до 63-68°С.

Для солоду з більшою тривалістю оцукрювання затір витримують при температурі 63-68° С протягом 20 хв. За цей час він повністю оцукрюється і досягається необхідне співвідношення між кінцевими та проміжними продуктами гідролізу крохмалю й білків. Метою проведення третього відварювання є підвищення температури всього затору та інактивація ферментів. Тому на третє відварювання необхідно відбирати рідку частину затору, в якій концентрація ферментів вища, ніж у густій. Для цього мішалку заторного апарата вимикають і дають можливість дробині осісти, потім 1/2 рідкої частини спускають у відварний апарат, де швидко доводять її до кипіння й кип'ятять 10-20 хв., а потім повертають у заторний апарат. По закінченні перемішування температуру всього затору встановлюють на рівні 70° С. Після 30-хвилинної витримки перевіряють повноту оцукрювання. При неповному оцукрюванні затір витримують ще при 72° С, потім нагрівають до температури 76-77° С і передають його на фільтрування.

Обладнання варильного відділення. Існують 2-х, 3-х, 4-х, 6-ти посудні варильні апарати до складу яких входить заторний апарат, фільтраційний і сушварильний апарати. Одночасно затирають 1, 3, 5, 10 або 20 тон зернопродуктів.

Фільтрування затору - відокремлення сусла від дробини з найменшими втратами екстрактивних речовин. Оскільки після відокремлення сусла, дробина ще утримує значну кількість екстрактивних речовин, їх доводиться вимивати водою, тому процес розділення затору поділяють на дві частини:

- 1) фільтрування першого сусла;
- 2) промивання дробини водою (вимивання екстракту, який утримує дробина).

Для успішного фільтрування затору необхідне рівномірне розподілення дробини по всій площі фільтрувальної перегородки. Фільтрування затору базується на принципах молекулярної та конвективної дифузії (рівняння Пуазейля).

Сприятливими умовами для успішного фільтрування сусла є не дуже тонкий помел, добре розчинення солоду під час затирання, особливо білкових речовин. В разі коли оболонки солоду не дуже подрібнюються вони утворюють пухкий шар дробини, в якому затримуються залишки алейронового шару, паростків зародку, клітинних стінок і часточки білків, які скоагулювали під час затирання.

На першій стадії фільтрування на фільтраційному апараті фільтрується

69-70% усього сусла протягом 90 хв. Промивання водою триває 120 хв. доки концентрація СР не зменшиться до 0,5 %.

При застосуванні фільтрпреса перше сусло фільтрується за 30-35 хв. і при цьому отримують 85-90 % від всього сусла. Друга стадія (промивання дробини) триває 75-90 хв. при тиску 0,25-0,28 МПа.

На сучасних фільтрпресах використовують тонкий помел солоду (на молоткових дробарках) і весь процес триває 60-90 хв.

Суттєвими перевагами фільтрпреса є економія часу на фільтрування, більш високий вихід екстракту й можливість переробки недостатньо розчиненого солоду.

Метою кип'ятіння сусла з хмелем є стабілізація його хімічного складу шляхом інактивації ферментів, стерилізація, доведення концентрації сухих речовин до потрібної величини шляхом випаровування надлишкової води, коагуляція білкових речовин, збагачення сусла хмельовими речовинами.

Відфільтроване пивне сусло це високодисперсна колоїдна система, яка складається з декстринів, пентозанів, білків, поліфенолів, гірких речовин. Тому сусло під час закипання стає мутним внаслідок порушення агрегатної стійкості колоїдної системи у бік збільшення частинок за рахунок їх злипання. Такий процес називається коагуляцією. Він стосується, головним чином, білкових речовин, і відбувається у дві стадії: спочатку відбувається денатурація білкових речовин, а потім їх коагуляція. Для утворення і видалення в осад бруху сусло потрібно кип'ятити (варити) 1,5-2 год.

Для інтенсифікації процесу кип'ятіння сусла з хмелем використовують кип'ятіння при надлишковому тиску з виносним кип'ятильником.

В якості виносного кип'ятильника використовується частіше за все кожухотрубний, рідше - пластинчастий теплообмінник. Крізь труби пропускають сусло, із зовнішньої сторони труб протитечією рухається пара. Коли сусло нагрівається, то пара охолоджується та конденсується. Виносний кип'ятильник встановлюється вертикально або горизонтально, в останньому випадку його встановлюють з легким нахилом для кращого стікання конденсату. Обидва варіанти отримали розповсюдження на практиці.

Розміри зовнішнього кип'ятильника визначаються необхідною поверхнею нагріву. Ця поверхня залежить від кількості нагрівних труб, їх діаметра та довжини.

Якщо швидкість руху сусла в трубах занадто мала, з'являється небезпека пригорання або як мінімум карамелізації сусла, а тому і сильного підвищення його забарвлення. Крім того, слід побоюватись, що через високу температуру білок, що коагулює, осяде в трубах. Щоб цього уникнути, швидкість руху сусла в трубах кип'ятильника повинна складати як мінімум 2,6-3,0 м/с. Щоб досягти

рівномірності теплообмінного процесу, передбачається достатня довжина шляху для проходження кожної частинки об'єму сусла. Але так як довжина кип'ятильника обмежена його габаритними розмірами, то частіше кінці горизонтальних труб, виведені на торцеву плиту, з'єднують вигнутими поворотними трубами, так щоб кожна частинка об'єму сусла проходила теплообмінник багаторазово. В будь-якому випадку місця поворотів призводять до появи дотичних напруг, що впливають на сусло.

Для проведення процесу кип'ятіння сусла існує два варіанти:

1) сусло знаходиться під невеликим надлишковим тиском, вторинна пара відводиться через перепускний клапан. Перевагою цього варіанта є підвищена температура вторинної пари;

2) сусло в апараті кип'ятиться без тиску, вторинна пара також відводиться без надлишкового тиску, але всередині виносного кип'ятильника сусло кипить при підвищеному тиску, що відповідає температурі 102-104° С .

При цьому різниця між температурою пари та температурою сусла не повинна перевищувати 10 градусів. Потрібна площа поверхні теплопередачі складає 10-11 м² на 1000 дал готового сусла.

За умови достатньої швидкості протікання та невеликій різниці температур між парою та суслом робочий цикл теплообмінника досягає 30-40 варок за добу.

При зворотньому надходженні сусла в апарат тиск у суслі падає. При цьому відбувається бажане інтенсивне випаровування. Для цього сусло повертають через відображувач у формі конуса або через розподільний пристрій, що підводить сусло на рівні поверхні сусла у апараті.

Циркуляційний насос вибирають так, щоб весь вміст суловарильного апарату міг пройти через кип'ятильник приблизно 8 разів за годину. Однак цим не гарантується, що кожна частинка об'єму сусла пройде саме 8 разів через кип'ятильник - адже вміст його перемішується примусово.

Виносне кип'ятіння, передбачене спочатку лише як допоміжний захід для покращення роботи суловарильного апарату, у якого ефективність кип'ятіння була недостатньою, в даний час є добре зарекомендованим способом кип'ятіння сусла. Цей спосіб має ряд переваг перед внутрішнім кип'ятінням (яке в даний час також зазнало вдосконалень): циркулюючий об'єм сусла допускає точне регулювання та може бути легко пристосований до об'єму суловарильного апарату.

Інтенсивність хмельової гіркоти залежить від способу й часу внесення хмелю або хмелепродуктів в сусло.

Найчастіше хміль або хмелепродукти вносять до сусла в 2-3 прийоми. При внесенні хмелю в сусло в 2 прийоми першу більшу частину вносять на

початку кип'ятіння, а другу, меншу, потрібно вносити в кінці кип'ятіння. На кожному підприємстві свої способи охмелення сусла залежно від сорту пива і хмелепродуктів, які використовуються.

Закінчення процесу кип'ятіння сусла визначають за його концентрацією СР відповідно до сорту пива, що виготовляється, а також контролюють виділення гарного бруху і прозорість сусла.

Роботу варильного відділення оцінюють виходом екстракту у %, який розраховують за формулою:

$$E = \frac{0,96 \times V \times r \times e}{G}$$

де V – об'єм сусла при 100 °С, дм³;

e – концентрація сусла, % мас;

r – густина сусла, кг/м³;

G – маса зернопродуктів, кг;

0,96 - коригувальний коефіцієнт, який враховує зниження об'єму сусла при охолодженні до 20 °С (~ 4%)

Освітлення пивного сусла. Для освітлення сусла на пивоварних заводах найчастіше використовують гідроциклонні апарати. Вони найпростіші за конструкцією, а працюють досить надійно. Гідроциклонний апарат являє собою циліндричний резервуар з невеликим конусом посередині або з похилим днищем. Гаряче сусло подається в апарат тангенційно і з відносно великою швидкістю насосом, внаслідок чого воно набуває обертового руху, а тверді частинки - доцентрової сили. Крім того, утворюється глибока воронка, яка тисне на стовбур бруху, що утворюється у центрі рідини, а осад швидко концентрується на дні у центрі апарату.

Охолодження сусла. Пивні дріжджі не витримують температури вищої за 40° С, тому перед бродінням сусла його необхідно охолодити до температури, в залежності від властивостей пивних дріжджів. При використанні дріжджів низового бродіння сусло охолоджують до температури 5-6° С, а для дріжджів верхового бродіння - до 14-16° С.

Беручи до уваги, що сусло із гідроциклонного апарату витікає з температурою 90-92° С воно відразу поступає на пластинчатий охолоджувач. Після охолодження сусло перед бродінням насичується киснем повітря. Для цього застосовують різні конструкції аераторів, які встановлюють безпосередньо за теплообмінником.

Зброджування пивного сусла

Бродінням називають складний процес біохімічного перетворення

речовин поживного середовища на нові продукти під дією ферментів деяких мікроорганізмів.

Бродіння пивного сусла складається з таких технологічних операцій: розброджування робочих дріжджів, приймання сусла в бродильні апарати і внесення в них дріжджів, зброджування сусла і охолодження молодого пива, знімання (перекачування) дріжджів з осаду і підготовка їх до наступного бродіння, перекачування молодого пива на доброджування і дозрівання в лагерні апарати.

У пивоварінні розрізняють верхове і низове бродіння, які різняться між собою застосуванням рас дріжджів і температурним режимом.

При обох типах бродіння розрізняють дві стадії: перша називається головним бродінням, а друга - доброджуванням і дозріванням пива.

Класичний спосіб. Головне бродіння протікає в закритих бродильних апаратах, виготовлених із нержавіючої сталі, діаметром 1,8-2,4 м, коефіцієнт заповнення яких становить 0,9.

Дріжджі зібрані з осаду після першого і наступних виробничих бродінь, називаються засівними першої і наступної генерацій. Кількість внесених дріжджів становить 0,04-0,05 дм³ на 1 дал сусла, призначеного для бродіння. Дріжджі з суслим ретельно перемішують у спеціальному резервуарі для розброджування продуванням стерильного повітря, діоксидом вуглецю або механічної мішалки або розброджують протягом 1-3 год. при температурі 5-6° С. Бродильний апарат заповнюють суслим із кількох варок знизу, розброджені дріжджі вводять у потік сусла, внаслідок чого відбувається активне змішування. Через 12 год. сусло перекачують в основні бродильні апарати. Можна заповнювати бродильні апарати і безпосередньо, але для цього необхідно використовувати флотацію сусла, яка полягає в тому, що в потік сусла спочатку вдувають стиснене і роздрібнене до дрібних частинок стерильне повітря, завдяки чому сусло утворює високий і стійкий шар піни, а через 2 год. у потік сусла вводять дріжджі.

Зброджування сусла класичним способом ділиться на: холодне при температурі до 9°С або тепле - до 12-19°С, рН не вище 5,8. При бродінні внаслідок розщеплення цукру виділяється теплота, тому для зниження температури сусла, що бродить, його охолоджують водою або ропою, які циркулюють по змішувачам у бродильному апараті. Головне бродіння протікає у 4 стадії.

Перша стадія (забіл) на поверхні сусла утворюється ніжно-біла піна, яка триває протягом 1-1,5 доби, характеризується розмноженням дріжджів, екстракт зменшується на 0,2-0,5 % за добу.

Друга стадія - період низьких завитків: триває 2-3 доби, за кожен добу

зброджується 0,5-1 % екстрактних речовин з інтенсивним виділенням діоксиду вуглецю. Утворюється густа, компактна піна, виділяються і окислюються хмельові смоли.

Третя стадія - стадія високих завитків - характеризується найбільшою інтенсивністю бродіння. Тривалість 3 доби, за кожен добу зброджується 1-1,5 % екстракту з інтенсивним виділенням діоксиду вуглецю. Виділення хмельових смол помітне, під кінець піна стає коричневою.

Четвертий період - утворення Деки - завитки опадають, дріжджі утворюють пластівці і випадають в осад, пиво освітлюється, видалення діоксиду вуглецю майже припиняється, тривалість 2 доби, екстракт зброджується на 0,5-0,2 % на добу. Одержаний продукт називають **молодим пивом**.

Головне бродіння триває 6-14 діб залежно від концентрації сусла і температури бродіння, раси і кількості засівних дріжджів.

Під кінець головного бродіння молоде пиво має температуру 5-6° С, тому перед перекачуванням на доброджування його охолоджують до температури 2°С.

Молоде пиво має грубий смак, ще досить каламутне, при перекачуванні втрачає певну кількість діоксиду вуглецю і не має товарного вигляду. Речовини, які формують букет молодого пива (діацетил) альдегіди, сірчисті сполуки, надають пиву незрілого смаку і аромату і при підвищенні концентрації негативно впливають на його якість. Ці речовини під час доброджування і дозрівання повинні бути видалені із пива біохімічним шляхом, що і складає мету дозрівання пива.

Доброджування і дозрівання молодого пива

Речовини, які формують букет готового пива (вищі спирти, естери) визначають аромат пива і їх наявність у певній кількості забезпечує одержання якісного пива. Ці речовини не можуть бути видалені технологічним шляхом.

Вміст діацетилю в готовому пиві 0,1 мг/дм³, а альдегідів 8-10 мг/дм³ (в молодому пиві від 20 до 40 мг/дм³).

Тому після головного бродіння молоде пиво перекачують у лагерні апарати на доброджування і дозрівання, а дріжджовий осад за допомогою вакууму в спеціальне монжю у дріжджове відділення. Зняті дріжджі пропускають через вібросито для відокремлення мертвих клітин, білкового відстою та інших включень. Потім їх ретельно промивають водою, поки вона не стане прозорою. Дріжджі зберігають під шаром води температурою 0-3°С в монжю або ванночках, де вони можуть зберігатись не більше 3 діб. Використовують такі дріжджі до 10 генерацій. Якщо в засівних дріжджах

з'явилась стороння мікрофлора, то їх промивають 1%-ним розчином сірчаної кислоти із розрахунку 0,25-0,5 дм³ на 1 дм³ дріжджів протягом 40 хв., потім нейтралізують розчином соди NaHCO₃.

Втрати сусла і молодого пива складають:

на змочування суслопроводів і бродильних апаратів - 0,2 % від об'єму охолоджуваного сусла;

втрати з декою - 0,3 % від об'єму охолоджуваного сусла; втрати з дріжджами - 1-1,5 % від об'єму охолоджуваного сусла;

недійсні втрати, а саме втрати на зменшення сусла внаслідок охолодження від 20 до 4-5°C - 0,2-0,3 %;

загальні втрати - 2,0-2,5%.

Молоде пиво для доброджування і дозрівання направляють у закриті апарати, які знаходяться у лагерному відділенні, в якому підтримується температура 1-2° С, тиск в апаратах 0,14-0,15 МПа і тривалість процесу продовжується 21-100 діб.

Доброджування пива характеризується повільним зброджуванням залишкової кількості цукрів, освітленням, дозріванням, насиченням пива діоксидом вуглецю, формуванням аромату і смаку.

Виробництво пива в ЦКБА. Охолодженим до температури 10° С суслom, яке аерують очищеним стерильним повітрям, у 2-3 прийоми заповнюють апарат протягом доби. В потік аерованого сусла, яким заповнюють апарат, вводять ЧКД або насінневі дріжджі. Протягом перших двох діб температура підвищується до температури 14° С. При цій температурі головне бродіння закінчується на 5-6 добу при тиску 0,04-0,05 МПа. Після чого конічну частину апарата охолоджують до температури 2° С, внаслідок чого дріжджі осідають на дно протягом двох діб. Потім охолоджують циліндричну частину апарату до температури 0-2° С і настає стадія доброджування та дозрівання молодого пива, яка триває 5-7 діб. Після закінчення доброджування дріжджі видаляють і зберігають в спеціальних збірниках при температурі 1° С. Пиво, якщо потрібно, карбонізують діоксидом вуглецю протягом 1-2 діб, потім фільтрують і направляють на розлив.

Виробництво пива в ЦКБА має такі переваги: скорочується металоємність обладнання; скорочується тривалість виробничого циклу майже в два рази; поліпшуються умови праці і обслуговування та інше.

Фільтрування, карбонізація, зберігання і розлив готового пива

Готове пиво після доброджування і дозрівання для підвищення його стійкості при зберіганні, направляють на фільтрування на діатомітових фільтрах.

Сучасні діатомітові фільтри за конструкцією поділяються на три групи: вертикальні ситові, горизонтальні рамні з несучими пластинами, горизонтальні або вертикальні, що самоочищаються.

Фільтрувальна діатомітова установка складається з фільтра, дозатора-змішувача й насоса для подачі суміші пива з діатомітовим порошком.

Найширше застосовують горизонтальні рамні фільтри, які являють собою фільтрпрес, що складається із сталевих рам з вкладними пластинами, на які наминають шар діатоміту під тиском 0,16-0,20 МПа шляхом прокачування суміші води і діатоміту, внаслідок чого на пластинках утворюється фільтрувальний шар, через який потім фільтрують пиво.

Відфільтроване пиво перед розливом зберігають у форфасах при температурі 0-2° С для відпочинку протягом 2-8-ми год. при тиску 0,25-0,30 МПа. Щоб обмежити окислення пива, протитиск у них створюють діоксидом вуглецю і ним же видавлюють на розлив.

Тара для розливу пива та її підготовка до розливу. Пиво розливають у різну тару: скляні пляшки, жерстяні банки, ПЕТ-пляшки, кеги, ізобаричні цистерни.

Пивні пляшки повинні відповідати високим вимогам, повторно можна використовувати пляшку до 20 раз. Вони повинні бути з однорідного скла, без розколин, повітряних бульбашок, повинні витримувати тиск 0,8 МПа, мати коричневий або зелений колір, який обмежує проходження світлових променів зі шкідливою довжиною хвиль.

Пляшки перед використанням потрібно добре вимити. Для цього використовують комбіновані відмочувально-шприцювальні машини. Термін перебування пляшки в машині 15-30 хв. Продуктивність машини становить 6, 12, 24 і більше тис. пляшок на годину та залежить від довжини касет (ширини машини), тобто від кількості пляшок ряду і кількості касет.

Робочі операції під час роботи машини:

автоматичне завантаження пляшок у касети мийної машини з накопичувального столу;

попереднє шприцювання пляшок водою з температурою 35-45° С; відмочування пляшок у лужному розчині при температурі 55-60° С; відмочування етикеток з пляшок лужним розчином з температурою 60° С і вивід їх до спеціального збірника;

відмочування пляшок у спеціальній лужній ванні при температурі 70-75° С; зовнішнє та внутрішнє миття лужним розчином за температури 80-85° С; миття пляшок від лужних залишків, зовнішнє ополіскування і внутрішнє шприцювання водою з температурою 50°С; теж саме за температури 50-35° С;

теж саме за температури 15-10° С;

внутрішнє шприцювання біологічно чистою водою; автоматичне вивантаження на стрічковий транспортер.

Мийні засоби повинні володіти хорошими змочувальними, емульсійними і розчинними властивостями. Найчастіше використовують 1-2 % розчин їдкою натру, препарат “Санпор”, який являє собою однорідний білий порошок із слабким запахом хлору. Робочий розчин готують з 0,5 % розчину каустичної соди і 0,5 % розчину “Санпор”.

Розлив пива і напоїв в пластикові пляшки. ПЕТ-пляшки виготовляють з поліетилентерефталата (поліефір, конденсований при плавленні з етиленгліколя і терефталевої кислоти) багаторазові та одноразові. Велике значення для властивостей матеріалу має орієнтація молекул в процесі виготовлення пластикових пляшок. Пляшки з аморфно застиглою ПЕТ не можна мити при температурі вище 59° С, тому що при більш високій температурі вона починає деформуватися. Виготовляють ПЕТ пляшки з преформ на видувних машинах безперервної дії продуктивністю до 28800 пл./год. Преформа для виготовлення пляшки надходить в Україну з Бельгії, Німеччини та інших країн. На спеціальному автоматі поступово розігрівається до 106° С (проходить нагрівання в дев'яти зонах), потім охолоджується очищеним стерильним повітрям (для його очищення використовується синтапоновий бактеріальний фільтр для повітря, який міняють 1 раз в 3-4 дні).

Розлив пива в банки 250 і 500 см³. Для їх виготовлення використовується стальний або алюмінієвий лист, а для кришок завжди алюмінієвий.

Розлив у кеги. 30 і 50-літрові кеги - це циліндричні металеві ємності з герметично закритою внутрішньою частиною, які миються і заповнюються через фітінги. Фітінг з'єднують з трубкою подачі рідини, яка дістає до дна кега. Кег постійно знаходиться під тиском і тому втрата тиску свідчить про його негерметичність. Кеги виготовляють з алюмінію і нержавіючої сталі.

Принцип ізобаричного розливу пива

Відділення для розливання пива у різну тару являє собою по суті окреме виробництво. До лінії розливу пива входять: автомати для розформування пакетів ящиків з пляшками, що надходять від споживачів, автомати для виймання пляшок з ящиків, пляшкомиїні машини, розливні та закупорювальні машини, автомати для наклеювання етикеток, автомати для вкладання наповнених пляшок у ящики, а також машини для формування ящиків у пакети. Всі машини з'єднуються між собою відповідними транспортними засобами і потребують певної відстані одна від одної. Для економії площ приміщення, автомати для розформування пакетів ящиків розміщують у тарному складі, а автомат для формування пакетів - у складі готової продукції.

При розливі пива необхідно, перш за все, задовольнити вимогам збереження фізико-хімічної рівноваги, яка встановилась при бродінні і дозріванні, і тому необхідно, щоб тиск при фільтруванні і розливі не падав нижче значення, яке встановилось в апараті під час доброджування. Ось чому завжди працюють з протитиском повітря, а краще діоксидом вуглецю, від 0,07 до 0,15 МПа. При цьому в момент подачі пива спочатку автоматично вирівнюється тиск у тарі до тиску в резервуарі, з якого пиво розливається. Тобто пиво розливають *за ізобаричних умов*.

Якість пива при його розливі може значно знизитися від контакту його з киснем повітря внаслідок окислення редуруючих речовин, що супроводжується зміною окисно-відновного потенціалу (з 10 до 17). Окиснення негативно впливає на смак пива, тому що при цьому поліфенольні і гіркі хмельові речовини набувають неприємного смаку, а при окисненні летких речовин хмелю погіршується й аромат. Найбільш ефективним заходом для зниження вмісту повітря у пиві є розлив під тиском діоксидом вуглецю, а невелику кількість повітря у пляшці можна нейтралізувати додаванням до пива сильно редуруючої речовини (вітамін С).

За принципом розливу, розливні автомати поділяються: за тиском при наповненні пляшок; за способом кількісного дозування напою; за температурою; за попередньою обробкою пляшок.

Існує три способи дозування заданої кількості напою: за рівнем; за об'ємом; за масою.

Стійкість пива. Для підвищення стійкості пива при зберіганні використовують різні способи.

1. Після основного фільтрування пива, його додатково пропускають через освітлюючий (КФО-1) або знепліднюючий (КФО-2) кордон.

2. Пастеризація пива в потоці при температурі 70-72° С протягом 30 с. і охолодженням до температури 3° С у спеціальних теплообмінниках. Збірники і трубопроводи повинні бути максимально стерильними.

3. Пастеризація пива в пляшках в спеціальних пастеризаторах при температурах 63-65° С протягом 20-25 хв.

4. Пастеризація в потоці при температурі 69,5°С, $t_K = 2,8^\circ\text{C}$, потужність установки Alfa Laval - від 7 до 15 т/год.

Для більш точного визначення пастеризаційного ефекту введено таке поняття, як одиниця пастеризації (ОП) за яку прийнято ефект, що досягається за температури 60° С протягом 1 хв. Для досягнення повної біологічної стійкості достатньо нагріти пиво до температури 60° С і витримати 5-6 хв. Це відповідає 5,6 ОП. Її розраховують за формулою:

$$\text{ОП} = t \times 1,393^{(t-60)}$$

Наприклад, якщо температура 64°C , то $\text{ОП} = t \times 1,393^{(64-60)} = t \times 1,76$
Пастеризація фасованого в пляшки пива відбувається в три етапи: нагрівання від температури $2-5^{\circ}\text{C}$ до температури пастеризації 62°C ; витримування при цій температурі; охолодження до температури $20-25^{\circ}\text{C}$.

3. Відходи пивоварного виробництва та їх використання

При виробництві пива зернові відходи солоду і несолодженої сировини ячменю, дробина, паростки передаються на корм тваринам. Із надлишкових пивних дріжджів виготовляють сухі пивні дріжджі які багаті вітамінами, особливо групи В і використовуються у медицині.

Діоксид вуглецю під час бродіння збирають, стискають і використовують для карбонізації готового пива, або сатурації безалкогольних напоїв.

Питання для самоперевірки

1. Характеристика пива як напою. Які типи пива виробляють? Чим відрізняються між собою світлі і темні сорти пива?
2. Вимоги до якості солодів. Вимоги до якості води.
3. Характеристика хмелю і хмельових екстрактів.
4. Яку несолодовану сировину і з якою метою використовують при виробництві пива?
5. Мета подрібнення солоду і зернопродуктів. Характеристика основних способів подрібнення. Сухе та кондиційоване подрібнення зернопродуктів.
6. Технологія приготування пивного сусла, характеристика основних стадій.
7. Настійний спосіб приготування пивного сусла. Чим між собою відрізняються відварні способи приготування пивного сусла? Мета затирання.
8. Оптимальні умови для дії цитолітичних, амілолітичних та протеолітичних ферментів і характеристика отриманих продуктів.
9. Особливості затирання настійним способом.
10. Приготування затору одновідварним способом.
11. Способи розділення затору, для чого промивають дробину.
12. Мета кип'ятіння сусла з хмелем. Які процеси при цьому протікають?
13. Що розуміють під виходом екстракту та як його розраховують?
14. Розділення пивних заторів. Чим цінний хміль для пивоваріння і як проводиться охмелення пивного сусла?
15. Як проводиться освітлення, охолодження і аерування пивного сусла перед бродінням?
16. Види бродіння і які пивні дріжджі при цьому використовують?
17. Класичний спосіб зброджування пивного сусла.

18. Фази бродіння пивного сусла, показники молодого пива.

19. Зберігання і використання засівних дріжджів. Виробництво пива в ЦКБА.

20. Мета доброджування і дозрівання пива. Фільтрування готового пива.

21. Коли і для чого карбонізують пиво?

22. Тара для розливу готового пива та вимоги до неї. Сутність і характеристика ізобаричного розливу пива.

23. Відходи під час виробництва солоду та пива та шляхи їх використання.

ЛЕКЦІЯ 5 ТЕХНОЛОГІЯ СПИРТУ

1. Види та характеристика етилового спирту, його використання в суспільному господарстві

Технологія спирту - це наука про способи та процеси переробки різних видів сировини у етиловий спирт, із яких найбільш поширеними в Україні є різні зернові культури та бурякова меляса. За сучасною номенклатурою наук технологія спирту належить до біотехнології. Основні процеси виробництва спирту - перетворення крохмалю в зброджуванні цукри (глюкозу, мальтозу) і цукрів в етиловий спирт проходять під дією біологічних каталізаторів (ферментів). Оскільки ферменти для гідролізу крохмалю до цукрів синтезуються пліснявими грибами і бактеріями, а перетворення цукрів у спирт - дріжджами, технологія спирту нерозривно зв'язана з технічною мікробіологією. Внаслідок спиртового бродіння утворюються його головні продукти - етиловий спирт і діоксид вуглецю, а також супутні їм леткі і нелеткі домішки - гліцерин, альдегіди, кислоти, складні естери, вищі спирти та ін. Тому, коли отримують товарний продукт - ректифікований етиловий спирт під час перегонки бражки і ректифікації спирту із нього максимально видаляють домішки спирту.

Ректифікований етиловий спирт виробляють різних сортів, якість яких оцінюють за вимогами ДСТУ 4221:2003 (табл. 13).

Ректифікований етиловий спирт знаходить широке застосування у суспільному господарстві. Харчова промисловість - його основний споживач: спирт використовують при виготовленні лікєро-горілочаних та плодово-ягідних напоїв, для кріплення виноматеріалів і купажування виноградних вин, у виробництві оцту, харчових ароматизаторів і парфюмерно-косметичних виробів. У мікробіологічній і медичній промисловості спирт потрібний для осадження ферментних препаратів із культуральної рідини або екстракту із поверхневої культури, для одержання вітамінів та інших препаратів і ліків; також етиловий спирт використовують як дезінфікуючий засіб і як речовину, що запобігає інфікуванню.

Таблиця 13

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості ректифікованого етилового спирту

Найменування показника	Норма для спирту			
	пшенична сльоза	люкс	екстра	вищої очистки
Зовнішній вигляд	прозора безбарвна рідина без сторонніх часток			

Смак і запах	Характерні для кожного виду етилового спирту, виробленого із відповідної сировини, без присмаку і запаху сторонніх речовин			
	96,3	96,3	96,3	96,0
Об'ємна частка етилового спирту за температури 20 ⁰ С, % не менше	Витримує			
Проба на чистоту з сірчаною кислотою	23	22	20	15
Проба на окислювальність, при 20 ⁰ С, хв, не менше	2,0	2,0	2,0	4,0
Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	2,0	2,0	3,0	4,0
Масова концентрація сивушного масла в перерахунку на суміш ізоамілового і ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	1,5	2,0	3,0	5,0
Масова концентрація естерів в перерахунку на оцтовоетиловий естер в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	0,005	0,01	0,02	0,03
Об'ємна доля метилового спирту в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	8,0	8,0	12,0	15,0
Об'ємна частка метилового спирту в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	12,0	18,0	25,0	30,0
Масова концентрація вільних кислот (без CO ₂) в перерахунку на оцтову кислоту, в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	Витримує			
Масова концентрація органічних речовин, що омилюються, в перерахунку на оцтовоетиловий естер, в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше				
Проба на фурфурол				

Невелику кількість спирту використовують у хімічній, машинобудівній, автомобільній та інших галузях промисловості, а також у ветеринарії і фармакопеї.

Окрім ректифікованого та технічних сортів спирту під час ректифікації також одержують інші товарні продукти: головну фракцію етилового спирту (ГФ), сивушне масло. ГФ у суміші з бензином цілком може бути використана як добавка до палива для автомобілів. Із неї одержують також чисті альдегіди, органічні кислоти та складні естери, як сировину для хімічної промисловості.

Сивушне масло використовують, в основному, як сировину для одержання чистих вищих спиртів (амілового, бутилового, пропілового), які застосовують в органічному синтезі, при виготовленні медичних препаратів і

ароматичних речовин, як розчинники в лакофарбовій промисловості, як екстрагенти, флотареагенти та поверхнево-активні речовини.

Діоксид вуглецю, який утворюється при спиртовому бродінні, вловлюють, очищують від домішок і перетворюють в рідкий або твердий продукт («сухий лід»). Із мелясної бражки у двопродуктовій схемі, крім спирту і діоксиду вуглецю, виділяють хлібопекарські дріжджі.

Барда - залишок після відгонки спирту із бражки. Зерно-картопляна барда містить усі складові компоненти вихідної сировини, за винятком крохмалю. Невелика кількість азотистих речовин солоду і сировини витрачається на живлення дріжджів, які синтезують повноцінні білки, вітаміни і інші біологічно важливі речовини. Тому нативна зерно-картопляна барда - чудовий корм для тварин. У цілях збереження її складу при короткочасному літньому зберіганні на деяких заводах рідку барду використовують для вирощування кормових дріжджів, концентрують і сушать.

Мелясна барда, на жаль, по сьогодні вважається відходом, що забруднює природу, її скидають на поля фільтрації, під які використовують родючі землі, крім цього, забруднюється повітряний басейн. На деяких заводах на барді вирощують кормові дріжджі, але натомість одержують у такому ж об'ємі вторинну (післядріжджову) барду або виробляють кормовий концентрат вітаміну В12 (культивуванням метанових бактерій). Хоч у мелясній барді міститься багато гліцерину, глютамінової кислоти, бетаїну, калійних солей та інших, але вилучають їх у дуже незначних кількостях.

2. Сировина, основні та допоміжні матеріали спиртового виробництва

Сировина, яку використовують для одержання спирту, повинна щорічно відтворюватися у кількості, достатній для промислової переробки, містити високу концентрацію крохмалю чи цукру і добре зберігатися, що забезпечуватиме економічну доцільність виробництва. Це картопля, зернові культури, цукрові буряк і тростина, різні види меляси. Найкращим технологічним вимогам спиртового виробництва відповідає рослинна сировина - картопля. Із картоплі одержують в 3-4 рази більше крохмалю, ніж із зернових культур. Але в останні роки картопля в Україні на виробництво спирту не використовується в зв'язку з низькими об'ємами її вирощування, значними втратами під час зберігання і застосування виключно на харчові потреби.

У спирт переробляють будь-яке зерно, і в тому числі й не придатне для харчових і кормових цілей. Кращою зерновою культурою для виробництва спирту є кукурудза, врожайність якої в 2-3 рази вища врожайності інших зернових культур. Крім кукурудзи, на спирт переробляють жито, пшеницю, ячмінь, овес, тритікале та ін.

У спиртовій промисловості як сировина використовується також відхід цукрової галузі - меляса.

Враховуючи те, що для виробництва спирту використовується велика кількість різних видів сировини, для отримання порівняльних даних щодо ефективності її використання в спиртовій промисловості використовують узагальнену речовину **умовний крохмаль**, за який прийнятий крохмаль картоплі. Крохмаль зернових культур, зброджувани речовини цукрового буряку і меляси перераховують на умовний крохмаль з використанням спеціальних коефіцієнтів. Так, коефіцієнт перерахунку крохмалю кукурудзи і пшениці на умовний - 0,985, жита - 0,973, проса - 0,982, ячменю - 0,965, цукрового буряку за сахарозою - 0,891, зброджувальних речовин меляси цукрового виробництва - 0,95.

Вода, що використовується для технологічних цілей, входить до складу напівпродуктів спиртового виробництва, і тому її хімічний склад суттєво впливає на протікання технологічних процесів та якість продукції.

Для технологічних потреб використовують артезіанську воду або із міської водопровідної мережі, а для технічних цілей - воду з відкритих джерел водо-постачання (річок, ставків).

Для приготування суслу використовується технологічна вода з температурою не більше 50°C, рН 4,5-5,5 і жорсткістю не більше 12 ммоль/дм³. Не допускається наявність в ній солей важких металів: ртуті, свинцю, барію та ін. Вода не повинна містити аміаку не більше 200 мг/дм³, сульфатів, хлоридів, двовуглекислих солей - не більше 300-400 мг/дм³, нітратів, силікатів - не більше 200 мг/дм³ при загальному вмісті твердого залишку - не більше 1000 мг/дм³.

Оцукрюючі матеріали. У виробництві спирту із крохмалевмісної сировини обов'язково використовують оцукрюючі матеріали, які містять, як правило, комплекс ферментів для гідролізу наявних високомолекулярних речовин, що не засвоюються безпосередньо дріжджами: крохмалю, білків, пектинових речовин, пентозанів, целюлози та ін. Як оцукрюючі матеріали, донедавна, на підприємствах спиртової промисловості використовували суміш солодів, яку успішно замінили концентровані ферментні препарати мікробного походження і їх суміші. Проте на сьогодні спиртова промисловість, ще не повністю відмовилась від використання солоду. На деяких підприємствах частину оцукрюючого матеріалу вносять у вигляді солодового молока, а іншу - у вигляді розчинів концентрованих ферментних препаратів.

У разі застосування солоду використовують його суміш одна частина якої (70-75 %) становить солод із пшениці, жита або ячменя, багатий на α - і γ -амілази, які гідролізують крохмаль до декстринів і невеликої кількості зброджуваних мальтози і глюкози. Інша частина (30-25 %) - це солод із проса

або вівса, багатий на декстриназу, який гідролізує декстрини до зброджуваних вуглеводів.

Виробництво і використання солоду має ряд суттєвих недоліків: для його виробництва необхідне зерно злакових високої якості (ячменю, проса, вівса) в значних кількостях - до 14% по масі крохмалю; частина крохмалю солоду у виробництві спирту не оцукрюється і складає втрати; солод не має необхідного для спиртового виробництва комплексу гідролітичних ферментів; виробництво солоду дуже трудомісткий процес; тривалість зберігання свіжопорослого солоду обмежена, а сухий солод в нашій країні не використовують у виробництві спирту.

ФП порівняно із солодом мають ряд переваг, які зумовлюють їх широке використання: висока концентрація й активність, рідкий стан, відсутність завислих частинок, легкість дозування; високий ступінь мікробіологічної чистоти; тривалий термін зберігання без втрат активності в широкому інтервалі температур; незначні питомі витрати на одиницю крохмалю та невеликі транспортні витрати; термостабільність та можливість використання в різних варіантах технологічного процесу; можливість об'єднати розварювання сировини, розрідження і оцукрення крохмалю та збродження сусла.

Концентровані ферментні препарати (КФП) відрізняються від солоду оптимумом дії ферментів, які входять до їх складу. Тому використання КФП потребує корегування технологічного режиму в кожному конкретному випадку в залежності від особливостей технології та обладнання підприємства.

ФП для спиртової промисловості поділяються на три основні групи за специфічністю їх дії на різні високомолекулярні полімери зернової сировини: ферментні препарати *амілолітичної* дії для гідролізу крохмалю; ферментні препарати *протеолітичної* дії, що гідролізують білкові полімери зерна; ферментні препарати *целюлолітичної* дії, що гідролізують некрохмальні полісахариди зерна.

ФП з термостабільною d-амілазою типу Termamyl 120L, Termamyl SC та ін. використовують під час термоферментативної обробки сировини для зниження її густини внаслідок розрідження крохмального клейстеру. Для оцукрення використовують ферментні препарати з високою глюкоамілозною активністю, що забезпечує наявність в середовищі великою кількості глюкози. Це, зокрема, препарати San-Super 240L, BAN та ін. На жаль, основними постачальниками концентрованих ферментних препаратів є закордонні фірми такі, як Novo Nordiks, Doller та ін.

Всі КФП використовують у вигляді водних розчинів, які готують у співвідношенні 1:10. Враховуючи гарантії виробників щодо стабільності показників якості дозування ФП з термостабільною d-амілазою знаходиться в

межах 300-500 см³ на 1 т умовного крохмалю, а оцукрюючих - 800-1500 см³ на 1 т умовного крохмалю. Хоча більш правильним є їх дозування за одиницями активності.

3. Технологія виробництва спирту із крохмалевмісної сировини та характеристика основних технологічних процесів

Технологія виробництва спирту із крохмалевмісної сировини включає такі операції.

Приймання сировини

Суворо визначених вимог до якості виробничого зерна, яке переробляється у спиртовій промисловості, не встановлено. Бажано, щоб зерно було здоровим, з високою крохмалистістю, вологістю від 14 до 17 %, в залежності від культури, і з невеликою засміченістю. Але інколи спиртові заводи переробляють дефектне зерно.

Розрізняють чотири ступені дефектності зерна: перша - зерно з солодовим запахом; друга - зерно з плісняво-затхлим запахом; третя - зерно з гнилісно-затхлим запахом; четверта - зерно, яке знаходилось у стані сильного самозігрівання, з оболонкою бурого або чорного кольору.

На спиртові заводи приймають також недозріле зерно, зерно, яке підлягло дії морозу або суховію, підгоріле, дуже вологе, а також те, що перезимувало в полі під снігом.

На спиртові заводи зерно поступає від заготівельних організацій, фермерських господарств та інших організацій на основі договорів. Якість зерна, яке іде безпосередньо на виробництво спирту, не регламентується. Попередньо здорове зерно оцінюють органолептично. При прийманні звертають увагу на натуру зерна, яка повинна знаходитись в межах: у кукурудзи 680-820, жита 680-750, пшениці 730-840, ячменю 580-700, вівса 400-450, проса 680-780 г/дм³.

Зерно перевозять насипом у критих чотирьохосних залізничних вагонах і на автосамоскидах. Основну масу його доставляють по залізничній дорозі на спиртові заводи, які мають залізничну гілку, безпосередньо до заводських складів, на інші заводи - на пристанційні зернові склади. З пристанційних складів після короточасного зберігання зерно передається до заводських складів автотранспортом. Із вагонів чи автомашин зерно вивантажують механічними лопатами. Авторозвантажувачами і автоперекидачами зерно вивантажують у бункер, з якого воно подається норією чи пневмотранспортом у повітряно-ситовий сепаратор, а потім - на стрічковий транспортер, що розподіляє зерно по складу. Меляса надходить на завод у залізничних цистернах

вантажопідйомністю від 15 до 120 т, автоцистернах. Тара повинна бути чистою, без стороннього запаху. Цистерни повинні мати нижні зливні пристрої. Кожна цистерна супроводжується накладною і доданим до неї сертифікатом, у якому зазначається маса меляси та вміст сухих речовин.

Меляса із цистерн зливається самопливом у розташовані нижче приймальні збірники - сталеві резервуари прямокутної форми, об'єм яких повинен бути розрахований на добову роботу заводу. З приймальних збірників мелясу насосом перекачують у резервуари для зберігання. У холодну пору року мелясу у цистернах підігрівають парою за допомогою шланга з насадкою або барботеру. Деякі цистерни обладнані стаціонарними змійовиками.

Очищення сировини

Усі види зерна, яке надходить у виробництво, очищають від пилу, землі, каміння, металевих предметів (шматочків дроту, цвяхів, гайок) та ін. Домішки засмічують, викликають швидке зношення і навіть пошкодження обладнання, порушують нормальне протікання технологічних процесів, тому їх видаляють. Зерно, яке призначене для приготування солоду, звільняють від зіпсованих зерен, їх половинок та насіння бур'янів. Домішки, які відрізняються від зерна даної культури товщиною або шириною і аеродинамічними властивостями, відокремлюють на повітряно-ситовому сепараторі. У очищеному зерні вміст домішок повинен бути не більше 1 %. Дрібні феромагнітні домішки, які містяться у зерні після очистки у повітряно-ситових сепараторах, відокремлюють з допомогою магнітних сепараторів. Сепаратори з постійним магнітом вмонтовуються у дно похилого жолобу, по якому рухається зернова маса. Більш досконалі є електромагнітні сепаратори з постійним магнітним полем. Вони складаються із циліндричного барабану, який виготовлений з немагнітного матеріалу, і розташованого всередині нього електромагніту, що утворює магнітне поле.

Подрібнення зерна

Підготовка крохмалевмісної сировини до зброджування в етиловий спирт складається із таких технологічних стадій: подрібнення сировини, змішування помелу з водою (приготування замісу), попередній підігрів замісу, термоферментативна обробка сировини, оцукрювання розвареної маси, охолодження її.

При високотемпературному розварюванні зерна при температурах 120-160° С прохід помелу крізь сито з отворами діаметром 1 мм повинен бути 100 %. А при низькотемпературному розварюванні температурах 85-95° С помел повинен бути понадтонким, тобто прохід крізь сито з отворами діаметром 0,25 мм повинен становити 100 %.

Руйнування клітинної структури сировини досягають подрібненням її на

дробарках і спеціальних машинах з наступною водно-тепловою обробкою замісів із помелу сировини. Високодисперсні (ВД) помели зерна, одержані з використанням дезинтеграторів, шарових дробарок, корундових, струменевих та інших машин, мають не тільки зруйновану структуру зерна, клітин і крохмальних зерен, але також містять механодеструктуровані полімери - крохмаль, білки та ін., що дозволяє проводити їх водно-теплову обробку при температурах не вище 100° С. У результаті використання ВД помелів зерна зменшуються втрати зброджуваних речовин під час розварювання і зменшуються витрати теплової енергії.

Зернові культури подрібнюють механічним способом з використанням молоткових дробарок різних конструкцій або валкових станків. Найбільш поширені молоткові дробарки типу ДМ, ДДМ, А1 -ДДМ або валкові станки типу ЗМ, ЕМ-200-100.

На деяких заводах для одержання більш високодисперсного і рівномірного помелу використовують спосіб подрібнення зерна в дві стадії. На першій стадії зерно подрібнюють на молотковій дробарці, одержаний помел пневмотранспортом або системою механічних транспортерів спрямовують на розділювач з ситами для одержання двох фракцій помелу з різними розмірами частинок, наприклад, більше 1 мм і менше 1 мм. На другій стадії крупну фракцію помелу подають на повторне подрібнення на валкових станках. Але в цьому випадку значно ускладнюється технологічна схема цієї ділянки виробництва.

Приготування замісу

Для отримання замісу помел зерна змішують з водою у співвідношенні 2,5-3,0 дм³ на 1 кг помелу. Кількість води змінюють залежно від крохмалистості і вологості зерна таким чином, щоб концентрація суслу була 18-24 % СР за цукроміром.

Температуру замісу регулюють у залежності від дисперсності помелу зерна. Для замісів із грубого помелу вона повинна бути 40-45° С.

Оптимальні температури для приготування замісів із ВД помелів зерна пшениці, ячменю і жита - 60° С, сорго - 70° С, кукурудзи - 80° С. Найбільша кількість розчинних вуглеводів накопичується в замісах, приготовлених при температурі 60-65 °С. Для приготування замісу використовують воду від дефлегматорів брагоректифікаційної установки. Підігрівають заміс вторинною парою.

Для зменшення витрат води та покращання фізико-хімічного складу замісу в останні роки до 50 % води замінюють фільтратом барди. Окрім того, в заміс задається до 30 % розрахункової кількості розріджуючого термостабільного ферментного препарату з а-амілазною активністю для

зменшення його густини.

Термоферментативна обробка замісів

Основною метою термоферментативної обробки замісів - є підготовка до оцукрювання крохмалю амілолітичними ферментами солоду або ферментних препаратів. Оцукрення найбільш активно і повно проходить тоді, коли крохмаль доступний для їх дії (незахищений клітинними стінками), оклейстерезований і розчинений, що можна досягти такими способами: розварюванням - тепловою обробкою сировини при підвищеному тиску і температурах 85-170° С, понадтонким подрібненням сировини на спеціальних машинах і механічним подрібненням сировини до визначених розмірів часток і наступним розварюванням під тиском або без тиску (комбінований спосіб).

В процесі обробки зерна відбуваються значні структурно-механічні зміни сировини і хімічні перетворення речовин, що входять до їх складу.

До недавнього часу на спиртових заводах України використовували, головним чином, високотемпературні безперервнодіючі Мічурінську або Мироцьку схеми або їх різновиди розварювання замісів в апаратах колонного або трубчатого типів при температурах 120-160° С. Але в сучасних вимогах застосовують виключно низькотемпературні схеми термоферментативної обробки замісів при температурах 85-95° С.

Отже, сучасна технологія термоферментативної обробки замісів передбачає наступні технологічні операції. Під час приготування зернових замісів з високим ступенем подрібнення зерна та використанням гарячої води утворюються грудки борошна. В більшій мірі це відбувається при приготуванні замісів з високим вмістом сухих речовин при гідромодулі 1:2,5-1:3,0. При утворенні грудок погіршуються умови водно-теплової обробки сировини, збільшуються втрати крохмалю. На стадії ферментативного гідролізу ускладнюється доступ ферментів до біополімерів сировини, уповільнюється спиртове бродіння, підвищується кислотність бражки, збільшується концентрація летких органічних домішок спирту, зменшується концентрація спирту, що, в свою чергу, вимагає збільшення витрати грючої пари на ректифікацію спирту.

Для забезпечення однорідності замісу та для запобігання утворенню грудок необхідно передбачити гомогенізацію крупки та гарячої води до їх надходження в змішувач. Для цього використовують насос-змішувач, який іноді називають «дезмембратор» або деземульгатор, але більш правильна назва цього апарату - гомогенізатор. Однак в таких апаратах не завжди відбувається глибоке диспергування подрібненого зерна та води. Більш ефективно ця проблема вирішується при застосуванні проточних диспергаторів різних типів, в тому числі ротаційно-пульсаційні апарати (РПА), різних кавітаційних

пристроїв та віброкавітаційних млинів, які забезпечують подрібнення, гомогенізацію та перекачку.

Далі заміс підігрівається в контактній головці або у спіральному теплообміннику до температури 85-95° С і подається в апарати термоферментативної обробки (АТФО), в яких він обробляється 90-120 хв., поступово перетікаючи із одного в інший. При цьому у АТФО задається залишок термостабільного ферментного препарату (70 %) і проводиться постійне перемішування замісу для контакту з ферментом.

Оцукрення розвареної маси

Мета оцукрювання розвареної маси крохмалевмісної сировини - гідроліз крохмалю, білків та інших високомолекулярних сполук охолодженої розвареної маси ферментами солоду або ферментних препаратів мікробного походження.

Основним й найбільш важливим процесом при цьому є ферментативний гідроліз крохмалю до зброджуваних цукрів, тому процес і називають оцукренням. В результаті оцукрення розвареної маси отримують напівпродукт - сусло спиртового виробництва .

Характерною особливістю оцукрення у виробництві спирту є те, що вплив ферментів на складові речовини сировини здійснюється на декількох технологічних стадіях: стадії приготування замісу та термічної обробки термостабільними ферментними препаратами при температурі 85-95° С, спеціальній стадії оцукрення крохмалю при оптимальній температурі для дії амілолітичних ферментів (55-58° С) і на стадії бродіння, де створюються умови, оптимальні для життєдіяльності дріжджів (28-34° С).

Під час оцукрення розвареної маси під дією протеолітичних ферментів із білків утворюються амінокислоти, пептони і поліпептиди.

Після термічної обробки заміс подають на оцукрювання, яке складається із таких операцій: охолодження розвареної маси до відповідної температури (57-60° С); змішування розвареної маси з ферментними препаратами (або солодовим молоком); оцукрювання крохмалю; охолодження сусла до початкової температури його бродіння; перекачування сусла в бродильне і дріжджове відділення заводу.

В цьому випадку оцукрювання проводять безперервним способом з вакуум-охолодженням розвареної маси на спеціальній виробничій ділянці. Охолодження замісу здійснюють у окремо змонтованій вакуум-випарній камері, в якій підтримують розрідження на рівні 80-82 кПа. Завдяки чому температура замісу знижується до 60-62° С. Після змішування з оцукрюючим матеріалом в оцукрювачі температура маси знижується до оптимальної величини - 57-58° С.

У зв'язку з використанням термотолерантних дріжджів поширюється спосіб оцукрення охолодженої до 37-39° С розвареної маси безпосередньо в бродильних апаратах. Для цього проводять двохстадійне охолодження замісу. Спочатку до температури 60-70° С у спіральних або пластинчастих теплообмінниках, використовуючи як холодильний агент зрілу бражку із бродильного апарату, яка після нагрівання подається на бражну колону брагоректифікаційної установки. Тим самим зменшуються витрати пари на процес брагоректифікації.

На другій стадії заміс охолоджується в теплообміннику «труба в трубі» або кожухотрубному до температури оцукрення і бродіння.

Культивування дріжджів

Виробничими дріжджами спиртового виробництва називають зброжене сусло для дріжджів, масова частка сухих речовин у якому зменшилася до 1/3-1/2 від початкової, з вирощеними дріжджами концентрацією від 180 до 200 млн. клітин в 1 см³.

Виробничі дріжджі, вирощені на підкисленому сірчаною кислотою суслі, називають *сірчаноокислими* дріжджами, а вирощені на підкисленому молочною кислотою суслі - *молочноокислими* дріжджами.

Засівні дріжджі - природно чиста культура дріжджів, вирощена на стерильному суслі і призначена для подальшого розмноження.

Для зброджування сусла спиртового виробництва використовують дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси XII, XII-Т, К-81 та *Shizosaccharomyces pombe* 80. Ці дріжджі осмофільні, стійкі до спирту і можуть накопичувати до 12-13 % об. спирту.

Використання термотолерантних дріжджів дозволяє на 30 % зменшити витрати води на охолодження бражки і підвищити вихід спирту внаслідок більш повного виброджування вуглеводів і меншого накопичення альдегідів (на 2025 %) і гліцерину (на 40-45 %) порівняно з расою XII.

Розводять чисту культуру дріжджів шляхом послідовного пересіву в стерильних умовах з доведенням об'єму середовища до виробничої дріжджанки. Пересів проводять в окремому чистому приміщенні.

Зрілі дріжджі, які одержані в процесі розведення чистої культури, повинні містити глікоген, до 5 % клітин, які брунькуються, не більше 1 % мертвих клітин при повній відсутності контамінуючих мікроорганізмів.

Існують періодичний, напівбезперервний і безперервний способи культивування дріжджів.

Більш поширеним є періодичне культивування, суть якого полягає в тому, що всі технологічні операції проводять послідовно в одному апараті -

дріжджанці. Її об'єм складає 8-10 % від місткості бродильного апарата. Дріжджанки мають поверхню охолодження у вигляді змієвиків або охолоджуючої оболонки і пропелерну мішалку.

У дріжджовому відділенні доцільно встановити апарат для приготування дріжджового сусла, об'єм якого в 2 рази більший дріжджанки, а також один збірник для короткочасного зберігання засівних дріжджів, які відбирають із дріжджанки. Об'єм збірника біля 10 % від місткості дріжджанки.

У підготовлену (вимиту, простерилізовану і охолоджену) дріжджанку набирають сусло з оцукрювача при температурі 57-58° С концентрацією 17-18 % сухих речовин, пастеризують при 80-85° С протягом 30 хв., охолоджують до температури 50° С і підкисляють сірчаною кислотою до рН 3,9-4,1. Сусло після охолодження до температури 30° С засівають дріжджами в кількості 8-10 % від його об'єму, охолоджують до температури «складки» (для дріжджів раси XII - 18-22° С, для термотолерантних дріжджів - 28-30° С) і залишають на бродіння, не допускаючи підвищення температури понад 30° С для раси XII і 35-36° С для дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* К-81. Мета початкового зниження температури до 18-22° С - пригнічення сторонніх мікроорганізмів, поки концентрація дріжджових клітин у суслі невелика. Підготовку сусла для дріжджів доцільно проводити в окремо встановленому для цього апараті.

При видимій концентрації сухих речовин виробничих дріжджів 1/2-1/3 від початкової концентрації сусла, дріжджі вважають дозрілими. Від них відбирають засівні дріжджі в збірник для їх зберігання, або в чергову підготовлену дріжджанку в кількості 8-10 % для їх подальшого вирощування, а дріжджі, що залишились, передають у бродильний апарат. Якщо використання дріжджів затримується, то для збереження високої бродильної активності їх охолоджують.

Зброджування сусла

Сусло, окрім тієї частини, що йде на приготування дріжджів, перекачують у бродильні апарати, і цукор сусла зброджують дріжджами у спирт. При зброджуванні сусла з крохмалевмісної сировини відбувається також дооцукровування декстринів. Сусло, що бродить називають бражкою, а зброджене сусло - зрілою бражкою.

Розрізняють три періоди бродіння: розброджування, головне бродіння і доброджування. В умовах спиртових заводів розброджування не так помітне, тому що використовують значну кількість засівних дріжджів.

Для зброджування сусла із крохмалевмісної сировини характерний довгий період доброджування. У суслі з усього крохмалю (100 %) біля 4-6 % знаходиться у вигляді нерозчиненого, 75-77 % - перетвореного у мальтозу та глюкозу, біля 19%- перетвореного у декстрини. Швидкість доброджування

визначається головним чином активністю декстринази чи глюкоамілази.

На спиртових заводах України застосовують періодичний спосіб зброджування сусла з крохмалевмісної сировини. Відомі й інші способи зброджування цього середовища - безперервно-проточний, проточно-рециркуляційний і циклічний, які з ряду принципових причин (основні - небезпека розвитку сторонньої мікрофлори та закисання бражки, зниження виходу спирту) поки що не знайшли широкого впровадження у виробництво.

При періодичному способі всі операції від початку до кінця проводять у одному апараті. Виробничі дріжджі вносять у бродильний апарат, який потім поступово заповнюють суслom. Кількість виробничих дріжджів становить 8-10 % від об'єму сусла, яке зброджують.

Тривалість наповнення одного бродильного апарата не повинна перевищувати 8 год. Нормальна тривалість бродіння 72 год., а завдяки використанню сучасних способів попередньої підготовки сусла вона може бути скорочена до 60-62 год. Температура бродіння залежить від штаму використаних дріжджів і може підтримуватись в межах 28-35° С.

Бродіння вважають, закінченим, коли вміст незброджених цукрів (головним чином, редукуючих речовин) у бражці досягає 0,2-0,3 г/100 см³, а видимий вміст сухих речовин не змінюється протягом останніх 2-3 год. Відсутність йодкрохмальної реакції зрілої бражки свідчить про повне оцукрювання розчиненого крохмалю.

Технологічні показники зрілої бражки характеризують не тільки роботу дріжджебродильного відділення, але і всіх попередніх технологічних операцій. Тому, помилки в технології, допущені на попередніх ділянках виробництва, виявляються в показниках зрілої бражки. Найбільш важливі з них міцність бражки 9-14 % об., вміст сухих речовин 3,0-10,0 г/100 см³, нерозчиненого крохмалю 0,05-0,10 г/100 см³, біомаси дріжджів 18-22 г/дм³, наростання кислотності - не більше 0,2°Т. Для зменшення втрат спирту під час бродіння бродильні апарати з'єднуються із спиртовловлювачем, в який на зустріч газам бродіння надходить вода, яка розчинає в собі наявний спирт. Водно-спиртова рідина міцністю 0,55,0 % об. залежно від типу спиртовловлювача в подальшому об'єднується із зрілою бражкою.

Виділення спирту із бражки та його ректифікація

На перегонку і ректифікацію спирту подається *зріла бражка*, яка складається з води (82-90 % мас.), сухих речовин (4-10 % мас.) та етилового спирту із супутніми леткими домішками (6-10 % мас. або 9-14 % об). У бражці міститься також 1,0-1,5 г/дм діоксиду вуглецю, її кислотність 0,5°, рН 4,5-5,2.

Сухі речовини бражки містять як дріжджі і дробину, так і розчинні у

водно-спиртовій суміші органічні та неорганічні речовини (декстрини, незброжені цукри, білки, кислоти, мінеральні речовини та ін.). Найбільший загальний вміст сухих речовин у мелясній бражці - 8-10 %, у зерновій - 5-7, у картопляній - 3-4 %.

Леткі домішки спирту характеризуються великою різноманітністю (70 видів) і становлять 0,6 % від кількості етилового спирту. Вони поділяються на чотири групи: спирти, альдегіди, кислоти та естери. Окремо виділена група азотистих (аміак, аміни, амінокислоти) та сірковмісних речовин (сірководень, сульфокислоти та ін.).

Склад і вміст летких домішок залежать від виду та якості сировини, прийнятих технологічних режимів його переробки. Домішки частково переходять із сировини, води, допоміжних матеріалів, частково утворюються в процесі приготування сусла, однак більша їх частина з'являється в процесі бродіння.

Більше всього домішок (0,35-0,45 % до кількості етилового спирту) припадає на частку спиртів - метилового, пропілового, ізобутилового, ізоамілового. Останні три спирти складають основу сивушного масла (звичайно 0,3-0,45 % до кількості етилового спирту в бражці). Метиловий спирт міститься у зерно-картопляній і мелясній бражці - не більше 0,2 % до кількості етилового спирту.

З альдегідів у спирті найбільше оцтового. У мелясній бражці альдегідів багато (біля 0,05 % до кількості етилового спирту), що в 10-50 разів більше, ніж у зерно-картопляній бражці. Вміст альдегідів у бражці різко зростає при посиленому аеруванні сусла в процесі дріжджегенерації.

Виділення спирту із бражки та його очищення відбувається внаслідок перегонки й ректифікації. Під *перегонкою* розуміють розділення суміші летких речовин, що мають різну температуру кипіння, на окремі компоненти або фракції шляхом часткового випаровування та наступної конденсації пари. В процесі перегонки пара збагачується легколеткими компонентами (ЛЛК), а рідина збагачується важколеткими компонентами (ВЛК). *Ректифікація* - складна багаторазова перегонка в протиточному потоці рідини і пари. В результаті тепло-масообміну між компонентами на контактних пристроях (тарілках) пара, що піднімається вгору по ректифікаційній колоні, збагачується спиртом, а рідина, що опускається донизу, збіднюється.

Леткість окремих компонентів бінарної суміші характеризують *коефіцієнтом випаровування* $K=U/X$ - відношенням концентрації даної речовини у паровій фазі U до концентрації її у рідкій фазі X при умові, що розглянуті фази бінарної суміші знаходяться у рівноважному стані.

Летка частина бражки складається в основному з води і етанолу, тому в

процесі виділення спирту бражку розглядають як бінарну суміш етанолу і води. У верхній частині рис. 5.2 лінія 1 зображає залежність рівноважного складу пари Y від складу рідини X при температурі кипіння й атмосферному тиску для суміші етанол-вода. Ця лінія визначає значення коефіцієнтів випаровування етилового спирту $K_{ec} = Y/X$ із водно-спиртової суміші. При малих концентраціях спирту в суміші значення K_{ec} максимальні (біля 13), при великих - мінімальні (біля 1).

Залежність рівноважного складу парової фази від складу рідини визначається законом, який стверджує, що пара, яка знаходиться у рівновазі з розчином, завжди містить у надлишку той компонент, додавання якого до розчину знижує температуру кипіння, інакше кажучи, пара збагачується тим компонентом, додавання якого до рідини підвищує загальний тиск пари над нею.

Якщо ж потрібно одержати етанол більш високої концентрації, необхідно зменшити тиск, тоді азеотропна точка зсунеться праворуч. Цим прийомом іноді користуються у практиці одержання абсолютного спирту. При наявності сухих речовин у водно-спиртових розчинах збільшується концентрація спирту у парі порівняно з концентрацією його в парі над чистим водно-спиртовим розчином. Однак це збільшення невелике, і в практичних розрахунках процесу ректифікації при виділенні спирту з бражки його звичайно не враховують.

Під час очистки спирту від супутніх летких домішок доводиться піддавати розділенню багатоконпонентну суміш.

Для оцінки леткості домішок у порівнянні з леткістю етилового спирту введено поняття "коефіцієнт ректифікації" домішок. Коефіцієнт ректифікації показує, на скільки збільшується або зменшується вміст у парі домішки по відношенню до етанолу.

Коефіцієнти випаровування і ректифікації домішок залежать від концентрації етанолу у водному розчині, з якого виділяють домішки. Через те, що в спирті-сирці (не очищеному від супутніх домішок) вміст домішок невеликий (звичайно в сумі не більше 0,6 % від кількості етанолу), допускають, що леткість окремих домішок не залежить від наявності у розчині інших домішок.

Усі відомі домішки за леткістю можна згрупувати в чотири види: головні, хвостові, проміжні та кінцеві.

До *головних Домішок* належать ті, які мають більшу леткість, тобто більший коефіцієнт випаровування, ніж етиловий спирт, при всіх концентраціях його у розчині. Для них завжди $K' > 1$.

Спирто-водяна суміш у даному випадку виступає у ролі ВЛК. Основні представники головних домішок - оцтовий і масляний альдегіди, акролеїн,

мурашино-етиловий, оцтовометиловий, оцтовоетиловий, діетиловий естери та ін.

Леткість *хвостових Домішок* завжди менша леткості спирту ($K' < 1$), тому хвостові домішки у суміші із спирто-водяною рідиною можуть розглядатися як ВЛК. Вони будуть виходити в залишок. Типовими хвостовими домішками є, наприклад, оцтова кислота і фурфурол.

Проміжні Домішки мають подвійні властивості. При високих концентраціях етанолу вони мають характер хвостових домішок ($K' < 1$), а при низьких, навпаки, - характер головних домішок ($K' > 1$). При визначеній концентрації етанолу у водно-спиртових розчинах леткість проміжних домішок дорівнює леткості етанолу ($K'=1$).

Основні представники проміжних домішок - ізоаміловий, ізобутиловий, пропіловий спирти, ізовалеріаноізоаміловий, оцтовоізоаміловий, ізовалеріановий естери.

Для *кінцевих Домішок*, як і для проміжних, характерна леткість у локальних умовах, однак на противагу їм кінцеві домішки мають коефіцієнт ректифікації $K' > 1$ при високих концентраціях спирту і $K' < 1$ при низьких концентраціях. Характерна кінцева домішка - метанол.

Таким чином, *ректифікація* - процес розділення рідких летких сумішей на компоненти або групи компонентів (фракції) шляхом багаторазового двобічного масо- і теплообміну між протитечійно рухомими паровим та рідинним потоками. Необхідна умова ректифікації - різна леткість (пружність пари) окремих компонентів.

В спиртовій промисловості України ректифікований спирт одержують виключно з бражки, що вважається економічно більш доцільним. Одержання ректифікованого спирту безпосередньо з бражки здійснюється на безперервно діючих брагоректифікаційні установки (БРУ), на яких можна виділити спирт з бражки й звільнити його від супутніх летких домішок.

Брагоректифікаційні установки, що призначені для виробництва ректифікованого етилового спирту з бражки, поділяються на три основні групи: установка непрямої дії, прямої та напівпрямої дії. Основою цих установок являються три основні ректифікаційні колони: бражна, епюраційна та спиртова.

Бражна колона застосовується для виділення із бражки спирту, тобто відокремлення легкої частини бражки від нелеткої.

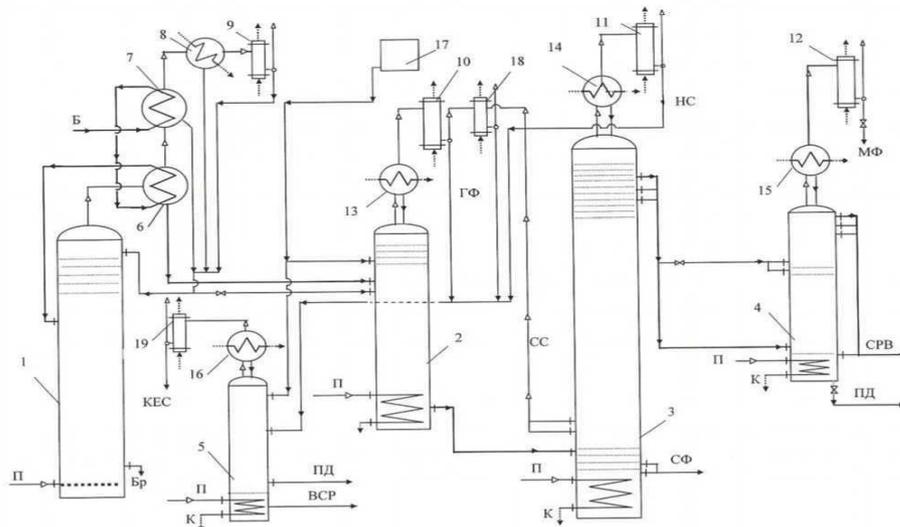
Незалежно від виду колони, апарат має вертикальний корпус циліндричної форми з сферичною кришкою та днищем. Корпус може бути виготовлений зварним або з окремих царг, якщо тиск в апараті не перевищує 1,6 Мпа. У спиртовому виробництві найчастіше використовують колони в царговому виконанні. Діаметр колони складає 400-4000 мм. Всередині корпусу

змонтовані тарілки. Висота колони залежить від кількості тарілок і відстані між ними. При перегонці рідини, що не піниться, мінімальна відстань рекомендується в межах 170-200 мм. З ростом діаметру колони відстань між тарілками збільшується.

Бражна колона має 18-22 одноковпачкових тарілок, вони придатні для перегонки бражки і інших рідин, що містять суспендовані тверді частинки. В брагоректифікаційних установках великою потужністю (3000 дал/доб і більше) монтують частіше сітчасті тарілки. Вона являє собою перфорований металевий диск з отворами діаметром 2-12 мм, які розміщуються на площині тарілки по вершинах рівнобічних трикутників. Тарілки укріплюються горизонтально в колоні. Сітчасті тарілки мають більший вільний переріз (площинна отворів), ніж ковпачкові, тому продуктивність їх по парі на 30-40 % перевищує ковпачкові.

Останнім часом практикують - решітчасті провального типу. Ці конструкції прості, у них більша пропускна спроможність по рідині, ніж в сітчастих, але вони мають вузький діапазон стабільної роботи.

Після конденсації водно-спиртових парів в бражному підігрівачу і конденсаторі отримують *бражний дистилят або спирт-сирець* міцністю 35-55 % об. з усіма леткими домішками спирту, що знаходилися в зрілій бражці. Із нижньої частини колони виводиться вільний від спирту залишок - *барда* з вмістом сухих речовин 3-10 %. в якій містяться усі сухі речовини бражки й залишкова частина води. Вміст спирту - не більше 0,015 % об.



Брагоректифікаційна установка для отримання ректифікованого спирту підвищеної якості

Колони: 1- бражна; 2- епураційна; 3 - спиртова; 4 - кінцевої очистки; 5 - концентрування домішок; 6,7 - бражний підігрівач; 8 - водяна секція бражного підігрівача; 9,10,11,12,19 - конденсатори; 13,14,15,16 - дефлегматори; 17 - збірник води; 18 - конденсатор сивушного спирту

Призначення *епюраційної* колони полягає в тому, щоб із суміші спирту достатньо повно виділити головні домішки і, по можливості, верхніх проміжних і кінцевих домішок та сконцентрувати їх й вивести з колони.

Епюраційна колона має бути оснащена верхнім і нижнім вакуум-переривачами, термометром у кубовій частині колони, термометром на виході холодної води з дефлегматора епюраційної колони, краном для відбору проби епюрату, а також обов'язково конденсатор, дефлегматор, холодильник для охолодження спирту етилового головної фракції та інших продуктів (найчастіше зміювикові і кожухотрубні холодильники); оглядові ліхтарі, насоси, опис яких був зазначений вище. В епюраційній колоні не залежно від продуктивності звичайно розміщують 39-41 багатоковпачкових або клапанних тарілок з міжтарілковою відстанню 170 мм. Живлення вводиться на 20-у, 27-у або 36-у тарілку, рахуючи знизу.

Після конденсації парів із конденсатора виводиться *спирт етиловий головна фракція* міцністю не менше 92 % об. з підвищеним вмістом кислот до 1 г/дм³, естерів до 30 г/дм³, альдегідів 10-35 г/дм³, метанолу - 0,05-6 %.

Із нижньої частини, як живлення для спиртової колони, виходить *епюрат* міцністю 35-45 % об., звільнений від головних домішок.

Ректифікаційна колона (спиртова) призначена для видалення із епюрату спирту, сконцентрувати його, звільнити від хвостових, проміжних і залишку головних домішок.

Спиртова колона має бути оснащена дефлегматорам і конденсатором, в яких проходить конденсація всього парового потоку. Також пробним холодильником, термометрами в кубі колони, в зоні відбору сивушної фракції (8-ма тарілка, рахуючи знизу), на тарілці вводу живлення (16-та тарілка, рахуючи знизу), термометр для визначення температури води, що виходить з дефлегматора спиртової колони, верхнім і нижнім вакуум-переривачами, оглядовими ліхтарями та насосами.

На відміну від інших колон ректифікаційна колона має *відокремлювач для сивушного масла*. Сивушне масло відбирають із спиртової колони разом з водою та етиловим спиртом з 5-11 тарілок (нижні проміжні домішки), рахуючи знизу і вигляді сивушного спирту з 18-23 тарілок (верхні проміжні домішки). Для відокремлення сивушного масла і його промивки використовують масловідокремлювач, який представляє собою циліндричну мідну посудину. Сивушна рідина надходить із холодильника через штуцер в ліхтар, а із нього по трубі надходить в масловідокремлювач. Вода надходить в трубу, по якій стікає сивушна рідина, змішується з нею і утворює емульсію. В масловідокремлювачі відбувається розшарування емульсії. Легке масло спливає вгору і відводиться по трубі. Нижній водно-спиртовий шар через сифон відводиться в колону.

В спиртовій колоні повинно бути 71-74 багатоковпачкові або клапальні тарілки. Введення живлення передбачено на 16-у тарілку знизу колони.

Для збільшення виходу спирту, поліпшення його якості, забезпечення стабільного режиму ректифікації, ректифікаційні установки можуть бути оснащені додатковими колонами: сивушною, розгінною, остаточної очистки.

4. Особливості технології спирту із меляси

Особливості технології виробництва спирту із меляси обумовлені принциповими відмінами у складі сировини. В мелясі на відміну від зерна знаходяться прості вуглеводи - глюкоза, фруктоза, сахароза, рафіноза, кестоза та ін. , що безпосередньо зброджується дріжджами. Тому відпадає необхідність у стадії гідроферментативної обробки меляси.

При переробці у спирт меляси підготовка її зводиться до гомогенізації (усереднення складу), підкислювання, антисептування, внесення поживних речовин для дріжджів і розведення водою. Мелясу, яка сильно інфікована мікроорганізмами, піддають тепловій стерилізації, а при виробництві спиртових дріжджів як хлібопекарських ще і очищують від завислих домішок.

Залежно від способу переробки меляси - одно- чи двопотокового готують мелясне сусло однієї чи двох концентрацій сухих речовин відповідно 22 % чи 12 і 32 % відповідно.

Однопотоковий спосіб використовують на заводах, які виробляють одночасно спирт і хлібопекарські дріжджі. Після зважування всю мелясу підкислюють, антисептують і збагачують поживними речовинами для дріжджів у спеціальному змішувачі, розводять водою до концентрації сухих речовин 35-40 %, очищують від завислих домішок у кларифікаторі і, нарешті, розводять до концентрації 22 %. Підкислення меляси і мелясних розсиропок соляною або сірчаною кислотами проводять не тільки з метою антисептування, а також для створення оптимального для життєдіяльності дріжджів рН середовища. Кислотність меляси в цьому випадку досягається 1,8-2,2°, а суслі після розбавлення його водою вона буде в межах 0,4-0,5°, що відповідає рН 4,8-5,2. Підкислену мелясу витримують протягом 8-24 год. Так само готують дріжджове сусло при двопотоковій схемі.

Використовують також антимікробні препарати некіслотного походження, які повинні мати високу бактерицидну дію, не впливати негативно на життєдіяльність дріжджів і якість спирту, не бути токсичними для тварин. Нормативні витрати антимікробних препаратів (кг на 1000 дал спирту для кожного окремо): хлорного вапна - 11,0, 40 % формаліну - 5,0, сульфону - 2,13. При одержанні хлібопекарських дріжджів виділенням їх з мелясно-спиртової бражки норма витрат хлорного вапна може бути збільшена до 20-25

кг. Хлорне вапно використовують у вигляді водного розчину. Застосовують також сучасні антисептики Полідез, Фріконт, Комаран та ін.

Так як меляса не містить достатньої кількості речовин, необхідних для живлення дріжджів, передбачається її джерелами азотного і фосфорного живлення (карбамід, ортофосфорна кислота і т. п.).

Так само готується дріжджове сусло при двохпотоковій схемі, яка передбачає поділ меляси на дві частини: на одній (12 % СР) вирощують виробничі дріжджі, другу частину без підготовки розбавляють водою до 32-34% СР і це основне сусло змішують в головному апараті з дріжджами. Двохпотокова схема дозволяє використовувати для розведення виробничих дріжджів мелясу кращої якості, зниженням концентрації сусла (12 % СР проти 24 %) створювати більш сприятливі умови для розмноження дріжджів, в результаті відбувається більш повне зброджування цукрів, в зрілій бражці накопичується на 25-30 % менше гліцерину, менше вищих спиртів, альдегідів та тощо. В наслідок цього, підвищується вихід спирту на 1,5 дал з 1 т умовного крохмалю. Але стійкість при зберіганні в дріжджів, одержаних при двохпотоковій схемі нижча.

Розроблений вдосконалений спосіб двохпотокового зброджування, при вирощуванні виробничих дріжджів на 8 % СР суслі та введенні основного сусла концентрацією 43-45 % СР в перші три бродильних апарата. Це дозволяє вести бродіння більш інтенсивно, менше зброджувати сухі речовини меляси, менше накопичувати вторинних та побічних продуктів, але ускладнюється апаратурне рішення, регулювати процес складніше.

Зброджування мелясного сусла з рециркуляцією дріжджів дозволяє зменшити витрати сухих речовин на біосинтез дріжджів та відповідно збільшити вихід спирту, але збільшується ризик інфікування батареї.

Зброджування меляси двома культурами дріжджів дозволяє повністю зброджувати рафінозу, що збільшує вихід спирту. Використання гібриду Г-112 дає можливість одержати хлібопекарські дріжджі з високою мальтажною активністю, а дріжджі раси В в якості підсівної культури доброджують цукрові речовини меляси. Цей метод потребує встановлення двох ліній АЧК та дріжджегенераторів.

Використання високоосмофільних рас дріжджів дозволяє зброджувати мелясне сусло підвищеної концентрації. Технологічний процес заснований на двохпотоковому способі зброджування. На приготування сусла для дріжджів витрачається 45-50 % всієї кількості перероблюваної меляси, так як співвідношення дріжджового та основного сусла становить 3:1. Сусло готують концентрацією 12 % СР з рН 4,1-4,2. Це забезпечить в головному бродильному апараті рН 4,8-5,0. Накопичення біомаси дріжджів в дріжджегенераторах

ведуть до 2224 г/дм³. Бродіння проводиться по двохпоковому способу з частковим внесенням меляси в перші бродильні апарати. Зброджування здійснюється в безперервно-діючій бродильній батареї з восьми-десяти закритих циліндро-конічних апаратів, з'єднаних переточними трубами поперемінно, по дотичній, що забезпечує додаткове перемішування бражки за рахунок енергії струменя. Основне перемішування здійснюється діоксидом вуглецю через барботери. Таке перемішування у порівнянні з механічним дозволяє стримувати розмноження сторонньої мікрофлори, так як діоксид вуглецю, як і етиловий спирт, являються інгібіторами для багатьох мікроорганізмів.

Чиста культура дріжджів розмножується на стерильному мелясному суслі в апаратах чистої культури об'ємом 0,5-1, 3-5, 10-15 м³. Із останнього найбільшого апарата чистої культури її подають в дріжджегенератори 40-80 м³. У дріжджегенераторах дріжджі вирощують при температурі 28-30° С і постійному притоку свіжого сусла та його аерації. Видима концентрація сухих речовин у виробничих дріжджах підтримується в межах 16-17 % при однопотоковому способі і 7-10 % при двохпотоковому, концентрація спирту 3-2,5 об. %, дріжджів - 100-120 млн. клітин/см³ і кислотність повинна бути 0,4-0,7°. Апарати чистої культури і дріжджегенератори оснащені комунікаціями для подачі мелясного сусла, повітря, води і пари.

Отримана зріла бражка міцністю 9-14,5 % об. і вмістом незброженого цукру 0,25-0,4 г/100 см³ та дріжджів 25-40 г/дм³, в яку додають водно-спиртову рідину із спиртовловлювачів, направляється на перегонку в БРУ.

5. Особливості технології біоетанолу

В останні роки промисловість України відчуває гострий дефіцит органічної сировини, до якої належить і спирт етиловий технічний. Будучи одним з найбільших виробників етилового спирту в Східній Європі Україна для технічних потреб виробляє його лише 4-5 % від загальної потужності спиртових заводів, в той час як в індустріально розвинутих державах на технічні потреби, в т. ч. і на виробництво паливного етанолу, витрачається 80-95 % всієї кількості етанолу, що виробляється.

Законом України „Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання виробництва бензинів моторних сумішевих” передбачено поступове нарощування потужностей по виробництву біоетанолу з обов'язковим додаванням його до моторних палив.

На виконання Указу Президента України „Про заходи щодо розвитку виробництва палива з біологічної сировини” були розроблені енерго- та ресурсо-зберігаючі технології виробництва біоетанолу, які дозволяють на 30-40

% зменшити питомі енерговитрати.

Технічний етанол виробляється різними галузями промисловості - гідролізною, сульфітно-гідролізною, хімічною та харчовою.

Україна, як індустріальна держава, потребує великої кількості технічного спирту, який використовується в хімічній, біохімічній, целюлозно-паперовій, текстильній, легкій, металургійній, машино- та приладобудівельній, автотранспортній, оборонній та місцевій промисловості. Загалом, близько 160 виробництв використовують технічний спирт як первинну сировину. Крім того, технічний етанол може бути використаний як моторне паливо - і в чистому виді, і у вигляді добавки до бензину.

В усіх перерахованих вище випадках більш економічно використовувати технічний спирт, а не високоочищений харчовий. Це пов'язано з тим, що сировиною для технічного спирту може бути більш дешеве дефектне зерно, меляса, технічні культури - топінамбур, сорго, тапіока тощо, а також побічні спиртовмісні відходи брагоректифікації та інших виробництв. Значно знижує собівартість технічного спирту те, що в багатьох випадках до нього не висувається жорстких вимог щодо вмісту органічних домішок і води.

Виробничі потужності спиртової галузі України майже в 3 рази перевищують потреби лікєро-горілочаних підприємств. Незважаючи на це для технічних потреб Україна імпортує значну кількість спиртовмісної продукції. В наш час технічний спирт використовується мікробіологічною промисловістю, підприємствами органічного синтезу і багатьма галузями промисловості як розчинник.

У зв'язку з підвищенням цін на нафтопродукти і нафту і виснаженням паливних родовищ технічний етиловий спирт використовується як паливо для двигунів внутрішнього згорання. Він може бути використаний як добавка до бензину в кількості 10-20 %. В цьому випадку технічні сорти спирту етилового отримали загальну назву **біоетанол**.

Добавка етанолу в бензин поліпшує його якість, тобто забезпечує підвищення октанового числа палива, що дає можливість відмовитись від уведення до бензину екологічно шкідливих антидетонаційних присадок (наприклад на основі тетраетилсвинцю). Встановлено, що кожні 3 % добавки етанолу до суміші забезпечують підвищення октанового числа на одиницю. Суміш етанолу з бензином знижує токсичність відпрацьованих газів і витрату пального.

Використання технічного спирту як моторного пального в найближчому майбутньому стане основним чинником споживання етанолу.

Паливний етанол не вимагає його глибокого очищення від домішок, в зв'язку з чим можливе його одержання в одноколонному брагоперегінному

(типу сирцевого) апараті, що дає можливість скоротити питомі витрати пари під час його одержання.

Для одержання паливної суміші “газохолу” (бензин з добавкою до 10 % етанолу) можна використовувати спирт з концентрацією 96 % об. за умови додавання до суміші речовин стабілізаторів. Для одержання паливних сумішей з великим вмістом технічного спирту потрібно його абсолютувати (зневоднити) для запобігання можливого розшарування бензину та спирту. В разі використання як моторного палива чистого технічного спирту його абсолютувати не потрібно.

Біоетанол виробляється з некондиційного зерна, меляси, спиртовмісних побічних продуктів спиртового й виноробного виробництва (головна фракція, сивушний спирт та ін.). Технологія технічного спирту з вуглеводвмісної сировини складається зі звичайних для спиртового виробництва операцій, які проводяться на існуючому технологічному обладнанні. При переході на виробництво біоетанолу досягається зменшення собівартості товарної продукції у порівнянні з харчовим спиртом за рахунок зниження енерговитрат на процес ректифікації та спиртовмісних відходів виробництва.

Для організації виробництва спирту етилового технічного на спиртовому заводі, який виробляє харчовий спирт, необхідна часткова реконструкція брагоректифікаційної установки.

Такий спирт перед відправкою із заводу може піддаватися денатурації шляхом додавання до нього денатуруючих речовин та барвників, які надають стійкого неприємного смаку, запаху і забарвлення.

Таблиця 14

Фізико-хімічні показники біоетанолу за ТУ У 18.510-99

Найменування показників	Характеристика та норма для марок					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Зовнішній вид	Прозора рідина без сторонніх часток					
Колір	Безбарвна рідина		З жовтуватим відтінком	Безбарвний або світло-жовтий		Безбарвна рідина
Запах	Характерний для етилового спирту					
Об'ємна частка етилового спирту, за температури 20 °С, %, не менше	96,0	92,0	96,0	99,0	99,0	99,8
Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий альдегід в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	10	50	500	10	50	10

Масова концентрація естерів, у перерахунку на оцтовоетиловий естер в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	50	200	700	50	200	40
Масова концентрація кислот, у перерахунку на оцтову кислоту в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	20	50	Не норм.	20	50	20
Масова концентрація сивушного масла, у перерахунку на суміш ізоамілового і ізобутилового спиртів (1 :1) в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	10	200	5000	10	200	5
Об'ємна частка метилового спирту, у перерахунку на безводний спирт, %, не більше	0,05	0,20	2,50	0,03	0,1	0,01
Масова концентрація сухого залишку, мг/дм ³ , не більше	5	10	20	5	10	5
Об'ємна частка циклогексану, %, не більше	-	-	-	0,5	0,5	0,005

Для виробництва біоетанолу категорії В найбільш доцільно використовувати одноколонну сирцеву ректифікаційну установку зі збільшенням флегмового числа та кількості тарілок у концентраційній частині колони (до 50 шт.). При цьому передбачається відбір сивушного масла.

Технологія біоетанолу категорії В передбачає також використання типових брагоректифікаційних установок (без включення епюраційної колони та відбору головних домішок).

Денатурація проводиться з метою виключення можливості застосування біоетанолу для виробництва алкогольних напоїв або подальшого перероблення на ректифікований спирт питних кондицій.

Розроблена технологія виробництва технічних рідин різного цільового призначення в потоці ректифікації. Суть технології полягає в тому, що частина флегми спиртової колони та головна фракція етилового спирту з епюраційної колони безпосередньо змішується у потоці в гомогенізаторі з денатуруючими добавками, поверхнево-активними речовинами, барвниками, ароматизаторами, миючими речовинами, антисептиками, лугом, пом'якшеною водою, які дозують в потік флегми та головної фракції етилового спирту, а кінцевий продукт відводять з процесу через облікові прилади. При виробництві змивачів скла фракція головна також відводиться з процесу через облікові прилади.

Під назвою *денатурований спирт* розуміють етиловий спирт, який різними добавками роблять непридатним для харчових цілей. Розрізняють загальну та спеціальну денатурацію.

Загальній денатурації піддають водно-спиртові розчини, які використовують у побуті як пальне в нагрівальних приладах, спиртівках а також для потреб зооветеринарії.

Денатурований спирт загальної денатурації має назву денатурат. Денатурат забарвлюють з метою зробити його відмінним від харчового спирту. Денатурат має обмежене застосування і потреба в ньому досить незначна.

Етиловий спирт спеціальної денатурації (СЕД) має широке технічне призначення і залежно від галузі його застосування та вимог споживача вибирають денатуруючі речовини - денатуранти.

У різних країнах використовують різні денатуранти залежно від вимог споживачів. Денатуруючі добавки та їх композиції повинні: надавати спирту неприємного відштовхуючого смаку; бути дешевими і не підвищувати вартість спирту; ефективно діяти у незначних дозах і легко відчуватися у денатурованому спирті та його розчинах; легко визначатись у фальсифікованих напоях; бути такої природи, щоб вилучення їх із спирту або інактивація були економічно недоцільними; не повинні погіршувати технологічні властивості спирту і негативно впливати на його подальше використання.

Як денатуруючу речовину загальної денатурації застосовують: піридинові основи, гас, кетонове масло, скипидар, відходи скипидарного виробництва і так званий розчинник М. Розчинник М - це суміш кетонів з деякими вищими спиртами (метилетилкетон, метилпропілкетон, пропіловим спиртом, ізопропіловим спиртом та ін.). Денатурат забарвлюють різними барвниками, що надають йому потрібного забарвлення для відмінності від питного спирту (наприклад, основний фіолетовий).

Для технічних потреб денатурацію етилового спирту проводять спеціальними денатуруючими речовинами, які не заважають технологічному процесу, в якому використовують технічний спирт.

Основними денатуруючими речовинами в країнах ЄС та СНД є: петролейний ефір, толуол, діетиловий ефір, діетилфталат, етилацетат, кротоновий альдегід, пропіленгліколь, етиленгліколь, бітрекс та інші.

У разі, коли барвник погіршує технологічні властивості спирту і негативно впливає на його подальше використання, барвник в денатурований спирт спеціальної денатурації не додається.

Денатуруючі речовини спеціальної денатурації додаються до біоетанолу у кількості до 15 %.

Крім спирту-сирцю, ректифікованого і технічного спирту, спиртова

промисловість виробляє так званий *абсолютний спирт* з концентрацією 99,5-99,8 % об. Слід не сплутувати поняття безводний (100 %-й) і абсолютний спирт, що містить до 0,20,5 % об. води. Безводний спирт промисловістю не виробляється.

Основні показники безводного етанолу такі: густина при 20 °С - 0,78927 кг/дм³; питома теплоємність при 20 °С - 2,39 кДж/(кг*К); теплота згорання Н - 27 МДж/кг; температура кипіння (за тиску 101,3 кПа) - 78,33° С.

Очищений абсолютний спирт у невеликих кількостях виробляють для науково-дослідних робіт і для органічного синтезу. Виробництво технічного абсолютного спирту як добавки до моторного палива останнім часом розвивається великими темпами. В своєму складі такий спирт містить усі леткі домішки (естери, альдегіди, вищі спирти та ін.)

Спирт можна абсолютувати (зневоднювати) зв'язуванням води твердими або рідкими матеріалами (наприклад, негашеним вапном, гліцерином) та ректифікацією під вакуумом або в присутності солей, при цьому азеотропна точка зміщується у бік більшого вмісту спирту. Ці способи одержали деяке розповсюдження у лабораторній практиці.

У промисловості для абсолютування, як правило, використовують методи сорбції води на молекулярних ситах, або за допомогою ректифікації з утворенням потрібних нероздільнокиплячих (азеотропних) сумішей. Така суміш утворюється при додаванні до ректифікованого спирту (що містить етанол і воду) третього компонента, наприклад, бензолу, циклогексану, трихлоретану або деяких інших речовин. На цей час як третій компонент при абсолютуванні спирту найчастіше використовують *циклогексан*. Циклогексан - вуглеводень (C₆H₁₂), прозора, безбарвна, легколетка рідина з молекулярною масою 84,16, температурою кипіння 80,8° С, температурою плавлення 6,6° С, густиною 0,778 кг/дм³. Пари циклогексану з повітрям утворюють вибухонебезпечну суміш. Температура спалаху - 18° С, температура займання - 260° С. Концентраційні межі займання - 1,2-10,6 об. %.

Циклогексан - токсична речовина, гранично допустима концентрація (ГДК) у повітрі робочої зони виробничих приміщень 80 мг/м³. Циклогексан у воді нерозчинний, з етанолом розчиняється у будь-яких співвідношеннях. Разом з етиловим спиртом та водою утворює азеотропну суміш, що містить 17 мас. % етанолу, 7 мас. % води й 76 мас. % циклогексану і має температуру кипіння 62,1° С. Сутність процесу зневоднення спирту полягає у наступному. У ректифікаційну колону як живлення вводиться концентрований (95-96 об. %) спирт й додається певна кількість циклогексану. У процесі ректифікації в колоні утворюється азеотропна суміш, яка поводить себе як ЛЛК і виходить з колони у вигляді верхнього продукту в пароподібному стані. Вниз по колоні

зсувається зневоднений етанол, як ВЛК; уся вода, що надійшла до колони із спиртом, виводиться з азеотропною сумішшю.

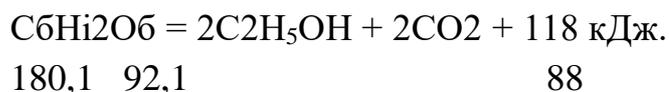
Пари азеотропної суміші при конденсації дають гетерогенну рідку суміш, яка розшаровується, утворюючи верхній (легкий) шар, що містить 93-94 мас. % циклогексану, 6-7 мас. % етанолу й незначну кількість води, та нижній (важкий) шар, що містить 69-71 мас. % етанолу, 21-23 мас. % води і 6-8 мас. % циклогексану.

Очищений абсолютний спирт повинен задовольняти такі вимоги: концентрація етанолу - не менше 99,8 % об., вміст альдегідів - не більше 5 мг в 1 дм³ спирту, вміст органічних кислот - не більше 10 мг в 1 дм³ спирту. Спирт не повинен містити сухого залишку, мінеральних кислот, лугів, фурфуролу. Повинен бути прозорим, безбарвним та не мати сторонніх запаху й смаку.

Абсолютний спирт технічний, що використовується як високооктанова кисневмісна добавка (ВКД) до автомобільного бензину, згідно з ТУ У 18.475-98, повинна відповідати таким умовам: зовнішній вигляд: прозора безбарвна або світло-жовта рідина; концентрація органічних кисневмісних речовин, об. %, не менше - 99,3; густина при 20° С, кг/ дм³, не більше - 0,79; показник заломлення не менше - 1,3613; концентрація сухого залишку, мг/дм³, не більше - 50,0; концентрація вільних кислот у перерахунку на оцтову кислоту, мг в 1 дм³ безводного спирту, не більше - 20,0; концентрація води, об. %, не більше - 0,2; концентрація вищих спиртів С3-С5, мг/дм³, не більше - 12000; концентрація циклогексану, об. %, не більше - 0,5. Технічний абсолютний спирт можна одержувати з технічного ректифікованого спирту, що містить усі супровідні йому леткі домішки.

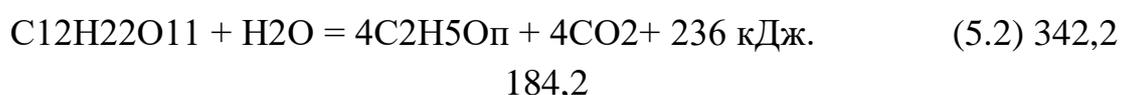
6. Вихід, облік та зберігання спирту

Теоретичний вихід спирту розраховують за стехіометричним рівнянням спиртового бродіння:



Відповідно, із 100 кг гексоз повинно утворитись 51,14 кг безводного спирту і 48,86 кг діоксиду вуглецю. При відносній густині спирту $\rho^{20} = 0,78927$ теоретичний вихід його становить $51,14 : 0,78927 = 64,79 \text{ дм}^3$ або 64,79 дал з 1 т гексоз.

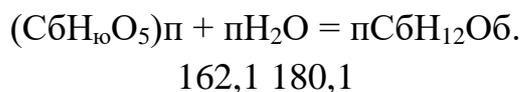
Згідно із стехіометричним рівнянням із 100 дисахаридів теоретично утвориться:



При зброджуванні 100 кг цукрози утворюється спирту:

$(184,2 \times 100): 342,2 = 53,82$ кг або $68,20$ дм³, а з 1 т цукрози - $68,20$ дал.

Вихід спирту з крохмалю збільшується пропорційно відношенню молекулярних мас глюкози і крохмалю:



Звідси теоретичний вихід спирту з 1 т крохмалю буде складати: $(180,1 : 162,1) \times 64,79 = 71,98$ дал.

А коефіцієнт для перерахунку цукрози в умовний крохмаль дорівнює:
 $324,2 : 342,2 = 0,95$.

Втрати зброджуваних вуглеводів та спирту. У виробництві враховують суму механічних і технологічних втрат. Механічні втрати, викликані несправністю обладнання або недоглядом обслуговуючого персоналу, можуть бути на всіх стадіях виробництва. Механічні втрати - це розсипання при перевезенні зерна, втрати напівпродуктів і спирту крізь нещільності у фланцевих з'єднаннях трубопроводів, крізь сальники насосів і запірну арматуру, втрати напівпродукту під час миття технологічного обладнання, випаровування спирту крізь фланці колон, дефлегматорів, конденсаторів, холодильників та ш.

Заходи запобігання механічних втрат передбачають більш відповідального відношення працівників до своїх обов'язків та використання досконалого обладнання.

Технологічні втрати зумовлені самою сутністю процесів спиртового виробництва, мають прихований характер і можуть бути виявлені тільки при постадійному технохімічному контролі та обліку виробництва.

Втрати на цій стадії складаються із втрат зброджуваних вуглеводів на утворення біомаси дріжджів і вторинних продуктів бродіння, наростання кислотності бражки і концентрації вуглеводів, які залишилися незбродженими і витраченими на утворення спирту, що виноситься з бражки діоксидом вуглецю.

При переробці у спирт крохмалевмалевої сировини втрати зброджуваних вуглеводів на синтез біомаси дріжджів становлять $1,5$ %, на утворення - гліцерину $2,5$ %, а всього - 4 %; при переробці меляси - на синтез біомаси $1,8-4$ %, на утворення вторинних продуктів бродіння - $3,8-5,8$ %, усього - $5,5-9,8$ %.

Практичний вихід спирту менший теоретичного, тому що частина зброджуваних вуглеводів і спирту, що утворився при бродінні, втрачається. Практичний вихід спирту коливається від $81,5$ до 93 % порівняно з теоретичним. Чим досконаліша технологія і обладнання спиртового виробництва, тим менші втрати зброджуваних вуглеводів і спирту й, отже, практичний вихід більше наближається до теоретичного.

Практичний вихід визначають на основі таких даних виробничого обліку: маса переробленої сировини; вміст в ній зброджуваних речовин; вміст безводного спирту у зрілій бражці; об'єм, температура і відносна густина напівпродуктів; кількість одержаного безводного спирту.

Облік спирту. Кількість виробленого спирту обліковують у декалітрах при температурі 20° С у перерахунку на безводний спирт. Об'єм спирту вимірюють за допомогою лічильників спирту, а також конічних і циліндричних мірників. Лічильники спирту призначені тільки для оперативного обліку спирту, одержаного на БРУ за певний проміжок часу. При цьому визначають об'єм ректифікованого спирту, що пройшов через нього, і одночасно його міцність і об'єм безводного спирту. Показання лічильника спирту правильні тільки за температури спирту 20° С. Залежно від температури спирту відхилення від справжньої кількості безводного спирту може досягати 1 %.

Ректифікований спирт, головна фракція етилового спирту і сивушне масло надходять у спиртоприймальне відділення, яке обладнане спиртоприймальниками прямокутної або циліндричної форми і конічними або циліндричними мірниками. Спиртоприймальники розраховані на зберігання трьохдобової виробки спирту. З них спирт подають у мірники, а потім у спиртосховище закритого типу або у цистерни, розташовані на відкритому повітрі.

Мірники спирту мають перший клас точності і допускають коливання між дійсною і справжньою місткістю не більше $\pm 0,2$ %. Конічні мірники місткістю 2501000 дал, призначені для вимірювання великих кількостей спирту, циліндричний мірник - для вимірювання об'ємів спирту до 75 дал. Спиртоприймальне відділення обладнують двома конічними і одним циліндричним мірниками для обліку спирту. Такими ж мірниками вимірюють і головну фракцію. Знаючи об'єм спирту при 20° С і міцність при тій же температурі розраховують кількість безводного спирту у даному об'ємі. Якщо температура спирту відрізняється від 20° С, то знаходять об'єм його при фактичній температурі, а потім визначають справжню міцність спирту. За справжньою міцністю спирту і його температурою, користуючись спеціальною таблицею, знаходять множник, на який необхідно помножити об'єм спирту при фактичній температурі для визначення об'єму безводного спирту, який міститься у ньому, приведеного до температури 20° С.

Така система обліку має ряд недоліків, пов'язаних із залежністю від людського фактору. Окрім того, існуючі спиртовимірювальні апарати експлуатуються в спиртовій промисловості 20 і більше років, що призводить до частих збоїв у роботі. Вищезгадані механічні спиртооблікові апарати в Україні не виробляють, а закордонні фірми взагалі зупиняють виробництво таких

апаратів.

Взагалі, облік виробництва та реалізацію спиртовмісних продуктів проводять в перерахунку на **безводний або умовний спирт-сирець**. Стосовно спиртових заводів до умовного спирту-сирцю включають всі спиртовмісні продукти брагоректифікації (ректифікований етиловий спирт, спирт етиловий головна фракція, сивушне масло) в перерахунку на безводний спирт до яких додають втрати безводного спирту під час перегонки.

Зберігання спирту здійснюють у металевих резервуарах місткістю 100-4000 м³. Спиртосховище розраховують на 15-20-добовий запас спирту. Для оперативної передачі спирту з одного резервуара у інший під час ревізії складу і на випадок ремонту однієї з них встановлюють не менше двох цистерн.

Резервуари закритого типу мають блискавковідводи, які встановлюють на даху будівлі, резервуари відкритого типу - блискавковідводи і заземлювачі.

Під час зберігання і перекачування спирту виникають втрати, кількість яких залежить від пори року, відстані перевезки, виду і об'єму тари, числа перекачок тощо.

Причина втрат спирту під час зберігання - "дихання" резервуарів, яке викликане зміною температури зовнішнього повітря, внаслідок чого відбувається рух газів через дихальний клапан. Для зменшення втрат спирту у закритому складі підтримують постійну температуру, резервуари на відкритому повітрі покривають білою фарбою, а влітку зрошують холодною водою. Резервуари повинні мати мінімальний незаповнений об'єм.

Питання для самоперевірки

1. Характеристика спирту і його використання. Види товарного етилового спирту, оцінка їх якості та використання у суспільному господарстві.
2. Характеристика та технологічна оцінка якості зернових культур як сировини для виробництва спирту.
3. Характеристика та технологічна оцінка якості меляси як сировини для виробництва спирту. Показники дефектності меляси.
4. Вимоги до води спиртового виробництва.
5. Характеристика та технологічна оцінка допоміжних матеріалів, які застосовуються у виробництва спирту.
6. Принципова технологічна схема виробництва спирту із крохмалевмісної сировини.
7. Призначення та характеристика технологічних процесів очищення зерна, його подрібнення та приготування замісу.
8. Призначення та характеристика технологічних процесів термоферментативного оброблення замісу.

9. Переваги концентрованих ферментних препаратів у порівнянні із солодовим молоком.

10. Призначення та характеристика технологічних процесів охолодження розвареної маси та оцукрення. Контроль повноти оцукрення розвареної маси.

11. Призначення та характеристика технологічних процесів зброджування сусла. Показники зрілої бражки.

12. Склад брагоректифікаційної установки.

13. Призначення бражної, епіюраційної та ректифікаційної колони та характеристика продуктів, які в ній утворюються.

14. Які додаткові колони входять до складу брагоректифікаційної установки та їх призначення?

15. Принципова технологічна схема виробництва спирту із меляси.

16. Призначення та характеристика технологічних процесів гомогенізації, антисептування та збагачення живильними солями меляси.

17. Особливості приготування основного та дріжджового сусла і дріжджегенерування за однопотоковою схемою зброджування.

18. Особливості приготування основного та дріжджового сусла і дріжджегенерування за двохпотоковою схемою зброджування.

19. З якою метою подрібнюють зерно?

20. Шляхи зменшення витрати води при приготуванні замісів.

21. Вимоги до спиртових рас дріжджів.

22. Переваги низькотемпературного розварювання перед високотемпературним.

23. Способи оцукрення розвареної маси.

24. Яка суть безперервно-потокового способу зброджування сусла?

25. Розгляньте циклічний і періодичний способи зброджування, вкажіть їх переваги і недоліки.

26. Способи зброджування меляси та умови їх використання.

27. Особливості підготовки меляси до зброджування за двохпотоковим способом.

28. Порівняйте однопотоковий, двопотоковий та удосконалені способи зброджування меляси.

29. Технологія абсолютного спирту.

30. Особливості технології біоетанолу з нехарчової і вуглеводвмісної сировини.

31. Охарактеризуйте поняття «умовний крохмаль», «умовний спирт-сирець», «ректифікований етиловий спирт», «біоетанол».

32. Як визначити теоретичний і практичний вихід спирту?

33. Як здійснюють облік та зберігання спирту на заводах?

ЛЕКЦІЯ 6

ТЕХНОЛОГІЯ ГОРІЛОК ТА ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНИХ НАПОЇВ

1. Класифікація і характеристика горілок та лікєро-горілчаних напоїв

Горілка - алкогольний напій міцністю 37,5 до 56 % об., виготовлений обробленням водно-спиртової суміші спеціальними сорбентами з внесенням нелетких інгредієнтів або без них. При цьому інгредієнти не повинні змінювати колір горілки. Горілки поділяються на звичайні та особливі.

Додавання інгредієнтів обумовлює органолептичні та фізико-хімічні показники горілок, які повинні відповідати вимогам ДСТУ 4256.2003 та наведені в таблицях 15 і 16.

Таблиця 15

Органолептичні показники горілок

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх домішок та осаду
Колір	Безбарвна рідина
Смак і аромат	Характерні для горілки без стороннього присмаку та аромату, в горілках особливих дозволено злегка відчутний характерний аромат

Таблиця 16

Фізико-хімічні показники горілок особливих

Показник	Значення показника для горілки особливої із спирту			
	вищої очистки	екстра	люкс	пшенична сльоза
Міцність, % об.	37,5-56,0			
Лужність - об'єм соляної кислоти (HCl) 0,1 моль/дм ³ , витраченої на титрування 100 см ³ горілки, см ³ , не більше	1,0-3,5	0,5-3,5		
Масова концентрація альдегідів в перерахунку на оцтовий в 1 дм ³ безводного спирту, мг, не більше	8,0	8,0	6,0	4,0
Масова концентрація сивушного масла в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) в 1 дм ³ безводного спирту, мг, не більше	5,0	4,0	3,0	2,0
Масова концентрація естерів в перерахунку на оцтовоетиловий ефір в 1 дм ³ безводного спирту, мг, не більше	15,0	10,0	7,0	3,5
Об'ємна частка метилового спирту в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	0,03	0,02	0,01	0,005

Лікero-горілчані напої мають міцність від 1,2 до 60 % об. і виробляються змішуванням спирту етилового ректифікованого з напівфабрикатами, інгредієнтами та підготовленою водою, насичені чи ненасичені діоксидом вуглецю (для слабоалкогольних напоїв).

Залежно від органолептичних показників, міцності і масової концентрації загального екстракту лікero-горілчані напої поділяють на 8 груп: *лікери, наливки, настоянки, бальзами, аперитиви, коктейлі, напої десертні, напої слабоалкогольні*. За органолептичними і фізико-хімічними показниками лікero-горілчані напої згідно з ДСТУ 4257:2003 і 4258:2003 повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 17.

Якість горілок і лікero-горілчаних напоїв оцінюють аналітично та органолептично. Хімічним аналізом визначають вміст спирту, екстрактивних речовин, цукру, органічних кислот, ефірної олії та деякі інші складові частини відповідно до рецептури. Рецептури передбачають в кожному напої певний вміст спирту (% об.) та цукру (г/100 см³), а для ряду напоїв вміст екстрактивних речовин і кислот в перерахунку на лимонну кислоту (г/100 см³).

Органолептичну оцінку горілок і лікero-горілчаних напоїв проводять по 10-бальній шкалі. Визначають такі показники:

прозорість і колір - максимальна оцінка 2 бали, якщо напій прозорий з блиском та має яскраво виявлений колір, характерний для даного виду;

аромат - при яскраво виявленому округленому ароматі, характерному для даного виду і при відсутності запаху спирту, що виділяється і запаху окремих речовин, що входять до складу напою - 3,6-4,0 балів (відмінно);

смак - гармонійний, злагоджений, характерний для даного виду, а також відсутність в смаку пекучості спирту та присмаку окремих, не характерних для даного напою речовин - 3, 6-4,0 балів (відмінно).

Загальна бальна оцінка якості лікero-горілчаних напоїв: оцінка «відмінно» - 9,2-10,0 балів, має всі показники «відмінно»; оцінка «добре» - 7,8 - 9,1 балів, має показники «відмінно» і «добре»; оцінка «задовільно» - 6,5-7,7 балів, має показники «відмінно», «добре» і «задовільно»; оцінка «незадовільно» при якості нижче 6,5 балів, або якщо хоча б один показник якості мав оцінку «незадовільно».

2. Сировина, основні і допоміжні матеріали для виробництва горілок та лікero-горілчаних напоїв

Основною сировиною для виробництва горілок і лікero-горілчаних напоїв є ректифікований етиловий спирт і підготовлена вода.

В лікero-горілчаному виробництві застосовують спирт сортів вищої очистки, Екстра, Люкс та Пшенична сльоза, вимоги до якості якого наведені в

таблиці 17, 18.

Для приготування лікєро-горілочаних напоїв витрачають велику кількість води - 9-12 дал на 1 дал переробленого спирту в розрахунку на 100 %-ний. Із цієї кількості 1,5-2,0 дал витрачають на приготування водно-спиртових розчинів, 5-6 дал - на миття пляшок, біля 1 дал - на одержання пари, інша кількість - на побутові потреби. Вода повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 «Вода питна» та СОУ 15.9-37-237:2005 «Вода підготовлена для лікєро-горілочаного виробництва».

Таблиця 17

**Органолептичні показники груп лікєро-горілочаних напоїв
згідно з вимогами ДСТУ 4257:2003 і 4258:2003**

Найменування напою	Показник		
	зовнішній вигляд	колір	смак та аромат
Лікєри, лікєри емульсійні, наливки	прозорі, замутнені, емульсійні, прозорі	забарвлені, безбарвні, забарвлені	солодкий, гармонійний, злагоджений, солодкий, гармонійний, злагоджений
Настоянки	прозорі, замутнені	забарвлені, безбарвні	злагоджений, з характерним гіркувато-пекучим або солодким присмаком
Бальзами	Прозорі	темно забарвлені	з характерним пряним ароматом та смаком
Аперитиви	прозорі, замутнені	безбарвні, забарвлені	з характерним гіркуватим присмаком
Коктейлі	прозорі	безбарвні, забарвлені	злагоджений, з характерним ароматом та смаком
Напої десертні	прозорі, замутнені	забарвлені, безбарвні	злагоджений, з характерним ароматом
Напої слабоалкогольні	прозорі, замутнені	забарвлені, безбарвні	злагоджений, з характерним ароматом

Таблиця 18

**Фізико-хімічні показники груп лікєро-горілочаних напоїв згідно з
вимогами ДСТУ 4257:2003 і 4258:2003**

Найменування напою	Міцність, % об.	Масова концентрація, г/100 см ³		Основні складові купажу окрім ректифікованого етилового спирту і підготовленої води
		загального екстракту	кислот у перерахунку на лимонну кислоту	
Лікєри, лікєри	25,0-45,0	25,0-60,0	0-0,8 (0-0,2)	цукровий сироп з

емульсійні, наливки	(15,0- 25,0) 15,0- 35,0	(15,0-45,0) 15,0-50,0	0,2-1,3	використанням напівфабрикатів рослинної і плодово-ягідної сировини цукровий сироп, свіжа плодово-ягідна сировина або напівфабрикати із неї
Настоянки	20,0-60,0	0-20,0	0 - 1,0	цукровий сироп, настої спиртові з рослинної і плодово- ягідної сировини з використанням інших напівфабрикатів та інгредієнтів
Бальзами	35,0-45,0	7,0-30,0	-	настої спиртові, соки плодово- ягідні спиртовані, інші
Аперитиви	15,0- 30,0	5,0-20,0	0,2-0,7	натуральні смакові добавки з додаванням кольору або без нього водно-спиртова або
Коктейлі	20,0-40,0	5,0-25,0	0-0,5	винно-спиртова основа з використанням напівфабрикатів рослинної та плодової сировини та інгредієнтів змішування
Напої десертні	12,0-15,0	15,0-30,0	0,2-1,0	готових напоїв або
Напої слабоалкогольні	1,2-8,5	-	-	купажування окремих напівфабрикатів та інгредієнтів напівфабрикати та концентрати плодово-ягідної і рослинної сировини, смакові і ароматичні добавки водно-спиртова суміш з використанням інгредієнтів, напівфабрикатів та консерванту, насичена чи ненасичена діоксидом вуглецю

Як допоміжні матеріали, для виробництва горілок і лікєро-горілочаних напоїв застосовують також такі напівфабрикати, як соки і морси спиртовані плодово-ягідні, соки плодови і ягідні концентровані, ароматні спирти, колер, цукор пісок і рафінований у вигляді цукрового сиропу, мед та багато інших інгредієнтів.

Спиртовані соки виробляють в основному на соко-морсових заводах. Деяку кількість їх можуть готувати безпосередньо на лікєро-горілочаних заводах. Основними процесами їх виробництва є виділення із сировини соку пресуванням і консервування спиртом. Для їх виробництва використовують фрукти і ягоди. Для виділення соку застосовують преси періодичної дії (горизонтальні корзиночні або пакетні) та шнекові преси безперервної дії. На лікєро- горілочаних заводах застосовують гідравлічні преси періодичної дії.

Соки спиртують в герметично закритому змішувачі спиртом вищої очистки до міцності 25 % об. для запобігання випадання осаду в готових напоях. Для випадання осаду спиртовані соки відстоюють 10-30 діб в залежності від виду плодів і ягід. Спиртовані соки, які не піддаються самоосвітленню, освітлюють з використанням адсорбентів (бентоніту) та флокулянтів (рибний клей, желатин, танін та ін.). Термін зберігання соків не більше 12 місяців з дня їх виготовлення.

Морс лікєро-горілочного виробництва готують настоюванням у водно-спиртовому розчині міцністю від 30 до 60 % об. свіжої чи сушеної плодово-ягідної сировини. Морс, злитий після першого настоювання називають морсом першого зливу, злитий після другого зливу - морсом другого зливу. Перше і друге настоювання сировини проводять протягом від 6 до 14 діб залежно від частоти переміщування. Концентрація спирту в морсах з свіжої сировини 25-26 % об., з сушеної - від 35 до 47 % об.

Спиртований настій готують настоюванням сушеної ефіроолійної і неароматичної рослинної сировини у водно-спиртовому розчині міцністю від 40 до 90 % об. Настій першого зливу має міцність від 40 до 90 % об., настій другого зливу - від 40 до 60 % об.

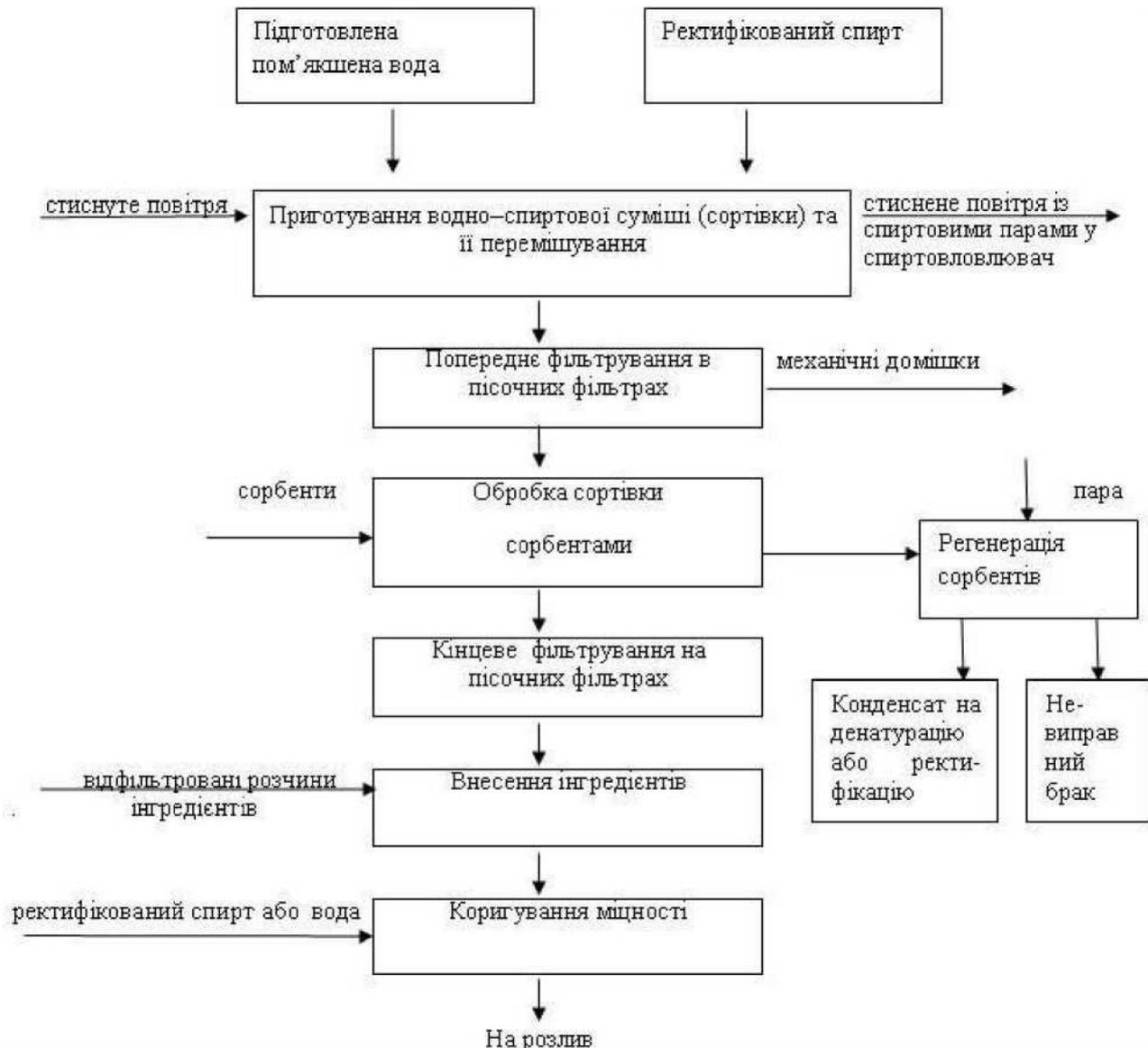
Ароматний спирт є дистилятом з ароматичними речовинами міцністю від 75 до 80 % об., отриманий перегонкою настоїв з пряно-ароматичної ефіроолійної чи плодово-ягідної сировини. За зовнішнім виглядом це безбарвна рідина. Для перегонки сировини найбільш доцільною є установка для отримання ароматних спиртів під вакуумом, основними апаратами якої є перегоний куб, дефлегматор, холодильник та вакуум-насос.

Цукровий сироп з масовою часткою цукру 65,8 або 73,2 % мас. готують в сироповарильному котлі концентрацією 65,8 % - 40-60 хв. , а концентрацією 73,2 % - 100-120 хв. Інвертований цукровий сироп повинен містити інвертного цукру не менше 50 % мас. Для інверсії цукрози використовують розчин соляної кислоти з розрахунку 600 см³ концентрованої хімічно чистої кислоти на 1 т цукру. Тривалість процесу складає 20 хв.

Колер являє собою інгредієнт у вигляді розчину карамелізованого цукру. За зовнішнім виглядом - це тягуча маса чорно-бурого кольору з характерним карамельним запахом і вираженим гірким смаком. Колер готують в колероварочних котлах з електричним або газовим підігрівом. Корисний об'єм котлів від 50 до 100 кг. Карамелізацію цукру проводять при температурі 175-180° С протягом 10-20 хв. Вихід колеру густиною 1,35 складає 105-108 % за масою взятого цукру.

3. Принципова технологічна схема виробництва горілок та характеристика основних технологічних процесів

Принципова технологічна схема виробництва горілок передбачає наступні технологічні процеси: підготовка води; приготування сортівки; фільтрування сортівки та оброблення адсорбентами; внесення інгредієнтів згідно рецептури; корегування міцності; розлив та оформлення пляшок.



Принципова технологічна схема виробництва горілок

Залежно від вмісту домішок процес підготовки води на лікєро-горілочаних заводах може включати одну або декілька технологічних операцій: коагуляцію, содовапнування, пом'якшення на натрій-катіонітових фільтрах, демінералізацію з використанням катіоніто- і аніонообмінних смол, знесолення методом зворотного осмосу, знезалізнєння шляхом аерації або фільтрування через модифікований кварцовий пісок, оброблення активованим вугіллям, зниження

лужності і видалення органічних домішок. Чинним технологічним регламентом, залежно від вмісту домішок вихідної води, рекомендовані приведені найбільш раціональні способи підготовки води.

Для отримання високоякісної горілки не бажано використовувати повністю демінералізовану воду, яка не має смаку, а горілки на такій воді не набувають характерного горілкового аромату і смаку, в них відчуються всі негативні домішки спирту.

Тому одним з найважливіших завдань для поліпшення якості продукції горілочаних заводів є забезпечення підприємств технологічною водою стандартизованою як за аналітичними, так і за органолептичними показниками.

При приготуванні сортівки періодичним способом в сортувальний апарат з мірника наливають розраховані кількості спирту і води. При змішуванні спирту з водою виділяється тепло і зменшується об'єм суміші внаслідок контракції. Тому об'єми спирту і води розраховують з використанням спеціальних таблиць, за якими знаходять кількість води, яку треба додати до 100 об'ємів спирту від-повідної міцності для отримання сортівки потрібної міцності. Отриману суміш ретельно перемішують шляхом продування повітря, пропелерною мішалкою або гідродинамічним способом з використанням відцентрового насоса. При відхиленні міцності від заданої її корегують. У разі необхідності для приготування сортівки використовують виправний брак, що утворився на інших технологічних операціях.

В основу роботи установки по безперервному приготуванню сортівки за схемою Полтавського лікєро-горілкового заводу закладений принцип інжекції.

Для інтенсифікації процесу приготування сортівок і підвищення надійності роботи установки змішувач являє собою інжектор, доповнений турбулізатором, всередині якого концентрично вмонтована перфорована труба. Один кінець труби має конічну заглушку-розсікач, а другий з'єднаний з трубопроводом, що відводить сортівку у напірну ємність. Довжина перфорованої труби дорівнює 6-8 діаметрам відповідного трубопроводу. Перфорація труби утворена діаметрально протилежними отворами. За рахунок перфорованої поверхні турбулізатора відбувається розсередження потоку водно-спиртової суміші на струмені, які сприяють гідродинамічному перемішуванню і завершенню процесу розчинення спирту у воді.

Обробку сортівки здійснюють в динамічних умовах в фільтраційній батареї, яка складається з пісочних фільтрів та вугільних (однієї або двох) колонок, з'єднаних послідовно або паралельно.

На пісочних фільтрах відокремлюються механічні домішки сортівки. Після вугільних колонок пісочні фільтри утримують із горілки дрібнодисперсні частинки вугілля і обумовлюють прозорість горілки.

На деяких заводах для фільтрування горілки використовують керамічні фільтри.

Сортівка, отримана змішуванням спирту і води, є напівпродуктом виробництва. І тільки після обробки дозволеними до використання адсорбентами, вона набуває смак і аромат, характерний для горілки і перетворюється після задавання відповідно до рецептури інгредієнтів у товарний продукт.

Сорбенти, що використовуються при виробництві харчових продуктів, повинні відповідати санітарно-технічним вимогам, передбаченим нормативно-технічною документацією та інструкціями органів санітарного нагляду.

Сорбенти не повинні утримувати в своєму складі сполук арсену і фтору в будь-якій формі. Недопустимий вміст в природних сорбентах сполук ртуті, свинцю і радіоактивних речовин. Вони не повинні служити джерелом патогенних бактерій і вірусів, токсинів, що можуть привести до захворювання людей або зниження харчової цінності сировини, а також не забруднювати продукти важкими металами та радіонуклідами і не вносити сторонні запахи та смаки, які знижували б органолептичні показники товарної продукції, що виробляється з етилового спирту.

В горілчаному виробництві тривалий час застосовується активне вугілля, отримане із різних порід деревини. Але останнім часом для виробництва особливих горілок використовують такі природні адсорбенти, як різні види молока, яєчний жовток, крохмаль та ін.

В останні роки з'явилися повідомлення щодо успішного очищення водно-спиртових розчинів від домішок спирту глинистими матеріалами, серед яких найбільш ефективним виявився палигорськіт.

Швидкість проходження сортівки через колонку з сорбентом регулюється клапанами на пісочному фільтрі і ротаметрі, який встановлений після другої вугільної колонки. Під час контакту сортівки з активним вугіллям спостерігається фізична і хімічна адсорбція альдегідів, вищих спиртів і складних естерів, новоутворення, окислювально-відновлювальні процеси, що сприяє утворенню характерних для горілки смаку і аромату.

Швидкість подачі сортівки на одну вугільну колонку не повинна перевищувати при роботі на свіжому вугіллі для горілки 60 дал/год, для горілки типу горілки особливої 30 дал/год. Активність вугілля в процесі фільтрації зменшується, тому потрібно знижувати швидкість подачі сортівки, регулюючи її таким чином, щоб якість горілки була найкращою. Мінімальною швидкістю подачі сортівки для горілок є 10 дал/год, для горілок особливої - 5 дал/год.

Тривалість роботи вугільної колонки без регенерації вугілля залежить від активності вугілля, величини його зерен, висоти шару, вмісту домішок в

ректифікованому спирті і воді, швидкості подачі сортівки та інших умов і може коливатися в широких межах, відповідних кількості обробленої вугіллям сортівки (від 15 тис до 100 тис).

Швидкість обробки сортівки сорбентом встановлюють з врахуванням обов'язкового позитивного ефекту від обробки (підвищення дегустаційної оцінки не менше 0,2 бала для горілок особливих і 0,1 бала для горілок ординарних за смаком). Допоміжними показниками ефективності очищення сортівки є різниця в окислювальності до і після вугільної колонки та активність вугілля по адсорбції ним оцтової кислоти. Різниця в окислювальності між горілкою та сортівкою при 20° С повинна бути не менше 2,5 хв. для горілок особливих і 2 хв. для ординарних. Якщо ці умови не досягаються, вугілля регенерують або замінюють новим.

Регенерують відпрацьоване активоване вугілля насиченою водяною парою, при цьому відганяють спирт і адсорбовані вугіллям домішки сортівки. Температура сухої пари при тиску 0,07 МПа дорівнює 114,6° С. Існують також інші способи регенерації - продування повітря, обробка перманганатом калію або перегрітою парою.

Але в сучасних умовах жорсткої конкуренції на провідних заводах використовують виключно свіжий сорбент.

Залежно від найменування горілки для надання відповідного аромату до неї у довідному збірнику вносять відповідно до рецептури задану кількість інгредієнтів - цукру, меду, аскорбінової кислоти та ін. Інгредієнти попередньо розчиняють у водно-спиртовому розчині відповідної міцності, фільтрують і у вигляді прозорого розчину задають в горілку.

В довідному збірнику обов'язково контролюють міцність горілки і в разі потреби додають розрахункову кількість ректифікованого спирту або підготовленої води.

Розлив та оформлення розлитих напоїв здійснюють на автоматизованій лінії потужністю 6000 або 12000 пляшок за годину, до складу якої входять: пляшкомийна машина або ополіскувач пляшок, екран світловий, фасувально-закупорочна машина, закупорочна машина, машина для інспекції харчових рідин в пляшках та чотирьох позиційний етикетувальний автомат, для наклеювання етикеток, контетикеток, кольореток та акцизних марок. Усі автомати з'єднані між собою транспортером.

Для збереження якості VIP-горілок при використанні нових пляшок їх попередньо ополіскують тією ж самою горілкою.

Вироблені горілки маркуються відповідно до вимог ДСТУ 4256:2003. Зокрема кожна пляшка художньо оформляється із зазначенням інформації щодо загальної та власної назви напою; знаку для товарів і послуг; назви і

адреси виробника і місця вироблення напою; складу горілки, назви основних інгредієнтів та харчових добавок, які впливають на смак і аромат напою; вмісту етилового спирту у % об.; номінальної місткості пляшки; штрихового коду; позначки відповідного стандарту; дати виготовлення і терміну придатності для споживання.

4. Принципова технологічна схема виробництва лікєро-горілочаних напоїв та характеристика основних технологічних процесів

Технологія лікєро-горілочаних напоїв передбачає виконання таких основних технологічних процесів:

одержання або приготування спиртованих соків, морсів, настоїв, приготування ароматних спиртів, цукрового сиропу, колєру, одержання ароматного спирту, інгредієнтів і матеріалів;

підготовка води; приготування купажу; фільтрація купажу;

перевірка та коректування міцності лікєро-горілочаних напоїв; витримка (старіння) лікєрів; розлив та оформлення напоїв.

Водопідготовку та приготування напівфабрикатів здійснюють за раніше наведеними режимами.

Лікєро-горілочані напої готують за чинними рецептурами, в яких наведені витрати напівфабрикатів і сировини. Змішування необхідних інгредієнтів (купажування) проводять в купажних апаратах. Середня тривалість збору купажу об ємом 350-500 дал для гірких напоїв - 60-90 хв., для солодких напоїв - 90-120 хв., лікєрів і кремів - 120-180 хв. Якщо купаж не відповідає за будь-яким показником рецептурі, то його корєкують внесенням необхідних компонентів.

Приготовлений купаж фільтрують. Перед фільтруванням в більшості випадків купаж витримують в купажних апаратах для отримання однорідного напою, покращання смаку і аромату, а також освітлення внаслідок видалення колоїдних частинок. Тривалість витримки від 24 до 72 год. Швидкість фільтрації через фільтрпрес гірких настоянок - 45-65, солодких напоїв - 35- 45, лікєрів - 30-35 дал/год.

Витримку (старіння) лікєрів після фільтрації проводять в дубових бочках або бутах для покращання смаку і аромату протягом декількох місяців (від 1 до 24).

Для збільшення терміну зберігання і прозорості лікєро-горілочані напої обробляють на стадії напівфабрикатів або готового купажу фізичними, фізико-хімічними або біохімічними способами. Наприклад, купаж обробляють холодом при температурі -8-10° С протягом 48 год. Ферментативну обробку при виробництві соків проводять на стадії переробки сировини. Для цього на стадії виробництва соків або освітлення спиртованих соків використовують

пектолітичні ферментні препарати. Одним із розповсюджених способів освітлення і стабілізації соків є оклеювання напоїв, яке ґрунтується на явищі адсорбції і видаленні колоїдних речовин. Оклеюючими матеріалами можуть бути желатин, риб'ячий клей, бентоніт та ін. Для обробки конкретних напівфабрикатів і залежно від наявності оклеюючих матеріалів відбирають найбільш ефективну схему їх обробки.

Інші операції виконуються за технологією горілок.

Питання для самоперевірки

1. Асортимент горілок та показники якості.
2. Класифікація лікєро-горілочаних напоїв та показники якості.
3. Оцінка якості лікєро-горілочаних напоїв.
4. Основна сировина для виробництва горілок та лікєро-горілочаних напоїв та вимоги до її якості.
5. Як готують спиртовані соки і морси?
6. Що таке ароматний спирт і як його отримують?
7. Вимоги до якості води для горілок.
8. Способи підготовки води, їх коротка характеристика.
9. Зворотньо-осмотичний спосіб оброблення води.
10. Знезалізнєння води, схема установки.
11. Способи приготування сортівок, їх характеристика.
12. Які процеси проходять під час приготування сортівок?
13. Характеристика адсорбентів для очищення сортівок.
14. Як вносяться інгредієнти у горілку?
15. Технологія купажування лікєро-горілочаних напоїв.
16. Вимоги до маркування пляшок з лікєро-горілочаним напоєм.

ЛЕКЦІЯ 7

ТЕХНОЛОГІЯ ВИНА

1. Загальні поняття

Згідно ДСТУ 2164-93 вино - продукт одержаний спиртовим бродінням виноградного соку або соку та м'язги з об'ємною часткою спирту від 9 до 20 %. Шість тисяч років тому виноградну лозу вирощували в Єгипті та Месопотамії, 3 тис. років тому в Греції, потім римляни завезли лозу в Європу. У другому столітті нашої ери виноградарством стали займатись у західних регіонах України.

За визначенням ДСТУ 2164-93 вино це продукт спиртового збродження цукрів виноградного суслу або м'язги.

Виноробство поділяється на первинне і вторинне. Первинне включає в себе технологічні операції починаючи з переробки винограду, закінчуючи отриманням виноматеріалу. Вторинне - це отримання виноматеріалів, їх стабілізація, витримка і розлив, тобто доведення виноматеріалів до готової продукції.

Сировиною для виготовлення виноградних вин є виноград технічних сортів, білий, рожевий і червоний. З нього на заводах первинного виноробства, які розташовані в місцях вирощування винограду готують коньячні, шампанські, столові, хересні, міцні або десертні виноматеріали.

Згідно ДСТУ 4806:2007 та Закону України «Про виноград та виноградні вина» вина поділяють на: купажні, сортові, ординарні, витримані, марочні і колекційні вина.

Купажні вина виготовляють шляхом змішування різних виноматеріалів (за сортом винограду, районом вирощування, роком урожаю, типом, якістю) або компонентами, встановлених технологічними інструкціями для надання вину типовості, забезпечення покращення його органолептичних властивостей, забезпечення випуску однорідних за своїми органолептичними та фізико-хімічними показниками вин.

Вина, виготовлені з винограду одного сорту або якщо його частка не менше, ніж 85 %, є *сортowymi*. Вина, в яких частка добавлених виноматеріалів до основного сорту складає більш ніж 15 %, відносяться до купажних.

Ординарні вина виготовлені відповідно до державних стандартів за загальноприйнятою технологією і які реалізуються з 1 січня року наступного за врожаєм.

Вино ординарне витримане - вино поліпшеної якості, яке виготовлене за спеціальною технологією з виноматеріалів окремих сортів винограду чи їх суміші, з обов'язковою витримкою у дубовій тарі перед розливом, не менше шести місяців.

Вино марочне - столове або кріплене вино вищої якості з характерними для обумовленої виноробної місцевості та сортів винограду, яке пройшло до розливу дозрівання шляхом технологічної витримки в дубовій тарі не менше 1,5 року.

Вино колекційне - це марочне вино, яке після розливу було додатково витримане у пляшці не менше трьох років.

Прототип - це традиційний тип вина, що історично склався в певних географічних регіонах внаслідок специфічних прийомів переробки винограду певних сортів та способів обробки сусла, м'язги або виноматеріалу, який став про-образом (зразком), для виробництва відповідного типу вина в тій або іншій зоні вирощування винограду.

2. Класифікація виноградного вина та оцінка його якості

Українські вина за органолептичними, фізико-хімічними та іншими властивостями повинні відповідати вимогам ДСТУ 4806:2007. При цьому під кондиціями розуміють об'ємну частку етилового спирту, % об. і масову концентрацію цукрів в перерахунку на інвертний (г/дм³). Також до вимог стандартів відноситься концентрація титрованих кислот у перерахунок на винну, г/дм³.

Всі виноградні вина поділяються залежно від кольору, призначення, сорту винограду, походження, строку витримки, технології і ін.

1. За кольором: біле - від світло солом'яного до янтарного; рожеве - від блідо-рожевого до світло рубінового; червоне - від рубіново-червоного до червоного з коричневим відтінком; жовте - від темно-жовтого до кольору заварки міцного чаю. Білі вина з віком жовтіють та набувають темних тонів, червоні навпаки світлішають, блідніють, їх барвні речовини випадають в осад, а вишнево-малинові тони переходять у цеглинно-червоні. Дуже старі вина розрізнити за кольором дуже важко.

2. За вмістом цукру, г/дм³: сухі - до 3; напівсухі - 5-30; напівсолодкі - 30-80; десертні - 160-200; лікерні - більше 200.

3. За об'ємною часткою спирту (міцністю), %: столові - 9-14; десерти - 13-17; міцні - 17-20.

4. За віком: молоді - недавно приготовлені; ординарні; витримані - декілька років; колекційні; старі (архівні).

5. За якістю:

марочні - витримані вина протягом 1,5-4 років вина. Марочні вина, які додатково витримують у пляшках не менше трьох років, називаються колекційними;

ординарні - вина, що випускаються без витримки, але не раніше, ніж

через три місяці після переробки винограду;

міцні вина - одержані шляхом неповного зброджування соку і зупинки бродіння додаванням ректифікованого спирту (Херес, Мадера, Портвейн, Марсала). В міцних винах спирту природного бродіння повинно бути не менше 4,2 % об.;

десертні - в них спирту природного бродіння повинно бути не менше 1.2 % об.;

Серед них найбільш відомими є наступні:

Токай - із виноматеріалів, які вироблені методом не повного бродіння сусла, після настоювання м'язги високоцукристого винограду, із зупинкою бродіння додаванням етилового спирту;

Мускат - із виноматеріалів, які вироблені неповним зброджуванням сусла із мускатних сортів після настоювання чи підброджування м'язги, із зупинкою бродіння додаванням етилового спирту з кондиціями: спирт 13-16 % об. і цукор 20-23 %;

Малага - із виноматеріалів, які виготовлені методом купажуванням цукровмісних матеріалів і кріплених виноматеріалів з увареним карамелізованим суслем та з наступним корегуванням складу, подальшою витримкою та обробкою;

Кагор - із виноматеріалів, що вироблені неповним зброджуванням м'язги чи сусла отриманого з мезги районуваних технічних сортів, попередньо витриманої при температурі 60-80° С, із зупинкою бродіння шляхом додавання етилового спирту з кондиціями: спирт 16 % об. і цукор 16-19%;

ароматизовані вина - вина виноградного походження, в т. ч. вермути, отримані шляхом змішування сухих або кріплених виноматеріалів, спиртових рослинних екстрактів, спирту етилового ректифікованого та цукру;

вина насичені CO₂ - одержують при бродінні у герметичному посуді під тиском (ігристе, шампанське) і штучним насиченням способом сатурації (шипучі вина).

Згідно класифікації виноградних вин їх поділяють на тихі та насичені CO₂. До тихих вин відносяться столові (сухі, напівсухі, напівсолодкі) та кріплені (міцні та десертні). Вина насичені CO₂ поділяють на шампанське України, ігристе та шипуче.

До сухих вин відносять ті вина, у яких немає цукру, тому що він вибродив повністю («насухо»). У цьому розумінні називають сухими і деякі види іншої групи вин, наприклад, ігристих (шампанських), хоча в даному вині (окремих марках) є до 3 г/дм³ цукру, і міцні, наприклад, сухий Херес, суха Мадера, що мають також до 3 г/дм³ цукру.

Столові вина розділяють за кольором на червоні, рожеві і білі, а за

об'ємною часткою спирту: на легкі - 9-10, середні - 10,6-12 і важкі - 12,1-14,5 % об. спирту.

Група міцних вин (Портвейн, Мадера, Херес, Марсала) характеризується значним вмістом спирту, тому їх і називаються міцними.

Портвейни, як і столові вина, за кольором розділяють на білі, рожеві і червоні. Мадера і Херес бувають тільки білого кольору. Міцні вина мають кондиції: від 25 до 120 г/дм³ цукру і від 17 до 20 % об. спирту.

Напівдесертні вина, як говорить сама назва, займають за своїм хімічним складом проміжне положення між міцними і десертними винами: вміст спирту і цукру в них коливається відповідно від 12 до 16 % об. та від 4 до 12 %. Їх випускають двох кольорів: білого і червоного.

Десертні вина характеризуються значним вмістом цукру. На противагу міцним, у десертних вин, насамперед відчувається солодкість, а потім вже алкоголь. У хороших витриманих з великою цукристістю десертних винах алкоголь майже не відчувається.

Десертні вина бувають білими, рожевими і червоними. Вміст алкоголю коливається в них від 12 до 17 % об., цукру від 160 до 300 г/дм³. При цьому у більшості випадків вміст спирту збільшується по мірі зменшення концентрації цукру. Десертні вина в Криму випускають у великій різноманітності: Мускат білий, Мускат рожевий, Мускат чорний, Токай, Піно-грі, Кокур тощо.

Група ігристих вин характеризується значним вмістом діоксиду вуглецю, що знаходиться в пляшці під тиском 3-4 МПа. Цей газ, виділяючись з вина, викликає гру в келиху, від чого такі вина називають ігристими. Їх виробляють шляхом вторинного бродіння пляшковим або резервуарним способом, внаслідок якого утворюється діоксид вуглецю ендогенного походження. Колір ігристих вин - білий, рожевий, червоний. Шампанське України відрізняється від ігристого кольором. Вино тільки біле, виробляється із суворо обмежених сортів винограду (Аліготе, Піно, Шардане), яке має спіртуозність не нижче 10,5 % об.

За кондиціями ігристе вино поділяють на екстра брют до 6, брют 15, екстра сухе - 16-19, сухе - 20-30, напівсухе - 35-45, напівсолодке - 55-65 і солодке - не менше 75 г/дм³ цукру і спіртуозність 10,5-12,5 % об. Об'ємна частка спирту в ігристих винах буває 11-13,5%. У Криму завод "Новий світ" випускає три марки ігристого - екстра сухе, сухе, напівсухе.

Шипучі вина одержали таку назву від своєї властивості шипіти при наповненні келиха, при цьому це шипіння швидко припиняється, тому що діоксид вуглецю видаляється. Діоксид вуглецю у шипуче вино вводять штучним шляхом, то-му їх ще називають газованими або іскристими винами. Вміст цукру в них звичайно буває від 50 до 100 г/дм³, спирту - від 9,5 до 14% об.

Ароматизовані вина, як вказує сама назва, відрізняються вмістом в них ароматичних речовин не виноградного походження. Ароматизацію здійснюють за допомогою різних трав та пряностей рослинного походження: полину, материнки, меліси, м'яти та ін. Ароматичні вина містять від 16 до 20 % об. спирту і від 40 до 160 г/дм³ цукру.

3. Основні технологічні процеси виноробства

Подрібнення винограду - застосовують для руйнування шкірочки ягід для виходу соку, але ні в якому разі не її перетирання.

Гребневідокремлення - для білих столових виноматеріалів передбачається обов'язкове відділення гребенів.

Відділення сусла від м'язги здійснюється на стікачах періодичної або безперервної дії або на мембранних чи корзиночних пресах. Вихід сусла з 1 т винограду становить від 34-50 до 70 дал.

Пресування звільненої від сусла-самопливу м'язги проводять у пресі безперервної дії для відокремлення сусла, яке не йде на приготування білих столових вин та шампанських вин. Отримані пресові фракції направляють на при-готування ординарних міцних вин.

Алкогольне (спиртове) бродіння сусла або м'язги - це стадія утворення вина. Формування вина характеризується зміною фізичного, хімічного та біологічного стану вина. На цій стадії виділяється CO₂, доброджуються цукри, випадають виннокислі солі, пектинові речовини, яблучна кислота розкладається на молочну та CO₂, дріжджі осідають на дно, вино освітлюється. Цей процес триває до першої переливки. Для зброджування використовують винні дріжджі, які володіють високою бродильною активністю. Це зокрема, Судак, Кахурі 3, Кокур 3, ПНО 14, Феодосія 1-19 та ін.

Розброджування - характеризується брунькуванням дріжджів і початком бродіння, що поступово посилюється.

Бурхливе бродіння - проходить інтенсивне виділення CO₂, що відводиться через бродильний шпунт.

Тихе бродіння (доброджування) - утворення CO₂ послаблюється, дріжджі осідають на дно, вино освітлюється (доброджування триває 2-3 тижні).

Освітлення вина (оклеювання) - процес прискорюється з використанням освітлювальних засобів (желатину, казеїну, таніну, бентоніту та ін.). Для видалення білків використовують бентоніт або каолін, дубильних речовин - желатин, альбумін, важких металів - жовту кров'яну сіль (ЖКС) або три натрієву сіль нітрілотриметилфосфонові кислоти (НТФ).

Охолодження та нагрівання є одним із способів стабілізації вина вина. Охолодження сприяє випаданню виннокислих солей і коагуляції білкових і

пектинових речовин. Для обробки холодом вино подають в теплообмінник-охолоджувач, в якому температура за 15-20 с. доводиться до температури, що близька до температури замерзання, яка залежить від вмісту спирту у вині. (вище 0,5°C). За такої температури осад випадає протягом двох діб (випадають великі кристали винного каменю). Для видалення дрібних кристалів вино витримують в холодильній камері 7-15 діб. Потім вино фільтрують при тій же температурі. У разі необхідності оклеювання вина можна проводити на холод.

Нагрівання використовують для поліпшення смаку і прискорення дозрівання, особливо при виробництві десертних та міцних вин.

Пастеризація - вино нагрівають до температури 55-65° С і витримують декілька хвилин без доступу повітря.

Купажування - це змішування в певних співвідношеннях виноматеріалів і інших компонентів (вакуум-сусла, бекмесу, спирту та ін.).

Асамбляж - необхідний для створення великих однорідних партій в межах одного сорту, року врожаю і господарства. Ця операція проводиться у шампанському виробництві і поєднується з освітленням і стабілізацією виноматеріалів до помутніть.

Егалізація - змішування виноматеріалів одного і того ж сорту і типу з метою вирівнювання складу за одним показником (колір, аромат, кислотність, екстрактивність). Егалізація нівелює склад і якість однорідних за складом і місцем вина, на які вплинули роки з негативними умовами для визрівання винограду.

Дозрівання і витримка вина - закінчуються окисно-відновні процеси. Дозрівання вина настає після витримки в бочках протягом декількох років (для білих вин - 2 роки, червоних - 3 роки).

Старіння вина - всі реакції проходять в анаеробних умовах, при витримці в пляшках вино через певний час досягає максимального розвитку своїх якостей. Білі вина витримують 4-5 років, міцні та екстрактивні вина 10-12 років, мускатні червоні вина 15-20 років, міцні та десертні десятки років.

Відмирання вина - в осад випадають барвні речовини, вино набуває неприємного смаку та аромату. Колекційні білі і червоні вина зберігають 30-35 років, а міцні вина - 100 і більше років.

4. Принципова технологічна схема виробництва столового вина за «білим» способом та характеристика основних технологічних процесів

Всі технологічні схеми переробки винограду зводяться до двох основних способів „по-білому” і „по-червоному”, хоча їх 17 варіантів.

„По-білому” способу переробляють виноград білих і рожевих сортів, цілими гронами або з попереднім подрібненням. Отримані виноматеріали

мають білий або рожевий колір. Переробка „по-білому” передбачає мінімальний контакт шкуринки ягід і кісточок з суслим для запобігання надмірного окислення сусли і надмірній невластивій грубості.

При виробництві білих столових сухих вин необхідно керуватися наступними основними правилами:

протягом усього процесу виробництва виноматеріалів і вина необхідно запобігати контакту отриманих матеріалів з киснем повітря для гальмування їх окислення;

для посилення відновлювальної здатності вина під час кожної технологічної операції в середовище (м'язга, сусли, вино) необхідно вводити діоксид сірки;

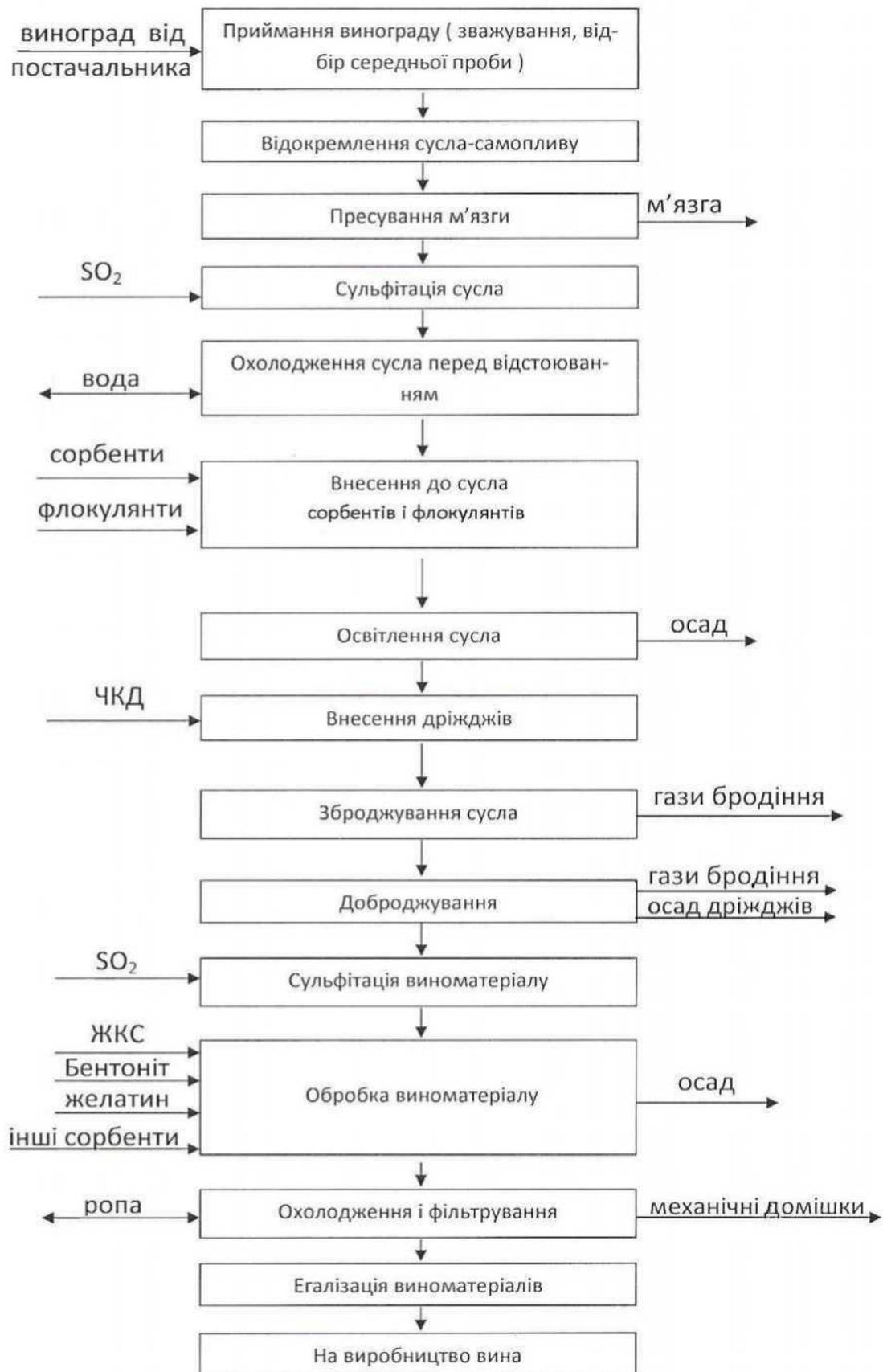
важкі метали з вина бажано виділити як можна раніше;

усі технологічні операції по виробництву і обробці вина необхідно проводити в перші 5-6 місяців, рахуючи від закінчення бродіння сусли;

для виробництва сортових вин виноград варто відбирати з ділянок, де найбільше яскраво виявляються особливості даного сорту. Ординарні білі столові сухі вина реалізують не раніше 1 січня наступного за врожаєм винограду року.

За своєю природою білі столові вина повинні бути самими ніжними, тонкими і легкими із всіх виноградних вин. Для приготування білих столових вин виноград збирають при оптимальній технічній зрілості без перезрівання та надлишкового накопичення цукрів. Інакше можна отримати столові вина більш міцними, важкими з недостатньою кислотністю. Дуже важливо, щоб білі столові вина не мали тонів окисленості і тонів мадеризації, що знижує їх якісні показники.

Для виробництва білих столових вин використовують виноград із вмістом цукру не менше 170 г/дм³ і масовою концентрацією титрованих кислот 6-10 г/дм³. Під час збирання винограду проводять його сортування з відділенням гнилих ягід і частин грона. Відбракований виноград переробляють окремо, а отримані виноматеріали використовують, як правило, для виробництва кріплених вин або для перегонки на спирт.



Принципова технологічна схема виробництва столового вина «по-білому» способу

Зібраний виноград перевозять на пункти переробки негайно. Час між збором і переробкою винограду не повинний перевищувати 4 год. Виноград переробляють на валкових або відцентрового типу дробарках-гребеневідокремлювачах. Для забезпечення високої якості сусла отримана м'язга не повинна перетиратись.

Далі м'язгу направляють на стікачі для відділення сусла-самопливу. Попередньо м'язгу рекомендується сульфитувати з розрахунку 50 мг діоксиду сірки на 1 кг переробленого винограду. М'язгу в стікачах допускається залишати не більше 50 хв.

При переробці мускатних або інших ароматичних сортів винограду рекомендується настоювати сусло на м'яззі не більше 6 год. при температурі 15-20° С з попередньою його сульфитацією із розрахунку 50-100 мг діоксиду сірки /кг винограду. Після стікання сусла-самопливу м'язгу негайно піддають пресуванню. Сусло першого тиску об'єднують із суслем-самопливом. Загальна кількість сусла, що направляється на виробництво столових вин, не повинна перевищувати 60 дал з 1 т винограду. Отримане сусло сульфитують і направляють на відстоювання. Залежно від стану винограду і температури сусла застосовують дози діоксиду сірки від 50 до 200 мг на 1 дм³ сусла.

Наступні пресові фракції сусла використовують на приготування ординарних кріплених вин.

Відстоювання сусла для освітлення проводять при температурі приміщення, але не більш 24 год. Перед відстоюванням сусло рекомендується охолодити до температури 10-12° С. Для поліпшення відстоювання в сусло можна вводити бентоніт у дозах, обумовлених лабораторією підприємства, але не більше 3 г/дм³. Після відстоювання освітлене сусло декантують і направляють на бродіння, для чого в сусло вводять 2-4 % розводки ЧКД.

Бродіння сусла проводять у бродильних установках (у потоці) або в дубових бочках чи бутах або проводять бродіння у великих резервуарах методом доливок. У процесі бродіння підтримують температуру 14-18° С для марочних вин і 22-25° С для ординарних вин.

Після закінчення бродіння і відстоювання виноматеріали випробують, сортують по якості, знімають із дріжджових осадів (перша переливка), сульфитують з розрахунку 25-30 мг/дм³ діоксиду сірки і направляють на зберігання.

Отримані столові виноматеріали повинні мати наступні органолептичні та фізико-хімічні показники:

колір - від світло-солом'яного з зеленуватим відтінком до світло-золотавого. Кахетинські вина, які готують за спеціальною технологією, мають колір міцного чаю;

букет - відповідний сорту (сортам) винограду, з якого вироблене вино;
смак - відповідний даному типу столового вина і сорту (сортам)
винограду, з якого воно вироблено, із приємною свіжістю, гармонічний;
об'ємна частка етилового спирту (природного бродіння) - 9-14 %; масова
концентрація: залишкових цукрів, г/дм³, не більше - 3,0; титрованих кислот,
г/дм³ - 4-8;

летких кислот у перерахунку на оцтову кислоту, г/дм³, не більше - 1,2;
діоксиду сірки, мг/дм³, не більше: загальної - 200, вільної - 20.

Температура підвалу при витримці в бочках столових вин повинна
зберігатися в межах 12-14°C. При більш низьких температурах вино дозріває
повільно, а при більш високих - може зіпсуватися.

Під час витримки вина в бочках чи пляшках вони завжди повинні бути
повними. Догляд за вином і обробка його складаються із доливання,
переливання і освітлення шляхом фільтрації і оклеювання.

Краща гармонійність білих столових вин спостерігається при вмісті
спирту 10-11% об. і масовою концентрацією титрованих кислот 6,0-7,0 г/дм³.
Дуже важливо, щоб білі столові вина не мали тонів окислення, що часто
з'являються в цих винах і значно знижують їхню якість.

До кращих білих столових вин України, зокрема, належать Аліготе
Золота Балка, Рислінг Алькадар та ін.

Аліготе Золота балка виготовляють із винограду сорту Аліготе. Вино
характеризується тонким сортовим букетом. Смак вина - ніжний, гармонійний,
із приємною кислотністю та пікантною гірчинкою.

Рислінг Алькадар готують із винограду сорту Рислінг. Це вино високої
якості, яке має колір від світло-солом'яного з зеленуватим відтінком до світло-
золотистого. Букет вина яскравий, сортовий, характерний для даної місцевості.
При витримці Рислінгу у пляшках в букеті з'являються тонкі смолисті відтінки.
Смак Рислінгу повний і свіжий. Вино за загальним своїм складом дуже
гармонійне і приємне.

3. Особливості технології столового вина за «червоним» способом

Червоні столові вина мають більш високу біологічну і харчову цінність,
ніж білі вина. В них міститься значно більше таких біологічно активних
речовин як вітаміни, особливо такого цінного для людини, як вітамін Р. Крім
того, червоні вина мають більш сильну бактерицидну дію, ніж білі. Фенольні
речовини, які містяться в червоних столових винах у великій кількості
пом'якшують дію алкоголю на організм людини.

Червоні столові вина містять 9-14 % об. етилового спирту і мають
титровану кислотність 4-7 г/дм³. Червоні вина більш екстрактивні, ніж білі, що

пояснюється підвищеним вмістом фенольних речовин. Але при цьому вино не повинно викликати відчуття сильної гіркоти, забарвлення червоних столових вин в початковій зрілості повинно бути густе, фіолетово-рубінового кольору. В процесі витримки фіолетові тони зникають і з'являються гранатові.

Барвні речовини винограду знаходяться в шкірці ягоди, а сік, як правило, незабарвлений. Тому головним завданням виноробів при виробництві червоних столових вин є екстрагування барвних речовин із шкірки і переведення їх в сусло, а потім у кінцевий продукт - вино для досягнення достатньо інтенсивного забарвлення.

Виноград для виробництва червоних і рожевих столових вин повинен бути дозрілим і містити не менше 170 г/дм^3 цукру і мати титровану кислотність $6-9 \text{ г/дм}^3$. Початок збирання винограду призначається з урахуванням накопичення в ягодах відповідної кількості барвних речовин, тобто не менше 600 мг/дм^3 при загальній кількості антоціанів 2 г/дм^3 .

Під час збирання винограду з нього виділяють недозрілі, гnilі і забруднені ягоди та грона або проводять вибірковий збір здорового та зрілого винограду. Відбракований виноград переробляють окремо на виноградний спирт.

Зібраний виноград авто- або електротранспортом направляють після зважування на пункт переробки. Термін від збирання винограду до його переробки не повинен перевищувати 4 год.

Подрібнення винограду проводять в дробарках-гребеневідокремлювачах. Застосовуються для цього відцентрові, валкові або інші типи дробарок. Одержану м'язгу сульфітують (від 50 до 150 мг діоксиду сірки на 1 кг винограду) і направляють на технологічну переробку.

Переробка винограду на виноматеріали для червоних вин проводиться на підприємстві по одній із трьох класичних технологічних схем: бродіння на м'яззі (класична технологія); підігрів м'язги з подальшим зброджуванням сусла «по-білому» способом (термовініфікація); екстрагування барвних та фенольних речовин збродженими виноматеріалами.

Класичну технологію використовують у марочному виноробстві. Вона передбачає бродіння у відкритих або закритих резервуарах з плаваючою або зануреною «шапкою». М'язгу подають у бродильні резервуари та заповнюють на 80-85 % їх об'єму, зразу ж вводять 3-4 % розводки ЧКД. В процесі бродіння м'язгу ретельно перемішують 3-4 рази на добу за допомогою мішалок або насосів «на себе» для попередження окислення верхнього шару «шапки» та покращення екстракції барвних і фенольних речовин.

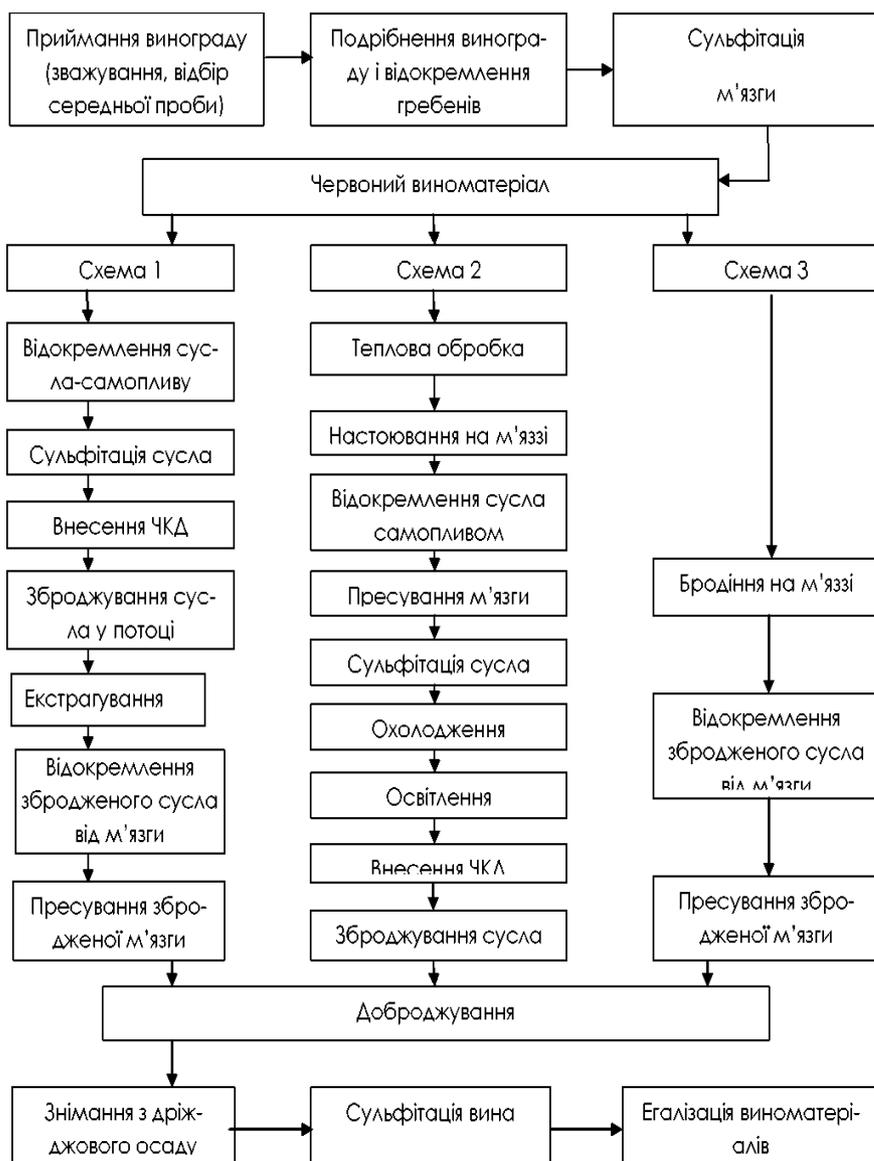
Далі м'язгу направляють на стікачі для відділення сусла-самопливу. Попередньо м'язгу рекомендується сульфітувати з розрахунку 50 мг діоксиду

сірки на 1 кг переробленого винограду. М'язгу в стікачах допускається залишати не більше 50 хв.

При переробці мускатних або інших ароматичних сортів винограду рекомендується настоювати сусло на м'яззі не більше 6 год. при температурі 15-20° С з попередньою його сульфитацією із розрахунку 50-100 мг діоксиду сірки /кг винограду.

Після стікання сусла-самопливу м'язгу негайно піддають пресуванню. Сусло першого тиску об'єднують із суслом-самопливом. Загальна кількість сусла, що направляється на виробництво столових вин, не повинна перевищувати 60 дал з 1 т винограду. Отримане сусло сульфітують і направляють на відстоювання. Залежно від стану винограду і температури сусла застосовують дози діоксиду сірки від 50 до 200 мг на 1 дм³ сусла.

Наступні пресові фракції сусла використовують на приготування ординарних кріплених вин. Відстоювання сусла для освітлення проводять при температурі приміщення, але не більш 24 год. Перед відстоюванням сусло рекомендується охолодити до температури 10-12° С. Для поліпшення відстоювання в сусло можна вводити бентоніт у дозах, обумовлених лабораторією підприємства, але не більше 3 г/дм³. Після відстоювання освітлене сусло декантують і направляють на бродіння, для чого в сусло вводять 2-4 % розводки ЧКД.



Принципова технологічна схема виробництва столового вина «по-червоному» способу

Бродіння сусла проводять у бродильних установках (у потоці) або в дубових бочках чи бутах або проводять бродіння у великих резервуарах методом доливок. У процесі бродіння підтримують температуру 14-18° С для марочних вин і 22-25° С для ординарних вин. Температуру бродіння підтримують в діапазоні 25-28° С. Така температура забезпечує краще екстрагування барвних, фенольних і ароматичних речовин. Після того, як виноматеріал в процесі бродіння набуває характерних ознак по барвним показникам, терпкості і повноті смаку, його відділяють від твердих частинок м'язги за допомогою фільтрування. Очищений виноматеріал за допомогою винних насосів направляють на доброджування, а м'язгу на пресування. Пресовану рідку фракцію об'єднують з самопливом і в подальшому використовують в купажах міцних вин.

Після закінчення бродіння (вміст залишкового цукру не більше 3 г/дм³) зброджений виноматеріал знімають з осадів дріжджів і направляють в апарат на 30-45-ти добовий відпочинок, а потім на обробку.

Термовініфікація (виноробство з підігрівом). Ще древні греки та римляни підігрівали роздавлений виноград у котлах, в результаті чого отримували інтенсивно забарвлене сусло.

Після сульфитування м'язгу у м'язгопідігрівачах нагрівають до температури 55-60° С, витримують при цій температурі в спеціальних апаратах до тих пір, поки сусло не набуде відповідного забарвлення, а потім охолоджують до температури 25-28° С і пресують.

Сусло-самоплив і фракції сусла після першого і другого пресування об'єднують, додають 4% чистої культури розведених дріжджів і направляють на бродіння «по білому способу». Процес бродіння проводять в спеціальних бродильних апаратах при температурі не вище 26°С.

Після закінчення бродіння, коли вміст залишкового цукру не більше 3 г/дм³, виноматеріал знімають із осадів дріжджів і направляють в апарат для зберігання і відпочинку терміном 30-45 діб. Після чого виноматеріал надходить на обробку.

Екстрагування барвних та фенольних речовин збродженими виноматеріалами здійснюється таким чином. Сульфитовану м'язгу направляють в екстрактор, в якому після екстрагування відбирають сусло-самоплив (до 50 дал з 1 т винограду) і направляють на бродіння «по білому» способу. Розведена чиста культура дріжджів додається в сусло в кількості 3-4 %.

Процес бродіння проводять при температурі 22-26°С до одержання недоброду виноматеріалів із залишковим цукром 10-30 г/дм³. Цей виноматеріал потім використовують для екстрагування із м'язги барвних і фенольних речовин в екстракторах з багаторазовим перекачуванням виноматеріалу із нижньої частини в верхню. Екстрагування проводять при температурі 30-35° С до одержання у вині необхідної кількості барвних і фенольних речовин. Після екстракції виноматеріал, який містить залишковий цукор 20-40 г/дм³ направляють на доброджування, а м'язгу на пресування. Фракції виноматеріалу після пресування об'єднують із самопливом. Останню відпресовану фракцію збирають окремо і використовують для купажу міцних вин.

Після доброджування (залишковий цукор не повинен перевищувати 3 г/дм³) та відстоювання виноматеріал знімають із осаду дріжджів і направляють в апарат для зберігання протягом 30-45 діб. Потім виноматеріал направляють на обробку.

Існує це один спосіб виготовлення червоних вин. Це *вуглекислотна мацерація* - спосіб проведення бродіння в атмосфері діоксиду вуглецю. Грона

витримують у резервуарі з діоксиду вуглецю. В середині ягоди відбувається бродіння соку під дією ферментів ягоди. В нижніх шарах винограду відбувається роздавлювання ягід та утворюється сік, що бродить. Після накопичення спирту приблизно 2 % об. резервуари відкривають і масу направляють на стікачі і преси, далі ведуть технологічний процес виготовлення червоних вин по «білому» способу.

Після закінчення бродіння і доброджування сусла, виноматеріали знімають з осаду (перша переливка) та направляють на зберігання з попередньою сульфитацією.

Готові червоні столові вина, основною сировиною яких є червоні сорти винограду повинні мати наступні кондиції:

колір для червоних вин - рубіновий, темно-рубіновий або гранатовий (темно-гранатовий);

колір для рожевих вин - від світло-рожевого до світло-червоного; букет - відповідний сорту винограду, з якого вироблено вино;

смак - відповідний даному типу столового вина та сорту (сортам) винограду, з якого воно вироблено, тобто з приємною терпкістю і гармонійністю;

об'ємна частка етилового спирту (природного бродіння) - 9-14 %;

масова концентрація: залишкових цукрів, г/дм³, не більше - 3,0; титрованих кислот, г/дм³ - 4-8; летких кислот у перерахунку на оцтову кислоту, г/дм³, не більше - 1,5; діоксиду сірки, мг/дм³, не більше: загальної - 200, вільної - 20.

Вина, виготовлені з одного сорту винограду Сапераві чи Каберне, мають чіткі сортові ознаки як у букеті, так і в смаку.

До кращих червоних столових вин України, зокрема, належать такі, як Бордо, Алушта, Каберне кримське, Оксамит України, Каберне Інкерман, Рубін Херсонеса та ін.

Вино Бордо готують з виноградного сорту Мальбека, Мурведра, Морастеля, Каберне і інших червоних сортів винограду, що знаходяться в суміші на ділянках винограднику відділення «Ай-Даніль», «Гурзуф» винкомбінату «Маса-ндра». Вино має красивий рубіновий колір. Букет добре розвинутий, тонкий. Смак повний, гармонійний.

Столове червоне вино Алушта готують з врожаю виноградників «Алушта». До складу вина входять сорти Сапераві, Каберне, Гренаш, Мальбек, Мурведр, Морастель. Колір вина - від темно-гранатового до рубінового. Участь значної кількості коштовних сортів винограду в цьому вині дає йому тонкий складний букет і досить ніжний і гармонійний смак, типовий для столового вина.

4. Особливості технології міцних і десертних вин

Міцні і десертні вина одержують шляхом часткового зброджування виноградного суслу або м'язги з подальшим додаванням ректифікованого етилового спирту, а також купажуванням виноматеріалів.

Ординарні міцні і десертні вина готують із білих, рожевих і червоних сортів винограду з підвищеною здатністю до накопичення цукру, який переробляють окремо по сортам. Мускатні і токайські вина, а також інші сортові вина готують із сортового винограду (допускається не більше 15% других сортів того ж ботанічного виду винограду).

Збір, приймання та переробку винограду на міцні і десертні вина проводять відповідно до встановлених правил по переробці винограду на виноматеріали.

Головною особливістю технології виноматеріалів для міцних і десертних вин є тривалий контакт суслу і виноматеріалів з твердими частинами м'язги з метою повного екстрагування ароматичних, барвних і фенольних речовин. Для механізації цих процесів застосовуються різні типи екстракторів. До самих ефективних відносяться екстрактори типу ВЕКД-5 та БРК-3М, в яких м'язга підігрівається до оптимальної температури з добавками діоксиду сірки від 75 до 150 мг/дм³ (залежно від ураження винограду пліснявою).

При переробці винограду з незадовільним відділенням соку рекомендується застосовувати пектолітичні ферментні препарати (Аваморин, Пектофоедин та ін.).

Зброджування суслу або м'язги проводять при температурі нижче 25° С на чистій культурі дріжджів, яку вносять в кількості 2-3 %.

З метою підвищення міцності вина та зупинки процесу бродіння у виноматеріали добавляють спирт етиловий ректифікований, одержаний із крохмаловмісної сировини або спирт етиловий ректифікований виноградний міцністю не нижче 95,8 % об.

Вміст спирту в виноматеріалах при натуральному бродінні для міцних вин в період спиртування повинен бути не нижче 4,2 % об., для десертних вин - 1,2 % об.

Для рівномірного розподілу спирту по всьому об'єму виноматеріалу проводять перемішування, а потім його освітлення з перекачуванням в інші апарати.

Для підвищення масової концентрації цукрів в міцних виноматеріалах додають концентроване або консервоване сусло в кількості, яка забезпечить підвищення цукристості купажу не більше, ніж на 20 г/дм³. Але дозвіл на цю операцію дає відповідна державна установа тільки в роки, які були несприятливі для виноградарства.

Після освітлення міцні виноматеріали знімають з осаду (перша переливка), сульфітують з розрахунку 25-30 мг/дм³ вільного діоксиду сірки, егалізують, купажують і направляють на обробку і зберігання, або на відвантаження підприємствам вторинного виноробства.

У виноробстві чітко розділені процеси зброджування сусла та наступного дозрівання виноматеріалів.

В перший період витримки (дозрівання) молодого міцного вина забезпечуються умови для завершення окислювальних біохімічних процесів в аеробних умовах (при доступі кисню). Після закінчення цієї стадії, яка продовжується протягом двох і більше років, для вина створюють анаеробні умови зберігання (без доступу кисню).

Удосконалена технологія міцних вин характеризується сумісництвом процесів зброджування і дозрівання, які проводяться в дві стадії в двох апаратах: аеробна і анаеробна. Сусло підброджують і переводять в апарат для аеробного ферментування, в якому змонтовано аератор. При цьому в потоці додають ректифікований спирт.

Інтенсивна аерація зброджуваного сусла сприяє активному розмноженню клітин дріжджів та посиленню їх окислювальної функції, що приводить до накопичення альдегідів, вищих спиртів і кислот, які є джерелом утворення ароматичних естерів, що відіграють важливу роль в формуванні букету і смаку вина.

Після завершення окислювальних реакцій сусло направляють в апарат для анаеробного бродіння, під час якого оцтовий альдегід відновлюється дріжджами в етиловий спирт, а також стимулюються інші відновні реакції.

Це такі вина як Старий Нектар, Троянда Закарпаття, Херес кримський, Мадера Масандра, Портвейн білий сурож, Портвейн червоний Ліва дія, Кагор тощо.

З метою призупинення процесів бродіння сусла та забезпечення необхідних кондицій вина в зброджуване сусло вводиться ректифікований спирт. Момент введення спирту визначається лабораторією, згідно необхідних якісних показників виноматеріалу.

В процесі спиртування при взаємодії виноматеріалу із спиртом відбувається стиснення об'єму спиртованої суміші, яка називається *контракцією*. На величину контракції впливають також цукри, екстрактивні та інші речовини. Величина контракції, тобто зменшення об'єму спиртованої суміші, коливається у невеликих межах і дорівнює - 0,08 % об'єму суміші на кожний 1 % об. підвищення міцності вина.

Після бродіння по мірі відстоювання виноматеріали використовуються в купажах, а осад дріжджів і гущу направляють на пресування і утилізацію.

Букет і смак всіх міцних і десертних вин повинен відповідати типу і не мати сторонніх запахів і присмаків. Вміст летких кислот для білих міцних вин не більше 1,2 г/дм³, для червоних - 1,5 г/дм³, для міцних - 1,5 г/дм³ (в перерахунку на оцтову кислоту). Загальний вміст діоксиду сірки не більше 200 г/дм³, в тому числі вільної - не більше 20г/дм³.

5. Особливості технології ігристих і газованих вин

Походження і класифікація ігристих вин

Основний спосіб виробництва шампанських вин у нашій країні резервуарний. Вторинне бродіння проводять у великих металевих резервуарах-акратофорах, періодично або безперервно. Безперервний спосіб виробництва шампанських вин характеризується такими етапами: підготовка бродильної суміші з обробленого купажного виноматеріалу, резервуарного лікеру цукристістю 50-60% та розводки чистої культури дріжджів; проведення біотехнологічного процесу бродіння в потоці бродильної батареї, яка складається із 6-8 послідовно з'єднаних апаратів. У бродильних апаратах-акратофорах постійно підтримується надлишковий тиск СО₂. У цьому разі вино збагачується біологічно активними речовинами дріжджів.

Майже повністю виброджене вино за 17-20 діб із бродильної батареї надходить на охолодження до температури -3-4°C, а потім витримується за цієї температури упродовж 24 год. і подається на фільтрування. Оброблення холодом сприяє стабілізації складу вина. Для одержання шампанського сухого, напівсухого, напівсолодкого і солодкого у вино додають необхідну кількість експедиційного лікеру і направляють на відпочинок. Після повторного фільтрування шампанське розливають у пляшки в ізобаричних та ізотермічних умовах, закупорюють пробками з мюзле, проводять контрольну витримку або пляшкову пастеризацію і оформлюють етикеткою, кольєреткою та фольгою.

Ігристі (пінливі) вина були відомі ще в Древньому Римі, про що свідчать знайдені при розкопках скляні келихи подовженої форми, виготовлені спеціально для шампанського. Мандрівники раннього та пізнього Середньовіччя згадували про ігристі вина Бургундії, П'ємонту, Колхіди, Криму. Ці вина були солодкими недородами, що тривалий час грали, видаляючи діоксид вуглецю за рахунок зброджування цукрів.

Лише в середині XVII століття у Франції в провінції Шампань було винайдено пляшкове шампанське, яке почали одержувати шляхом бродіння сухих виноматеріалів (з додаванням цукрового лікеру) у спеціальних товстостінних пляшках, які витримують надлишковий тиск утвореного при бродінні СО₂. Довгі роки технологія французьких ігристих вин зберігалась в таємниці і не мала промислового значення, а розриви пляшок з вином, що

бродить, досягали 30-40 %. Лише в XIX ст. з розвитком хімії і мікробіології виробництво шампанського у Франції отримало належний розвиток. Цьому сприяло також бурхливе будівництво міст із білого щільного вапняку Реймса і Еперне, що дозволило створити глибокі могутні підвали з постійною низькою температурою (9-11° C), необхідною для уповільненого бродіння і витримки шампанського. У ці ж роки в Росії, на Дону, незалежним шляхом і за оригінальною технологією формувалось виробництво червоних ігристих вин типу Цимлянського, а в Італії створювалась технологія прославлених мускатних ігристих вин Асті Спуманте і Москато Спуманте. Наприкінці минулого сторіччя самостійне шампанське виробництво одержує розвиток у Німеччині, Угорщині, Іспанії, США та інших країнах. Шампанські вина за досвідом Франції почали готувати в Криму - Судаку, а потім і на ПБК - в Ай-Данилі, Алушті. Однак справжнім засновником вітчизняного шампанського був Л.С. Голіцин, що заклав у своєму маєтку Новий Світ, під Судаком, у 1890-1899 рр, а потім у Абрау-Дюрсо під Новоросійськом справжнє російське шампанське виноробство. З ім'ям Л.С. Голіцина і його помічника А.А.Іванова пов'язане світове визнання високої якості і авторитету шампанського, виготовленого в нашій країні. Засновником виробництва «Советского шампанського» є проф. А.М.Фролов-Багреєв, який очолив у 1919 р. шампанське виноробство в Абрау-Дюрсо.

Відповідно до міжнародної класифікації у світі випускають 4 групи ігристих вин: білі; мускатні; рожеві; червоні.

Серед них виділяються Шампанське і Муссо у Франції, Спуманте (пінливе) в Італії, Сект (ігристе) у Германії. За технологією вина поділяють на чотири групи: класичне пляшкове; пляшково-фільтраційне; резервуарного способу отримання; безперервного способу отримання.

Шампанське у Франції готують тільки пляшковим способом із сухих виноматеріалів та цукрового лікеру в географічному районі Шампань, а інші білі ігристі вина Франції називають Муссо.

Шампанізація вина - це біохімічний процес вторинного бродіння в герметично закритих збірниках, протягом якого відбувається насичення вина діоксидом вуглецю. При цьому вино насичується діоксидом вуглецю за рахунок абсорбції (розчинення діоксиду вуглецю) і збагачується хімічними і фізико-хімічними сполуками діоксиду вуглецю з іншими складовими частинами вина.

Виробництво ігристого вина класичним пляшковим способом

За ДСТУ 4807:2007 вина ігристі з технологічною витримкою в пляшках не менше, як 9 місяців належать до категорії витриманих.

Шампанські виноматеріали виробляють тільки із шампанських сортів

винограду і виготовляють за білим способом. Готові виноматеріали повинні мати: 9,5-12% об. спирту, не більше 3 г/дм³ цукрів, не менше 16 г/дм³ екстракту, 10 г/дм³ титрованих кислот, у перерахунку на винну кислоту, не більше 100 мг/дм³ летких кислот, рН 2,8-3,4.

Готові шампанські виноматеріали повинні відповідати таким вимогам:

аромат – тонкий, чистий, відповідний сорту, без сторонніх відтінків; колір – світло-солом'яний із зеленуватим відтінком. Допускається незначний рожевий відтінок у виноматеріалах, вироблених із червоних сортів винограду білим способом;

смак - чистий, гармонійний, не грубий, свіжий, без сторонніх присмаків; загальна оцінка - не нижче 7,8 бала за 8-бального відрізка 10-бальної системи;

масова концентрація: титрованих кислот 6-10 г/дм³, летких кислот не більше 0,8 г/дм³, цукру не більше 0,2% загального SO₂ 80-150 мг/дм³, заліза не більше 10 мг/дм³, кальцію не більше 100 мг/дм³.

Під час оброблення виноматеріалів для шампанських вин використовують риб'ячий клей, желатин, жовту кров'яну сіль і бентоніт. Такі оклеювальні речовини здебільшого використовують при асамбляжі для підсилення фізико-хімічної стабілізації купажу.

У виробництві ігристих вин часто застосовують оброблення холодом або теплом. За резервуарної шампанізації нагрівання купажу без доступу повітря є обов'язковим. За пляшкової шампанізації теплове оброблення не проводять.

Далі оброблений шампанський матеріал витримують протягом 1-2 років у спеціальних апаратах.

Велике значення для одержання високоякісних шампанських та ігристих вин має правильно виконаний купаж виноматеріалів виготовлених із різних сортів винограду і в різних виноробних регіонах. Ці виноматеріали мають різну кислотність, різний вміст спирту, азотистих та ароматичних речовин, ефірних масел тощо.

Загалом підготовка виноматеріалів до шампанізації включає їх асамблювання, оброблення спеціальними матеріалами, оклеювання, фільтрування, купажування, знекислення. Тривалість такої підготовки 30-40 діб, потім відпочинок вина 30 діб і далі його направляють на виготовлення ігристих вин класичним або резервуарним (періодичним і безперервним) способом.

Виробництво шампанського класичним способом передбачає виконання наступних технологічних операцій: приготування тиражної суміші; розлив в пляшки; закладання пляшок в штабелі і проведення вторинного бродіння; післятиражна витримка в штабелях; переведення осаду на пробку (ремюаж); видалення осаду (дегоргаж) з дозуванням експедиційного лікеру; контрольна

витримка готового шампанського; бракераж; оформлення і упаковка.

Приготування тиражної суміші - це змішування оброблених купажів, тиражного лікеру цукристістю 50-60 %, розводки ЧКД і ОСВІТЛЮЮЧИХ речовин (10%-ого спиртового розчину таніну - 0,1 г/дм³) і 2 %-ого розчину риб'ячого клею). Вносять до 2 г/дал суспензії бентоніту, яка покращує структуру осаду.

Тиражний лікер одержують розчиненням в оброблюваних купажах цукру-піску, потім його фільтрують і витримують 10 діб. Тиражний лікер вводиться із розрахунку вмісту цукру в суміші 2,2 %, що при бродінні забезпечує досягнення надлишкового тиску в пляшках до 0,55 МПа.

Розводку дріжджів готують із чистої культури, яка забезпечує зброджування цукрів в умовах високої концентрації спирту і діоксиду вуглецю, вносять в тиражну суміш на стадії бурхливого бродіння із розрахунку отримання 1 млн. дріжджових клітин в 1 см³ суміші. Після закінчення бродіння дріжджі повинні утворювати зернистий осад, який не прилипає до скла і легко зсувається по його поверхні.

Готовою тиражною сумішшю наповнюють нові шампанські пляшки за рівнем, залишаючи газовий простір висотою 6-8 см і закупорюють поліетиленовою тиражною пробкою, закріплюючи її металевою скобою. Пляшки перед розливом ретельно миють, перевіряють на чистоту, відсутність механічних пошкоджень, піддають мікробіологічному контролю.

Пляшки з тиражною сумішшю закладають в горизонтальне положення в штабелі для вторинного бродіння при температурі 10-15°C протягом 30-40 діб, для укладки використовують металеві каркаси. При вкладанні слідкують, щоб газові бульбашки не затримувались біля пробок, а пробка в середині була змоченою, щоб не було підсихання і порушення герметичності укупорки. Місце газової камери відмічають міткою, яка наноситься фарбою або крейдою.

Внаслідок вторинного бродіння тиск підвищується до 0,55 МПа, вміст спирту збільшується на 1,2 %, а залишковий цукор не перевищує 1 г/дм³. Повністю зброжене вино називається *кюве*. Контроль бродіння здійснюють 1 раз в 10 діб, вимірюють тиск (манометром). Після закінчення бродіння контролюють вміст цукрів, спирту і титровану кислотність. Після тиражну витримку здійснюють у штабелях при температурі 10-15°C протягом трьох років. В перший рік витримки у вині проходять окисно-відновні процеси, автоліз дріжджів, перетворення азотистих речовин, синтез складних естерів. При подальшій витримці синтезуються вищі спирти, альдегіди, складні естери, які беруть участь у формуванні характерного смаку і букету. Вино збагачується поверхнево-активними речовинами, збільшується вміст діоксиду вуглецю. Під час витримки пляшки перекладають із збовтуванням - в перший рік двічі, а в

наступні роки - по одному разу.

Збовтування сприяє перемішуванню осаду, відмиванню його частинок від внутрішніх стінок, що сприяє контакту дріжджових клітин з вином. При збовтуванні окремі пляшки можуть розриватися, тому робітниця повинні бути забезпечені масками та рукавицями. Після збовтування пляшки укладають в новий штабель. Необхідно щоб пляшка знаходилась в такому положенні як до перекидання, тобто газова камера і осад повинні знаходитись на одному місці. Якщо ця вимога порушується то деяка частина не змитого осаду прилипає до стінок з подальшою неможливістю видалення його з пляшки, при перекиданні видаляються тріснувши пляшки. Такі пляшки зливають, а після другої і подальших перекидань передають на ремюаж. Якщо після останньої перекидки на внутрішній поверхні виявився осад, що не змивається вином, такі пляшки охолоджують до появи кристалів. Потім збовтують і передають на подальшу переробку.

Переведення осаду на пробку (ремюаж) проводять висококваліфіковані майстри, вручну на станках - пюпітрах. Це дві ступки-площі із дощок, зверху скріплені в дотик, а внизу ланцюжком на відстані 100-120 см. Кожна ступка має 10 горизонтальних і 6 вертикальних рядів отворів, які мають таку форму, яка забезпечує змогу змінювати положення пляшки від горизонтального до вертикального. Перед загрузкою пляшок з вином в пюпітри - вимірюють тиск та визначають вміст незброджених цукрів. Пляшки збовтують і вставляють в пюпітри горизонтально і залишають в спокої на 10 діб, щоб осів осад. На дно пляшки наносять чітку риску для орієнтації при поворотах пляшки. Під час ремюажу проводять такі операції - пляшки кожен день піддають легким ударам по краях отворів і повертають навколо осі, спочатку на 1/8, 1/4 і на 1/2 кола і зменшують кут нахилу. В результаті обробки осад сповзає на пробку без розділення і каламуті. В кінці ремюажу пляшки ставлять вертикально. Осад в пляшках складається з трьох основних частин - важкої, легкозповзаючої і липкої. Мистецтво ремюажу полягає в забезпеченні спільного сповзання на пробку усіх частин осаду, тривалість цього процесу - шість тижнів. Осад на пробці заморожують до утворення крижинок і передають на дегоргаж горлом вниз.

Перед видаленням осаду дегоржер відбраковує пляшки з недостатньо освітленим вином, недостатньо зведеним на пробку осадом (передає на повторну обробку). Порядок видалення осаду - спочатку спеціальними крючками знімають скоби, потім дегоржер розхитує пробку кліщами і підтримуючи пальцем нахилиє і виймає пробку з осадом. Піна яка виходить з осадом змиває і очищає внутрішню поверхню. Після цього пляшка передається на дозування лікеру. Для одержання вина спеціальних марок вводять

експедиційний лікер, який повинен забезпечувати цукристість, формувати букет, надавати вину м'якість і гармонійність. Для приготування експедиційного лікеру використовують високоякісні виноматеріали (з витримкою в емальованих резервуарах або дубових бочках, без доступу кисню протягом 2,5-3 років), цукор-пісок, коньячний спирт, аскорбінову кислоту, діоксид сірки. Не допускається використовувати цукор-рафінад оброблений ультрамарином, до складу якого входить сірка (вона здатна утворювати в ігристому вині сірководень). Цукор розчиняють у витриманих виноматеріалах в реакторі при перемішуванні, додають коньячний спирт і лимонну кислоту для доведення лікерів до певної кондиції. В лікер вводять 25-30 мг SO₂/дм³ (для попередження окислення лікеру). Коньячний спирт повинен бути витриманим не менше 5 років. Спирти повинні мати добре розвинений смак, без надлишку дубильних речовин. Після ретельного перемішування компонентів експедиційний лікер фільтрують і витримують без доступу кисню близько 100 діб. За необхідності лікер після витримки фільтрують, додаючи перед фільтрацією 25-30 мг SO₂ /дм³. Дозування лікеру проводять за допомогою лікеродозуючого автомату, який відбирає вино із пляшки, дозує в пляшку лікер за об'ємом і доливає вино до заданого рівня. Автомат з'єднаний з вуглекислотним балоном, тому помітного зниження CO₂ не проходить. Рівень ігристого вина повинен бути в межах 8 ±1 см до верхнього краю вінчика пляшки. Після дозування пляшки закупорюють новими пробками, закріплюють мюзле, піддають бракеражу і направляють на контрольну витримку протягом 10 діб при температурі 17-25° С. Пляшки укладають у спеціальному приміщенні. Під час витримки проводять хімічний і мікробіологічний контроль. Потім пляшки миють і передають на бракераж, бракують пляшки з мутністю, з включеннями та вологою пробкою. Після бракеражу передають на зовнішнє оформлення - одягають фольгу, наклеюють етикетку, кольєретку та загортають в папір.

Пляшковий спосіб пов'язаний зі складнощами і великою вартістю технологічних прийомів. Загальна кількість втрат складає 20 % від взятого на шампанізацію вина, що пов'язано з втратами пляшок. Крім того для одержання ігристого вина необхідно кожен пляшку закривати два рази. Проведення процесу ремюажу і дегоргажу вимагає висококваліфікованих фахівців, які проходять спеціальну підготовку. Крім того, для проведення шампанізації потрібні великі площі.

Виробництво ігристого вина резервуарним способом

В нашій країні на сьогодні більш поширеним способом є резервуарний (періодичний і безперервний).

Вторинне бродіння проводять у акратофорах - великих вертикальних

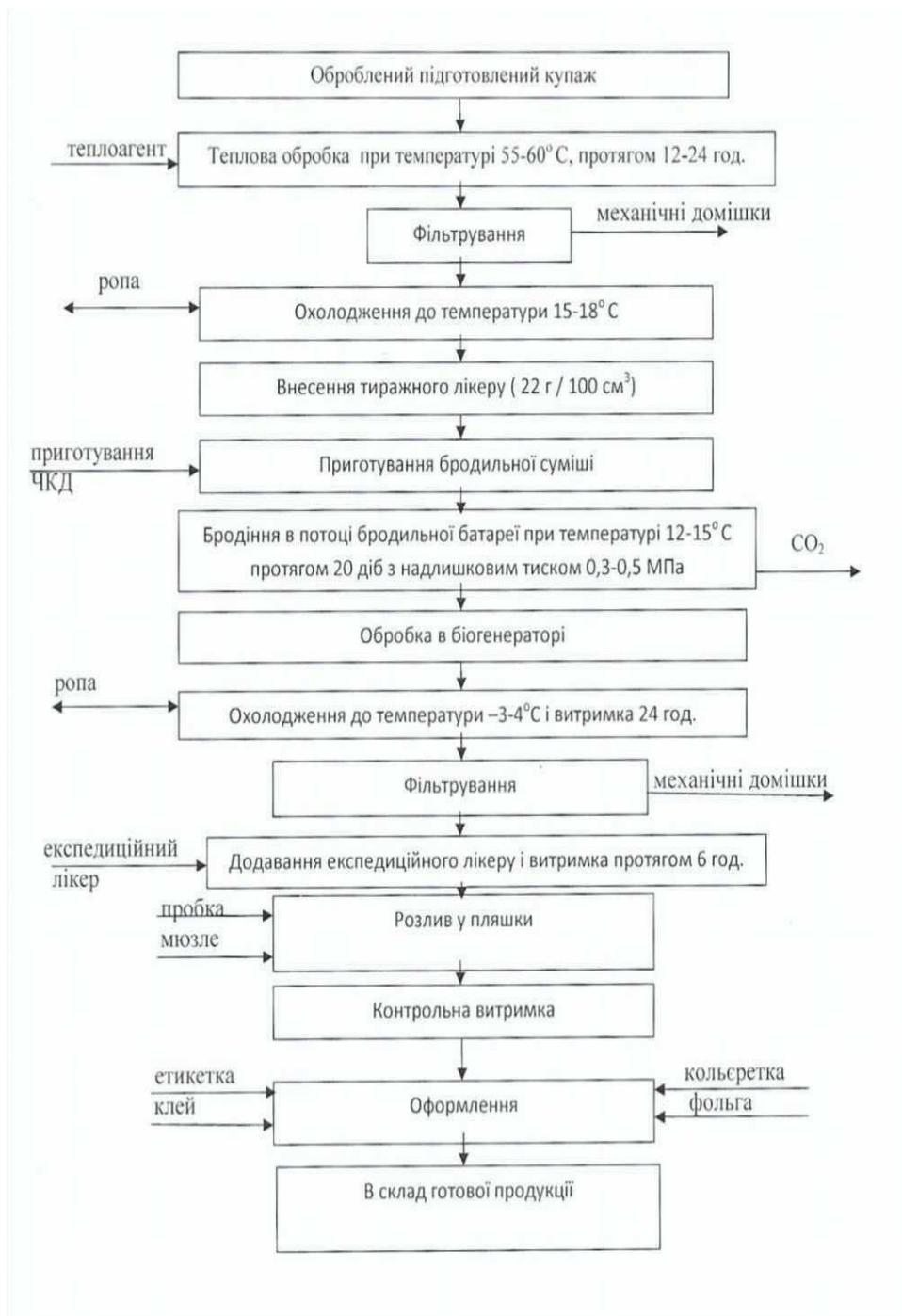
циліндричних резервуарах (апаратах), виготовлених із нержавіючої сталі, об'ємом 530, 2000, 10000 дал. Акратофор розрахований на внутрішній тиск 500 кПа, має охолоджувальну сорочку і змійовик для регулювання температури бродіння, термометр, манометр, люк, трубопровід.

Безперервний спосіб проведення шампанізації характеризується такими особливостями.

Розмноження дріжджів проводять незалежно від основного вторинного бродіння в самих сприятливих умовах.

Готують купаж, який попередньо нагрівають до температури 55-60° С, витримують при цій температурі 12-24 год., вносять тиражний лікер із розрахунку вмісту цукру у бродильній суміші 22 г/дм³, потім охолоджують до температури 10-15° С і фільтрують.

Цією сумішшю заповнюють бродильні апарати від останнього до першого (на початку процесу).



Принципова технологічна схема одержання ігристого вина безперервним резервуарним способом

Біогенератор і бродильні апарати загрузають з інтервалом 2-3 доби. Після виброджування вина в останньому бродильному апараті запускають безперервну установку у роботу. Бродильну суміш і дріжджі подають у перший бродильний апарат до повного його заповнення і підвищують тиск до 0,5 МПа.

Процес шампанізації ведуть при температурі 15° С. Після бродильної батареї вино поступає у біогенератор, де збагачується продуктами життєдіяльності дріжджів протягом 36 год., потім вино охолоджують до

температури $-3-4^{\circ}\text{C}$ і направляють у термоси-резервуари для витримки при цій температурі не менше 24 год. Потім залежно від сорту задають експедиційний лікер і направляють у приймальні апарати, у яких витримують перед розливом не менше 6 год. При розливі ігристого (шампанського) вина у плящі підтримують температуру не вищу -1°C і тиску 0,2 МПа. Весь процес повністю автоматизований.

Особливості технології газованого вина

Газовані вина готують на основі сухих натуральних білих, рожевих і червоних виноматеріалів міцністю 9-12 % об. і титрованою кислотністю 5-7 г/дм³. Ці вина мають властивості слабо ігристих вин із швидким виділенням розчиненого діоксиду вуглецю, характеризуються приємним свіжим смаком та гармонійною солодкуватістю .

Газовані вина готують із сухих вин з додаванням цукровмісних компонентів і штучного насичення їх діоксидом вуглецю.

Питання для самоперевірки

1. Які бувають вина за кольором?
2. Яка різниця між сухим вином та ігристим?
3. Одержання виноматеріалів по білому способові.
4. Одержання виноматеріалів для червоних вин.
5. Особливості виробництва кріплених вин.
6. Особливості виробництва десертних вин.
7. Чим відрізняється бродіння вина від доброджування?
8. Освітлення виноматеріалів.
9. Що таке купаж?
10. Виробництво ігристого вина (шампанського) пляшковим методом.
11. Вимоги до виноматеріалів для ігристих вин.
12. Як готують експедиційний лікер?
13. Що таке тиражна суміш?
14. Чим відрізняється пляшковий метод виробництва ігристого вина від резервуарного?

ЛЕКЦІЯ 8

ТЕХНОЛОГІЯ КОНЬЯКУ

Коньяк - це міцний напій із виноградного спирту, одержаного перегонкою сухих білих виноматеріалів й витриманого тривалий час в контакті із дубовою бочкою. Коньяк має яскравий живий и нарядний янтарно-золотистий колір, складний букет в якому гармонійно поєднуються аромати квітучого винограду і осіннього дубового лісу з приємним бархатистим смаком, з ніжним смолисто-ванільним відтінком. Це дорогий напій, який може бути прикрасою святкового столу чи прийомів .

Згідно термінології оформлення спиртних напоїв коньяк відноситься до категорії винних горілок.

1. Історія виробництва коньяку

Центром виробництва коньяку у Франції є м. Коньяк. Це головне місто провінції Шаранта, що і дало назву напою.

Ґрунт цього району крейдяний і придатний для вирощування сортів винограду коньячного напряму, клімат помірний, між морським і континентальним (зима без морозів і помірно жарке літо). Французи вважають що коньяк може виготовлятися тільки в Шаранті, так як ніде більше немає такого комплексу умов, що є в цьому районі. Виноградарство в цьому регіоні було відоме ще з античних часів (було організовано римлянами в I столітті до н. е.) , в основному тут вирощували високоврожайний сорт Фольбланш. Але вина з цього сорту отримували малоалкогольними, висококислотними, посереднього смаку і вони не витримували тривалих перевезень на парусниках. Щоб уникнути псування вина винороби були змушені організувати його перегонку. На початку вино переганяли один раз на кубових апаратах до міцності 26-28 % об., спирт був середньої якості, але не псувався. Ця технологія існувала 200 років. На початку XVI ст. стали використовувати повторну фракційну перегонку на тому ж кубовому апараті та отримували спирт вже міцністю в 70 % об., з ніжним тонким ароматом і приємним смаком. Цей спирт швидко завоював ринки Європи, його експортували без будь якої витримки, а на місцях вживання розводили за смаком холодною водою. І тільки через 200 років почали витримувати коньячний спирт в дубових бочках, це і завершило технологію приготування коньяку. Ця технологія з 1701 року практично залишається без змін.

Найбільш відомими фірмами по виробництву французького коньяку (стаж яких 150-200 р) є Мартель, Камю, Ремі Мартель. До 80 % коньяків Франції експортується в 140 країн світу.

Виробництво коньяку в країнах СНГ бере початок з 1884 року, коли промисловець Д. Сараджишвілі побудував у Тифлісі перший в країні апарат, потім були побудовані заводи в містах Кизляр, Єреван, Калараш, Геокче. На півдні України і в Бессарабії найбільшим виробником був Н. Л. Шустов.

В 1925 р. на базі націоналізованих підприємств поновилося виробництво коньяку на заводах у Тбілісі, Єревані, Кизлярі. В 1936 р. була прийнята широка державна програма по подальшому розвитку галузі, а з 1948 р. виробництво виділилось в окрему галузь виноробної промисловості.

В Україні виробництво коньяку було організовано в радгоспі-заводі Коктебель, Таврія, на Ужгородському, Сімферопольському, Первомайському та інших заводах. Частка ординарних коньяків становила близько 10 %.

2. Класифікація та характеристика коньяку

Коньяки України залежно від термінів витримки поділяють на ординарні та марочні .

Ординарні коньяки виготовляють із коньячних спиртів, витриманих від 3 до 5 років у дубових бочках або емальованих резервуарах із дубовими клепами, в закритих приміщеннях за температури 15-25°C та вологості повітря 75-85 % і поділяють на:

коньяки України **ТРИ ЗІРОЧКИ** - із коньячних спиртів витриманих не менше трьох років;

коньяки України **ЧОТИРИ ЗІРОЧКИ** - із коньячних спиртів середнього віку не менше чотирьох років;

коньяки України **П'ЯТЬ ЗІРОЧОК** - із коньячних спиртів середнього віку не менше п'яти років.

Ординарні коньяки України можуть мати власну назву .

Марочні коньяки України виготовляють із коньячних спиртів витриманих у дубових бочках не менше шести років і поділяють на такі групи:

коньяки України витримані (КВ), із коньячних спиртів середнього віку не менше шести років;

коньяки України витримані вищої якості (КВВЯ) із коньячних спиртів середнього віку не менше восьми років.

коньяки України старі (КС) із коньячного спирту середнього віку не менше десяти років.

коньяки України дуже старі (ДС) із коньячних спиртів середнього віку не менше 20 років.

коньяки України *колекційні* - спеціально відібрані марочні коньяки, які пройшли післякупажний відпочинок та додатково витримані у дубовий тарі не менше трьох років.

Марочні коньяки повинні мати власну назву.

Середній вік коньяку розраховують за формулою, як середньозважену величину суми віків коньячних спиртів що входять до купажу:

$$A = \frac{A \times a + B \times b + C \times c + \dots}{100} \text{ років}$$

де А, В, С - вік коньячних спиртів, що використовуються для виготовлення коньяків України .

а, в, с - відсотковий вміст відповідних спиртів в купажі.

Наприклад. Для виготовлення коньяку марки КС згідно з пробним купажем необхідно ввести коньячні спирти різних термінів витримки у такому співвідношенні у відсотках: 8-річного - 10, 9-річного - 15; 10-річного - 40, 11-річного - 15, 15-річного - 20. Тоді, середній вік коньячних спиртів складатиме:

$$X = \frac{8 \times 10 + 9 \times 15 + 10 \times 40 + 15 \times 20 \dots}{100} = 10,8 \text{ років}$$

Залежно від напрямку використання коньяки України поділяють на: коньяки які реалізують у пляшках;

ординарні оброблені коньяки призначені для відвантажування з метою розливу на інших підприємствах;

ординарні оброблені коньяки України для промислового перероблення.

Відповідно до ДСТУ 4700:2006 коньяки України повинні мати наступні органолептичні показники:

прозорість - прозорі, з блиском, без сторонніх включень,

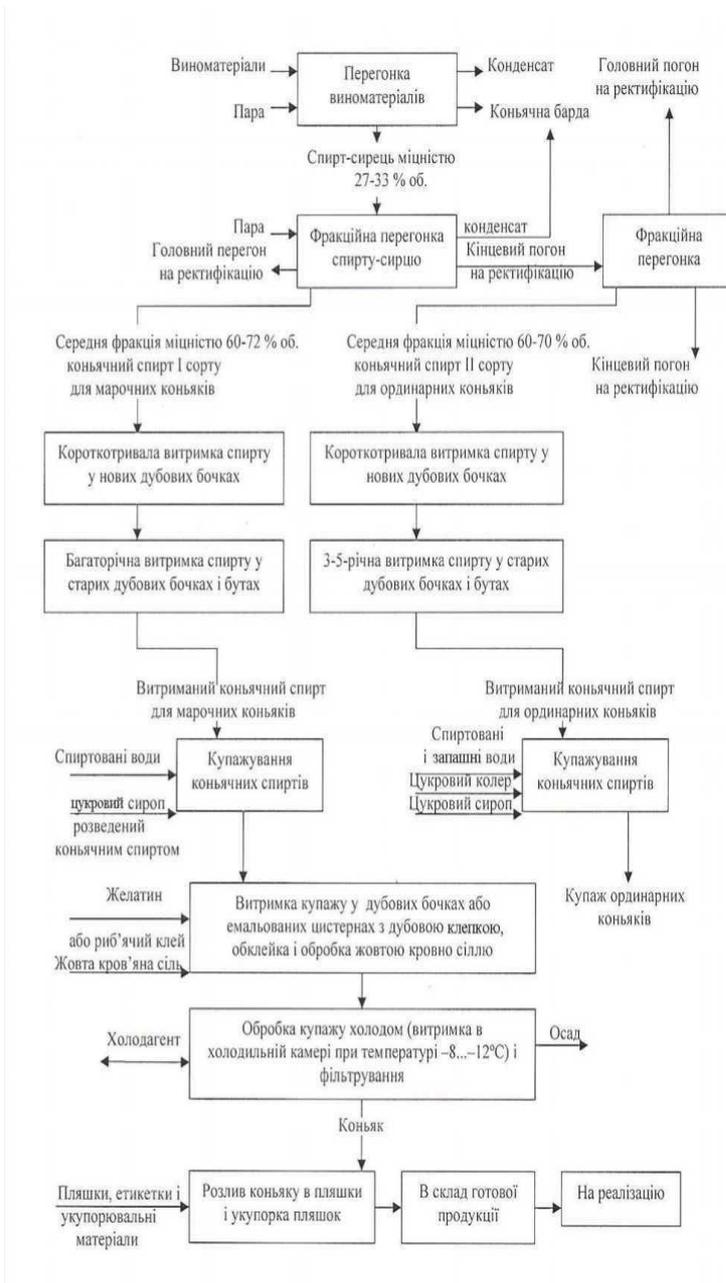
колір: ординарні - від світло-золотистого до світло-коричневого з золотистим відтінком;

марочні і колекційні - від золотистого до темно-бурштинового;

смак і букет - характерний для коньяків України конкретної назви без сторонніх тонів.

2. Принципова технологічна схема і характеристика основних технологічних операцій коньячних спиртів і коньяку

Коньячні виноматеріали виробляють із не ароматних сортів винограду за «білим способом» без застосування сірчистого ангідриду, наявність якого у виноматеріалі може сприяти утворенню меркаптану та тестерів, які погіршують органолептичні показники коньяку.



Принципова технологічна схема виробництва коньячних спиртів і коньяку

Характерні особливості коньячних виноматеріалів обумовлені певним ароматом, кислотністю, наявністю спирту, дубильними речовинами і деякими іншими факторами, які необхідно враховувати під час виробництва коньяку.

Виноматеріали повинні бути легкими, малоекстрактивними, висококислотними, помірно спиртними, володіти тонким нейтральним або квітково-фруктовим ароматом.

Кислотність - традиційно рахують що коньяк високої якості отримують із висококислотних виноматеріалів. Висока кислотність інтенсифікує процеси новоутворення цінних для якості домішок в процесі перегонки та запобігає

розвитку хвороботворних мікроорганізмів в виноматеріалі при зберіганні.

Вміст спирту - з підвищенням вмісту спирту виноматеріалу при перегонці переходить у дистилат більше цінних для якості високомолекулярних спиртів і естерів (їх кількість зростає), які покращують якість коньяку.

Кращими виноматеріалами для коньяку є *білі* з концентрацією поліфенольних речовин 0,1-0,2 г/дм³.

Цукри - їх концентрація у виноматеріалі для коньяку повинна бути мінімальною - не більше 25 г/дм³. Високий вміст цукрів зменшує вихід спирту і може бути джерелом для розвитку хвороботворних мікроорганізмів.

Леткі домішки - складають основу букету і смаку майбутнього коньяку. Основна маса ароматичних домішок приходить на вищі спирти (сивушні) - пропіловий, ізобутиловий та аміловий.

Складні естери - основну масу складають етилацетат, етилові естери жирних кислот (капронової, енантової, каприлової, стеаринової, олеїнової та ін.).

Альдегіди - присутні пропіоновий, масляний, ізовалеріановий, фенілетиловий та деякі ін.

Коньячні виноматеріали переганяють на спирт в апаратах періодичної або безперервної дії.

В апаратах періодичної дії одержують коньячний спирт менш очищений від різних домішок, але більш ароматний. У процесі простої перегонки коньячних виноматеріалів на апаратах періодичної дії одержують спирт-сирець міцністю 27-33 % об. і коньячну барду, як відходи виробництва. Потім відокремлюють першу фракцію запашних вод, а спирт-сирець піддають подвійній фракційній перегонці, відбираючи щораз із трьох фракцій середню. У результаті такої перегонки одержують коньячний спирт першого і другого сортів міцністю 62-70 % об. Із коньячного спирту першого сорту виготовляють марочні коньяки, другого сорту - ординарні.

Під час перегонки коньячних виноматеріалів у безперервнотіючих установках утворюється чотири фракції: головна, середня (коньячний спирт), кінцева і запашні води. Отриманий коньячний спирт можна використовувати для виробництва коньяків тільки після купажування із запашними водами або старими коньячними спиртами.

Молодий коньячний спирт, одержаний після перегонки коньячних виноматеріалів, являє собою безбарвну малоароматичну і різку на смак рідину. Для забезпечення необхідних органолептичних властивостей коньячний спирт направляють на витримку в дубових бочках або емальованих апаратах, що заповнені деревиною дуба у вигляді брусків або стружки.

Витримка коньячного спирту в дубових бочках відбувається за

оптимальної температури 15-20° С і відносної вологості навколишнього середовища 75-90 %.

Коньячні спирти, витримані в дубових бочках, здебільшого направляють на виробництво марочних коньяків, а витриманий в емальованих апаратах, заповнених деревиною дуба, - на виробництво ординарних коньяків.

У початковий період витримки коньячного спирту в дубових бочках більш інтенсивно екстрагуються дубильні речовини (таніни), що надають коньячним спиртам зайву терпкість і присмак "зеленого дуба". При витримці до 3-4 років дубильні речовини окислюються, у результаті чого смак спирту стає більш м'яким і бархатистим. Одночасно з таніном інтенсивно екстрагуються целюлози і геміцелюлози, у процесі окисних перетворень яких утворюються різні цукри. Спочатку утворюється мальтоза, потім ксилоза, на 5-6 році витримки - арабіноза, а за тривалого періоду витримки - глюкоза.

Одним із найбільш значних компонентів дубової деревини є лігнін, що екстрагується коньячним спиртом по мірі його витримки. Окисні перетворення лігніну утворюють ароматичні альдегіди, які додають коньячним спиртам приємних смолисто-ванільних та ванільно-шоколадних тонів.

Таким чином, основними хімічними процесами, які відбуваються під час дозрівання коньячних спиртів, є окислювально-відновні процеси, ефіроутворення і випаровування через пори деревини бочок. У результаті багаторічної витримки коньячний спирт набуває приємного кольору від світло-бурштинового до золотистого, смак облагороджується, повністю усувається неприємна пекучість, розвивається тонкий букет, міцність купажується.

Після витримки коньячного спирту в дубових бочках, або емальованих апаратах із дубовою стружкою проводять купажування. В купаж коньяку входять коньячний спирт, спиртовані води (міцність 20-25 % об.), які готують з коньячних спиртів шляхом розведення водою та витримкою протягом 90 діб у бочках при температурі 35-40° С, духмяні води (витримують протягом 70 діб у бочках), цукрового сиропу і кольору.

Перелічені вище компоненти для купажу використовують тільки при виробництві ординарних коньяків. Під час виготовлення марочних коньяків поряд із коньячним спиртом, який був отриманий в дубових бочках понад 5 років, у купаж додають тільки спиртовані води, шляхом розведення коньячних спиртів із пом'якшеною, в результаті оброблення іонообмінним способом, питною водою.

Для досягнення стабільної прозорості коньячні купажі протягом 5-10 діб оброблюють обклеювальними матеріалами: риб'ячим клеєм, желатином, яєчним білком, жовтою кров'яною сіллю і холодом за температури від -8 до -12° С.

Після оброблення коньяки фільтрують, залишають на відпочинок (ординарні на термін не менше 3 міс., марочні групи КВ - не менше 6 міс., КВВЯ і КС - не менше року), потім знову фільтрують і направляють на розлив у пляшки, які перед заповненням ополіскують коньяком.

Коньячні напої - готують купаж із молодого коньячного спирту в емальованих резервуарах заповнених дубовою деревиною, проводять екстракцію при температурах від -20 до -25° С протягом 15-20 діб, фільтрують і розливають.

Кальвадос - міцний алкогольний напій, одержаний із яблучного спирту, одержаного перегонкою зброженого яблучного соку і витриманого у дубових бочках, буває ординарний (42 % - витримка до 3 років) і марочний (45 % - витримка до 5 років). Має м'який гармонійний смак і аромат яблук, колір від світло-золотистого до темно-бурштинового.

Ром - готується із ромового спирту, який отримують із зброженого соку цукрової тростини або тростинової меляси, витриманого у дубових бочках при температурах 20-30° С протягом 4-5 років). Витриманий ромовий спирт міцністю 60-70 % об. розбавляють дистильованою аерованою водою до міцності 45 % об., підфарбовують кольором, фільтрують і розливають у пляшки.

3. Відходи коньячного виробництва та їх використання

Відходами виробництва коньячних спиртів є - головні та хвостові фракції, які виділяють на апаратах періодичної дії після багаторазового повернення їх у сировину, яку переганяють, винна барда (винас) та лютерна вода. Головні і хвостові фракції, які виділяють, направляють на ректифікацію або використовують у лакофарбовій промисловості. Винну барду утилізують з метою виготовлення винної кислоти, використовують при виготовленні живильних середовищ для мікроорганізмів та на виробництво алкогольних чи безалкогольних на-поїв, або направляють у стічні води на знезараження. Лютерні води зливають у загальнозаводську каналізацію води.

Питання для самоперевірки

1. Що таке коньяк?
2. Ординарні коньяки.
3. Марочні коньяки.
4. Які виноматеріали використовують для одержання коньячного спирту?
5. Періодичний та безперервний способи перегонки коньячних виноматеріалів.

6. Для чого витримують коньячний спирт у дубових бочках?
7. Характеристика процесів, які проходять під час витримки коньячних спиртів.
8. Склад купажу ординарних коньяків?
9. Характеристика коньячних виноматеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Валуйко Г. Г., Домарецький В. А., Загоруйко В. О. Технологія вина : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2023. 592 с.
2. Єгорова А. В., Капрельянц Л. В., Труфкаті Л. В. Мікробіологія галузі. Мікробіологія бродильних виробництв : навчальний посібник. Херсон : ОЛДІПЛЮС, 2025. 136 с.
3. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства : конспект лекцій / уклад. Н. А. Нагурна, О. Л.Чепурна. Черкаси : ЧДТУ, 2023. 204 с.
4. Крафтові технології алкогольних та безалкогольних напоїв : опорний конспект лекцій / уклад. В. І. Тищенко. Суми : СНАУ, 2024. 158 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/387958176_KRAFTOVI_TEHNOLOGII_ALKOGOLNIH_TA_BEZALKOGOLNIH_NAPOIV_Opornij_konspekt_lekcij
5. Півоваров О. А., Ковальова О. С., Кошулько В. С. Інноваційні технології та обладнання бродильних виробництв : навчальний посібник. Дніпро : ФОП Обдимко О.С., 2025. 396 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/items/33742024-0eb9-407f-bd88-c83811711d27>
6. Технології продуктів бродіння функціонального призначення : конспект лекцій / уклад. І. І. Осипенкова, З. В. Бондарчук. Черкаси : ЧДТУ, 2023. 106 с.

Додаткова

1. Домарецький В. А. Технологія солоду і пива : підручник. Київ : ІНКОС, 2004. 426 с.
2. Технологія спирту : підручник / В. О. Маринченко, В. А. Домарецький, П. Л. Шиян [та ін.]. Вінниця. : Поділля-2000, 2003. 496 с.
3. Домарецький В. А., Прибильський В. Л., Михайлов М. Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини: підручник. Вінниця : Нова книга, 2005. 408 с.
4. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, М. М. Калакура [та ін.]. Київ : Університет «Україна», 2010. 814 с.

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЯ БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

Конспект лекцій

Укладачі: **Трибрат** Руслан Олександрович
Болодурін Володимир Вадимович

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 2,0.

Тираж 30 прим. Зам. №523.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.