

Державний торговельно-економічний університет

**В.А. Гніщевич,
М.Ф. Кравченко,
Н.І. Штангєєва**

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТОМ 1. ТЕХНОЛОГІЯ
ПРОДУКТІВ РОСЛИННОГО
ПОХОДЖЕННЯ

Підручник

Київ 2024

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу ДТЕУ
заборонено**

УДК 64
Г 56

Автори: В.А. Гніцевич, д-р техн. наук, проф.;
М.Ф. Кравченко, д-р техн. наук, проф.;
Н.І. Штангєєва, д-р екон. наук, проф.

Рецензенти: О.О. Гринченко, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри технології харчування Харківського державного університету харчування та торгівлі;
В.Ф. Доценко, д-р техн. наук, проф. кафедри технології харчування та ресторанного бізнесу Національного університету харчових технологій;
Л.В. Левандовський, д-р техн. наук, проф. кафедри технології і організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету

*Рекомендовано до друку вченою радою
Київського національного торговельно-економічного університету
(протокол № 2 від 28 вересня 2017 р.)*

Гніцевич В.А.

Г 56 Харчові технології. Том 1. Технологія продуктів рослинного походження : підручник / В.А. Гніцевич, М.Ф. Кравченко, Н.І. Штангєєва. – Київ : Держ. торг.-екон. ун-т, 2024. – 412 с.

ISBN 978-966-918-108-4 (Заг.)

ISBN 978-966-918-109-1 (Т. 1)

DOI: <http://doi.org/10.31617/np.knute.2019-222>

У підручнику розглянуті технологічні аспекти виробництва харчових продуктів рослинного походження, їх харчова та біологічна цінність, особливості підготування сировини, класифікація, асортимент і технологія виробництва окремих груп, вимоги до якості. До кожної теми наведені контрольні питання. Теоретичний матеріал відповідає програмі дисципліни «Харчові технології».

Для студентів закладів вищої освіти спеціальності «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр».

УДК 64

ISBN 978-966-918-108-4 (Заг.)
ISBN 978-966-918-109-1 (Т. 1)

© Гніцевич В.А., Кравченко М.Ф.,
Штангєєва Н.І., 2024

© Державний торговельно-економічний
університет, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Розділ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ОЛІЇ ТА ЖИРІВ НА ЇЇ ОСНОВІ	9
1.1. Характеристика сировини для виробництва олії	9
1.2. Технологія вилучення олії	11
1.3. Технологія жирів на основі олій	22
Контрольні питання	31
Розділ 2. КОНСЕРВУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ.....	32
2.1. Теоретичні основи консервування рослинної сировини	32
2.1.1. Методи консервування	33
2.1.2. Вимоги до якості сировини	38
2.1.3. Підготування сировини до консервування	41
2.1.4. Стерилізація консервів	46
2.1.5. Тара для консервування.....	49
2.2. Технології окремих видів консервів	52
2.3. Виробництво овочів та плодів швидкозаморожених	73
2.4. Консервування плодово-овочевої сировини антисептиками.....	78
2.5. Квашення, соління овочів, мочіння плодів та ягід.....	84
2.6. Сушіння овочів та плодів	92
Контрольні питання	101
Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ЗЕРНОБОРОШНЯНИХ ПРОДУКТІВ	102
3.1. Характеристика сировини, її харчова та біологічна цінність	103

3.2. Характеристика зерноборошняних продуктів	119
3.3. Підготування сировини, її первинне оброблення	129
3.4. Технологія готової продукції	138
3.4.1. Виробництво борошна	138
3.4.2. Виробництво крупів	146
3.5. Пакування та зберігання зерноборошняних продуктів	152
3.6. Спеціальні технології зернових продуктів	156
Контрольні питання	163

Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ	164
4.1. Класифікація макаронних виробів	164
4.2. Сировина для виробництва макаронних виробів	169
4.3. Стадії виробництва макаронних виробів	176
4.4. Сорткування, пакування і зберігання готової продукції	199
4.5. Нетрадиційні види макаронних виробів	201
Контрольні питання	204

Розділ 5. ТЕХНОЛОГІЯ ЕКСТРУЗІЙНИХ ПРОДУКТІВ	205
5.1. Сутність процесу екструдкування	205
5.2. Види екструзії	210
Контрольні питання	213

Розділ 6. ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБА ТА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	214
6.1. Характеристика хліба і хлібобулочних виробів	214
6.2. Сировина для хлібобулочних виробів	221
6.3. Основні стадії виробництва хлібобулочних виробів	232
Контрольні питання	250

Розділ 7. ТЕХНОЛОГІЯ СОЛОДУ, ПИВА І КВАСУ	251
7.1. Технологія ячмінного солоду	251
7.2. Виробництво спеціальних солодів	265
7.3. Технологія пива	267
7.3.1. Характеристика сировини для виробництва пива	268
7.3.2. Основні етапи виробництва пива	271
7.4. Технологія квасу	284
7.4.1. Характеристика сировини для виробництва квасу	284
7.4.2. Технологія концентрату квасного сусла	288
7.4.3. Технологія квасів бродіння	293
7.4.4. Технологія купажованих квасів	296
Контрольні питання	298
 Розділ 8. ТЕХНОЛОГІЯ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ, ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНИХ ВИРОБІВ	299
8.1. Технологія спирту	299
8.2. Технологія горілки	308
8.3. Технологія лікєро-горілчаних виробів	314
Контрольні питання	318
 Розділ 9. ТЕХНОЛОГІЯ ВИНА І КОНЬЯКУ	319
9.1. Характеристика виноградних вин	319
9.2. Технологія вина	322
9.2.1. Технологія виноградного сусла	322
9.2.2. Особливості технології окремих груп вин	333
9.2.3. Застосування пектолiтичних ферментних препаратiв у виноробствi	343
9.3. Виробництво вин, насичених дiоксидом вуглецю	345
9.4. Технологія коньяків	351
Контрольні питання	364

Розділ 10. ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРУ	
І ЦУКРИСТИХ РЕЧОВИН.....	365
10.1. Технологія цукру білого	
кристалічного	365
10.2. Технологія рафінаду.....	379
10.3. Інші види цукристих	
речовин	382
Контрольні питання	384
Розділ 11. ТЕХНОЛОГІЯ КРОХМАЛЮ	
ТА КРОХМАЛЕПРОДУКТІВ.....	385
11.1. Технологія картопляного	
крохмалю	385
11.2. Технологія кукурудзяного	
крохмалю	389
11.3. Технологія модифікованих	
крохмалів	392
11.4. Технологія крохмальної	
патоки.....	400
Контрольні питання	405
ГЛОСАРІЙ	406
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	410

ВСТУП

Підручник «Харчові технології. Том 1. Технологія продуктів рослинного походження» призначений для студентів закладів вищої освіти (далі – ЗВО) спеціальності 181 «Харчові технології» освітнього ступеня «бакалавр».

Нині в усьому світі склалися такі тенденції та пріоритети: подальше зростання врожайності сільськогосподарської сировини, розвиток тваринництва, розширення асортименту, підвищення якості, поліпшення харчової цінності та смакових характеристик харчових продуктів, упровадження конкурентоспроможних та економічно вигідних технологій, скорочення технологічного циклу та інтенсифікація технологічних операцій, раціональне використання основної та вторинної сировини. Реалізація зазначених напрямів можлива лише за рахунок аналізу сучасних методів технологічного впливу на харчові продукти та вибору оптимальної організації технологічного потоку.

Продовольче забезпечення є основним для економіки всіх держав. Харчова промисловість містить у собі виробництва, що забезпечують населення харчовими продуктами. Вона більше ніж інші галузі пов'язана із сільським господарством і входить до складу агропромислового комплексу. Розмаїтість сировини та наявність споживачів харчових продуктів у всіх регіонах зумовлюють повсюдне поширення підприємств харчової промисловості. Матеріали цієї дисципліни є базовими при підготовці фахівців харчових технологій. Вивчення дисципліни розкриває питання, основні положення промислових технологій перероблення сировини і виробництва харчових продуктів рослинного походження.

Підготування такого видання в межах спеціальності «Харчові технології» продиктоване вираженими інтеграційними процесами в секторі харчопереробного комплексу України, динамічними процесами розвитку кожної галузі та необхідністю за цих умов узагальнення науково-технічної інформації з метою створення харчових продуктів високої цінності та поліпшення структури харчування.

У підручнику надані промислові технології перероблення сировини рослинного походження і виробництва харчових продуктів: зернових продуктів, борошна, круп, макаронних та хлібобулочних виробів, жирів і емульсійних соусів на їх основі, харчової продукції з овочів та фруктів, алкогольних та безалкогольних напоїв, цукру, крохмалепродуктів. Для вивчення матеріалу надаються схеми виробництва промислової продукції, вимоги до якості харчових продуктів і необхідні умови для їх зберігання, а також необхідне сучасне обладнання та устаткування для їх виробництва.

Мета підручника – допомогти студентам у самостійному вивченні та закріпленні знань щодо промислових технологій перероблення сировини рослинного походження. Знання, здобуті студентами при вивченні цього матеріалу, можуть бути використані в практичній діяльності, а також допоможуть орієнтуватися в різноманітті асортименту продуктів промислового виробництва з метою вибору оптимальних варіантів для використання в підприємствах ресторанного господарства та побуті.

Розділ 1

ТЕХНОЛОГІЯ ОЛІЇ ТА ЖИРІВ НА ЇЇ ОСНОВІ

Масложирова галузь харчової промисловості виробляє харчові олії та технічні масла, маргарин, кондитерські, хлібопекарські та кулінарні жири, емульсійні соуси (майонез) та ін.

Харчові олії – цінний поживний продукт, який використовується при виробництві розповсюдженої маргаринової продукції, майонезів та ін. Технічні масла застосовують при виробництві мила, мийних засобів, оліфи, лаків, фарб, змащувальних мастил. Олія знаходить застосування у фармацевтичній і парфумерно-косметичній галузях.

1.1. Характеристика сировини для виробництва олії

Усі культури, що є сировиною для масложирової галузі, можна поділити на дві групи: олійні рослини, які вирощують для одержання олії, і рослини, з яких одержують інші продукти, а потім виготовляють олії чи масла.

До першої групи належать:

- соняшник;
- ріцин;
- рапс.

Друга група включає:

- прядильно-олійні рослини (бавовник, льон, конопля);
- білково-олійні рослини (соя, арахіс);
- пряно-олійні рослини (гірчиця);
- ефірно-олійні рослини, з яких спочатку виділяють ефірну олію (коріандр);
- оліїсті відходи (зародки зернових культур, виноградне насіння, плодові кісточки та ін.).

Залежно від вмісту жиру в ядрі всі олійні культури поділяють на три групи (табл. 1.1):

- низькоолійні з вмістом жиру 15...35 % (соє);
- середньоолійні з вмістом жиру 35...55 % (бавовник);
- високоолійні з вмістом жиру 55% і вище (соняшник, арахіс, льон та ін.).

Соє містить 19...22% олії, оболонки – 5...10 %, білків – близько 40 %.

Бавовник містить 22...26 % олії, оболонки – 28...54%. Сира бавовняна олія містить токсичний пігмент госсипол, що надає олії темного кольору. Для видалення госсиполу олію піддають рафінації.

Соняшник містить більше 55% олії. Оболонка-лузга становить 19...26%.

Арахіс містить 40,2 ...60,7% олії, білків – 20...37,2%. Білкові речовини арахісу добре засвоюються організмом людини.

Льон має 40...48 % олії. Оболонка при переробленні насіння не відокремлюється.

Таблиця 1.1

Середній хімічний склад олійної сировини (%)

Культура	Вода	Білки	Протеїн	Жири	Вуглеводи	Кліткова- вина	Зола
Соє (зерно)	11	29	34	16,0	27	7,0	3,5
Соняшник	8	22	25	50	7	5,0	3,5
Льон (насіння)	8	23	26	35	16	8,0	4,0

Джерело: розроблено авторами.

1.2. Технологія вилучення олії

Підготовча стадія перероблення сировини. Технологія виробництва олій складається з таких операцій:

- підготування насіння до зберігання та власне зберігання;
- підготовчі операції, пов'язані з підготуванням насіння до видалення олії;
- пресування й екстракція олії;
- первинне та комплексне очищення олії;
- перероблення шроту.

Принципова технологічна схема перероблення олійної сировини представлена на рис. 1.1.

Специфічною особливістю підготування насіння соняшника до перероблення є поділ за розмірами: на велику та дрібну фракції, які переробляють окремо за різними технологічними схемами.

Сушіння та зберігання олійної сировини. Насіння більшості олійних рослин надходить після збирання на зберігання із вмістом вологи, що перевищує оптимальні значення для зберігання та технологічного перероблення. Для насіння, яке зберігається, характерний дихальний газообмін, спрямований на збереження його життєздатності.

Дихання вимагає витрати запасних речовин насіння, у першу чергу, ліпідів або олії. Тому під час зберігання олійність насіння знижується, в олії зростає вміст вільних жирних кислот і продуктів їхнього окислювання.

Інтенсивність дихання залежить від вмісту вологи в насінні, його температури та газового складу атмосфери навколо насіння. При підвищенні вмісту вологи, а також при підвищенні температури навколишнього середовища інтенсивність дихання насінної маси зростає. Одним з перспективних способів зберігання вологого насіння є його зберігання в регульованих газових середовищах, що містять 1...2% кисню, інше – азот. Коли кисню зовсім немає, то це гальмує дихання насінної маси, у результаті чого якість насіння може зберігатися. Однак складність пристроїв і сховищ стримує застосування цього способу в промислових умовах.



*Рис. 1.1. Принципова технологічна схема
виробництва олії*

Джерело: розроблено авторами.

Найпоширеніший метод зниження вмісту вологи в насінні перед зберіганням – теплове сушіння, у процесі якого насіння нагрівають за допомогою сушильного агента (зазвичай суміші повітря та димових газів). Висушене насіння потім охолоджують, продуваючи через нього атмосферне повітря.

При одноступінчастому сушінні в сушильну камеру надходить суміш повітря та димових газів однієї температури.

Під впливом тепла у висушеному насінні протікають хімічні та біохімічні процеси, які поліпшують технологічні властивості насіння.

Сушіння ведеться в одно- або двоступінчастому режимі. При двоступінчастому режимі сушіння спочатку проводять при невисоких температурах сушильного агента, а остаточне досушування – при підвищених температурах, економічно більш вигідних. Зниження вмісту вологи підвищує термостійкість насіння.

Очищення насіння від домішок. Підготування насіння полягає в очищенні його від усіх видів домішок та його висушуванні (кондиціюванні). Наявність домішок погіршує властивості олійного насіння при зберіганні та переробленні. Перероблення засміченої сировини призводить до зниження якості одержаної олії, збільшення її втрат, зносу та виходу з ладу технологічного обладнання, погіршення властивостей знежирених відходів: макухи і шроту. Домішки є також джерелом виникнення та розвитку мікроорганізмів, що спричиняють псування насіння при зберіганні.

Тому перед переробленням насіння очищують від сміттєвих і металевих домішок. До домішок належать оболонки, залишки листя і стебла, пісок, земля, каміння, насіння дикорослих і культурних рослин, пошкоджене насіння основної культури.

Способи і методи очищення базуються на відмінності домішок від насіння за розмірами, формою, аеродинамічними та магнітними властивостями.

Відокремлення домішок від насіння, що різняться від основної культури за розмірами, здійснюється на ситових сепараторах.

Для видалення домішок, що близькі за розмірами до насіння, але відрізняються за щільністю, використовують повітряні сепаратори.

Видалення металевих домішок здійснюється на магнітних сепараторах.

У промисловості для очищення насіння від домішок використовують комбіновані повітряно-ситові сепаратори.

Для створення однорідних умов при зберіганні і переробленні насіння розділяється за розмірами на дві фракції: крупну і дрібну. Потім його направляють на перероблення. Насіння крупної фракції більш стійке при зберіганні, містить олію кращої якості. Розподіл насіння на фракції здійснюють на сепараторах або калібрувальних машинах. До дрібної фракції належить незріле, мале насіння, яке одразу видаляється.

Кондиціювання насіння. Для ефективного руйнування оболонки насіння з найменшим пошкодженням ядра вологість оболонки повинна бути меншою, ніж вологість ядра. Для цього здійснюють кондиціювання насіння. Кондиціювання олійного насіння (зменшення вологості) досягається висушуванням. Для висушування використовується суміш димових газів та повітря. Сушарки складаються з сушильної та охолоджувальної камер. Висушене насіння необхідно охолодити до температури, яка перевищує температуру зовнішнього повітря не більше ніж на 5°C.

Обрушення насіння. Запаси олії в тканинах містяться переважно в ядрі насіння, в зародку й ендоспермі; плодова і насіннева оболонки містять невелику кількість олії з гіршим ліпідним складом, тому при переробленні насіння відокремлюють оболонки від основної олійстої тканини – ядра. Процес відокремлення оболонки складається з двох операцій: руйнування оболонок насіння (обрушення) і подальшого відокремлення їх від ядра. В результаті лущення одержують суміш, що називається **рушанка**. Вона складається з цілого ядра, оболонки, часток ядра (січки), жирового пилу, не зовсім обрушеного насіння (**недоруш**).

Для лущення олійного насіння застосовують бичеві насіннєрушарки з багатократним ударянням, у яких під ударами бичів розколюється крихка оболонка насіння. Для розділення рушанки на фракції і відокремлення оболонки від ядра використовується сепарування на аспіраційних насіннєвійках, що розділяють компоненти рушанки за розмірами та аеродинамічними властивостями.

Подрібнення насіння. Олія міститься в клітинах насіння або ядер, тому для більш повного її вилучення необхідно зруйнувати клітинну структуру тканин вихідної сировини. В результаті подрібнення утворюється олійний матеріал з новою структурою – *м'ятка*. В її масі містяться переважно зруйновані клітини, з яких вивільняється олія та утримується на поверхні часток м'ятки. Частина олії залишається всередині клітини. Добре подрібнена м'ятка не повинна містити рослинних клітин. Для одержання м'ятки застосовують вальцові станки.

Вилученню олії передують стадія гідротермічного оброблення м'ятки, яка сприяє зниженню зв'язків плівок олії з частинами м'ятки і в подальшому полегшує відокремлення жиру при пресуванні.

Гідротермічне оброблення полягає в смаженні м'ятки і проводиться у два етапи.

На I етапі доводять вологість м'ятки до 8...9% і температуру – до 60°C. При цьому відбувається поглинання води частинами м'ятки, що зумовлює їх набрякання і збільшення пластичності. Зв'язок з набряклими частинами м'ятки послаблюється, олія витісняється на поверхню м'ятки, її в'язкість помітно знижується.

На II етапі м'ятку висушують при температурі 105°C і доводять вологість макухи з насіння соняшника до 5...6%. На цій стадії відбувається денатурація білкових речовин і знижуються пластичні властивості макухи. Вона набуває більш твердої структури, що забезпечує оптимальне віджимання олії.

Гідротермічне оброблення м'ятки проводять у жаровнях трьох типів: чанових, шнекових і барабанних. Процес приготування макухи в жаровні триває 45–50 хв.

Вилучення олії з рослинної сировини. Олію видобувають двома способами: *однократним* або *двократним пресуванням* на шнекових пресах (з попереднім та остаточними віджиманням олії) та *екстракцією* – шляхом розчинення жиру в органічних розчинниках (бензин, хлороформ та ін.).

З метою підвищення виходу олії ці методи поєднують: спочатку підготовлену сировину пресують, а потім за допомогою розчинників видобувають з насіння майже всю олію (остаточний вміст олії 0,5...1%).

Попереднє вилучення олії здійснюють на шнекових пресах (форпресах), на яких отримують 60...85 % масла. Жирність отриманої макухи становить 18%.

Остаточне вилучення олії способом пресування здійснюється на шнекових пресах глибокого зняття масла (експелерах), які мають більшу ступінь стискання сировини.

Одразу після одержання олії проводять її первинне очищення для видалення механічних домішок (дрібних частин насіння, часток мезги, що потрапили в олію при пресуванні). Зберігання олії з домішками в результаті хімічних та біохімічних процесів призводить до погіршення її якості. Тому первинне очищення є обов'язковою технологічною стадією одержання олії пресовим способом.

Для видалення механічних домішок використовують способи відстоювання, центрифугування, фільтрування.

Екстракційний спосіб вилучення олії застосовують при переробленні низькоолійної сировини (сої та ін.), для знежирення більшості високоолійного насіння, коли олію спочатку вилучають пресуванням, а потім направляють на остаточне вилучення її шляхом екстракції (так переробляють соняшник, бавовник, льон, арахіс та ін.).

У основі процесу екстракції лежить здатність олії розчинятися в органічних розчинниках. При екстракції олії розчинниками відбуваються процеси дифузії: молекулярної і конвективної. Основою процесу дифузії є різниця концентрацій олії всередині сировини і ззовні. При змішуванні насіння з розчинниками відбувається змочування розчинником поверхні

частинок насіння, заповнення всіх пор структури мезги. При цьому розчиняється олія, що перебуває у вільному стані на поверхні зруйнованих частинок насіння. Далі розчинник проникає крізь клітинні оболонки і розчиняє жир, що міститься всередині незруйнованих і недеформованих клітин. Розчин жиру у розчиннику, що утворюється при цьому, називається *місцелою*.

Розчинники, що використовують для екстракції олії, повинні відповідати таким вимогам і мати такі властивості:

- добре розчиняти жир, змішуватись з ним у будь-яких співвідношеннях, не розчиняти інших компонентів матеріалу, що екстрагується;
- мати однорідний склад;
- повністю видалятися з олії та шроту;
- не вступати в хімічні реакції з насінням;
- не сприяти руйнівній дії на апаратуру;
- бути не шкідливими для людини, не бути пожежо- та вибухобезпечними.

Розчинників, які відповідають усім переліченим властивостям, у наш час не існує. В промисловості для екстракції олії зазвичай застосовують бензини різних марок. Перевагою бензину є добра здатність розчиняти олію, нейтральність щодо матеріалу, який екстрагується, та до апаратури. Але бензин легко спалахує, вибухонебезпечний, токсичний, вдихання парів бензину шкідливе, тому на виробництві повинні бути створені спеціальні умови відповідно до санітарних норм та правил роботи з вогне- і вибухонебезпечними речовинами.

Для поліпшення вилучення олії шляхом екстракції оліїста сировина повинна мати певну структуру: її спочатку подрібнюють на молоткових або дискових дробарках для руйнування цілих клітин насіння, а потім піддають гідротермічному обробленню крупку макухи в чанових жаровнях для збільшення пластичної сировини до вологості 8...9% і температури 50°C. Далі кондиційована за вологістю і температурою макуха надходить на розплющувальні вальцьові станки, де вона набуває форму пелюсток товщиною 0,25–0,5 мм.

Основні способи екстракції. Принципова схема процесу екстракції олії представлена на рис. 1.2.

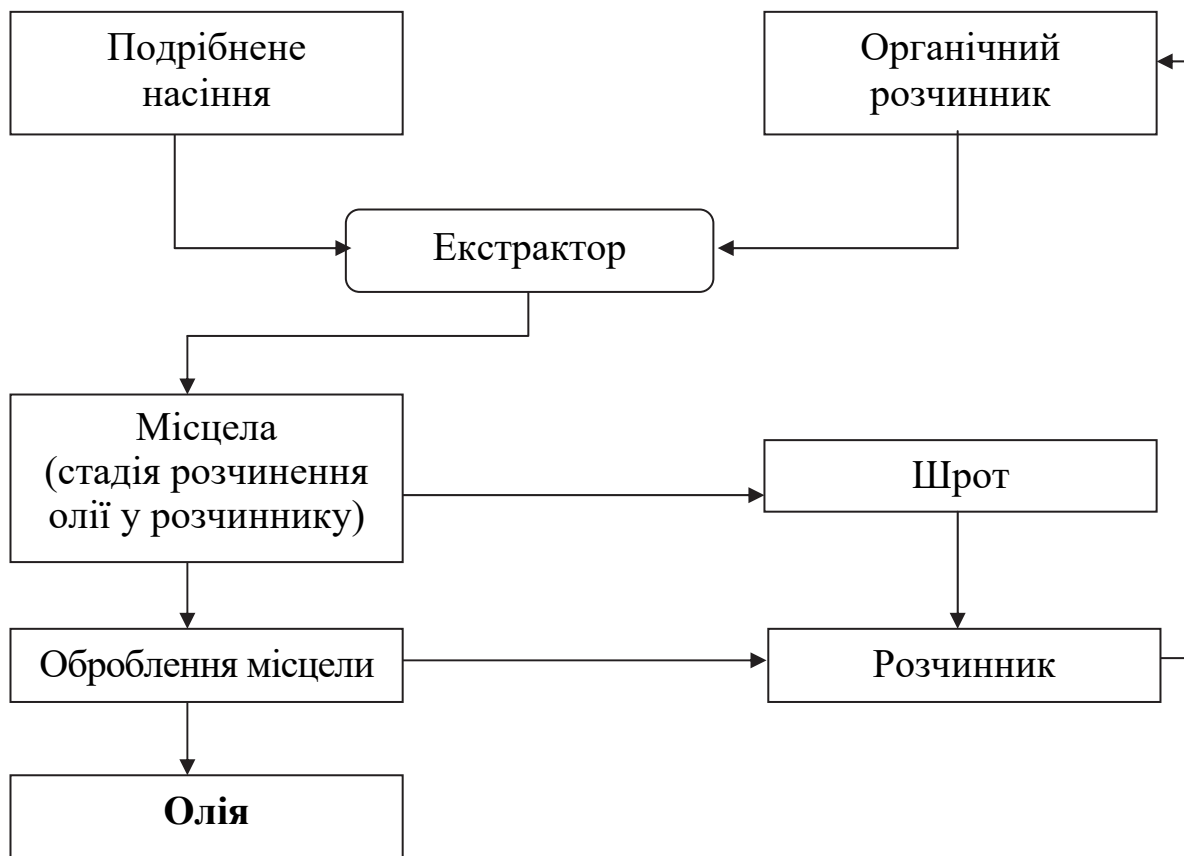


Рис. 1.2. Принципова технологічна схема отримання олії екстракційним способом

Джерело: розроблено авторами.

Застосовують два способи екстракції:

- 1) спосіб занурення оліїстої сировини в розчинники, якими є бензин марки А, або нефрас з температурою кипіння 63...75°C. Екстракцію олії проводять методом занурення (матеріал, що екстрагується, занурюється в розчинник, який рухається назустріч, протитоком);
- 2) спосіб ступінчастого зрошення (розчинник постійно перемішується, а матеріал, що екстрагується, перебуває у спокої в камері (в одній і тій самій ємкості) або на стрічці, яка рухається) – див. рис. 1.3.



Рис. 1.3. Ротаційний екстрактор

Джерело: <https://www.abcmach.com>.

При першому способі екстракція триває 45–60 хв, при другому способі тривалість екстракції становить 140–190 хв.

Для очищення місцели від твердих домішок обов'язковою операцією є застосування відстійників (гідроциклонів, тканинних фільтрів). Для видалення розчинника з місцели застосовують відгонку. Ця операція називається **дистиляцією** місцели.

Шрот, що утворюється після екстракції, теж містить розчинник, який видаляється нагріванням у випарних апаратах (тостерах).

Розчинник, що видаляється з місцели і шроту, регенерується шляхом конденсації з парогазовими сумішами у теплообмінниках-конденсаторах і знову використовується для екстракції олії.

Очищення олії. У сирих оліях завжди містяться різні домішки (фосфоліпіди, віск, барвникові речовини, вільні жирні кислоти, моно- і дигліцериди та ін.), які ускладнюють їх перероблення і знижують якість продукції, що одержують. Без очищення така олія не може бути використана в харчуванні. Тож для очищення олії від домішок проводиться *рафінація*.

Сучасна технологія повної рафінації передбачає видалення з олії:

- фосфоліпідів (операція *гідратації* олії);
- воску і воскоподібних речовин (операція *виморожування*);
- вільних жирних кислот (операція лужної *нейтралізації*);
- барвних речовин (операція *відбілювання* олії);
- речовин, що надають олії смаку і запаху та жирів (операція *дезодорації*).

Методи рафінації поділяють на фізичні, хімічні і фізико-хімічні.

Фізичні методи очищення застосовують для первинного очищення олії. До них належать: відстоювання, центрифугування, фільтрування. Застосовуються ці методи для видалення твердих часток одразу після виготовлення олії.

До **хімічних методів** очищення олії належить *лужна рафінація, або нейтралізація*, – оброблення олії лугами для видалення залишкової кількості жирних кислот. У процесі нейтралізації утворюються мила, які нерозчинні в олії та утворюють осад – мила, які частково адсорбують на своїй поверхні барвні речовини, білкові домішки та слиз.

Після нейтралізації для видалення залишків мила олію 3-4 рази промивають гарячою водою і висушують до вологості 0,05%. Для нейтралізації на підприємствах використовують розчини NaOH різної концентрації, розчини Na₂CO₃, іноді KOH.

Фізико-хімічні методи очищення олії (гідратація фосфоліпідів, виморожування, відбілювання і дезодорація) використовуються для видалення домішок, що утворюють в олії істинні розчини, барвників, смакових і ароматичних речовин.

Рафінація може бути повною або частковою. Рослинні жири після рафінації втрачають специфічність, стають

прозорими, злегка жовтими, без смаку і запаху, втрачають ряд біологічно цінних компонентів. Тому в їжу слід вживати олію, що пройшла часткове очищення.

Гідратація – це процес видалення з сирової олії фосфоліпідів, білкових та слизистих речовин. Фосфоліпіди є жироподібними речовинами і мають високу біологічну цінність; вони перебувають в олії в розчинному стані, але при зберіганні олії фосфоліпіди втрачають розчинність, у результаті чого олія мутніє, утворюється осад. Метод гідратації оснований на здатності фосфоліпідів приєднувати воду та утворювати нерозчинені у воді гідратовані фосфоліпіди, що випадають у осад (гідрофуз). Олія відокремлюється від осаду у відстійниках і висушується в вакуумних сушильних апаратах при температурі 85...90°C і вологості 0,05%.

Виморожування. Для запобігання помутнінню олії під час зберігання при низьких температурах необхідно проводити видалення воскоподібних речовин. З цією метою гідратовану висушену олію повільно охолоджують при слабому перемішуванні і витримують 4 год при температурі 10...12°C для утворення кристалів воску. Потім олію підігрівають до 20°C для зниження в'язкості та одержання більших кристалів. Восковий осад відокремлюють на фільтр-пресах. Вміст воску в оліях коливається від 0,05 до 0,4 %. Після виморожування воску в олії немає. Разом з воском олія частково звільняється від жирних кислот, фосфоліпідів і пігментів.

Відбілювання олії (адсорбційна рафінація) полягає у видаленні пігментів шляхом адсорбції барвних речовин, розчинених у олії, з поверхні спеціальних адсорбентів. Відбілювання проводять додаванням до жиру природних адсорбентів (бентонітові глини, діатоміт, активоване вугілля), які потім відокремлюють від олії фільтрацією.

Дезодорація проводиться для видалення ароматичних речовин, що надають олії специфічний смак і запах. Ці речовини легкі, тому їх видаляють шляхом оброблення олії перегрітим паром (210...230°C) під вакуумом.

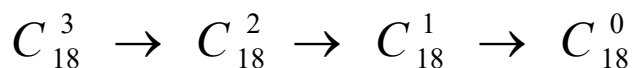
Відповідно до діючих стандартів виробництва олії вона поділяється на нерафіновану, гідратовану, рафіновану недезодоровану та рафіновану дезодоровану.

1.3. Технологія жирів на основі олій

Для виробництва маргарину, кондитерських і кулінарних жирів необхідні пластичні, високоплавкі і тверді (при кімнатній температурі) жири. Вони можуть бути отримані з рідких рослинних олій шляхом гідрогенізації.

Завдання гідрогенізації олії і жирів – цілеспрямована зміна жирокислотного складу вихідного жиру в результаті приєднання водню за наявності каталізатора до ненасичених залишків жирних кислот, що входять до складу рідких масел.

Гідрування залишків поліненасичених жирних кислот, що входять до складу тригліцеридів, відбувається ступінчасто, тобто більш ненасичені послідовно перетворюються в менш ненасичені:



ліноленова → лінолева → олеїнова → стеаринова кислоти

Гідрування жирів проводять за участі каталізаторів, найважливішим серед яких є нікелевий каталізатор.

На гідрування надходить ретельно відрафінована олія, тому що домішки здатні знизити активність каталізаторів.

У промисловості в основному застосовують безперервний процес гідрування.

Переестерифікація жирів. Переестерифікація – це один з основних методів модифікації молекулярного (триацилгліцеринового) складу жирової сировини. Переестерифікація високоплавких тваринних і рослинних жирів з рідкими оліями дозволяє одержати харчові пластичні жири з високим вмістом лінолевої кислоти. При переестерифікації відбувається перерозподіл ацильних груп у триацилгліцеридах жиру або олії.

При переестерифікації склад жиру у жирних кислотах не міняється, відбувається їхній статистичний перерозподіл у суміші триацилгліцеринів, що приводить до зміни фізико-хімічних властивостей жирових сумішей у результаті зміни молекулярного складу.

Процес переестерифікації містить у собі такі операції:

- дозування;
- змішування і підігрів вихідної суміші олії та жирів;
- лужну нейтралізацію отриманої суміші;
- глибоке сушіння рафінованої суміші;
- змішування з каталізатором;
- власне процес переестерифікації;
- промивання готового продукту і сушіння.

Процес переестерифікації протікає протягом 0,5–1 год при температурі 80...90°C. Витрата каталізатора 0,9–1,5 кг на 1 т жиру. Оскільки в каталізаторах використовують метилат і етилат натрію, то після завершення переестерифікації каталізатор дезактивують.

Готові переестерифіковані жири, призначені для одержання маргаринової продукції, повинні мати такі показники: температуру плавлення 25...35°C; твердість при 15°C 30–130 г/м; вміст твердих триацилгліцеринів при 20°C 6...20%.

Технологія саломасу. *Саломас* – це гідрогенізований (твердий) жир, який виробляється з соняшnikової, кукурудзяної, бавовняної та арахісової олії.

Деякі харчові та технічні галузі народного господарства переробляють значну кількість твердих жирів, тому велике значення має одержання твердих жирів з рідких рослинних та тваринних жирів.

Процес отвердіння жирів відбувається шляхом гідрогенізації, коли в певних умовах до ненасичених жирних кислот олії приєднується водень за місцем розриву подвійних зв'язків жирних кислот. У результаті гідрогенізації утворюється твердий продукт – саломас. Харчові гідрогенізовані жири використовуються, в основному, при виробництві маргаринової продукції.

Процес гідрогенізації відбувається вибірково (селективно) і супроводжується процесом переестерифікації (обміну радикалів), а також приводить до зменшення в саломасі вмісту вітамінів А і D, але практично не впливає на вміст вітаміну Е.

Процес гідрогенізації жирів здійснюється за наявності нікелевого каталізатора, високих температур і високого тиску.

Основними стадіями процесу гідрогенізації є:

- підготування жиру;
- підготування каталізатора;
- підготування водню;
- гідрування;
- відокремлення каталізатора.

Для одержання саломасів використовуються соняшникова, бавовняна, соєва, рапсова, арахісова, кукурудзяна, гірчична олії, а також тваринні жири (яловичий, баранячий, свинячий), жири морських тварин та риб.

Підготування жиру полягає в його повній рафінації, тому що домішки, які містяться в жирах, можуть суттєво знизити активність каталізатора (рис. 1.4).

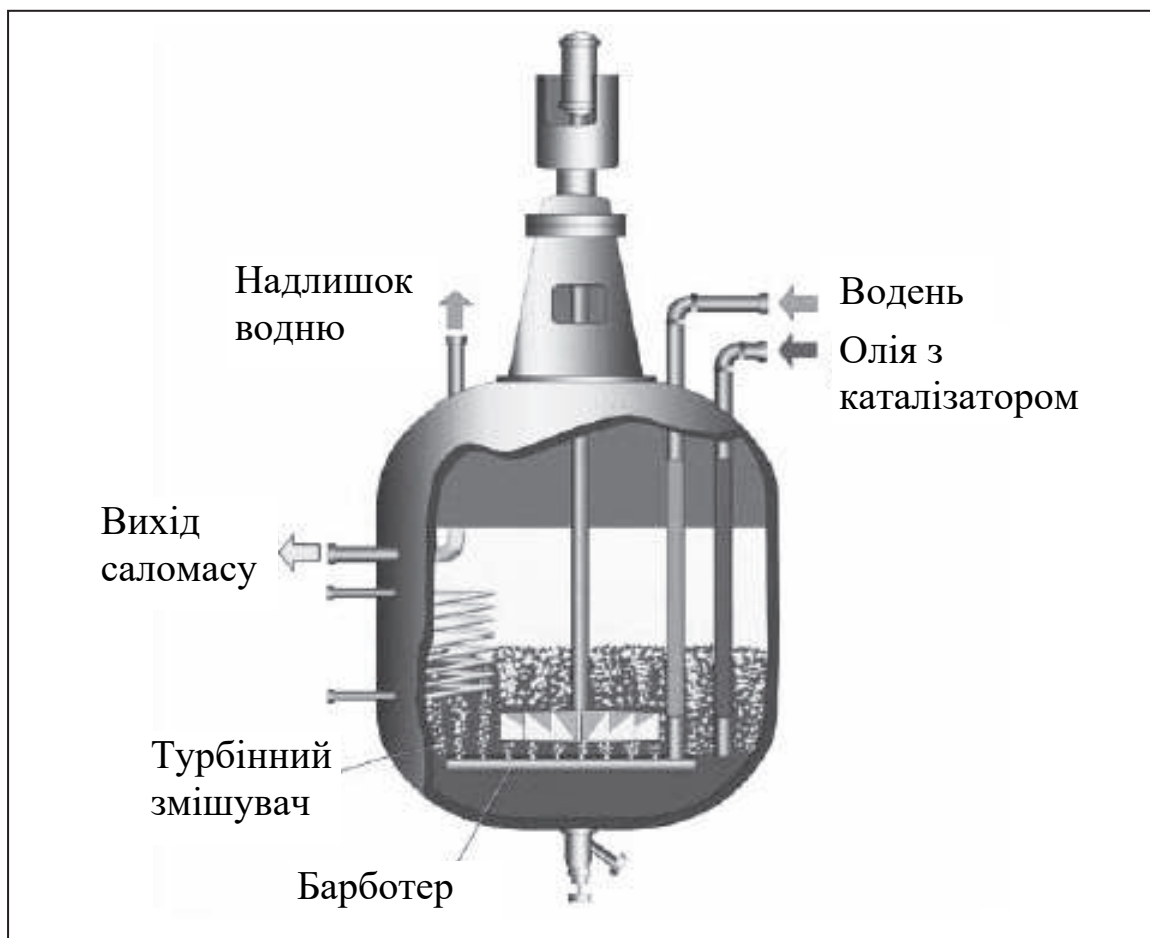


Рис. 1.4. Принципова установка гідрогенізації жирів
Джерело: <https://trubateh.com>.

Первинна стадія отримання саломасу проходить так. Гомогенізована емульсія з температурою 38...40°C подається під тиском у охолоджувач з видавлюванням, де відбуваються процеси емульгування, охолодження та пластичного оброблення при інтенсивному перемішуванні під тиском і охолодженні до температури 10...14°C. Далі емульсія надходить у кристалізатори, де твердіє та утворює однорідну пластичну масу. З кристалізатора саломас надходить на формувально-пакувальний автомат, де фасується у пачки по 200 і 250 г та укладається в картонні коробки.

Зберігається при температурі 0...2°C і відносній вологості повітря не більше 80 %.

Технологія маргарину. *Маргарин* – високоякісний жировий продукт, який за складом та властивостями подібний до вершкового масла. Рекомендується для безпосереднього споживання у харчуванні, технологіях кулінарної і хлібопекарної продукції.

Маргарин – це вискодисперсна водно-жирова система (емульсія зворотного типу), основний компонент якої – вода (дисперсна фаза) – розподіляється в маслі (дисперсне середовище) у вигляді найдрібніших частинок, за рахунок чого утворюється емульсія типу «вода в маслі».

Асортимент маргаринів:

- молочний (столовий, шоколадний, лимонний, кавовий, ванільний, кондитерський, для листкового тіста);
- безмолочний – виробляється для промислового перероблення;
- рідкий – для хлібопекарної, кондитерської промисловості.

До *складу маргарину* входять гідрогенізовані олії, гідратований тваринний жир, молоко, сіль, цукор, фосфоліпіди та емульгатори. Стійкість маргарину в процесі оброблення, зберігання і споживання зумовлюється наявністю емульгаторів – речовин з поверхнево-активними властивостями, які стабілізують емульсію «вода в маслі».

До складу жирової основи молочного маргарину входять, крім рослинного саломасу, тверді (при кімнатній температурі) кокосова або пальмова олія.

Сировина для виробництва маргарину поділяється на жирову і нежирову. У виробництві маргарину широко використовують соняшникову олію, а також соєву, кокосову, арахісову. До складу кулінарних жирів входять яловичий, баранячий, кістковий.

Головним компонентом у рецептурі жирової основи маргарину (до 85 %) є гідровані жири.

Нежирова сировина призначена для поліпшення смаку й аромату маргарину та підвищення його біологічної цінності. Основним компонентом нежирової частини маргарину є незбиране або сухе коров'яче молоко. Воно надає маргарину належного смаку та аромату.

Кухонна сіль додається для покращення смаку та як засіб консервування.

Цукор поліпшує смак і сприяє утворенню золотистого кольору плівки на продуктах, що обсмажуються.

Для надання маргарину світло-жовтого кольору в нього вводять жиророзчинні харчові природні барвники (масляний розчин каротину, барвники, що одержують з томатів, шипшини). Синтетичні барвники не допускаються. Витрати барвників становлять 1,6 кг на 100 кг маргарину.

Для підвищення біологічної цінності маргарин збагачують жиророзчинними вітамінами А і D.

Для підвищення стійкості при зберіганні і зниження окислювальних процесів у маргарин додають консерванти: аскорбінову, лимонну і бензойну кислоти.

Молоко піддають пастеризації при температурі 80...85° С.

Половина молока сквашується молочнокислими бактеріями при температурі 24...28°С. У результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій виробляється молочна кислота, при накопиченні якої молоко зсідається. Процес сквашування триває 9–12 год.

Після утворення згустку, який визначають наявністю на поверхні молока (при взятті проби шпателем) сліду, що запливає, молоко охолоджують і витримують для визрівання 1-2 години без перемішування. Після визрівання молоко охолоджується при перемішуванні.

Технологічний процес одержання маргарину методом переохолодження складається із таких операцій (рис. 1.5):

- зберігання і темперування дезодорованих жирів;
- підготування молока, води, солі, цукру, емульгатора, барвників і вітамінів;
- приготування емульсії маргарину спочатку у змішувачі, де утворюється груба емульсія, а потім у гомогенізаторі, де емульсія обробляється під тиском і виходить у вигляді тонкодисперсної емульсії;
- охолодження (переохолодження) емульсії у витискувальному охолоджувачі і кристалізаторі;
- фасування маргарину.

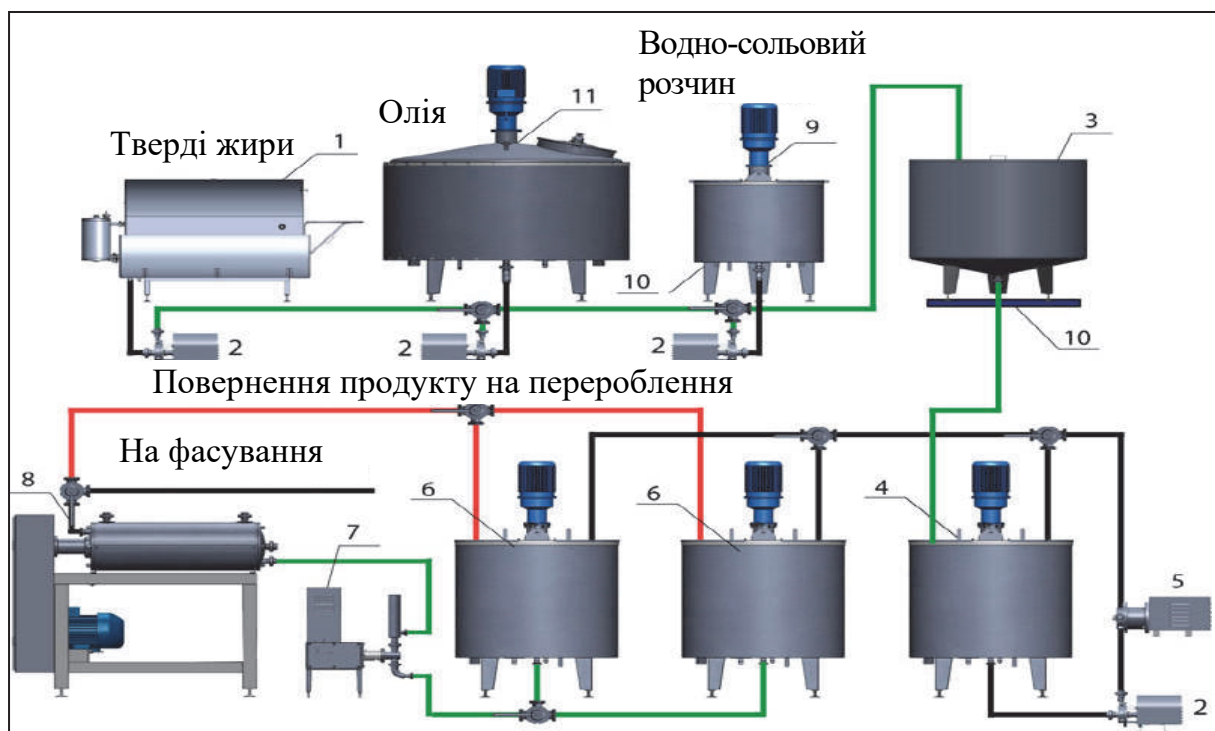


Рис. 1.5. Лінія виробництва маргарину:

1 – ємкість для плавлення жирів; 2 – відцентровий насос; 3 – ємкість для зважування компонентів; 4 – ємкість для отримання емульсії; 5 – диспергатор; 6 – ємкість для готової емульсії; 7 – насос плунжерний; 8 – вататор; 9 – ємкість для водно-сольового розчину; 10 – ваги підлогові; 11 – ємкість

Джерело: <https://6nikol-cosmetic.com>.

Витискувальний охолоджувач використовують для охолодження і механічного оброблення маргарину. Він складається із трьох однакових секцій. Кожна секція складається з циліндра, що має сорочку для холодоагенту (рідкого аміаку). В середині циліндра знаходиться барабан, що обертається з частотою близько 500 об./хв, на поверхні якого є ножі-скребки.

За час обертання ножі-скребки знімають і перемішують шар емульсії, що застиг, який під тиском подається в зазор між стінками циліндра і барабана.

Після проходження послідовно через всі циліндри, емульсія при температурі 10...16°C надходить у кристалізатор, утворюючи ущільнену пластичну масу маргарину.

Рецептури деяких видів маргаринів наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Рецептурний вміст компонентів у маргаринах

Назва інгредієнтів	Вміст у різних видах продукції		
	маргарин столовий молочний (бутербродний), %	маргарин молочний кондитерський, %	маргарин молочний ванільний, %
Жир (у тому числі жир молока, емульгатора, фарбника і концентрату вітаміну А), не менше	82,0	82,0	67,0
Цукор	0,3–0,7	0,5–1,0	15,5
Сіль	0,2–0,7		0,2
Лимонна кислота (кристалічна)	—	—	0,005
Ванілін	—	—	0,02
Волога (у тому числі волога молока, і вода для розчинення солі і цукру), не більше	16,5	17,0	17,0

Джерело: розроблено авторами.

Із кристалізатора маргарин надходить до формувально-пакувальних автоматів, де фасується у пачки і складається в картонні коробки.

Зберігання маргарину відбувається у холодильних камерах при температурі $0...2^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря не більше 80%. Транспортування маргарину при температурі більшій, ніж 12°C дозволяється тільки у рефрижераторах.

Якість маргарину повинна відповідати діючим стандартам. Усі столові і молочні маргарини повинні містити 82% жиру. Маргарини шоколадний і кавовий – не менше 62–65%. Вміст води не більше 17%. Маргарин повинен мати чистий смак і аромат, схожий на смак і аромат вершкового масла. Консистенція повинна бути однорідною, пластичною. Колір – однорідним по всій масі, світло-жовтим для підфарбованого і білим для невідфарбованого. При смаженні маргарин не повинен розбризкуватися (див. рис. 1.6).

Технологія виробництва хлібопекарських, кондитерських і кулінарних жирів. Хлібопекарські, кондитерські та кулінарні жири належать до безводних жирів і виробляються з одного чи суміші жирів (олії, тваринних гідрованих жирів), з уведенням (чи без) емульгаторів, барвників, ароматизаторів, вітамінів. Вміст жиру в них повинен бути 99,7%, вологи – не більше 0,3 %.

Для виробництва хлібопекарських, кондитерських і кулінарних жирів використовують олію в нативному і гідрогенізованому видах, бавовняний пальмітин і тваринні жири.

Асортимент кондитерських і кулінарних жирів:

- жир для шоколадних виробів, цукерок, харчоконцентратів;
- жир для вафельних та прохолоджувальних начинок;
- гідрожир;
- комбіжир рослинний; комбіжир тваринний;
- маргогуселін (з екстрактом цибулі);
- гідрожир рослинний для фритюрного смаження.

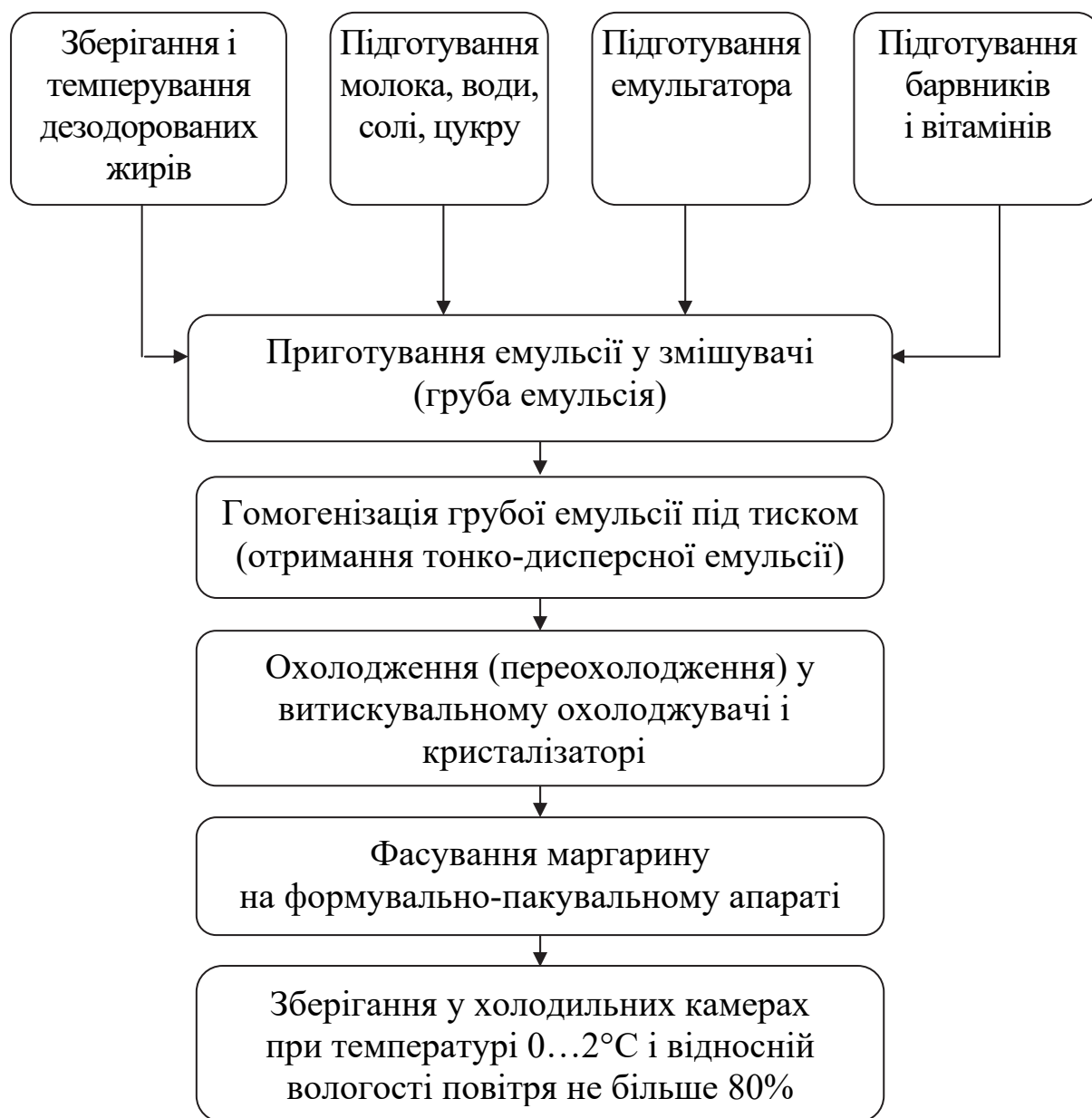


*Рис. 1.6. Технологічна схема виробництва маргарину
методом переохолодження*

Джерело: розроблено авторами.

При виробництві твердих безводних жирів усі рецептурні компоненти в рідкому вигляді надходять у змішувач, перемішуються при температурі 37...40°C, потім подаються в охолоджувач, де температура знижується до 3...5°C, потім у витискувальному охолоджувачі відбувається охолодження

і механічне оброблення жиру. Далі жир надходить у кристалізатор, а потім розливається у тару.

Рідкий жир для хлібобулочних виробів – це суміш саломасу з температурою плавлення 35...36°C (12...14%), олії (85%), емульгаторів (1,5...3%). До рецептури кондитерського жиру для шоколадних виробів входять високотвердий саломас з бавовняної й арахісової олії. Кулінарний жир Фритюрний є саломасом на основі олії.

Жири зберігаються при відносній вологості повітря до 80%. У діапазоні температур від 10°C до 15°C термін зберігання становить від 30 до 270 діб відповідно.

Контрольні питання

1. Характеристика сировини для отримання олії.
2. Підготовлення сировини для отримання з неї олії.
3. Характеристика процесу отримання олії методом пресування.
4. Характеристика процесу отримання олії екстракційним методом.
5. Характеристика хімічних та фізико-хімічних методів очищення олії. Показники якості дезодорованої та рафінованої олії.
6. Технологія виробництва саломасу.
7. Характеристика основної та додаткової сировини та її підготування для виробництва маргарину.
8. Асортимент маргаринів.
9. Характеристика процесу виробництва маргарину методом переохолодження.
10. Умови та терміни зберігання і транспортування маргарину.
11. Характеристика технологічного процесу виробництва хлібопекарських, кондитерських і кулінарних жирів.
12. Умови та терміни зберігання хлібопекарських, кондитерських і кулінарних жирів.

Розділ 2

КОНСЕРВУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

2.1. Теоретичні основи консервування рослинної сировини

Плоди та овочі – незамінне джерело легкозасвоюваних вуглеводів, фізіологічно активних речовин (вітамінів, поліфенолів, мінеральних сполук, природних антиоксидантів і харчових волокон). З давніх часів були відомі лікувальні властивості багатьох видів плодів, овочів і ягід. Проте термін зберігання їх обмежений, з його подовженням зростають втрати маси та якості, збільшуються витрати на зберігання.

Мета консервування – переведення нестійкої при зберіганні сировини в продукцію тривалого зберігання. Виробництво консервованих продуктів дозволяє значно скоротити втрати сільськогосподарської сировини, забезпечити цілорічне постачання населення плодово-овочевою продукцією в широкому асортименті, понизити витрати праці і часу на приготування їжі, для армійського харчування, харчування в екстремальних умовах (під час тривалих експедицій).

Залежно від початкової сировини і вимог, що пред'являються до якості очікуваного продукту, обирають технологічну схему оброблення або консервування. Існує багато способів консервування плодово-овочевої продукції: сушіння, охолодження, заморожування, консервування сіллю, цукром, кислотами та ін. Найбільш надійний метод – збереження продуктів у герметичній тарі за допомогою теплового оброблення (стерилізації або пастеризації).

Плоди й овочі відрізняються різноманітністю хімічних, фізичних і технологічних властивостей, тому для кожного виду консервів, що випускаються, розробляють технологічні інструкції з їх виробництва.

2.1.1. Методи консервування

У основі сучасних способів перероблення плодів та овочів лежить комплекс чинників, направлених на регулювання мікробіологічних і біохімічних процесів, які протікають у плодовоовочевій сировині.



Рис. 2.1. Методи консервування

Джерело: розроблено авторами.

Залежно від способів дії на плодоовочеву сировину і процесів, що відбуваються в ній, методи перероблення умовно поділяють на такі групи: біохімічні, хімічні, фізичні, фізико-механічні і фізико-хімічні (див. рис. 2.1).

Біохімічні методи (квашення, соління, мочіння) – це підвищення кислотності середовища головним чином за рахунок утворення молочної кислоти (основного консервувального агента), яка утворюється в результаті направленої культивування певних груп мікроорганізмів. Плоди й овочі містять достатню кількість вуглеводів у досяжній формі й усі необхідні біологічно активні речовини для розвитку комплексу молочнокислих бактерій, що підвищують кислотність продукції до рівня, який перешкоджає розвитку гнильних бактерій, дріжджів і цвілі. Додатково при квашенні та солінні вносять осмофільний агент – кухонну сіль, що зумовлює плазмоліз клітин, дифузцію клітинного соку в розсіл, та перешкоджає розвитку гнильних мікроорганізмів на перших етапах бродіння.

Хімічні методи. До них належать маринування і хімічна стерилізація.

Маринування – підвищення кислотності середовища в продукції за рахунок введення оцтової кислоти. Життєдіяльність кожного виду мікроорганізмів можлива лише в певних межах рН середовища, вище і нижче яких вона пригніблюється. Згубна дія на мікроорганізми деяких органічних кислот, зокрема оцтової, може бути зумовлена не тільки несприятливою концентрацією водневих іонів, але й токсичністю недисоційованих молекул кислоти.

Знаючи сприйняття мікроорганізмами кислотності середовища і регулюючи її, можна пригнічувати або стимулювати розвиток мікрофлори, що має практичне значення.

Консервувальна дія тільки в результаті підвищення кислотності досягається при виробництві гострих маринадів, що містять не менше 1,5...1,8% оцтової кислоти. Менш гострі маринади, кислі (0,61...0,90%) або слабокислі (0,4...0,6 % оцтової кислоти), вимагають застосування додаткової консервувальної дії високими температурами (пастеризація або стерилізація).

Хімічне консервування передбачає застосування хімічних речовин, які мають у тому або іншому ступені бактерицидні і фунгіцидні властивості, для запобігання розвитку мікроорганізмів у плодово-овочевих продуктах.

Фізичні методи. До них належать: заморожування, сушіння, термостерилізація, ультрафіолетові промені, ультразвук, електричний струм високої і надвисокої частоти.

Заморожування застосовують як для зберігання сировини з метою подальшого її консервування, так і як самостійний спосіб консервування. Можливе швидке заморожування тільки таких продуктів, при заморожуванні яких істотно не змінюються їх біологічні, хімічні і фізичні властивості.

Консервувальна дія заморожування заснована на тому, що при температурі нижче 10°C мікроорганізми не можуть розвиватися. Заморожені плодово-овочеві продукти можуть зберігатися протягом тривалого часу, але потребують спеціальних умов зберігання і транспортування на всіх етапах єдиного холодильного ланцюга.

Сушіння – консервування плодово-овочевої продукції в результаті часткового або повного зневоднення. Сушіння плодів і овочів належить до найдавніших методів консервування, який заснований на обмеженні зростання і розвитку мікроорганізмів шляхом зниження вмісту вологи або її доступності (активності води) в сировині, що переробляється. Зі зниженням вологості субстрату інтенсивність розмноження мікробів падає, а при видаленні з продукту вологи нижче за необхідний для мікробів рівень їх розмноження припиняється.

Овочі сушать до залишкової вологості 10...12%, а плоди – до 18...25 %. Через вищий вміст кислот плоди більш придатніші для сушіння, ніж овочі. Сушіння до нижчої вологості, наприклад, картоплі та овочів до 6...8 %, забезпечує кращу збереженість, але вимагає застосування герметичної тари і великих витрат енергії.

Термостерилізація заснована на дії високих температур, при яких припиняється життєдіяльність клітин мікроорганізмів і сировини. Продукти, отримані методом термічного оброблення в герметичній тарі, прийнято називати консервами. У такому вигляді продукти можуть зберігатися тривалий час.

У результаті теплової стерилізації продукції в ній відбуваються необоротні процеси коагуляції білків, зміни в протоплазмі клітин, розрив клітинної оболонки та настає повна загибель рослинних і мікробних клітин. Теплове оброблення приводить до інактивації ферментного комплексу сировини, внаслідок чого в рослинних тканинах припиняються біохімічні процеси.

Ультрафіолетові промені (УФ) (променева стерилізація) володіють високою енергією і зумовлюють фотохімічні зміни в молекулах субстрату, що поглинають їх, і клітинах мікроорганізмів. Найбільшу бактерицидну дію мають промені з довжиною хвилі 250 – 260 нм. УФ-опромінювання рекомендують використовувати для дезінфекції повітря холодильних камер, виробничих приміщень, у технологічному процесі при асептичній консервації, для запобігання інфікування ззовні при розливі, фасуванні й упаковці харчових продуктів; для знезараження тари і пакувальних матеріалів. Для стерилізації плодоовочевих консервів їх не застосовують через низьку проникаючу здатність променів. Вважають за можливе застосування УФ-променів при стерилізації плодоовочевих соків і вин у тонкому шарі.

Ультразвук (УЗ) – це механічні коливання з частотами більше 20 кГц (більше 2000 кол./с), які перебувають за межею чутливості людини. УЗ-хвилі можуть поширюватися в твердих, рідких і газоподібних середовищах і мають велику механічну енергію. За допомогою УЗ можна спричинити розпад високомолекулярних сполук, коагуляцію білків, інактивацію ферментів, руйнування частково або повністю багатоклітинних і одноклітинних організмів, у тому числі й мікроорганізмів.

УЗ знаходить усе більше застосування в різних галузях промисловості, у тому числі в харчовій. Розроблені установки для миття і стерилізації скляної тари, запропоновані технології із стерилізації води, рідких харчових продуктів, зокрема соків і вин.

Електричний струм високої (ВЧ) і надвисокої частоти (НВЧ) – один з видів теплової стерилізації. Проходження коротких та ультракоротких електромагнітних хвиль через середовище зумовлює в ньому появу змінних струмів високої і надвисокої частот. У електромагнітному полі електрична енергія перетворюється в теплову.

ВЧ-оброблення для стерилізації консервів проводять у радіочастотному діапазоні 20...30 МГц. Ефективніший НВЧ-нагрів при частоті 2400 МГц, при якому можна проводити безперервну стерилізацію в потоці. При НВЧ-обробленні фізичні властивості продукту, розміри банки та інші параметри продукції, що стерилізується, мало впливають на режим генератора мікрохвильової енергії. Завдяки специфічним особливостям цього способу стерилізації, його застосування перспективне для термічного оброблення плодово-ягідних консервів. При цьому краще зберігаються споживні властивості готового продукту: аромат, смак, консистенція, колір і харчова цінність.

Фізико-механічний метод (знепліднююча стерилізація). Цей метод заснований на пропусканні під тиском рідкого продукту через фільтри, розмір пор яких менше розміру клітин мікроорганізмів. Отже, відбувається механічне відділення клітин мікроорганізмів. Відсутність теплового оброблення дозволяє максимально зберегти всі біологічно активні речовини. Проте при використанні безтемпературної стерилізації в продукті залишаються активні комплекси ферментів, які впливають на його колір, смак і аромат при зберіганні. Тому продукт перед стерилізацією все одно піддають обробленню, яке направлене на інактивацію ферментів.

Фізико-хімічний метод (консервування цукром або сіллю). Консервування відбувається в результаті підвищення осмотичного тиску субстрату. У природі мікроорганізми зустрічаються в субстратах з різним вмістом розчинених речовин, отже, і з різним осмотичним тиском. Багато мікроорганізмів чутливі навіть до невеликого підвищення концентрації середовища. Збільшення концентрації середовища вище певної межі зумовлює обезводнення клітин, при цьому надходження в них поживних речовин припиняється. Виробництво варення, джему, повидла і цукатів, засоленої зелені засновано на здатності цукру і солі підвищувати осмотичний тиск у клітинах, що спричиняє плазмоліз рослинних тканин і часткову загибель мікроорганізмів.

2.1.2. Вимоги до якості сировини

Консервні заводи для перероблення повинні використовувати сировину, вирощену в місцевих господарствах, оскільки при транспортуванні якість її знижується, збільшується вміст відходів, погіршуються технологічні властивості (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Чинники, які впливають на якість перероблених продуктів

Джерело: розроблено авторами.

Якість плодово-овочевої сировини повинна відповідати вимогам стандартів або технічних умов, які розроблені на всі види сировини, що заготовлюється. Технологічними інструкціями з виробництва консервів на кожен вид продукції передбачені норми витрати сировини і норми відходів, отримані на підставі розрахунків, що передбачають надходження на перероблення лише стандартної сировини.

Сировину, що надходить на перероблення, приймають лише за наявності сертифіката відповідності, що підтверджує безпеку основної та допоміжної сировини за допустимим рівнем ксенобіотиків (нітратів, пестицидів, важких металів і мікотоксинів), регламентованих нормативним документом.

Вплив сорту. Сорти плодів і овочів для перероблення підбирають індивідуально для кожної місцевості залежно від кліматичних особливостей і ґрунтових умов, а також виду продукції, для виробництва якої вони призначені.

При виробництві натуральних плодових консервів рекомендують сорти з рН 4,0 і нижче.

При виробництві плодово-овочевих консервів важливий і такий показник як масова частка сухих речовин. Правильний вибір сорту багато в чому визначатиме споживчі властивості, харчову цінність готової продукції і рентабельність виробництва.

Ступінь зрілості сировини. Дозрівання плодів і овочів характеризується безперервною зміною будови і хімічного складу рослинної тканини, форми і розміру. В процесі дозрівання в плодах з'являється і розвивається насіння, накопичуються барвні та ароматичні речовини, тканина стає менш грубою, соковитішою. При перезріванні тканина стає в'ялою, має низьку соковіддачу, знижуються смакові властивості. Тому ступінь зрілості – важливий технологічний показник, який визначає консистенцію консервованих продуктів, вихід і органолептичні характеристики. Розрізняють зрілість біологічну (яка визначається наявністю зрілого насіння), споживчу (за якої сировина найпридатніша для безпосереднього споживання) і технічну, або консервну (що забезпечує якнайкращу якість консервів, що виготовляються). Практично в усіх технологічних інструкціях зазначають ступінь зрілості сировини.

Особливості морфологічної будови клітин і тканин.

У рослинних тканинах клітинна оболонка зсередини вислана мембраною цитоплазми, структура якої має особливе значення не тільки для життя клітини, але і для ряду технологічних операцій при консервації. Вона має ультрамікропористу структуру, що забезпечує її проникність для води, і не пропускає крупніші молекули, тобто напівпроникна. Напівпроникність мембрани цитоплазми ускладнює протікання дифузійних і фізичних процесів, що необхідно враховувати при розробленні технологій виробництва.

Розм'якшення тканин плодів та овочів при варінні, стерилізації та кулінарному обробленні пов'язане з гідролітичним розщеплюванням пектинових речовин серединних пластин. Об'єкти з кислішим клітинним соком, такі як слива, вишня, алича, розварюються швидше, ніж малоокислі. Малоокислі сорти яблук, а також груші при обробленні практично не руйнуються. Розварювання знижується із зростанням концентрації цукру. У цукровому сиропі 40...60% концентрації ступінь гідролізу протопектину в 5...10 разів менша, ніж у чистій воді.

Умови і терміни зберігання сировини. В процесі зберігання рослини витрачають запасні речовини на забезпечення процесів життєдіяльності, продовження формування і зміцнення покривних тканин у початковий період зберігання, дозрівання, протиборство стресовим чинникам, захисні реакції, загоєння механічних пошкоджень, забезпечення стану спокою й активізацію ростових процесів у весняний період.

Активність протікання метаболічних процесів у рослинних тканинах при зберіганні визначає стабільність якості і технологічні властивості сировини, призначеної для перероблення. Дотримання встановлених режимів і термінів зберігання сировини визначає втрати маси продукції за рахунок природного спаду і загнивання, а також впливає на тургорний стан продукції, який зумовлює якість проведення таких технологічних операцій, як миття, очищення і різання.

Мікробіологічне обсіменіння рослинної сировини. До природної мікрофлори плодів і овочів, у першу чергу, належать різноманітні види цвілевих грибів і дріжджів, кокові, паличкоподібні і бактерії, що утворюють спори. Режими стерилізації розраховують для кожного виду продукту з урахуванням середньостатистичного мікробіологічного обсіменіння, підвищений вміст мікроорганізмів на поверхні сировини знижує ефективність миття і призводить до підвищення браку консервів за мікробіологічними показниками. Тому для консервації відбирають здорову, непошкоджену і по можливості не дуже забруднену сировину.

2.1.3. Підготування сировини до консервування

Зберігання сировини. Основне завдання при зберіганні сировини – скорочення термінів, поліпшення умов його зберігання і першочергове перероблення нестійкої сировини.

Короткочасно плодовоовочеву продукцію зберігають у літній період на відкритих сировинних майданчиках, а в зимовий – на складах закритого типу. Терміни зберігання сировини, що рекомендуються, наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Граничні терміни зберігання сировини

Сировина	На сировинному майданчику, год	У охолоджуваних камерах при температурі 0...0,5°C, діб
Кісточкові	12	2..5
Ягоди	8	2
Виноград ранній	12	3
Перець солодкий	24	25
Огірки	10	–
Томати:		
для пасти	24	30
для соку	12	–

Закінчення табл. 2.1

Сировина	На сировинному майданчику, год	У охолоджуваних камерах при температурі 0...0,5°C, діб
Морква	48	—
Кабачки	36	10
Капуста білокачанна	72	120
Зелень	8–16	15

Джерело: розроблено авторами.

Якщо за технологічним регламентом до сировини пред'являють строгіші вимоги, то терміни і режими зберігання вказують у технологічній інструкції на виробництво даних видів консервів.

Підготування сировини до консервування включає миття, інспекцію, сортування, калібрування, очищення, різання або подрібнення.

Миття сировини – це перша операція в технологічному процесі консервування. Але іноді її проводять після сортування й інспекції. З миття процес починають у тому випадку, якщо переробляють дуже забруднену сировину, на якій неможливо візуально виявити дефекти. Наприклад, буряк і моркву, перш за все, енергійно миють, а потім уже інспектують і сортують, а при консервуванні плодів їх зазвичай сортують і калібрують, а потім направляють на миття.

Для підвищення змочувальної здатності води рекомендують використовувати дозволені поверхнево-активні речовини (ПАР).

Інспекція, сортування та калібрування. Інспекцією називають огляд сировини з відбракуванням непридатної (биті, цвілі, неправильної форми, зелені тощо) до перероблення. Інспекцію іноді виділяють у самостійний процес, але частіше поєднують із сортуванням плодів за якістю, ступенем зрілості, забарвленістю, розміром. Для цього використовують стрічкові транспортери, по обидва боки яких на відстані 0,8...1,2 м один від одного знаходяться робітники. Плоди й овочі ділять на однорідні за розмірами партії. Цей процес називають калібруванням, він знижує втрати і відходи у виробництві та покращує якість продукції.

Очищення – це одна з найбільш трудомістких операцій у технології консервування харчових продуктів. При очищенні видаляють неїстівні частини сировини: плодоніжки плодів, чашолистки ягід, гребені винограду, насінні камери, шкірку деяких видів сировини. Багато з цих операцій механізовані. Застосовують різні способи очищення: *механічне, паротермічне, хімічне*.

Подрібнення сировини. Нерідко очищення сировини суміщають з подальшою операцією – подрібненням. Коренеплоди і картоплю ріжуть на бруски і кубики, кабачки і баклажани – на кружечки або на шматочки, капусту шинкують. Ці операції виконують на машинах, забезпечених системою дискових і гребінчастих ножів.

Попереднє теплове оброблення сировини – це короткочасна (5–15 хв) дія на сировину гарячої води (температура 80...100° С), пари або гарячої рослинної олії. Оброблення сировини гарячою водою або паром називають *бланшуванням*, оброблення в гарячому рослинному жирі – *обсмажуванням*, а легке, менш тривале обсмажування овочів для виробництва овочевих заправних і обідніх консервів – *пасеруванням*.

Попереднє теплове оброблення сировини проводять для зміни об'єму сировини, розм'якшення, збільшення клітинної проникності, інактивації ферментів, гідролізу протопектину, видалення з рослинної тканини повітря, підвищення калорійності сировини і додання їй специфічних смакових властивостей.

Фасування продукції в тару та її герметизація. Фасують консерви машинним способом або вручну. При фасуванні стежать за дотриманням установленної маси нетто і співвідношення компонентів консервів.

Більшість консервів складаються з двох компонентів: твердої частини (плодів, овочів) і рідкої (сиропу, заливки). Консерви бувають багатокомпонентними, в яких тверда частина представлена декількома видами сировини, наприклад, овочеві закусочні консерви, й однокомпонентними – пюре або пюре-подібні, рідкі або густі однорідні маси, наприклад, томат-паста,

соки, повидло та ін. Сировину щільно укладають у банку в кількості, встановленій технологічною інструкцією, заливають рідку частину для заповнення проміжків між твердими частинами консервів. Рецептūra консервів, як правило, передбачає 60...70% твердої частини і 40...30% рідкої. Рідка частина консервів, що містить томат-пюре, цукор, сіль, прянощі, жири, певною мірою підвищує харчову цінність і поліпшує смак консервів, додає їм гостроту, покращує їх засвоюваність, полегшує рівномірний розподіл теплоти при подальшій стерилізації.

Приготування заливки для натуральних консервів. Заздалегідь просіяні цукор, сіль, лимонну кислоту та інші компоненти в кількостях згідно з рецептурою заливки завантажують у казан, додають необхідну кількість води і розчиняють при нагріванні, після чого розчин кип'ятять 3 хв і фільтрують. Кислотність заливки перевіряють перед стерилізацією і після неї.

Приготування цукрового сиропу. У варильний казан заливають розрахункову кількість води, нагрівають до кипіння, додають цукор-пісок, заздалегідь просіяний через сито, доводять до кипіння і повного розчинення цукру і кип'ятять 2–3 хв. При приготуванні компотів зі світлозабарвлених плодів сироп рекомендується освітлювати харчовим альбуміном з розрахунку 4 г на 100 кг цукру. При приготуванні компотів з аскорбіновою кислотою в готовий цукровий сироп додають її у вигляді порошку і ретельно перемішують. У підготовленому сиропі перевіряють масову частку сухих речовин за допомогою рефрактометра, а потім фільтрують.

Експауствання – це процес видалення повітря із скляної банки з продуктом перед її герметизацією. При експаустванні повітря видаляється як з продукту, так і з вільного, не заповненого продуктом простору банки. Наявність повітря в герметичній банці може спричинити окислення біологічно активних речовин у продукті, наприклад вітамінів, фенольних сполук, і привести до виникнення корозії металевої тари в процесі стерилізації і зберігання консервів. Експауствання також дозволяє значно знизити надмірний тиск у тарі при стерилізації. Існує два методи експауствання: тепловий і механічний.

Теплове ексгаустивання полягає в нагріванні банок (до 80...85°C) з продуктом до їх герметизації, при цьому повітря виходить з продукту. *Механічне ексгаустивання* полягає у відсмоктуванні повітря з банки за допомогою вакууму. Цей процес здійснюють на вакуум-закупорювальних машинах, у камерах яких створюється розрідження.

Банки після ексгаустивання негайно герметизують. Проте механічне ексгаустивання не дозволяє створити достатнє розрідження. Воно може бути застосоване до обмеженого асортименту продукції.

Герметизація тари. Жерстяні банки герметизують на закупорювальних машинах. Закупорюють скляну тару металевими (жерстяними або алюмінієвими) кришками, забезпеченими для герметизації ущільнюючими прокладками. Банки і бутлі герметизують обкатним, обтискним або різьбовим способами, а вузькогорлі пляшки – корончатими кришками.

При будь-якому способі закупорювання кришки з прокладкою повинні бути міцно і герметично зафіксовані на віночку горла тари і залишатися постійно в такому положенні на всіх подальших процесах консервування, транспортування і зберігання консервів. Закупорені банки перевіряють на герметичність. Консерви, виготовлені без рідкої фази і розфасовані в жерстяні банки, перевіряють на герметичність, занурюючи в гарячу воду температурою 85...90°C. У разі негерметичності бульбашки повітря виходять зі швів корпусу. Такий спосіб перевірки на герметичність можливий тільки тоді, коли продукт закупорений у холодному стані на безвакуумних закупорювальних машинах. Решта консервів перевіряють на герметичність вибірково, використовуючи прилад Бомбаго, в якому банки випробовують у вакуумній камері, заповненій водою.

2.1.4. Стерилізація консервів

Стерилізація – це теплова оброблення консервів при 100°C і вище, що проводиться з метою знищення мікроорганізмів. Стерилізацію, що проводиться при температурі нижче 100°C, називають **пастеризацією**. Існує ще один спосіб стерилізації, який називають **тиндалізацією**, або повторною стерилізацією. В цьому випадку консерви стерилізують двічі або тричі з інтервалами в 20 – 28 год.

Процес стерилізації, полягає в знищенні лише тих форм мікроорганізмів, які можуть розвиватися за звичайних умов зберігання і спричиняти при цьому псування консервів або утворювати небезпечні для здоров'я людини продукти своєї життєдіяльності. Таким чином, у процесі стерилізації добиваються не абсолютної, а лише промислової стерильності.

Консервування харчових продуктів за допомогою теплової стерилізації полягає в тому, що харчовий продукт, укладений у герметично закупорену консервну тару, рівномірно (25 хв) нагрівають в апараті стерилізації до заданої температури (120°C), яку підтримують протягом визначеного часу (75 хв), потім поступово знижують (протягом 30 хв), після чого простерилізовані банки вивантажують з апарата.

Залежно від значення активної кислотності і масової частки сухих речовин, що визначають режими стерилізації, консерви поділяють на такі групи:

А – консервовані продукти що мають рН 4,2 і вище, а також овочеві, м'ясні та м'ясо-рослинні продукти з кислотністю, що не лімітується, виготовлені без додавання кислоти: компоти, соки і пюре з абрикос, персиків і груш з рН 3,8 і вище, стерилізовані молочні консерви, що згущують;

Б – консервовані томатопродукти: неконцентровані, концентровані із вмістом сухих речовин 12 % і більше;

В – консервовані слабокислі овочеві маринади, вінегрети, салати та інші продукти, що мають рН 3,7...4,2, зокрема огірки консервовані, маринади овочеві та інші продукти з регульованою кислотністю;

Г – консервована квашена капуста, овочеві маринади з рН нижче 3,7, соки, компоти і пюре з абрикос, персиків і груш з рН нижче 3,8, фруктові і плодово-ягідні консерви, консерви для ресторанного господарства з сорбіновою кислотою і рН нижче 4,0;

Д – пастеризовані м'ясні і м'ясо-рослинні консерви (напівконсерви), шпик, солоний і копчений бекон, сосиски, шинка та інші напівконсерви в герметичній тарі з обмеженим терміном зберігання;

Е – пастеризовані газовані соки і напої з рН 3,7 та нижче.

Консерви груп А, Б, В і Д стерилізують при температурах вище +100°C, зазвичай 112...120°C, хоча іноді користуються і вищими температурами (125...130°C). Консерви решти груп стерилізують при температурі до 100°C, але не нижче 75...80°C.

Для знищення мікроорганізмів при даній температурі стерилізації необхідно певний час. Цей час називають *смертельним*, або *летальним*. Температура – один з головних чинників, що впливає на смертельний час. З підвищенням температури смертельний час знижується (див. рис. 2.3).

Численні дослідження показали, що тривале теплове оброблення погіршує якість продукції. Мінімальні ж втрати в якості зазначені у продуктів, стерилізованих при високих температурах протягом дуже короткого часу. У науковій літературі цей принцип називають високотемпературною короткочасною (ВТ-КЧ) стерилізацією. Традиційні технології стерилізації не дозволяють проводити короткочасне прогрівання продукції. Тому принцип ВТ-КЧ-стерилізації вимагає спеціальної апаратури.

Залежно від того, при якій температурі проводять стерилізацію, який тиск створюється в банці та яку консервну тару використовують, консерви стерилізують або у відкритих автоклавах під атмосферним тиском, або в закритих апаратах із застосуванням надмірного тиску.



Рис. 2.3. Консервування тепловим обробленням

Джерело: розроблено авторами.

Асептичне консервування. При асептичному консервуванні застосовують принцип ВТ-КЧ-стерилізації продукту в *тонкому шарі*. Саме таким чином можливе швидке підвищення температури продукту до температури стерилізації, стерилізація протягом декількох секунд, а потім швидке охолодження. Режим термічного оброблення підбирають залежно від виду продукції. Продукт стерилізують до фасування в тару. Потім охолоджують і фасують у підготовлену стерильну тару, яку герметизують у стерильних умовах. Підготовлений у такий спосіб продукт уже не потребує подальшого теплового оброблення.

2.1.5. Тара для консервування

Основні види тари в консервній промисловості – металеві (зокрема, жерстяні) і скляні банки. Кожен з цих видів тари має свої специфічні особливості, переваги і недоліки.

Жерстяна тара легка, маса її при рівній місткості приблизно в 3 рази менше маси скляної. Маса жерстяної тари щодо маси продукту становить 10...17%, для скляної тари це відношення знаходиться в інтервалі 35...50%. Жерстяна тара при поштовхах, ударах, падінні лише деформується, а скляна може розбитися або відкритися. Жерстяна тара нечутлива до перепадів температур, скляна тара нетерmostійка, що ускладнює миття і подальшу стерилізацію консервів. З іншого боку, на відміну від скляної тари жерстяні банки схильні до внутрішньої і зовнішньої корозії, для запобігання якій необхідно витрачати дефіцитне олово і дорогі лаки, емалі і фарби.

Металева тара – це алюмінієві банки і туби, а також хромована і покрита алюмінієм жерстяна тара.

Скляна тара (банки, пляшки, бутлі) досить поширена в консервній промисловості для фасування плодових і овочевих консервів. Скляні банки бувають різної місткості (від 100 до 10 000 мл).

Дерев'яну (бочки, ящики) і картонну тару також використовують у консервному виробництві для фасування продукції, що не стерилізується. Наприклад, у дерев'яні бочки фасують плодові напівфабрикати (пюре, що сульфітуються, соки і фрукти), рибні та овочеві соління, маринади; у дерев'яні ящики – сушені плоди й овочі, повидло, цукати; у картонні коробки – заморожену продукцію.

Останнім часом у промисловості все більшого застосування набуває тара з полімерних матеріалів – легка, прозора, небитка.

Полімерна тара має цінні технічні властивості, високі естетичні якості та набуває все більшого поширення. Її використовують для упаковки харчових продуктів, консервованих хімічним і асептичним способами. До основних полімерів належать: целофан, поліетилен, плівки з гідрохлориду каучуку, вінілхлориду, полістиролу, поліаміду, лавсану, фторопластів та ін. Більшість полімерних пакувальних матеріалів має комплекс цінних властивостей, проте серед них немає жодного, який повністю задовольняв би необхідні вимоги. Тому полімерну тару й упаковку намагаються виготовляти з комбінованих матеріалів, що поєднують кращі властивості окремих компонентів.

Широке розповсюдження в пакувальній техніці має комбінований матеріал целофан-поліетилен, що поєднує високу механічну міцність і малу газопроникність целофану з вологостійкістю, еластичністю і здібністю до термічної зварки поліетилену.

Підготування тари до фасування консервів. Перед надходженням на фасування консервну тару ретельно оглядають і проводять згідно з нормативними документами санітарне оброблення для видалення забруднень і мікроорганізмів.

Найпростіше підготувати жерстяні банки. Їх виготовляють на тому ж консервному заводі, де фасують у них консерви. У технологічному цеху жерстяну тару оглядають, відбраковують банки з ум'ятинами, порушеною відбортовкою та іншими дефектами, і вибірково перевіряють на герметичність.

Банки, що пройшли перевірку, шприцюють гарячою водою і гострою парою та направляють для заповнення продуктом.

Скляну тару виготовляють на спеціалізованих заводах, тому при транспортуванні можливе її забруднення, інфікування, механічний бій тощо. Тому прибулу на завод скляну тару ретельно оглядають, візуально перевіряють наявність дефектів (тріщин, щербин горловини та ін.), банки з неприпустимими дефектами бракують. Далі банки калібрують за основними розмірами віночка горловини і висотою. Потім кожен банку або пляшку перевертають уверх дном і струшують для видалення осколків скла. Додатково обдувають стислим повітрям для видалення прилиплених осколків скла і скляного пилу.

Брудне скло дуже погано змочується звичайною водою, тому застосовують спеціальні мийні засоби для ефективного миття.

Завершальним процесом санітарного оброблення скляної тари є обполіскування водою, ошпарення її гострою парою і контроль якості миття. Крім того, ошпарення необхідне для підтримання високої температури тари для уникнення її термічного бою при фасуванні дуже гарячої продукції.

Маркування продукції. Всі необхідні відомості про дані консерви вказують на етикетках, які приклеюють на корпус банки або друкують на бічній поверхні тари спеціальною термостійкою фарбою із зазначенням заводу-виробника, його підлеглості відомству, маси нетто або місткості, товарного сорту. Зазначають також відповідний ДСТУ, ОСТ або ТУ. Іноді вказують склад консервів, граничний термін зберігання, спосіб споживання, калорійність, вміст білків, вітамінів та інших поживних елементів. Крім того, на кришках металевих банок виштамповують цифри, які вказують у шифрованій формі час виготовлення і назву даної консерви, відомство і завод-виробник.

2.2. Технології окремих видів консервів

Плодово-овочеві консерви – це продукти, приготовані з плодів і овочів (перероблені відповідно до встановлених технологій), з додаванням натуральних харчових компонентів або без них, розфасовані в герметично закупорену тару, пастеризовані або стерилізовані до або після закупорювання, термін зберігання яких не менше 6 міс. Для консервування придатні не всі сорти плодів і овочів.

Асортимент продукції наведений у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Асортимент плодово-овочевих консервів

Плодово-ягідні	Овочеві	Призначення до споживання
Натуральні	Натуральні	Для здорових дітей: пюреподібні соки крупноподрібнені
Компоти	Закусочні	
Соки і напої	Обідні	
Пюреподібні	Соки і напої	
Протерті з цукром	Концентровані томатопродукти	Для дієтичного і лікувального харчування дітей
Варення, джем, конфітур, желе	Солоні і квашені	Для дієтичного харчування дорослих
Маринади	Маринади	

Джерело: розроблено авторами.

Натуральні консерви з овочів і плодів

Натуральні консерви – це продукти, виготовлені з одного або декількох видів овочів, картоплі або плодів і ягід, залитих водою (соком) з додаванням кухонної солі, цукру, харчових кислот або без них, потім стерилізованих (див. рис. 2.4).

На консервних заводах випускають широкий асортимент натуральних консервів, наприклад «Зелений горошок», «Квасоля стручкова», «Кукурудза цукрова», «Томати цілі із шкіркою в томатному соку», «Капуста кольорова», «Перець солодкий» та інші види.

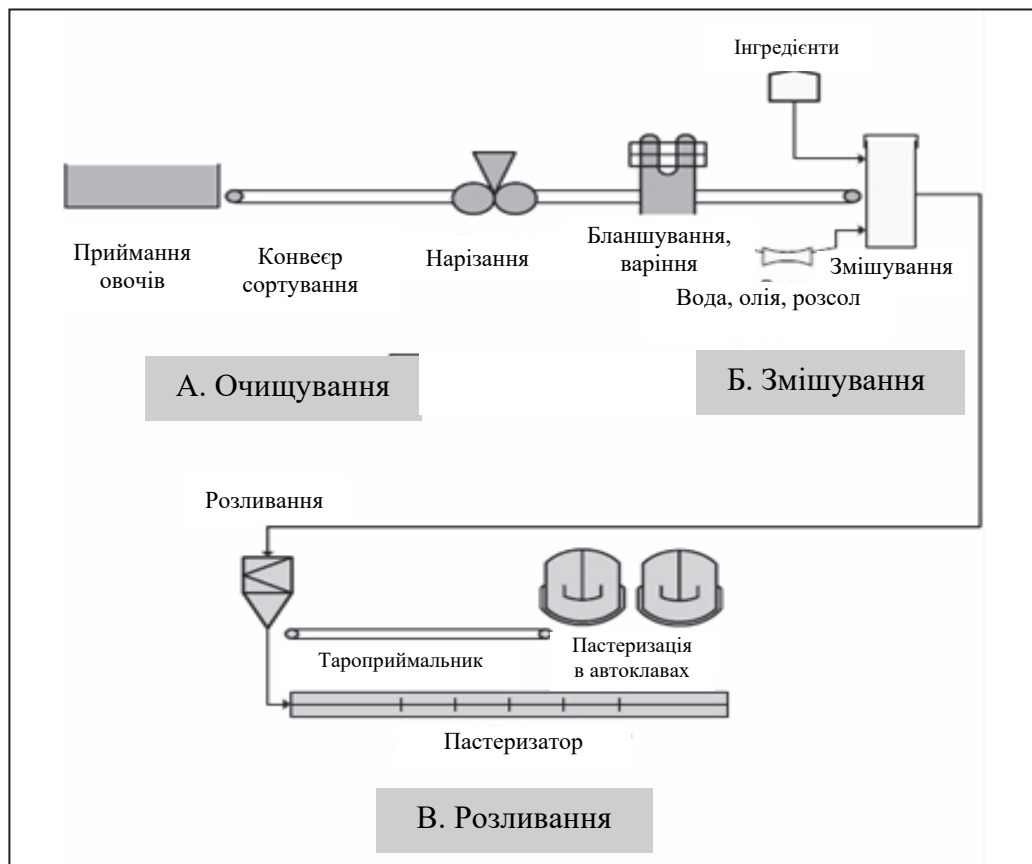


Рис. 2.4. Апаратно-технологічна схема виробництва овочевих консервів

Джерело: <https://www.aquaspray.ru>.

Проте в універсальних або овочевих цехах малої потужності, розташованих у зонах виробництва сировини, виробляють консерви певного асортименту, наприклад, «Картопля молода», «Морква гарнірна», «Буряк гарнірний», «Томати натуральні у власному соку», а також яблука, груші, сливи, порічки, смородину натуральні та ін.

Овочі натуральні. Технологічний процес виробництва овочевих консервів включає всі операції по підготуванню сировини до перероблення, викладені в попередньому розділі.

Приготування заливки. Заздалегідь просіяні сіль, цукор і лимонну кислоту завантажують у казан, додають необхідну кількість води, розчиняють усі компоненти при нагріванні, доводять до кипіння і кип'ятять протягом 3 хв. Перевіряють рН заливки до і після стерилізації.

Фасування. Підготовлену сировину вкладають у банки в такому співвідношенні – 55...60% овочів і 40...45% заливки. Банки, наповнені овочами і заливкою, закупорюють і стерилізують.

Стерилізація. Банки стерилізують за відповідною формулою в автоклаві при температурі 120°C і тиску 235 кПа. Після стерилізації банки з консервами обполіскують, обсушують, наклеюють на них етикетки і відправляють на зберігання в склад (рис. 2.5).

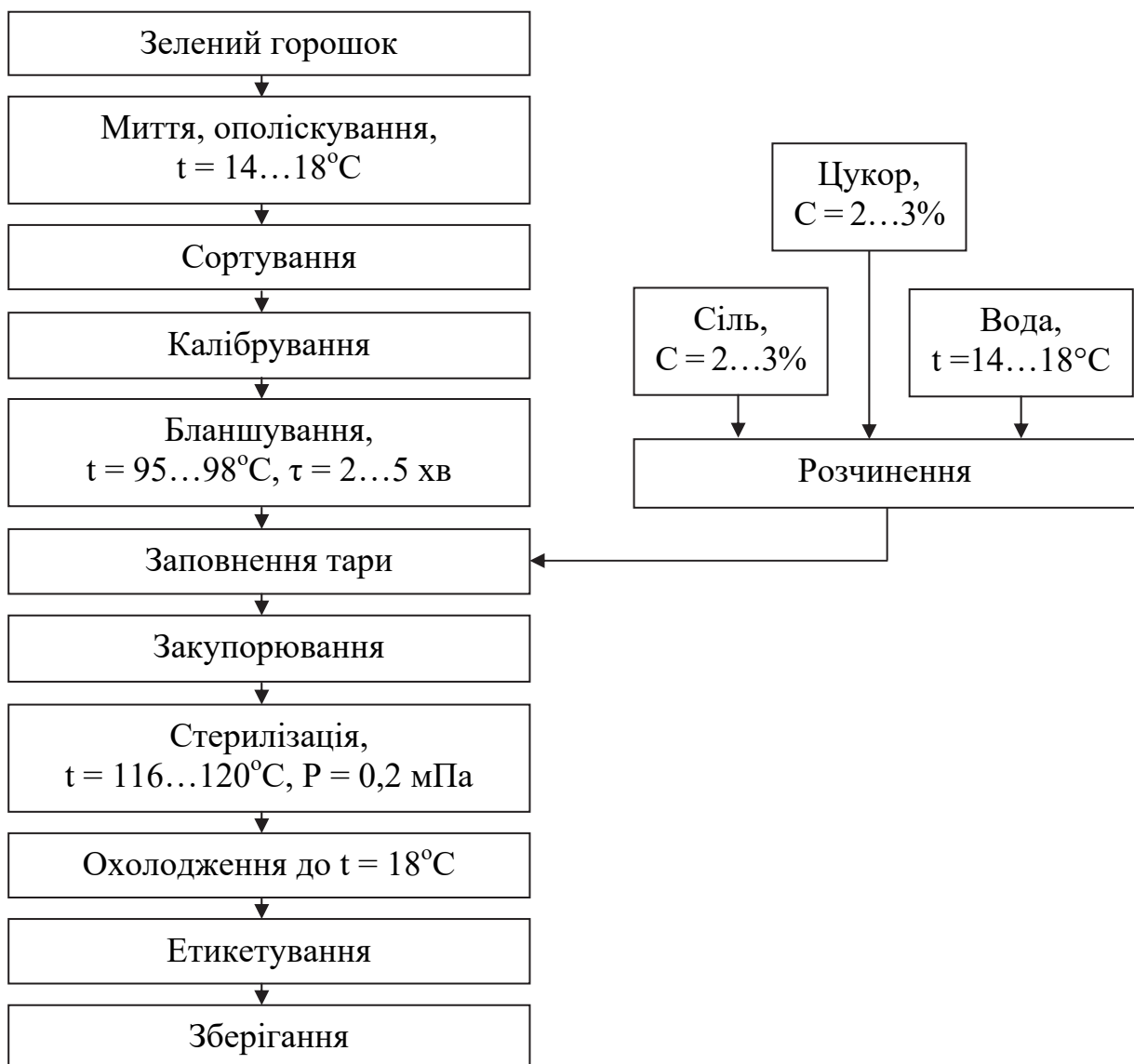


Рис 2.5. Технологічна схема консервування
зеленого горошку

Джерело: розроблено авторами.

Плоди натуральні. Їх готують зі свіжих плодів, підготовлених відповідним чином, заливають кип'яченою водою, розфасовують у скляні або металеві банки, герметично закупорюють і стерилізують. Консерви виробляють з кислих плодів з рН 4,0 і нижче; при рН більше 4,0 додають лимонну кислоту. Асортимент представлений натуральними консервами з айви, вишні, груші, персика, сливи та яблук.

Плоди дрібноплідних сортів консервують цілими, а великі нарізують на половинки або четвертинки, або часточки розміром не менше 1/8 плоду. З плодів видаляють плодоніжки і чашки, висвердлюють насінне гніздо. Плоди бланшують у 0,1% розчині лимонної кислоти протягом 5–10 хв при температурі 85°C, з подальшим охолодженням чистою проточною водою. Очищені, бланшовані плоди до фасування зберігають в 0,5% розчині лимонної кислоти.

Фасування. Натуральні плоди після підготування фасують у скляні банки місткістю до 1 дм³ і негайно заливають кип'яченою протягом 5 хв і профільтрованою водою.

Температура її повинна бути не нижче +80°C. Заповнені банки закупорюють і передають на стерилізацію.

Стерилізація. Натуральні плоди стерилізують у скляних банках при температурі 100°C і тиску 118 кПа.

Маринади овочеві та плодові

Маринадами є консерви, приготовані з цілих або нарізаних овочів, баштанних культур, плодів або ягід одного або декількох видів (асорті) з додаванням питної води, кухонної солі, оцту, цукру, харчової олії, прянощів, зелені або без них.

Класифікація маринадів. Залежно від вмісту оцтової кислоти і способу приготування овочеві і плодово-ягідні маринади поділяють на *слабокислі, кислі і гострі*.

Слабокислі маринади готують з винограду, вишні, агрусу, сливи, смородини, порічок з додаванням оцтової кислоти

0,2...0,4%. До слабокислих маринадів належать консерви з плодів і овочів із вмістом оцтової кислоти 0,41...0,6%.

Кислі маринади готують з плодів або овочів із вмістом оцтової кислоти від 0,61 до 0,9 %.

Гострі маринади виготовляють з будь-яких овочів без їх пастеризації з вмістом оцтової кислоти в маринадній заливці 0,91...1,8%.

Усі слабокислі і кислі маринади піддають пастеризації або стерилізації. Асортимент овочевих і плодово-ягідних маринадів дуже широкий. Велику частину овочів, плодів і ягід, які вирощуються повсюдно, можна законсервувати цим способом, наприклад, баклажани, кабачки, капусту, моркву, огірки, томати, а також яблука, сливи, груші, виноград, вишні та ін.

Маринади можна виготовляти зі свіжих овочів або попередньо засолених огірків і томатів, цілих або нарізаних, або з суміші цілих або нарізаних овочів (асорті). Плодово-ягідні маринади готують із свіжих плодів чи ягід одного виду чи суміші різних (асорті). Залежно від способу приготування маринади (у тому числі й асорті) поділяють на овочі чи плоди мариновані цілі й овочі чи плоди мариновані нарізані.

Технологічний процес виробництва маринадів. Особливості підготування окремих видів овочів до їх перероблення викладені в попередньому розділі (сортування, калібрування, миття, інспекція, бланшування, іноді різка).

Підготування зелені та інших компонентів (для овочевих маринадів). Зелень петрушки, кропу, селери, майорану, базиліка, шавлії повинна бути свіжою. Її інспектують і миють, ріжуть на шматочки завдовжки 40–60 мм.

Зерна перцю чорного і духмяного стерилізують у сухому вигляді.

Лавровий лист після інспекції двічі заливають водою і витримують 30–40 хв при кімнатній температурі, потім воду зливають, лавровий лист обполіскують і використовують для приготування маринадної заливки.

Сіль і цукор просівають через сито з електромагнітом.

Олію соняшникову прогрівають при температурі 130°C і фільтрують.

Балони з *оцтовою кислотою* обмивають, розкривають, перевіряють цілісність і встановлюють фактичну концентрацію оцтової кислоти. У рецептурі передбачено використання 80% оцтової кислоти.

Приготування витяжки з прянощів. Витяжку з прянощів готують згідно з рецептурою, настоюючи їх у воді або в 20% розчині оцтової кислоти відповідно до технологічної інструкції.

Приготування маринадної заливки. Відповідно до рецептури заздалегідь підготовлені сіль і цукор завантажують у збірник, додають воду, розчиняють їх, доводячи розчин до кипіння, і кип'ятять 5–10 хв, фільтрують через полотняний фільтр. До відфільтрованого розчину додають витяжку з прянощів або екстракт і 80% оцтову кислоту та воду.

Для плодово-ягідних маринадів заливку готують таким самим способом, але в рецептурі немає солі, а кількість цукру підвищена. Для витяжки з прянощів використовують тільки корицю, гвоздику та духмяний перець.

Фасування. Підготовлені овочі чи плоди щільно укладають у скляні банки. Температура заливки повинна бути не нижча 85°C. Значення рН перевіряють систематично перед закупорюванням банок.

Закупорювання. Наповнені банки закупорюють і негайно стерилізують або пастеризують.

Стерилізація маринадів. Проводять її виключно за технологічною інструкцією, де надана формула стерилізації.

Закусочні консерви

Закусочні консерви є готовим до споживання продуктом, приготовленим з цілих, нарізаних, подрібнених або протертих овочів, харчової рослинної олії, прянощів, зелені або без них. Закусочні консерви ділять: на салати, вінегрети; овочеву ікру та овочі різані і фаршировані.

Ікра овочева. Технологічний процес включає всі підготовчі операції з сировиною (кабачки, баклажани, біле коріння, морква, буряк, цибуля, часник і зелень) і різання.

Для підвищення калорійності, надання специфічного смаку й аромату овочі і коренеплоди обсмажують у рослинній олії, яку заздалегідь фільтрують і прожарюють при температурі 160...180°C до припинення піноутворення (з метою видалення вологи). Обсмажування підготовленої сировини проводять при температурі 130...140°C.

Готують сіль, цукор, перець. Банки з томат-пастою миють зовні, потім пасту або пюре виймають з банок і пропускають через протиральну машину.

Ікру готують трьома способами, які відрізняються підготуванням сировини:

- *перший спосіб* – основну сировину обсмажують, подрібнюють та змішують з іншими компонентами;
- *другий спосіб* – основну сировину обсмажують, подрібнюють та уварюють у вакуум-апаратах, після чого додають обсмажені інші компоненти, прогрівають;
- *третій спосіб* – основну сировину оброблюють гострою парою, протирають та уварюють у вакуум-апаратах, потім додають обсмажені інші компоненти, прогрівають.

Фасують овочеву ікру на автоматичних лініях. Банки, наповнені ікрою з температурою не нижче 70°C, подають на вакуум-закупорювальну машину і потім на стерилізацію.

Ікру овочеву стерилізують у банках у автоклаві при температурі 120°C і тиску 245 кПа.

Консервований салат – це закусочні консерви, приготовані з одного або декількох видів цілих або нарізаних овочів і плодів з додаванням кухонної солі, оцту, цукру, рослинної олії, прянощів, зелені або без них, герметично закупорені і стерилізовані.

Овочеві салати виробляють у широкому асортименті залежно від складу суміші.

Від маринадів консервований салат відрізняється складнішою композицією з 11–15 компонентів, з додаванням не більше 0,5 % оцтової кислоти.

Сировина і допоміжні компоненти, які використовують для виробництва консервованих салатів, повинні відповідати вимогам стандартів, що діють, або технічним умовам.

Технологічний процес приготування салату включає: приймання сировини і компонентів, сортування овочів і плодів за якістю і ступенем зрілості. Допоміжні компоненти (сіль, цукор, прянощі та ін.) готують так само, як при виробництві маринадів.

Плоди й овочі вимиті й очищені нарізують, змішують і підсолюють. Нарізані овочі, плоди й окремо підготовлені мариновану капусту і цибулю укладають шарами у ванну, додають сіль, цукор, спеції, зелень, рафіновану прожарену рослинну олію, оцтову кислоту і перемішують. Тривалість засолу і змішування 5–10 хв, потім салат направляють на фасування. Фасують салати в заздалегідь промиті і прошпарені банки, які негайно після заповнення направляють на закупорювання і стерилізацію. Банки стерилізують у автоклаві при температурі 110°C і тиску 216 кПа.

Перші страви й овочеві напівфабрикати

Консервованими першими обідніми стравами є продукти, виготовлені зі свіжих овочів (або квашеної капусти), картоплі з додаванням тваринного жиру, томат-пасти, солі, цукру і прянощів, з м'ясом або без нього, розфасовані в тару, герметично закупорені і стерилізовані.

Асортимент консервів «Перші обідні страви» для цехів малої потужності включає: «Щі зі свіжої капусти із зеленню», «Борщ зі свіжої капусти з томатом», «Борщ з квашеної капусти із зеленню», «Борщ зі свіжої капусти вегетаріанський», супи (цибульний, картопляний, квасоляний, з шампінйонів) і «Борщова заправка-напівфабрикат». Борщову заправку готують зі свіжих нарізаних овочів, що пасерують (обсмажують) на тваринному жирі з додаванням томат-пасти, солі, цукру і прянощів.

Особливість виробництва цієї групи консервів – збірний склад, який включає 17–20 компонентів, і жорсткий режим стерилізації.

Перші обідні страви. Технологічний процес виробництва перших обідніх страв включає миття та очищення картоплі й овочів, їх нарізання. Нарізані моркву і біле коріння пасерують (обсмажують) в жирі або в рослинній олії, а картоплю бланшують парою 1 хв. Для фіксації кольору поверхню буряка рівномірно змочують 10...16% розчином лимонної кислоти. Якщо колір не фіксують, то буряк пасерують у жирі.

Очищену капусту шинкують, інспектують і бланшують 1 хв парою. Якщо використовують квашену капусту, то її відокремлюють від розсолу (шляхом вільного стікання соку) та інспектують для видалення шматочків качана (рос. кочережки) або зеленого листя.

Цибулю ріпчасту очищену і промиту ріжуть кільцями, пасерують у заздалегідь нагрітому жирі або рослинній олії до золотистого кольору. Готовий продукт направляють на змішування.

Сіль, цукор, лавровий лист і перець готують так само, як для маринадів.

Борошно підсушують у парових казанах або на плитах до кремового кольору. Томат-пюре і пюре з перцю перед змішуванням пропускають через протиральну машину, щоб забезпечити однорідність консистенції.

Суміш складених компонентів обідніх консервів готують у змішувачі з підігрівом, фасують у банки місткістю 0,5–3,0 дм³. Жир, що залишився від пасерування, рекомендують додавати безпосередньо в банки.

Для забезпечення високої якості консервів (за зовнішнім виглядом і смаком) фасування в банки проводять після їх органолептичного оцінювання. Наповнені банки направляють на закупорювання і стерилізацію в автоклаві.

Стерилізують банки при температурі 120°C і тиску 176...217 кПа.

Перед споживанням консерви «Перші обідні страви» розводять у співвідношенні 1:1,5 кип'яченою водою і прогрівають.

Борщова заправка-напівфабрикат. Для її приготування беруть ті самі овочі і спеції, що і для перших обідніх став, за винятком картоплі, капусти, глютамату натрію і борошна. Як підкислювач замість лимонної і виннокам'яної кислот використовують молочну сироватку або оцтову кислоту. На відміну від перших обідніх страв при виготовленні борщової заправки застосовують консервант – сорбінову кислоту.

Овочеві напівфабрикати. У виробництві набув поширення спосіб консервування зелені сіллю.

Приготовану зелень (після ретельного миття та інспекції) бланшують у воді при температурі 85°C протягом 1 хв, охолоджують і консервують гілочками або після подрібнення.

Гілочки зелені спочатку змішують між собою, а потім з сіллю. Посолені гілочки або подрібнену зелень щільно укладають в банки місткістю 0,5–3,0 дм³ і закупорюють.

Зберігають банки в приміщенні із зниженою температурою, оптимально 0...2°C.

Концентровані томат-продукти

Концентровані томатні продукти – це продукти, отримані шляхом уварювання (випаровування вологи) з томатної маси (пульпи) (рис. 2.6).

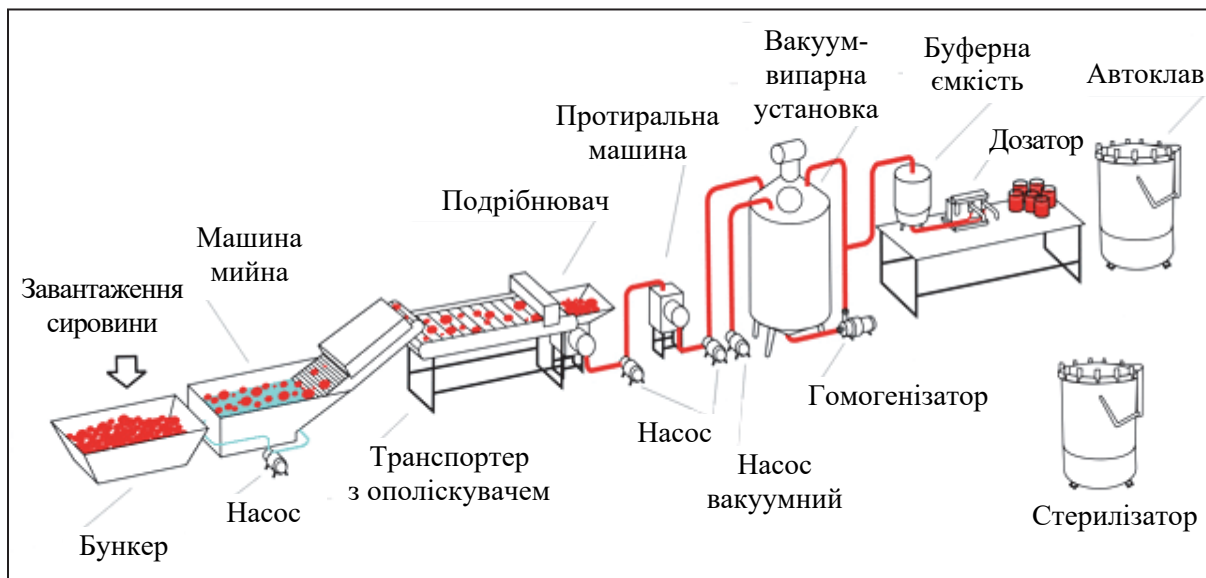


Рис. 2.6. Апаратно-технологічна схема виробництва концентрованих томат-продуктів

Джерело: <https://www.picswe.com>.

Концентровані томатні продукти виготовляють таких видів: томатне пюре; томатна паста; томатна паста солонa. Крім того, промисловість випускає томатний сік концентрований.

Сировина та її підготування. Механічне перероблення томатів здійснюють за схемою: миття, сортування за ступенем зрілості та якості.

Дроблення томатів. Вимиті і відсортовані плоди дроблять для полегшення подальшого протирання, а також для зручності транспортування (у цистернах). Дроблення здійснюють з відділенням насіння.

Нормалізація пульпи. В процесі виробництва концентрованих томатних продуктів нерозчинні у воді частини (шкірка, насіння, судинні волокна) плоду, що не представляють цінності для отримання готового продукту, видаляють шляхом грубого протирання пульпи, підігріву, вторинного протирання і пресування відходів.

Стерилізація томатної маси в потоці. Стерилізацію здійснюють у багатоходових трубчастих теплообмінниках при температурі 125°C, експозиція 70 с з подальшим охолодженням до 95°C. Після стерилізації отримують готовий продукт – *томатний сік*, який фасують у підготовлену підігріту тару методом гарячого розливу при температурі 95°C або направляють на виробництво концентрованих томатних продуктів.

Концентровані томат-продукти отримують методом випаровування вологи з томатної маси.

Варіння томатного пюре. Томатну масу з температурою 90...95°C завантажують у відкритий апарат для випаровування. Випаровування відбувається до досягнення заданих значень сухих речовин. Готовий продукт вивантажують.

Варіння томатної пасти. Для виробництва томатної пасти використовують вакуум-випарні установки. Відсутність контакту з повітрям і низька температура кипіння під розрідженням забезпечують збереження вітамінів, барвних речовин та інших цінних частин сировини.

Фасування томат-продуктів. Перед фасуванням томатні продукти підігрівають до 90...93°C і фасують у скляну та металеву тару, закупорюють банки і пастеризують.

Томатні соуси. Зі всіх соусів, що випускаються, найбільшого поширення набув соус «Кетчуп», основою якого є томат-пюре різної концентрації та прянощі. Гвоздика, кориця і цибуля наявні в усіх рецептурах кетчупу.

У рецептуру томатного соусу включені такі компоненти: томатна паста, маргарин столовий, борошно пшеничне, цибуля ріпчаста, цукор, сіль, 80% оцтова кислота, сорбінова кислота, вода.

Овочі, підготовлені для виробництва соусу, пасерують у жирі і протирають. Борошно підсушують до кремового кольору.

Приготування соусної суміші. У змішувач завантажують пасеровані і подрібнені овочі, борошно, маргарин, що залишився від пасерування, гарячу (50...60°C) воду додають частинками, ретельно перемішують, вводять у соус цукор, сіль, оцтову кислоту і як консервант-сорбінову кислоту. Визначають рН суміші,

підігрівають її, безперервно помішуючи, до загущення і досягнення температури 85...90°C і потім подають на протирання.

Гарячу соусну пасту негайно протирають на протиральній машині для отримання однорідної пюреподібної маси. Для підвищення якості соус пропускають через гомогенізатор, а потім підігрівають при помішуванні до температури 82...85°C і направляють на фасування.

Фасують соус при температурі не нижче 80°C у дрібну тару і стерилізують у автоклаві.

Технологія плодово-овочевих соків

Сік – це рідкий продукт, отриманий з доброякісних стиглих свіжих або збережених свіжими завдяки охолоджуванню плодів і/або овочів, призначений для безпосереднього споживання або для промислового перероблення. Асортимент соків дуже широкий.

Соки залежно від способу виробництва можуть бути: прямого віджимання і відновлені; за способом очищення – освітлені, неосвітлені і соки з м'якоттю; за складом – з одного виду сировини, двох і більше видів сировини і/або соків (купажовані).

На підприємствах виробляють соки натуральні без добавок і з добавками (цукру або цукрозамінників, вітамінів, мінеральних речовин, лимонної кислоти та ін.). Крім того, проводять концентрування соків з підвищенням вмісту розчинних сухих речовин.

Деякі соки піддають зброджуванню, наприклад буряковий, морквяний, капустяний.

Для поліпшення смаку і підвищення харчової цінності натуральні соки купажують (змішують). Овочеві натуральні соки купажують між собою, або з плодовими, або ягідними соками.

При отриманні овочевих соків з м'якоттю іноді, як стабілізатор, використовують деароматизовану часникову масу (після виділення часникової ефірної олії), що додає продукту нові властивості – підвищену в'язкість і стійкість до розшаровування.

За способом консервування розрізняють соки, оброблені теплом (пастеризовані, стерилізовані, консервовані методом гарячого розливу, асептичним способом), охолодженням або заморожуванням, хімічним способом або спиртом.

Технологія натуральних соків. Основні операції при виробництві натуральних соків з плодоовочевої сировини – дроблення, витягання соку (пресування), його очищення та освітлення (рис. 2.7).

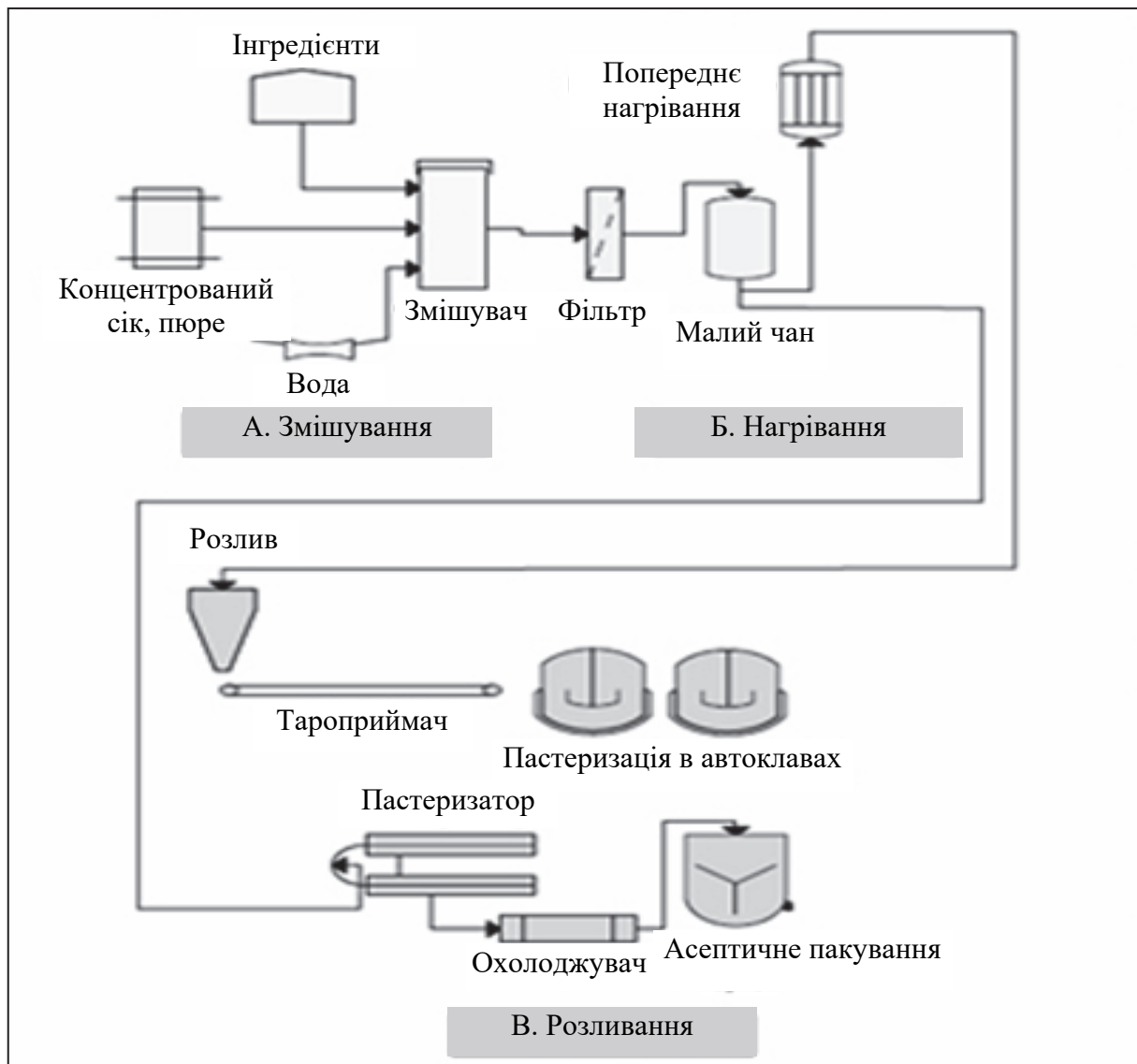


Рис. 2.7. Апаратно-технологічна схема виробництва фруктових соків

Джерело: <https://e-wiki.org>.

Дроблення підготовленої плодовоовочевої сировини. Ця операція забезпечує руйнування клітин м'якоті не менше ніж на 75%. Чим щільніша тканина, тим дрібнішими повинні бути частинки плодів.

Зрілі ягоди суниці, малини і чорниці можна не дробити.

Для підвищення виходу соку при пресуванні мезгу заздалегідь нагрівають, обробляють ферментними препаратами або електричним струмом.

Пресування мезги. Для витягання соку мезгу плодів і ягід подають на преси різних систем.

Вихід соку залежить від якості початкової сировини, підготування мезги, способу пресування і становить: з винограду – 70...80%, яблук – 55...80%, журавлини – 70...80%, вишні – 60...70%, порічок – 70...80%, смородини – 55...70%.

Проціджування соку. Сік, що витікає з-під пресу, проціджують через сито для видалення шматочків мезги, насіння та інших домішок, що потрапили в сік при пресуванні.

Подальші операції з соком залежать від того, які види соку виробляють – освітлені або неосвітлені.

Освітлення соку. Освітлюють соки такими методами: обклеювання, ферментними препаратами, желатином з ферментними препаратами або бентонітом і желатином з ферментними препаратами, або діоксидом кремнію і желатину з ферментними препаратами, або нагріванням.

Фільтрування. Після освітлення сік направляють на фільтрування.

Фасування соку. Для фасування соку використовують пляшки або банки місткістю від 0,2 до 3 дм³. Підігрітий до 75...78°C сік фасують і направляють на пастеризацію або стерилізацію.

Стерилізація, пастеризація соку. Сік натуральний, з цукром, купажований стерилізують у банках при температурі 85°C і тиску 118 кПа.

Допускається консервувати соки методом гарячого розливу. В цьому випадку перед фасуванням у підігріту тару сік підігрівають до температури 96...98°C.

Технологія концентрованих соків. Концентровані соки та екстракти готують уварюванням з уловлюванням або без уловлювання ароматичних речовин методом зворотного осмосу або виморожуванням до масової частки сухих речовин від 54% (журавлиний) до 70 % (виноградний, вишневий, яблучний та ін.).

Концентрування соків при підвищених температурах (уварювання) призводить до термічної деградації біологічно цінних сполук і трансформації смаку, кольору та аромату. При концентруванні соків, щоб уникнути термічної деградації біологічно активних сполук, використовують вакуум-випарні установки, які дозволяють вести уварювання соків при м'яких температурних режимах під розрядженням.

Концентрування соків виморожуванням має ряд переваг порівняно з тепловим методом, особливо для продуктів термолабільних або таких, що містять велику кількість ароматичних речовин. Процес концентрування соків виморожуванням складається з двох основних етапів: кристалізації і сепарації. На етапі кристалізації виморожується частина води з рідкого продукту, а на етапі сепарації тверда фаза (кристали льоду) відділяється від рідкої, концентрація якої при цьому підвищується.

Концентрування соків методом зворотного осмосу. Для отримання концентратів високої якості із збереженням біологічно цінних речовин виноградної ягоди розроблена нова технологія, що передбачає ультрафільтрацію на мембранах з діаметром пор 0,025 мкм і подальше концентрування на зворотньоосмотичних установках з мембранами. Оптимальний технологічний режим роботи цих установок: тиск 8...10 МПа, тривалість обезводнення 5–6 год, регенерація 1 год.

Технологія відновлених соків. Зважують концентрат і додають за рецептом у ванну воду тривалої пастеризації. У ній відбувається перемішування концентрованого соку з водою. Для того, щоб видалити, можливо, наявну в концентраті мікрофлору, проводять пастеризацію. Потім у роторно-пульсаційній установці або гомогенізаторі здійснюється гомогенізація маси для отримання однорідної суміші без грудок і вкраплень.

Підготовлені пляшки надходять на установку розливу, потім – на етап вакуумного закупорювання.

Технологія консервованих компотів з плодів і ягід

Компоти – це консерви, отримані з цілих або нарізаних плодів, ягід, баштанних культур одного або декількох видів, залитих цукровим сиропом або розчинами натуральних цукрозамінників (глюкозо-сахарозною патокою), або плодовим соком з додаванням харчових кислот.

Компоти виробляють майже з усіх видів культурних і дикорослих плодів та ягід як однокомпонентні, так і компоти-асорті.

Технологія консервованих компотів включає всі підготовчі операції з сировиною, як при виробництві плодово-ягідних маринадів, окрім однієї – заливки цукровим сиропом.

Для збереження кольору та інактивації ферментів при виробленні компотів проводять бланшування. Сироп після бланшування двох-трьох партій плодів фільтрують і використовують при виготовленні сиропу для заливки компотів.

У резервуар вакуум-апарата заливають сироп з масовою часткою сухих речовин 15...20%, нагрівають до температури 90...95°C і завантажують плоди так, щоб вони були покриті сиропом, створюють вакуум, витримують 5...10 хв, потім вивантажують з апарата і негайно подають на укладання в банки, а в сироп завантажують нову порцію плодів і проводять їх вакуумування.

Сироп після вакуумування фільтрують і використовують для приготування сиропу для заливки. Проціджену рідину нагрівають до кипіння, додають цукор-пісок, доводять знов до кипіння і повного розчинення цукру і кип'ятять 2–3 хв. Освітлюють сироп за допомогою харчового альбуміну.

При виготовленні компотів з аскорбіновою кислотою в готовий цукровий сироп додають її у вигляді порошку, ретельно перемішують протягом 1–3 хв до повного розчинення аскорбінової кислоти. Підготовлений сироп фільтрують через сито.

Фасування і закупорювання. Фасування здійснюють у підготовлені банки. У банках повинно бути 60...64 % плодів і ягід і 36...40 % сиропу.

Стерилізація компотів. Її проводять з урахуванням виду продукції і місткості тари. Стерилізують 25 хв при температурі 100°C і тиску 220 кПа.

Технологія плодово-ягідного та овочевого пюре

Найбільшого поширення набуло виробництво плодово-ягідного пюре, яке готують, протираючи свіжі плоди (овочі або ягоди) з подальшою його консервацією.

Плодово-ягідне та овочеве пюре. На консервних заводах виробляють натуральне пюре, плоди та ягоди протерті або роздроблені з цукром, а також овочеве натуральне пюре або пюре з суміші овочів, або з суміші овочів з яблуками.

При виробництві пюрепродуктів використовують нову технологію: підготовлену сировину насичують діоксидом вуглецю під тиском з подальшим миттєвим скиданням тиску, що забезпечує тонке подрібнення продукту за рахунок звільнення CO₂ з частинок продукту.

Технологія плодово-ягідного натурального пюре. Підготовлену сировину, як і в інших випадках консервування, бланшують до розм'якшення, але не розварюють. У процесі бланшування необхідно забезпечити рівномірне прогрівання плодів і ягід.

Протирання плодів і ягід проводять одразу після бланшування на протиральних машинах. Отриману масу повторно протирають на фінішері з діаметром отворів сита 0,4 мм, контролюючи якість протирання.

Підігрівання пюре до температури не нижче 85°C, а в разі гарячого розливу – не нижче 95...97°C. Натуральне пюре фасують у скляну або жерстяну лаковану тару, закупорюють (герметизують).

Стерилізація. Закупорені банки стерилізують при температурі 100°C і тиску 147 кПа.

Консерви «Плоди і ягоди протерті або роздроблені з цукром» готують як зі свіжих, так і швидкозаморожених плодів і ягід одного сорту або їх суміші, протертих або роздроблених, з додаванням цукру і консервованих сорбіновою кислотою або стерилізованих. Протерті продукти від роздроблених відрізняються тим, що при протиранні через протиральну машину отримують більш однорідну консистенцію, а кількість відходів збільшується на 20...50% порівняно з роздробленими.

Плоди після бланшування дроблять на протиральній машині, змішують з цукром і підігрівають протерту масу в змішувачі відповідно до рецептури.

Якщо використовують як консервант сорбінову кислоту, то її беруть 0,05 % загальної маси протертого або роздробленого продукту. Порошок сорбінової кислоти ретельно перемішують з цукровим піском, отриману суміш додають у протерту або роздроблену масу, інтенсивно все перемішують, при температурі 75°C, направляють на фасування, де відбувається деаерація продукту при залишковому тиску.

Скляні банки, заповнені продуктом, закупорюють на вакуум-закупорювальних машинах і стерилізують при температурі 100°C і тиску 147,1 кПа.

Технологія варення, джему, конфітюру, желе, повидла (консервування цукром)

Варення – це продукт, приготований зі свіжих або швидкозаморожених плодів, ягід (у деяких випадках з овочів та інших видів сировини), зварених у цукровому або цукровопаточному сиропі з додаванням або без додавання лимонної або винної кислоти, прянощів (ванілін, кориця, кардамон). Консервні заводи випускають як стерилізоване, так і нестерилізоване варення. Готують плоди і ягоди так само, як при виробництві маринадів. Для виробництва варення, джему, конфітюру використовують свіжу, сульфітовану або швидкозаморожену сировину.

Приготування сиропу здійснюється класичним способом. При виготовленні варення зі світлозabarвлених плодів (черешні білої, рожевої, яблук, груш, абрикос та ін.) для підвищення якості продукту сироп перед фільтруванням освітлюють альбуміном.

Приготування варення здійснюють у вакуум-апаратах, куди подають невелику кількість сиропу, потім завантажують плоди. Після завантаження вакуум-апарат герметично закривають і суміш варять відповідно до заданого режиму для кожного виду плодів або ягід. Варять варення у вакуум-апаратах, чергуючи кип'ятіння з охолодженням. Закінчення приготування варення визначають рефрактометром за вмістом масової частки водорозчинних сухих речовин у сиропі.

Стерилізація. Варення (окрім абрикосового) стерилізують у автоклаві в банках при температурі 100°C і тиску 117,7 кПа.

Зараз запропонований новий спосіб приготування варення, що дозволяє запобігти окислювальним процесам смако-ароматичних речовин, виключити карамелізацію варення і зберегти вітамінний комплекс. Готують варення в полі акустичних коливань, які створюють шляхом барботування через варильний об'єм біологічно інертного газу з температурою $75\ldots 95^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.8).

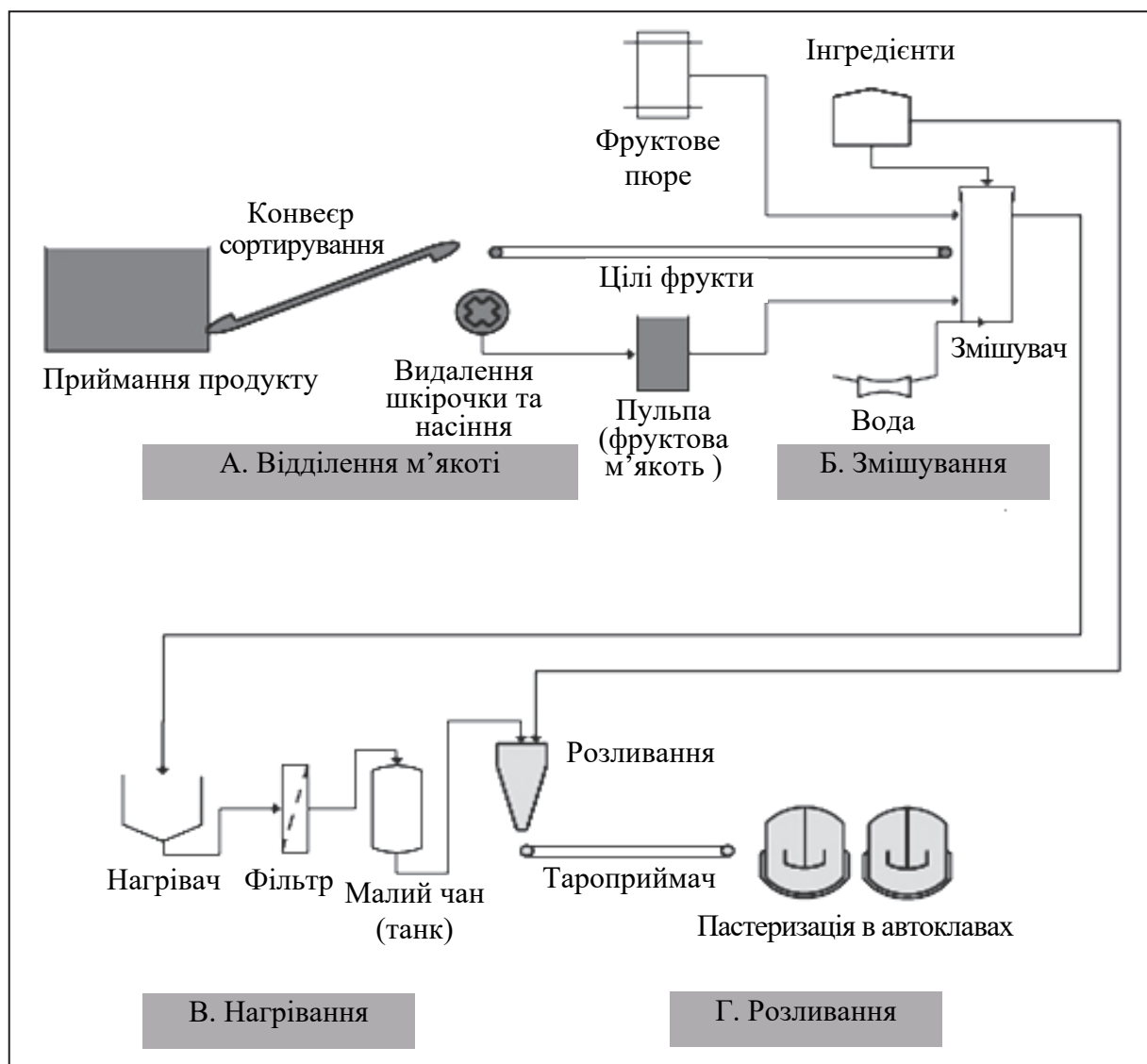


Рис. 2.8. Апаратно-технологічна схема виробництва джему, повидла, пресервів

Джерело: <https://e-wiki.org>.

Особливості виробництва джему. Джем відрізняється від варення лише тим, що при його приготуванні додають харчовий пектин або драглеутворюючий сік, а також харчові кислоти і прянощі. Консистенція джему густа, мастка. Крім того, у варенні не допускається наявність розварених плодів, а в джемі цей показник не нормується.

При виробленні джему пектин застосовують як драглеутворюючу речовину. Пектиновий розчин готують з сухого пектину, заздалегідь змішаного з цукровим піском у співвідношенні 1 : 3 або 1 : 5. Суміш пектину з цукровим піском засипають у воду з температурою 55...60°C та інтенсивно перемішують до повного розчинення пектину й отримання гомогенної маси. На 1 частину пектину беруть 20 частин води.

Приготування драглеутворюючого соку. Кращими соками для приготування джему є соки з високим вмістом пектинових речовин, отримані з яблук, айви, аргусу та ін. Для цієї мети можна використовувати дикорослі плоди яблук, вичавки яблук, що утворюються при виробництві яблучного соку. Їх завантажують у казани або вакуум-апарати, заливають подвійною кількістю води і варять до повного розм'якшення. Потім пару вимикають і суміш витримують 40–50 хв при залишковому тиску 47,8...34,6 кПа. Сік зціджують, дають відстоятися і декантують (зливають з осаду) або сепарують, а плодову масу віджимають на пресах. Віджатий сік поєднують із зцідженим.

Джем варять у вакуум-апараті з мішалкою. Дозують, змішують сировину і цукровий сироп, варять до масової частки сухих речовин 62...68%, з подальшою їх стерилізацією, а не стерилізований джем – до 70%.

Джем зварений фасують у тару і стерилізують у автоклаві.

Технологія конфітюру. Конфітюри готують з плодів і ягід, уварених з цукром з додаванням харчового пектину або пектинового концентрату, харчових кислот або без них, їх фасують у тару, герметично закупорюють, стерилізують або консервують сорбіновою кислотою. Конфітюр відрізняється від джему тим, що має желеподібну консистенцію, а не мастку, як джем.

2.3. Виробництво овочів та плодів швидкозаморожених

Особливості консервування плодоовочевої сировини заморожуванням

Заморожуванням називають процес пониження температури продукту на 10...30°C нижче криоскопічної, супроводжуваний переходом у лід майже всієї кількості води, що міститься. В результаті мікроорганізми не можуть житися, збільшується концентрація розчинів, створюються несприятливі осмотичні умови і різко скорочується швидкість біохімічних реакцій у продукті. Заморожений продукт характеризується такими зовнішніми ознаками і фізичними властивостями, як твердість (зумовлена перетворенням води на лід), яскравість забарвлення (результат оптичних ефектів, спричинених кристалізацією льоду), зменшення щільності (результат розширення води при заморожуванні), значна зміна теплофізичних характеристик.

Будь-який процес консервування тим краще, чим менші зміни він зумовлює в продуктах з їх первинними властивостями і чим триваліший термін зберігання він забезпечує. Зі всіх використовуваних методів консервування продуктів процеси холодильного оброблення і заморожування найкраще задовольняють цю вимогу, оскільки зумовлюють слабкі зміни властивостей продуктів і забезпечують практично достатньо тривале їх зберігання.

Картопля, овочі, плоди та ягоди містять від 70% (часник) до 95% (томати й огірки) води, яка є розчинником, що зумовлює швидкість перебігу дифузійних процесів, а також хімічних і біохімічних реакцій. Зміна фазового стану води – головний чинник, що зумовлює гальмування цих процесів.

Основне завдання заморожування та зберігання картоплі і плодово-овочевої продукції в стані кріоанабіозу полягає в збереженні їх поживних, смакових властивостей та біологічно активних речовин, для чого необхідно добиватися оборотності змін, що відбуваються під впливом негативних температур.

Придатність плодоовочевої сировини для заморожування визначається такими чинниками:

- видовим складом;
- особливостями сорту;
- ступенем зрілості.

Заморожуванням можна консервувати не всі види цієї продукції. Так, продукція низької якості виходить з огірків, головним чином, через явно виражене погіршення консистенції і смаку після їх дефростації (відтавання). Не заморожують салат, редиску, а також білі порічки, оскільки в ягодах відбуваються зміни, що знижують товарний вид продукту. При відтаванні ягоди набувають бурого відтінку, що не спостерігається у червоних порічок і смородини. Заморожують готові фруктові та овочеві пюре і соки.

При пониженні температури в клітинах настає переохолодження клітинного соку, виникають центри кристалізації, що призводять до утворення кристалів льоду всередині клітин. У стиглих плодах більше міститься пектину, який має гігроскопічні властивості. Пектин зв'язує вільну воду і сприяє утворенню структури, що перешкоджає виникненню кристалів усередині клітини. У недостиглих плодах більше вільної води, при їх заморожуванні утворюються внутрішньоклітинні кристали, що призводить до змін цитоплазми клітин і їх загибелі.

Способи заморожування класифікують за принципом відведення тепла від продукту. При заморожуванні в повітрі продукти упаковують у паронепроникні оболонки або заморожують безпосередньо в рідких середовищах, що практично не випаровуються (хлористий натрій, хлористий кальцій, пропіленгліколь, етилгліколь та ін.) і випаровуються (діоксид вуглецю, азот, фреон та ін.), а також у металевих закритих формах або між металевими поверхнями. У холодильній технології найбільш поширені способи, засновані на відведенні тепла від продукту теплопровідністю, конвекцією, радіацією і теплообміном при фазових перетвореннях (рис. 2.9).

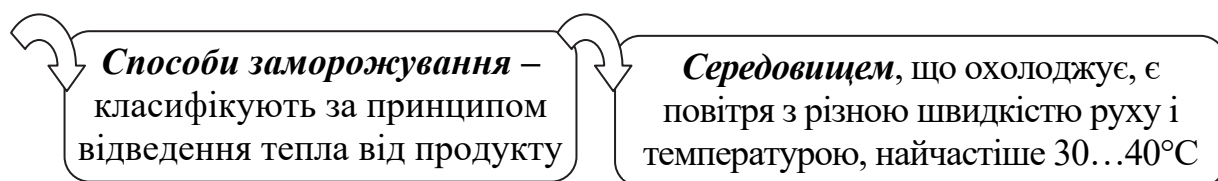


Рис. 2.9. Способи і середовище заморожування

Джерело: розроблено авторами.

Як правило, середовищем, що охолоджує, є повітря з різною швидкістю руху і температурою, найчастіше $-30...40^{\circ}\text{C}$. Заморожування здійснюють у морозильних апаратах різної конструкції, в яких повітря рухається зі швидкістю 1–2 м/с. Для прискорення заморожування батареї, що охолоджують, розміщують поблизу від заморожуваного об'єкта, внаслідок чого досягається прискорення цього процесу. Кращий ефект отримують при заморожуванні фасованої продукції, оскільки при цьому забезпечується оптимальна товщина. Хороший ефект дає заморожування продуктів малого розміру (ягід) розсипом на поверхнях, що охолоджують, і краще в «киплячому шарі».

Існують різноманітні способи заморожування в морозильних апаратах.

Режим заморожування плодово-овочевої продукції складається з трьох стадій:

I стадія охолодження – інтенсивне відведення тепла від продукту і зниження температури до криоскопічної;

II стадія кристалізація – фазова зміна води, коли після переохолодження починають утворюватися і рости кристали;

III стадія доморожування – охолодження до криоскопічних температур, що переміщуються з периферійних шарів у центр продукту.

На цій стадії заморожування характеризується подальшим зниженням температури продукту до $18...20^{\circ}\text{C}$, при якій відбувається інактивація всіх ферментних систем, зупиняються біохімічні процеси в усіх клітинах тканин і настає його консервування.

Заморожування рекомендують проводити при температурі $30...35^{\circ}\text{C}$. Подальше пониження температури не дозволяє різко скоротити тривалість процесу, але при цьому зростають енергетичні витрати, що економічно недоцільно.

Час заморожування картоплі, овочів, плодів і ягід залежить від виду продукту, ступеня його подрібнення (для крупних плодів і овочів), а також від інших операцій підготування сировини (очищення, сульфитація, бланшування та ін.) до заморожування.

Технологія овочів і плодів швидкозаморожених

Виробництво швидкозаморожених продуктів включає цех підготування сировини, цех заморожування, ділянки інспекції, фасування, маркування і ділянку утилізації відходів (рис. 2.10, 2.11).

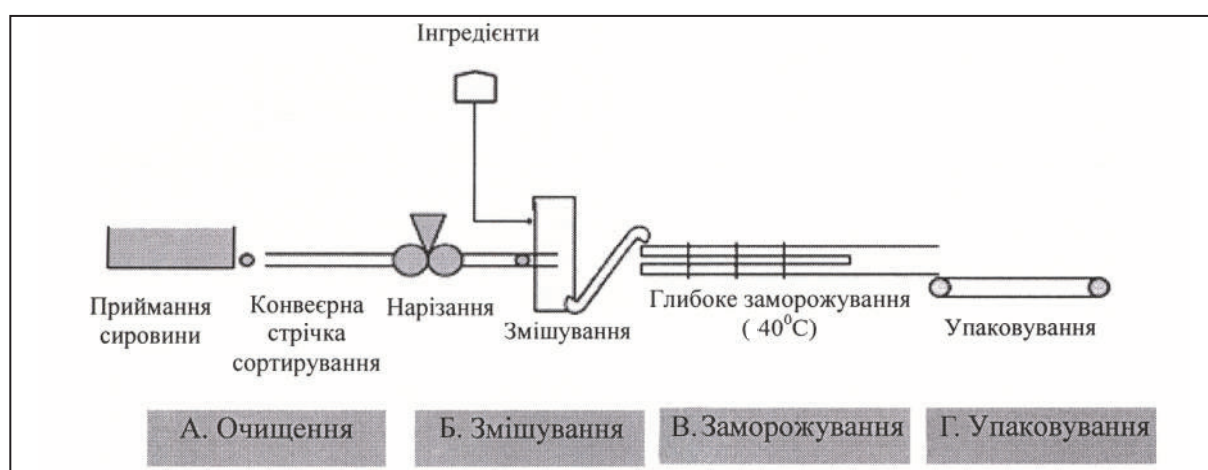


Рис. 2.10. Апаратно-технологічна схема виробництва швидкозаморожених овочів та плодів

Джерело: <https://www.aquaspray.ru>.

У цеху підготування сировини продукти миють, очищають від шкірки. Наприклад, коренеплоди доочищають при інспекції залишків шкірки і пошкоджених місць, потім бланшують, охолоджують, обсушують, обдуваючи повітрям, щоб зняти поверхневу вологу, і передають у цех заморожування. У цеху заморожування підготовлена сировина надходить у швидкозаморозильний апарат, де вона заморожується, потім її інспектують і фасують у пакети з полімерних матеріалів, а потім упаковують у картонні коробки і маркують відповідно до державних стандартів. На ділянці утилізації відходів забезпечують їх раціональне використання: або вони йдуть на фуражні цілі, або як вторинна сировина для виробництва іншої продукції.

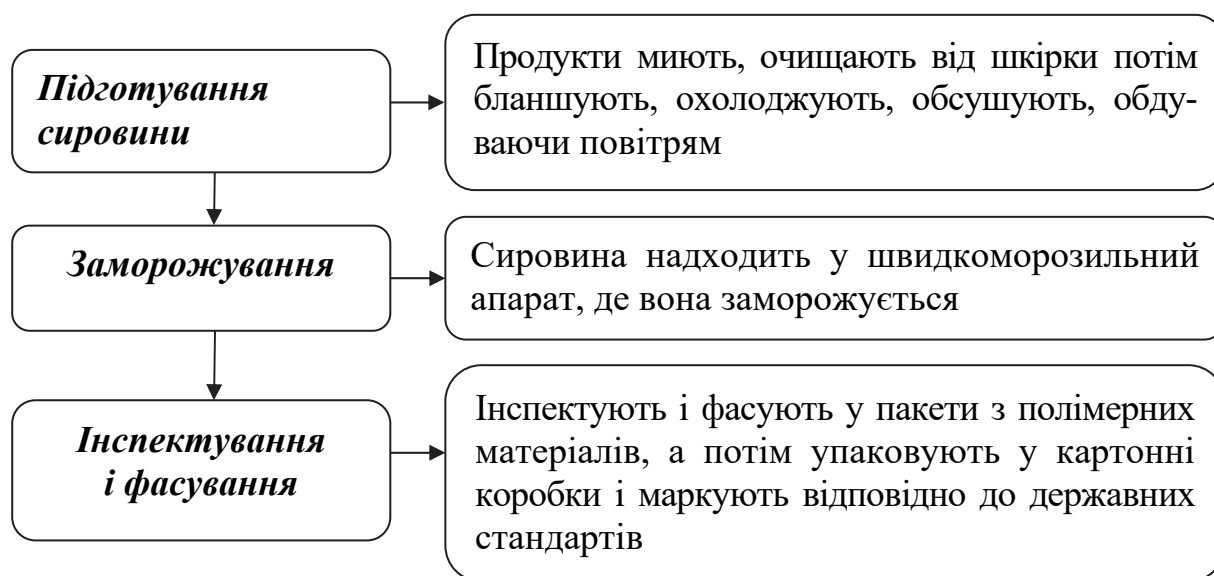


Рис. 2.11. Технологія виробництва швидкозаморожених овочів і плодів

Джерело: розроблено авторами.

Для швидкого заморожування продукти готують так само, як при виробництві натуральних консервів, їх калібрують, миють, очищають, інспектують, повторно миють, ріжуть, бланшують, охолоджують, обсушують і направляють на заморожування.

Приготовані продукти фасують у поліетиленові пакети і герметизують шляхом зварки. Розфасований у пакети продукт заморожується при температурі 35°C . Продукт вважається замороженим, якщо температура в центрі пакета досягла 18°C , тобто температури камери морозильника. Пакети із замороженими продуктами упаковують у ізоtermічні контейнери з гофрованого картону, шви яких заклеюють вологонепроникною стрічкою, маркують і направляють у камери зберігання.

При оцінюванні якості швидкозаморожених плодів і овочів виділяють такі дефекти: потемніння (в яблук, персиків, абрикос); в'яла консистенція (у бобових, обідніх страв); гіркуватий смак (у горошку); суха жорстка консистенція; наявність мінеральних та інших сторонніх домішок (чашолистків, кісточок, насіння); відхилення смаку і запаху (при розморожуванні і повторному заморожуванні).

2.4. Консервування плодово-овочевої сировини антисептиками

Характеристика консервантів харчових продуктів

Хімічну консервацію сировини і готової продукції найчастіше використовують для продовження періоду перероблення продукції і для зберігання пюреподібних консервів і соків, розфасованих у тару, що не витримує оброблення високими температурами (стерилізацію).

Консерванти – харчові добавки, невеликі кількості яких дозволяють затримати або припинити зростання та розмноження мікроорганізмів і тим самим запобігають мікробному псуванню продукту. Основна причина псування харчових продуктів з високим вмістом води – розвиток у них мікроорганізмів (бактерій, цвілевих грибів, дріжджів) (див. рис. 2.12).

Консерванти можуть чинити бактерицидну (повністю пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів) або бактеріостатичну (пригнічують, уповільнюють розвиток і розмноження) дію. Список антисептичних препаратів, які використовуються в консервній промисловості, в більшості країн світу обмежений в основному сірчистим ангідридом, сірчаноокислими препаратами (бісульфіт калію, бісульфіт натрію, метабісульфіт натрію, сульфат натрію і сульфат калію), бензойною кислотою і бензойноокислим натрієм, сорбіновою кислотою, дегідроацетовою кислотою і деякими іншими органічними кислотами (або їх солями). При переробленні плодів і овочів у місцях виробництва в період збирання врожаю хімічному консервуванню піддають продукцію після первинного оброблення: плодовоовочеві пюре, соки, які можна використовувати для подальшого перероблення або реалізовувати у вигляді напівфабрикатів на консервних заводах як сировину для виробництва підварив, повидла, плодово-ягідних пюре і соків з різним ступенем освітлення. Дія хімічних консервантів заснована на їх здатності проникати в мікробну клітину та інактивувати ферментну систему і білки мікроорганізмів, тим самим припиняючи їх життєдіяльність.

Розділ 2. КОНСЕРВУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ



Рис. 2.12. Консерванти харчових продуктів

Джерело: розроблено авторами.

У різних країнах при виробництві плодово-овочевих консервів застосування консервантів обмежене, особливо в продукції, яка не підлягає подальшому переробленню.

Як консерванти також ефективно використовуються антибіотики (речовини, отримані в результаті культивування мікроорганізмів), які мають вищу (у сотні разів) антимікробну активність і надають консервуючу дію в концентраціях, вимірюваних у тисячних долях відсотків. Однак їх застосування для консервування харчових продуктів дуже обмежене, оскільки вони негативно впливають на організм людини (вбивають природну мікрофлору кишківника, можуть спричинити алергійні реакції організму та ін.), а також через те, що антибіотиками лікують багато захворювань і їх вживання викликає появу стійких форм хвороботворних мікроорганізмів. У нашій країні дозволено застосування лише двох антибіотиків, призначених для лікувальної мети, – ністатину і біоміцину – для консервування сировини тваринного походження (м'яса, риби і битой птиці), яку надалі піддають температурному обробленню.

Для консервування харчових продуктів доцільне застосування спеціальних антибіотиків, які не застосовують у медицині. Наприклад, антибіотик низин застосовують для консервування обмеженого асортименту плодово-овочевих консервів: зеленого горошку, картоплі, цвітної капусти, томатів та ін. у кількості 100 мг/л заливки. Низин знижує термостійкість бактерійних спор і збільшує ефективність стерилізації, що дозволяє пом'якшувати режими стерилізації. Цей антибіотик швидко руйнується в травному каналі і не встановлено негативного впливу на корисну мікрофлору кишківника. Низин використовують також при виготовленні згущеного молока і плавлених сирів.

З антибіотиків рослинного походження (фітонцидів) найбільш прийнятні для консервування ефірна олія насіння гірчиці, алілова олія. Додавання цього фітонциду в концентрації 0,002 % при виробництві маринадів у герметичній тарі допомагає зберегти продукцію протягом року навіть без пастеризації.

Проте не існує хімічних речовин, які повністю задовольняли б усі вимоги щодо консервантів харчових продуктів.

Сульфітація свіжих і перероблених плодів та овочів сірчистим ангідридом

Консервування плодових напівфабрикатів діоксидом сірки, сірчистою кислотою або її солями називають сульфітацією. Діоксид сірки – це безбарвний газ, що має специфічний запах. Консервуюча дія виявляється при концентрації діоксиду сірки в межах 0,1...0,2%.

Ефект асептичної дії багато в чому залежить від рН середовища, ефективність його вище при $\text{pH} < 4$. Додавання аскорбінової кислоти (особливо в соки) дозволяє зменшити дозування сірчистого ангідриду.

Сульфітацію пюре і соків на підприємствах з невеликою продуктивністю зазвичай здійснюють рідким діоксидом, отриманим з газоподібного. З цією метою заздалегідь готують робочий розчин 5...6% концентрації. Кількість, необхідну для розчинення газу, розраховують заздалегідь і контролюють, зважуючи балон з двоокисом сіри у момент подачі газу в розчин. Технологічні інструкції передбачають допустимі норми внесення сірчистого ангідриду залежно від виду сировини, що забезпечує його збереження. Для пюре з яблук, слив і аличі допускається масова частка ангідриду 0,1...0,18% (до маси продукту); для суниці, малини та інших ягід – 0,1...0,15%; для абрикос, персиків і динь – 0,12...0,20%; для вишні і смородини (цілі плоди) – 0,2% і для цілих плодів сливи та абрикос – 0,15%.

У процесі сульфітації сірчиста кислота взаємодіє з барвними речовинами, зокрема антоціанами рослинної сировини, зумовлюючи сильне знебарвлення плодів і овочів. Крім того, встановлено руйнування вітаміну B_1 під дією SO_2 . Позитивний вплив на споживчі властивості напівфабрикатів полягає в тому, що завдяки високій поновлювальній активності SO_2 запобігає окислювальним процесам на поверхні очищеної або подрібненої сировини і реакції ферментативного окислення фенольних сполук, що спричиняють потемніння продукції, яка переробляється, а також знижує втрати вітаміну С.

У процесі десульфітації відновлюється первинне забарвлення сировини, втрачене при сульфітації. У готовій продукції обов'язково визначають залишковий вміст сірчистого ангідриду. Сульфітовані напівфабрикати не використовуються в дитячому і дієтичному харчуванні, у виробництві напоїв.

Консервування дією кислот

Бензойна кислота – біла кристалічна важкорозчинна у воді сполука, тому для консервування застосовують бензойнокислий натрій (бензоат натрію) C_6H_5COONa , який добре розчиняється у воді, не має ні запаху, ні смаку і чинить консервуючу дію в концентрації 0,1%, що дозволена органами охорони здоров'я в консервній промисловості.

Він задовольняє майже всі вимоги, щодо використання антисептиків, за винятком легкого присмаку, специфічного для бензоату, видалити який неможливо.

Консервуюча дія виявляється тільки в продуктах з кислотністю не менше 0,4%. Природна кислотність усіх плодів і ягід вища (виняток становлять груші і деякі літні сорти яблук). Для пригнічення зростання бактерій, особливо кислотоутворюючих, концентрація бензойної кислоти може досягати 0,2%. Наявність у продукті білків підвищує стійкість мікроорганізмів і знижує ефективність дії консерванту.

Для консервування готують 5% розчин бензоату в гарячій воді або соку, потім дозують розчин у змішувач, куди подають приготоване гаряче пюре або сік, і ретельно перемішують. На кожну тонну пюре додають 20 л розчину. Вміст бензоату в пюре не повинен перевищувати 0,1 %. Оптимальна температура для зберігання пюре від 1 до 10°C.

Останніми роками в консервному виробництві почали широко використовувати **сорбінову кислоту** $CH_3(CH)_4COOH$ або її солі, які вважають нешкідливими для людини, у зв'язку з чим вони посідають особливе місце серед дозволених консервантів. Сорбінова кислота подібно до природних жирних кислот за участю лимонної кислоти розкладається в організмі на вуглекислий газ і воду. Вона не надає продуктам

сторонній присмак і запах, має консервуючий ефект у невеликих концентраціях – 0,05...0,1%. Сорбінова кислота – біла кристалічна речовина з характерним запахом, при тривалому зберіганні на сонячному світлі набуває жовтого відтінку. Тому її рекомендують зберігати в захищеному від світла місці в герметичній упаковці.

Сорбінова кислота та її солі пригнічують розвиток дріжджів, цвілі і багатьох бактерій, за винятком молочно- та оцтовокислих, на які вони практично не чинять дію. Антисептична дія більшою мірою виявляється в кислому середовищі.

Сорбінову кислоту та її солі як консерванти застосовують при виробництві соків плодових і ягідних натуральних, з цукром, з м'якоттю, концентрованих, освітлених і неосвітлених, плодово-ягідних екстрактів, джемів, варення, плодів і ягід роздроблених і протертих з цукром, соусів фруктових, повидла, томатної пасти, томатних соусів, квашеної капусти, солоних огірків і томатів; напівфабрикатів пюре, соків і для виробництва компотів та овочевих салатів.

Застосування сорбінової кислоти дозволяє значно понизити температуру і час нагріву продукції, використовувати для фасування тару, яка не витримує оброблення високими температурами (тетропаки, ламістерна упаковка) при гарячому розливі. При тривалому нагріванні сорбінова кислота може частково випаровуватися, тому її додають у кінці варіння перед фасуванням. При консервуванні сировини з низькою кислотністю в продукт можна додавати лимонну або яблучну кислоту.

Особливу цінність цей консервант представляє при виробництві протертих або роздроблених непастеризованих плодів і ягід з цукром.

Зберігають консервовану продукцію при температурі 0...25°C: томат-пюре – не більше 1 року, солоні і квашені овочі – 2 міс., фруктові напівфабрикати – 6 міс.

Дегідроацетова кислота (білий кристалічний порошок з температурою плавлення 110°C) розчиняється у воді тільки при нагріванні, має високий антисептичний ефект.

При концентрації 0,0003% пригнічує життєдіяльність цвілевих грибів і дріжджів. Менш ефективна дія консерванту на молочнокислі та анаеробні бактерії. Негативного впливу на організм людини не встановлено і дозволено застосування дегідроацетової кислоти при виробництві повидла, желе і яблучного соку в концентрації 3 г/т продукту.

2.5. Квашення, соління овочів, мочіння плодів та ягід

Чинники, які впливають на якість солено-квашеної продукції

Квашення, соління і мочіння овочів, плодів та ягід – це консервування, засноване на діяльності молочнокислих бактерій, які зброджують цукор до молочної кислоти. Це основний, але не єдиний консервуючий чинник у всіх солено-квашених продуктах.

Сіль має допоміжне значення. Вона не тільки зумовлює смак, але і створює сприятливі умови для молочнокислих бактерій, підвищує осмотичний тиск, сприяє плазмолізу клітин, виділенню клітинного соку в розсіл і головне – пригнічує розвиток мікробних клітин, що спричиняють псування продукції.

Консервуючим чинником є знижена температура, близька до 0°C, при якій солено-квашена продукція після завершення процесу ферментації зберігається тривалий час (див. рис. 2.13).

Таким чином, при квашенні, солінні і мочінні плодово-овочевої продукції основний принцип консервування – принцип **ацидоценоанабіозу**, коли консервант – молочна кислота – виробляється в результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій. **Осмоанабіоз** – допоміжний принцип, який забезпечує сприятливе середовище для дії молочнокислих бактерій шляхом уведення солі. **Термоанабіоз** – принцип, що дозволяє зберегти продукцію тривалий час (до року) після ферментації без її перекидання і зниження якості. У зв'язку з цим солоні, квашені, мочені овочі, плоди і ягоди слід називати ферментованими, а процес бродіння – ферментацією.

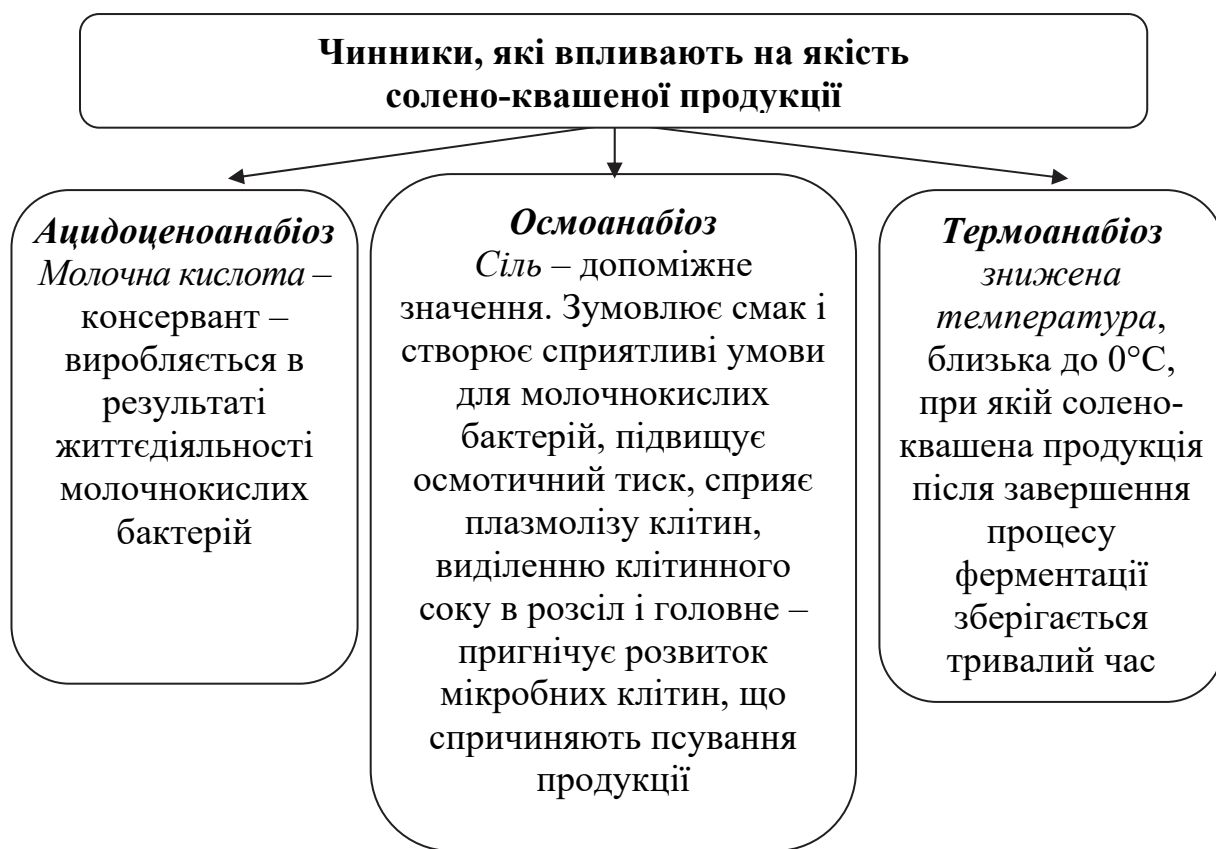


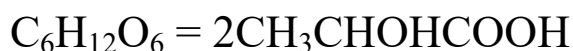
Рис. 2.13. Чинники які впливають на якість солено-квашеної продукції

Джерело: розроблено авторами.

Типи ферментації. Процес ферментації овочів, плодів і ягід, що зумовлюється молочнокислими бактеріями, може проходити гомоферментативним, гетероферментативним і біфідобактеріальним шляхом.

Гомоферментативний тип ферментації, коли цукор зброджується до молочної кислоти і ніяких інших побічних продуктів не утворюється. При такому типі ферментації молочнокислі бактерії використовують глюкозу, фруктозу, галактозу, манозу, лактозу, мальтозу і пентози.

Цей процес можна представити так:

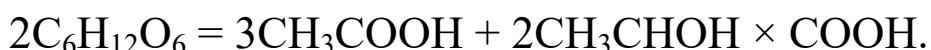


Гетероферментативний тип ферментації можна представити такою схемою:



При цьому типі цукор зброджується з утворенням не тільки молочної кислоти, але й оцтової з виділенням газоподібних продуктів.

Біфідобактеріальний тип ферментації – спричинений роботою бактерій, коли цукор зброджується до оцтової і молочної кислот. Біфідобактерії при ферментації утворюють з глюкози кислоти – оцтову і молочну. Схематично це можна представити так:



При квашенні іноді виникає маслянокисле бродіння, яке може бути виражене сумарним рівнянням:



Уведення чистих культур молочнокислих бактерій при квашенні капусти, солінні огірків та інших овочів зумовлює зниження розпаду білків, зменшення втрат амінокислот, збереження до 90 % вітаміну С від його початкової кількості в підготовленій сировині і прискорює процес ферментації.

Роль солі при ферментації овочів і плодів. При ферментації овочів і плодів застосовують невисокі концентрації кухонної солі, які недостатні для запобігання розвитку небажаних мікроорганізмів, але можуть загальмувати їх розвиток. Уведення кухонної солі при ферментації овочів чинить деяку консервуючу дію і регулює розвиток мікроорганізмів, надає продукту своєрідного смаку і спричиняє активне виділення клітинного соку за рахунок плазмолізу при змішуванні її з продуктом (нашаткованою капустою) або приготуванні розсолу (для соління огірків, томатів та ін.). Клітинний сік, що виділився, багатий поживними речовинами, переходячи в сольовий розчин, утворює субстрат, сприятливий для розвитку молочнокислих бактерій.

Вплив температури на інтенсивність процесу ферментації. Оптимальна температура для ферментації овочів з урахуванням їх анатомічної будови, хімічного складу, фізичних властивостей і обтяженості мікроорганізмами становить для квашеної капусти – 18...24°C, огірків, томатів, кабачків, патисонів, перцю солодкого, баклажанів, буряка і моркви – 20...25°C, кавунів і мочених яблук – 12...15°C.

Технологія квашення капусти

Квашена капуста – це нашаткована (посічена) свіжа білокачанна капуста з додаванням солі і моркви, а також інших компонентів (яблук, журавлини та ін.), які поліпшують її споживчі властивості, і піддана процесу ферментації.

Залежно від способів приготування квашену капусту готують таких видів: шатковану, рубану, качанну з шаткованою, качанну з посіченою, цільнокачанну (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Класифікація квашеної капусти

Асортимент	Характерна ознака
Шаткована	Вузькі смужки шириною не більше 5 мм
Рубана	Частинки не більш 12 мм у найбільшому вимірюванні
Шаткована або рубана без добавок	Основна сировина (за рецептурою)
Шаткована або рубана з добавками	Та сама, з морквою, або тмином, або буряком, або яблуками, або журавлиною, або з морквою, яблуками та ін.
Цільнокачанна	Цілі качани
Цільнокачанна з перешаруванням шаткованою або рубаною	Та сама, або половинки качанів з шаткованою або рубаною з добавками або без них
Провансаль	Шматочки цільнокачанної квашеної капусти (25 на 25 мм) з добавками яблук, винограду, журавлини, брусниці, маринадної заливки і рослинної олії

Джерело: розроблено авторами.

Технологічний процес приготування квашеної капусти включає такі операції: підготування і подрібнення сировини, яка здійснюється на поточних лініях (рис. 2.14).

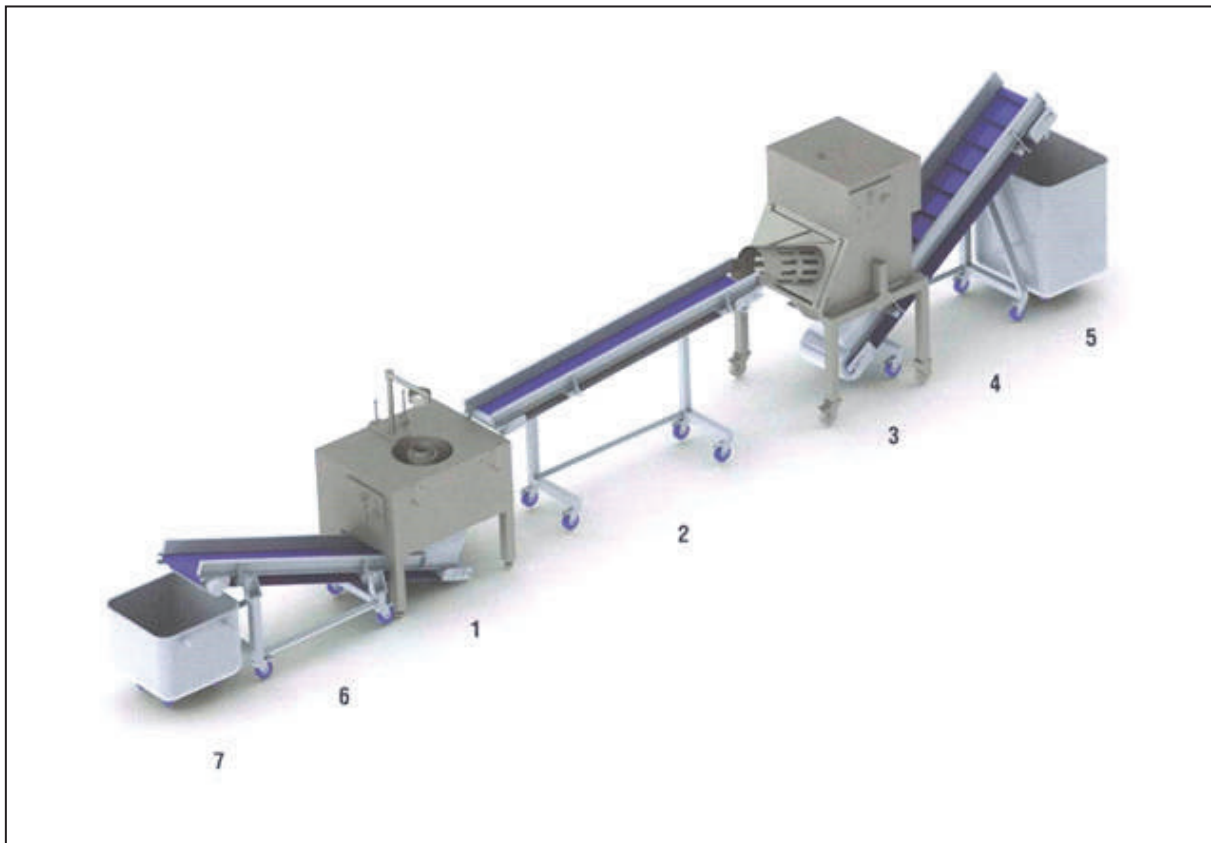


*Рис. 2.14. Лінія перероблення білокачанної капусти:
1 – машина для висвердлювання кочерижки;
2 – транспортер для передачі качана в машину для шинкування;
3 – машина для шинкування капусти; 4 – транспортер для
передачі нарізаної капусти в ємкість для квашення;
5 – ємкість для квашення капусти; 6 – транспортер для виносу
відходів; 7 – ємкість для відходів*

Джерело: <https://www.foodtech.com.ru>.

Подрібнені компоненти за рецептурою укладаються в бочки (дошки, цементовані ємкості); капуста ущільнюється з використанням гніту; далі відбувається її ферментація та охолодження.

Технологія солоних огірків і томатів

Свіжі огірки і помідори солять у бочках сухотарних з поліетиленовими укладками місткістю 50, 100 і 200 л; у ємкостях ЄС-200 з мішками-укладками місткістю 293 дм³.

Допускається засолка огірків у цементованих чанах або дошниках з розділовими щитами. Червоні помідори дозволяється солити за технологічною інструкцією тільки в скляній тарі або бочках місткістю не більше 50 л.

У кожен ємкість укладають огірки певного розміру і помідори певного ступеня зрілості (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Класифікація солоних (квашених) огірків і томатів

Вид продукції	Асортимент	Характерна ознака
Огірки солоні	Пікулі	Не більше 5,0 см
	Корнішони:	
	І група	5,1–7,0 см
	ІІ група	7,1–9,0 см
	Зеленці:	
	дрібні	9,1–11,0 см
	середні	11,1–12,0 см
	великі	12,1–14,0 см
Огірки і помідори солоні	Звичайні	Обов'язкова і додаткова сировина
	Гострі	Те саме, але з підвищеним вмістом перцю в 2–4 рази
	Часникові	З подвоєною кількістю часнику
	Пряні	З додаванням прянощів (перець, гвоздика, меліса та ін.)
	З солодким перцем	З додаванням солодкого перцю

Джерело: розроблено авторами.

Огірки завдовжки більше 14,0 см, а також ті, що пожовтіли і переросли, з шкірястим насінням, в'ялі, зморшкуваті для соління не допускаються. Огірки салатних сортів, вирощені у відкритому ґрунті, а також огірки всіх сортів, вирощені в теплицях і парниках, для соління не допускаються.

Допускається виробництво солоних огірків і томатів за рецептурами з урахуванням національних особливостей для реалізації в межах відповідного регіону і за домовленістю із замовником.

Технологія соління огірків і томатів в бочках. Цей процес включає такі операції: підготування сировини і прянощів, укладання огірків або томатів і прянощів в тару, приготування розсолу, заливку сировини розсолом, ферментацію огірків або томатів, зберігання солоних огірків або томатів.

Технологія мочіння яблук

Для перероблення плоди збирають у технічній стиглості. Виробляють мочені яблука звичайні, коли з основною сировиною використовують лише сіль, цукор і солод (або замінюють солод житнім борошном). Смак і аромат мочених яблук різко поліпшується, якщо 50% по рецептурі цукру замінити медом. Ще краще буде смак і аромат, якщо весь цукор замінити медом. Іноді готують мочені яблука з селерою та естрагоном або з однією селерою. В деяких випадках для запобігання розвитку цвілі при мочінні яблук використовують гірчицю-порошок у кількості 0,1...0,2%.

Миють яблука і прянощі проточною водою, потім під душем. Прянощі після ретельного миття ріжуть на шматочки завдовжки не більше 8 см, соломку (свіжу і чисту) обварюють кип'ятком.

Дно підготовлених бочок вистилають соломкою шаром 1–2 см і щільними рядами вкладають яблука, однакові за розміром. Прянощі поділяють на три частини і кладуть на дно бочки, в середину і зверху. Верхній ряд яблук укривають соломкою шаром 2–3 см. Потім бочку заливають розчином, закупорюють,

приготованим з сусла, цукру і меду, солі, витримують 3–5 діб при температурі 12...15°C до накопичення в заливці 0,3...0,4% молочної кислоти. При цьому контролюють наявність заливальної рідини в бочках. Після ферментації бочки оглядають, доливають, забивають шпунтовий отвір і перевозять у охолоджувані склади з температурою 1...4°C.

Мочені яблука готові до споживання через 60 діб, а якщо використовувати для завершення процесу ферментації і дифузії неохолоджувані склади з температурою 10...12°C, то їх можна реалізувати через 30 діб.

Мочені яблука за якістю поділяють на перший і другий товарні сорти. Яблука першого сорту повинні відповідати даному помологічному сорту, бути цілими, без пошкоджень. М'якоть плодів щільна, соковита, з приємним виннокислим смаком і характерним запахом, властивим моченим яблукам.

Технологія мочіння слив

Для мочіння використовують сливи однакові формою і розміром. Забарвлення плодів – від зеленого, жовтого, червоного до синього і фіолетового, але однорідне. Кісточка повинна добре відділятися від м'якоті і становити не більше 5 % маси плоду. Вибирають сливу для мочіння в технічній стиглості. М'якоть плоду повинна бути щільною, але не грубою, з добрим гармонійним смаком. Плоди слив миють, сортують за якістю і ступенем зрілості.

Для оберігання плодів слив від деформації на дно підготовлених бочок укладають чисту прошпарену житню або пшеничну солому, потім насипають сливи і зверху покривають шаром соломи. Бочки заповнюють заздалегідь підготовленим розчином і закупорюють.

Заливка для слив складається з цукру, солі, гірчиці, солоду, при нагоді цукор можна замінити медом, це додає моченим сливам своєрідний, дуже приємний аромат.

Сливи витримують на ферментації 2–3 доби при температурі 20°C, а потім перевіряють бочки, доливають заливку,

забивають пробками шпунтові отвори і для завершення процесу ферментації та дифузії перевозять бочки в холодильник.

Зазвичай сливи бувають готові до реалізації і споживання через 20–30 діб. Мочені сливи за органолептичними показниками повинні мати характерні і властиві смак, аромат, щільну, просочену заливкою м'якоть, не мати сторонніх присмаків і запаху. Не допускається наявність роздавлених плодів.

2.6. Сушіння овочів та плодів

У практиці сільського господарства найбільш поширене сушіння плодоовочевої сировини.

Сушіння плодоовочевої продукції засноване на підвищенні концентрації субстрату до таких меж, при яких немає умов для нормального обміну речовин як у клітинах самого продукту, так і в клітинах мікробів. Тому продукт консервують на тривалий час.

У процесі висушування з плодів і овочів випаровується волога. Її масова частка в сушених продуктах знижується в 4–6 разів і більше.

Із зменшенням вологи зростає не тільки масова частка сухих речовин у сухофруктах і сушених овочах, але й їх енергетична цінність за рахунок вуглеводів, білків та інших цінних поживних речовин. При цьому на 60 % зберігається їх вітамінна цінність. Крім того, деякі види сухофруктів (курагу, родзинки, чорнослив) використовують як профілактичні лікувальні засоби.

Зневоднення (див. рис. 2.15) може бути здійснене механічним способом (пресуванням, фільтруванням, відстоюванням, центрифугуванням), змішуванням продуктів з різною вологістю або з вологопоглиначами, а також за допомогою сонячної енергії (сонячне сушіння), сушкою в сушильних апаратах з витратою тепла на перетворення води на пару і відведення пари, яка утворюється, в навколишнє середовище.

Розділ 2. КОНСЕРВУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ



Рис. 2.15. Засоби зневоднення

Джерело: розроблено авторами.

Механічний спосіб обезводнення продуктів більш економічний, ніж теплове сушіння. Проте для сушки картоплі, овочів і фруктів його не можна застосовувати, оскільки цей спосіб не забезпечує повного обезводнення і збереження початкових показників якості сировини через значні втрати водорозчинних речовин (цукру, амінокислот та ін.). На інтенсивність процесу сушки впливають не тільки хімічний склад, але і розподіл цих речовин та структура рослинних тканин.

Неоднорідність структури тканин і хімічного складу плодово-овочевої сировини помітно впливає на здатність утримувати воду, інтенсивність процесів, що протікають при сушінні.

Волога з продукту в процесі сушіння віддається за рахунок випаровування тільки до значення рівноважного вологоутримання, відповідного певним параметрам сушильного агента (нагрітого повітря).

Сушіння, з одного боку, – дифузійний процес, з іншого, – тепловий. Це складний технологічний процес, у результаті якого змінюються властивості висушуваного продукту.

Чим менше вміст у клітинах розчинних у воді речовин, тим швидше протікає сушіння, оскільки легше випаровується волога. Наявність у клітинному соку великої кількості розчинних речовин, які мають особливу осмотичну активність (цукру), а також гідрофільних колоїдів, що легко зв'язують вологу, призводить до утруднення випаровування і збільшення тривалості сушки. Тому плоди, що містять значну кількість цукру, а також пектинових речовин, які здатні зв'язувати воду, висихають поволі.

Конвективний спосіб сушіння. При цьому способі агент сушіння (нагріте повітря, перегріта пара) виконує функцію теплоносія і вологопоглинача. Перевага способу – можливість регулювання температури висушуваного продукту.

Сушіння в зв'язаному стані – це інтенсивніший конвективний спосіб, який характеризується безперервним хаотичним рухом і переміщенням частинок у певному об'ємі по висоті, високо розвиненою поверхнею зіткнення продукту з нагрітим повітрям, оскільки при цьому способі сушки

кожна частинка омивається потоком агента рівномірно з усіх боків. При цьому значно скорочується тривалість сушіння і зменшуються терміни теплової дії на продукт.

Кондуктивний спосіб сушіння заснований на передачі тепла матеріалу при зіткненні з гарячою поверхнею. Повітря служить тільки для видалення водяної пари з сушарки і є вологопоглиначем. Застосування цього способу сушіння обмежене, хоча він відрізняється високою інтенсивністю та економічністю (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Конвеєрний сушильний комплекс

Джерело: <https://www.indiamart.com>.

Сушіння інфрачервоними променями. Швидкість сушіння інфрачервоними променями (ІЧП) збільшується порівняно з конвективним. При сушінні ІЧП виникають перепади температур, під впливом яких волога переміщається по напрямку теплового потоку, тобто всередину частинок продукту. Таким чином, градієнт температури не збігається з градієнтом вологоутримання і чинить гальмівну дію на перенесення вологи при сушінні цим способом.

Проте такі сушарки з газовими панелями-випромінювачами відрізняються більшою економічністю і забезпечують більш рівномірну сушку порівняно з іншими способами (рис. 2.17).



Рис. 2.17. ІЧ-сушильна шафа

Джерело: <https://www.prosushka.ru>.

Сушіння струмами високої і надвисокої частоти. Спосіб сушіння струмами високої (ВЧ) і надвисокої (СВЧ) частоти заснований на тому, що діелектричні властивості води і сухих речовин продуктів суттєво розрізняються, тому вологий матеріал нагрівається значно швидше, ніж сухий.

У процесі сушіння із застосуванням ВЧ і СВЧ температура внутрішніх шарів продукту вища, ніж зовнішніх, більш зневоднених. Тепловий потік направлений до периферії продукту, і вологоперенос має той самий напрямок, що сприяє прискоренню процесу. Виникаючий градієнт температури і градієнт вологовмісту сприяють переміщенню вологи зсередини до поверхні, в результаті процес сушіння проходить інтенсивніше (рис. 2.18).



Рис. 2.18. СВЧ-сушильний пристрій

Джерело: <https://www.ingredient.su>.

При сушінні ВЧ і СВЧ випаровування відбувається в усьому об'ємі частинок продукту та всередині виникає ще градієнт тиску, який прискорює перенесення вологи.

Переваги сушіння ВЧ і СВЧ порівняно з конвективним і контактним сушінням – можливість регулювання і підтримки певної температури продукту та інтенсивніший процес обезводнення, що сприяє поліпшенню якості висушуваних продуктів.

Сушіння сублімаційне (кріогенне сушіння з вакуумом). Усе більшого поширення набуває спосіб сушіння харчових продуктів у замороженому стані в умовах глибокого вакууму.

Процес, при якому тверда речовина (лід) переходить у пароподібний стан, минувши рідкий, називають сублімацією.

При сушінні сублімацією немає контакту продукту з киснем повітря, оскільки створюється вакуум. Основна кількість вологи (75...90%) віддається при сублімації льоду (температура нижче 0°C) і лише залишкова волога – при нагріві продукту до 40...60°C. Продукти, висушені способом сублімації, відрізняються високою якістю, зберігають усі поживні речовини, мають підвищену здатність поновлення, незначну усадку, пористу будову і зберігають колір та аромат свіжого продукту. Із усіх способів сушіння з погляду збереження якості сировини сублімація найбільш досконала (рис. 2.19).

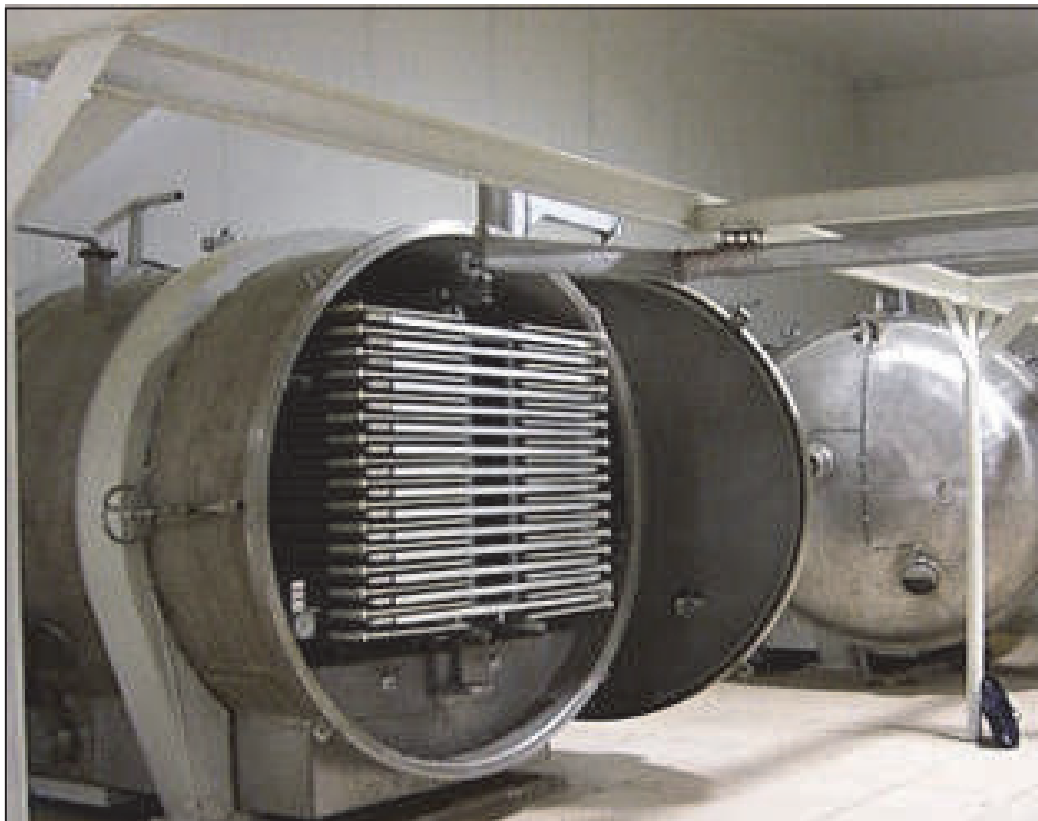


Рис. 2.19. Пристрій сублімаційного сушіння

Джерело: <https://www.unirons.com.br>.

Перша технологічна операція при цьому способі – заморожування підготовлених продуктів. Для цього застосовують або швидке заморожування в морозильних камерах, або самозаморожування (пастоподібних продуктів, плодово-ягідних соків і деяких видів овочів та фруктів) у субліматорі. В процесі самозаморожування з продукту випаровується 10...15% всієї вологи за рахунок виділення теплоти плавлення льоду при замерзанні води. Кристали льоду утворюються шляхом поступового поглиблення зони кристалізації. Температура в середині частинок продукту досягає від 5 до 20°C. Тривалість процесу 10–15 хв. При подовженні цього процесу можливе утворення надзвичайно крупних кристалів льоду, які можуть зруйнувати клітини тканин продукту і понизити його якість.

Друга технологічна операція (сублімація) характеризується постійною швидкістю сушки матеріалу. Сублімація льоду відбувається шляхом поступового поглиблення зони випаровування, в цей час віддаляється основна маса вологи (до 60% і більше). Чим більше вологи віддаляється в цей період, тим краще зберігаються природні властивості сировини.

Третя технологічна операція – це видалення залишкової вологи – характеризується падаючою швидкістю сушки. На початок третьої операції сублімація льоду в основному закінчується і температура матеріалу стає позитивною. У цей період віддаляється зв'язана волога, не замерзла в продукті. Швидкість сушіння залежить від інтенсивності підведення тепла і поглиблення зони випаровування, видалення пари із зони випаровування через висохлі шари поверхні продукту.

На інтенсивність випаровування впливають структура, пористість висушеного продукту, а також форма, розмір, товщина частинок та ін.

Комбіновані способи сушіння плодово-овочевої сировини. Сушені овочі та фрукти в процесі відновлення поволі поглинають вологу, і при кулінарному обробленні їх необхідно варити протягом 18–25 хв. Цей недолік нівелюють, використовуючи технології отримання швидковідновлювальних сушених продуктів.

Конвективне сушіння з попереднім заморожуванням.

При цьому способі сушки картоплю, овочі, підготовлені за зазвичай прийнятими схемами, заморожують, після чого висушують на парових конвеєрних сушарках. Уводячи в технологічні схеми процес заморожування, отримують високопористі, швидковідновлювальні сушені продукти з тривалістю приготування 1–6 хв, при цьому процес сушки скорочується на 25...30% порівняно з сушкою овочів без заморожування.

Класифікація сушених овочів наведена в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Класифікація сушених овочів

Вид продукції	Асортимент	Форма частинок
Морква сушена	Розсипом	Стружка, кубики, пластинки
	Брикетована	Частинки, спресовані в брикети
Буряк столовий	Розсипом	Стружка, кубики, пластинки
	Брикетований	Частинки, спресовані в брикети
Цибуля ріпчаста	Розсипом	Кружечки, кільця
	Брикетована	Брикети із спресованих частинок
Часник сушений	Порошок	—
Зелень сушена: кріп, петрушка, селера	Розсипом	—
Біле коріння сушене брикетоване	Розсипом	Стружка, кубики, пластинки
Суміш сушених овочів	Брикетована	Та сама або розсипом

Джерело: розроблено авторами.

Контрольні питання

1. Характеристика способів консервування.
2. Які чинники впливають на якість консервної продукції?
3. Які біохімічні і хімічні процеси протікають при консервуванні?
4. Які мікробіологічні процеси можуть відбуватися при зберіганні консервованої продукції?
5. Як впливає якість сировини на споживні властивості консервованих продуктів?
6. Які причини сприяють зниженню якості консервованих продуктів?
7. Цілі попереднього теплового оброблення рослинної сировини.
8. Характеристика чинників, що впливають на час стерилізації.
9. Характеристика консервантів.
10. Характеристика процесу сульфітації овочевої сировини.
11. Технологія виробництва швидкозаморожених овочів і плодів.
12. Способи і режими заморожування рослинної продукції.
13. Технологія виробництва швидкозаморожених овочів.
14. Консервування дегідроацетовою кислотою.
15. Консервування сорбіновою кислотою.
16. Консервування бензойною кислотою.
17. Особливості консервування плодово-овочевої сировини заморожуванням.
18. Консервування плодово-овочевої сировини заморожуванням.
19. Характеристика процесу сублімаційного сушіння.
20. Характеристика процесу сушіння струмами НВЧ і ВЧ.
21. Конвективний спосіб сушіння.
22. Характеристика процесу сушіння плодово-овочевої продукції.
23. Технологія мочіння яблук.
24. Технологія виробництва солоних огірків і томатів.
25. Чинники, що впливають на якість солено-квашеної продукції.

Розділ 3

ТЕХНОЛОГІЯ ЗЕРНОБОРОШНЯНИХ ПРОДУКТІВ

Виробництво зернової сировини, що підлягає зберіганню, а також продуктів його перероблення (круп, борошна, сухих сніданків, харчоконцентратів перших та других страв на основі круп'яних продуктів і комбікормів), посідає провідне місце у борошномельній, хлібопекарській та харчоконцентратній промисловості.

Сучасний підхід у концепції створення конкурентоздатної продукції передбачає розгляд проблем здорового харчування. Продукція повинна мати не тільки високі органолептичні характеристики, але і реальну перспективу збуту й економічну ефективність виробництва. Крім цього, відношення до продуктів харчування формується з обліком такого важливого критерію, як їхня корисність для здоров'я людини.

Функціональна дія продуктів перероблення злакових культур зумовлена наявністю в них, насамперед, нерозчинних харчових волокон, комплексу вітамінів, кальцію. На відміну від традиційної високоочищеної борошняної сировини (якою є, в першу чергу, пшеничне борошно вищого сорту), борошняні продукти з цільномолотого зерна (або високого виходу – більш 90%) мають високі смакові якості, харчову цінність і позитивно впливають на організм.

Однак широке використання таких фізіологічно функціональних продуктів обмежене через їх низькі окремі технологічні властивості. Відомо, що використання різноманітних борошняних продуктів у виробництві хліба знаходиться в межах 5–20% до маси пшеничного борошна. Введення більш високих концентрацій не рекомендується через небажану зміну реологічних, структурно-механічних або смакових характеристик продукції. У виробництві борошняної кондитерської продукції цілком припустимо в окремих рецептурах використання борошна з низьким вмістом клейковини і наявність вираженої зміни

кольору м'якішу (що, однак, не рекомендується у виробництві хлібобулочних виробів). Тому використання різноманітних борошняних продуктів з ячменю, проса, сорго, вівса, тритікале (у тому числі у вигляді різного призначення борошняних композицій з поліпшуючими добавками) дозволяє більш ощадливо витрачати пшеничне борошно або цілком виключати його з рецептур виробів з бісквітного, пісочного, листкового тіста і т.д. Одночасно підвищується поживна цінність виробів, збільшуються терміни їхнього збереження, знижується вартість продукції.

3.1. Характеристика сировини, її харчова та біологічна цінність

У технології прийняті терміни: «культура», «партія», «зернівка», «зернова суміш», «зернова маса».

Культурою називають ботанічний рід зерна (наприклад, пшениця, жито та ін.).

Партією називають будь-яку кількість однорідного за якістю зерна. **Зернівка** – це одиничне зерно, а **зернова маса** – сукупність будь-якої кількості індивідуальних зерен і різних включень. У 1 кг, наприклад, пшениці міститься близько 40 тис. зерен.

Зернова маса, що утворюється при збиранні врожаю неоднорідна. Крім повноцінного зерна є визначена кількість неповноцінних і зіпсованих зерен основної культури, інших культур і дикоростучих рослин, мінеральних та органічних домішок, мікроорганізмів, часом і комірних шкідників.

Отримане на елеваторі зерно іноді має такі дефекти: солодовий присмак, запах (при самозайманні зерна). Якщо розвивається цвіль, то з'являється пліснявий запах. Порушення режимів сушіння призводить до утворення підгорілого або димного запаху. Таке зерно використовується для кормових цілей.

Із сировини рослинного походження найважливіше значення мають зерно злакових (мітелкових) і насіння інших культур.

Універсальне застосування знайшло зерно ячменю, кукурудзи, вівса. З кукурудзи одержують борошно і крупу, крохмаль, глюкозу і патоку, кукурудзяні делікатеси й олію. Ячмінь – чудова сировина для одержання солоду, пива і крупи. Овес – сировина для толокна, крупи і борошна. Зерно і насіння цих культур використовуються для одержання комбікормів, у мікробіологічній промисловості – для готування живильних середовищ при вирощуванні продуцентів ферментів і антибіотиків.

Будова зерна, його властивості і хімічний склад. Будова зерна більшості злакових культур дуже схожа. Розглянемо будову зерна пшениці на прикладі його поздовжнього розрізу (рис. 3.1).

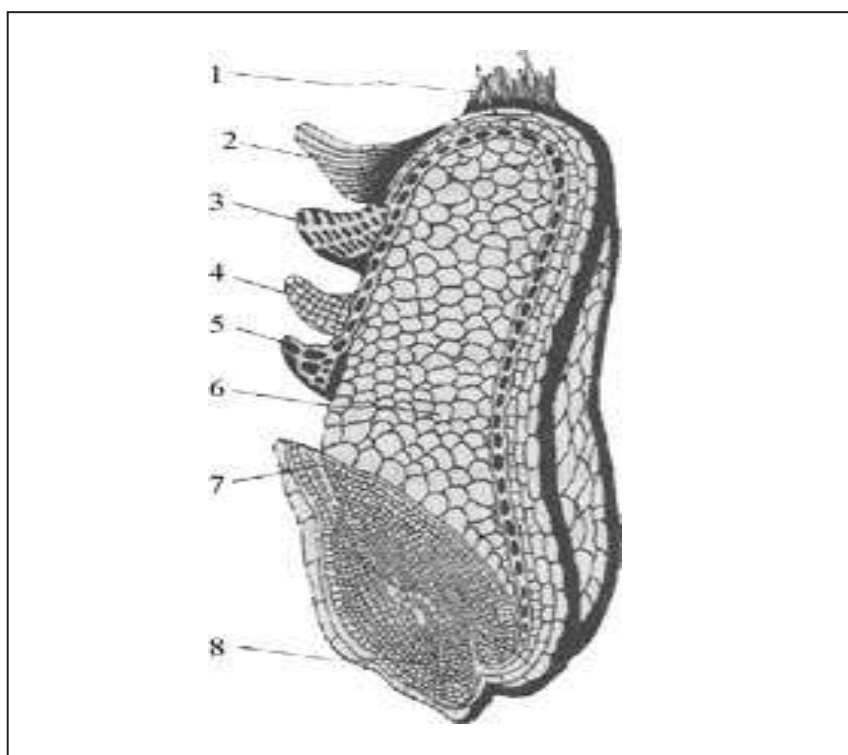


*Рис. 3.1. Поздовжній розріз зерна пшениці:
1 – чубчик, 2–4 – плодові і насінні оболонки; 5 – алейроновий шар;
6 – ендосперм; 7 – щиток; 8 – зародок*

Джерело: <https://studfiles.net>.

Плодова оболонка захищає зерно і покриває його зовні. Вона складається з чотирьох шарів напівпрозорих клітин. Плодові оболонки містять багато клітковини, лігніну, пентозанів, мінеральних солей, що становлять 5...6% від маси зерна. Організмом людини плодові оболонки не засвоюються.

Оболонка зерна складається з трьох шарів клітин, які становлять 6...8% маси зерна. Вони більш багаті мінеральними, азотистими речовинами, цукрами, і в них менше клітковини, пентозанів. Пігментний шар зернової оболонки надає зерну відповідного кольору.

Оболонки (плодова і зернова) погіршують товарний вигляд борошна і крупи, харчову цінність, консистенцію, тому при одержанні борошна і крупи їх відокремлюють.

Внутрішня частина зерна – ендосперм, або борошнисте ядро, становить 80...82% маси зерна, є найціннішою його частиною для одержання борошна і крупи. Всі цінні продукти перероблення зерна одержують з ендосперму, що складається в основному з крохмалю і білків, містить невелику кількість цукру, жиру, вітамінів і дуже мало мінеральних речовин.

Зародок становить у середньому 3% маси зерна. Містить багато білків, жирів, цукрів, вітамінів, ферментів. Однак при переробленні його видаляють, тому що жир у процесі зберігання прогіркає, спричиняючи псування продуктів перероблення зерна – борошна і крупи.

Зовнішній (алеїроновий) шар, що примикає до зернової оболонки, становить 4...13,5 % від маси зерна, містить велику кількість білків, жирів, цукрів, мінеральних речовин, вітамінів, але ці цінні речовини майже не засвоюються, тому що клітини, в яких вони знаходяться, покриті товстими оболонками з клітковини. При шліфуванні зерна алеїроновий шар відокремлюють разом з оболонками.

Насіння бобових рослин складається із зародка і двох сім'ядоль, практично не мають ендосперму. Боби захищені щільною насінною оболонкою, зовнішня частина її покрита кутикулою – тонкою плівкою, що складається з кутину.

Насіння соняшника і сої складаються в основному з зародка з одним рядом клітин ендосперму, захищені насінною оболонкою.

Властивості зерна. Знання властивостей зерна і керування ними в процесі перероблення зерна є важливим інженерним завданням. Необхідно вміти оцінити технологічний потенціал зерна (технологічні переваги зерна), знати його індивідуальні особливості для того, щоб вміти підбирати раціональні режими технологічних операцій.

За сучасним науковим баченням зерно має дві важливі і взаємозалежні властивості. З одного боку, зерно є фізичним тілом (у ньому поєднані в одне ціле різко різнорідні за структурою і властивостями анатомічні частини). З іншого боку, зерно – живий організм (усі процеси, що протікають у ньому, підкоряються керуючому впливу біологічної системи зерна) (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Властивості зерна

Джерело: розроблено авторами.

Ботаніко-фізіологічні показники включають культуру (рід) рослини, її вид, форму (озима або ярова), сорт, колір, схожість, енергію проростання.

До **фізичних властивостей** зерна належить натура або об'ємна маса (маса зерна в 1 л обсягу, тому що в нашій країні одиниця об'єму зерна прийнята за 1 л). Натура залежить від форми, щільності і крупності зерна, стану його поверхні, вирівняності та ступеня наявності зернівок, їхньої вологості і вмісту домішок. Зерно округле укладається в мірку щільніше, ніж подовжене. Пшениця має натуру 740...790 г/л, жито – 670...715 г/л, овес – 460...510 г/л.

Абсолютною масою називають масу 1000 зерен.

Форма зерна – сортова ознака, лінійні розміри визначають крупність зерна (довжина, ширина і товщина), що враховується при просіванні зерна на ситах.

Вирівняність зерна за крупністю полегшує перероблення в крупу.

Склоподібність характеризує консистенцію, структуру ендосперму, взаєморозміщення його тканин, і виражається у відсотках склоподібних зерен до їхньої загальної кількості.

Структура може бути склоподібною та борошністою. Склоподібне зерно в поперечному розрізі нагадує поверхню відколу скла. При просвічуванні воно здається прозорим.

Борошнисте зерно має рихлоборошнисту структуру, білий колір подібний до крейди. Структура ендосперму залежить від кількості, складу, властивостей розміру і розміщення крохмальних гранул і білкових речовин, а також міцності зв'язків між білками і крохмалем.

Плівчастість зерна – це вміст квіткових плівок у плівчастих злаків і плодових оболонки у гречки, виражене у відсотках до маси зерна.

Сипкість – рухливість зернової маси. Зернова маса легко заповнює ємність будь-якої конфігурації і вільно впливає з ємності через отвори. Сипкість виявляється у самосортуванні зерна. При струшуванні (у транспортних засобах під час

перевезення, у сортувальних машинах) зернова маса сортується: легкі фракції зерна і домішок рухаються (спливають) до поверхні насипу, а важкі осідають униз.

Шпаруватість – наявність у зерновій масі міжзернових шпар, заповнених повітрям. Сорбційні властивості виявляються у поглинанні зерном пари води та летучих речовин. Ця властивість зумовлена шпаруватістю зернової маси і капілярно-пористою колоїдною структурою зернівки. Сумарна активна поверхня зерна пшениці і жита приблизно в 20 разів більше зовнішньої поверхні зернівки.

Теплофізичні властивості характеризуються *теплоємністю* і *теплопровідністю* зернової маси. Таким чином, зернова маса має велику теплову інерцію. Позитивне значення цієї властивості полягає в тому, що холодом можна консервувати зерно.

Аеродинамічні властивості зернової маси виявляються в здатності зерна переміщатися в повітряному потоці з різною швидкістю витання. Для характеристики цієї здатності застосовують коефіцієнт парусності. Парусність зерна зв'язана зі швидкістю витання.

Хімічні властивості зерна визначаються його складом вологістю, зольністю, кількістю та якістю клейковини (для пшениці), кислотністю. Крім зазначених речовин у зерні утримується *вода*.

Кількість води в зерні і насінні характеризує їхня вологість.

Межі вологості зерна злакових такі: сухе – 13...14%, середньої сухості – 14,1...15,5%, вологе – 15,6...17,0%, сире – понад 17%.

У сухому зерні вода перебуває в зв'язаному стані, що й зумовлює високу збереженість зерна. Вологість, при якій з'являється вільна волога, називається критичною. При наявності в зерні вільної вологи створюються сприятливі умови для інтенсифікації дихання зерна і розвитку в зерновій масі мікробіологічних процесів, що нерідко призводять до псування зерна.

Зольність – кількість золи (у відсотках), що залишилася після спалювання зерна. Мінеральні речовини в зернівці розподілені нерівномірно. Менше їх у ендоспермі і більше

в зародку й алейроновому шарі. Зольність зерна твердої пшениці вища, ніж м'якої.

У нашій країні поширена м'яка і тверда пшениця. Цими термінами позначається приналежність даного зерна до визначеного ботанічного типу, а не фізичні властивості зернівки. Тверда пшениця завжди склоподібна, містить більшу кількість білка, зерно янтарного кольору і є чудовою сировиною для виробництва макаронного борошна. М'яка пшениця містить меншу кількість білка, може мати склоподібний і борошністий ендосперм, колір від білого до червоного з різним відтінком.

Кислотність характеризує наявність у зерні кислот та інших речовин, що мають кислу реакцію. Кислотність вимірюється в градусах (градусом називають кількість мілілітрів нормального лугу, яка витрачається на нейтралізацію кисло-реагуючих речовин у 100 г розмеленого зерна або іншої сировини і продукту). У свіжого зерна кислотність перебуває в межах $1...30^0$, а при зберіганні цей показник незначно збільшується в основному в результаті гідролітичного розпаду жирів.

Механічні властивості зерна включають реологічні характеристики: *гранична напруга, модуль пружності, в'язкість, повзучість, час релаксації* та ін. Ці характеристики визначають здатність зерна чинити опір руйнуванню. Характерною ознакою зерна є неоднорідність (анізотропність) його механічних властивостей по різних осях.

Технологічні властивості зерна визначаються показниками, що характеризують процес перероблення зерна або борошна. Розрізняють борошномельні, хлібопекарські, а для пшениці, крім того, макаронні властивості зерна.

Борошномельні властивості визначаються здатністю зерна до розмелу і його борошномельною цінністю. Перше характеризує поведження зерна при розмелі (дроблення, поділ продуктів розмелу, вихід борошна, витрата енергії). Друге включає всю сукупність показників, що характеризує борошномельний процес: режими кондиціонування, потрібну кількість розмелених та інших систем, тривалість процесу, якість проміжних продуктів і борошна (зольність, колір, крупність, кількість і якість клейковини).

Хлібопекарськими властивостями зерна називають здатність одержуваного з нього борошна давати при оптимальних режимах хлібопечення хліб високих якості та виходу. Вони зумовлені її хімічним складом і властивостями окремих речовин.

За хлібопекарськими властивостями пшеничне борошно поділяють на сильне, середнє і слабке. «Силу» пшеничного борошна в основному визначає стан білків. Білкові речовини мають величезне значення для поліпшення якості хліба, особливо з пшеничного борошна. Від їхнього складу і властивостей залежать обсяг і пористість хлібобулочних виробів, що істотно впливають на засвоюваність хліба.

Сильне борошно здатне поглинати при замісі тіста нормальної консистенції відносно велику кількість води. Таке тісто дуже стійко зберігає свої фізичні властивості в процесі замісу і бродіння, при витримуванні та випічці зберігає форму і мало розпливається. Хліб з такого борошна має високий об'єм, правильну форму, гарну пористість.

Слабке борошно при замісі тіста нормальної консистенції поглинає відносно мало води. Тісто з такого борошна в процесі замісу і бродіння швидко погіршує свої фізичні властивості, при витримці і випічці розпливається. Хліб із слабого борошна виходить зниженого обсягу і дуже розпливається при випічці його на черені.

Для одержання борошна з задовільними хлібопекарськими властивостями поєднують суміші слабого та сильного борошна (валка борошна).

Мінеральні речовини і вітаміни, що містяться в борошні, стимулюють процеси бродіння, при цьому хліб характеризується більш повним смаком і ароматом, він багатший вітамінами і мінеральними солями.

У формуванні хлібопекарських якостей борошна важливу роль відіграють вуглеводи й основний компонент борошна – крохмаль.

Важливе значення мають розміри крохмальних зерен борошна, ступінь їхнього пошкодження, а отже, підлеглість впливу ферментів. У процесі розмелу ушкоджується від 4% до 25% крохмальних зерен.

Якщо в борошні підвищений вміст дрібних крохмальних зерен, то в'язкість тіста зменшується, якщо багато ушкоджених зерен крохмалю, то створюються умови для активної діяльності амілази, що приводить до збільшення липкості м'якушки хліба.

Макаронними властивостями зерна називають здатність утворювати при розмелі макаронну крупку і напівкрупку, які є придатні для вироблення макаронних виробів високої поживності і міцності з привабливим жовто-кремовим кольором.

Якість клейковини борошна належить до технологічних властивостей зерна.

Клейковина – білок пшеничного зерна, набряклий у воді. Клейковина здатна увібрати 2–2,5-кратну кількість води у свою суху масу.

Кількість сирої клейковини в зерні становить від 25% до 40%. Якість клейковини – це сукупність її фізичних властивостей: пружності, еластичності, в'язкості, пластичності та ін. Показники кількості та якості клейковини взаємозалежні.

Дуже цінується зерно з високим вмістом «сильної» клейковини. Силою клейковини називають її здатність чинити опір розтяганню або стисканню.

Аналіз основних властивостей зерна та їхній вплив на здійснення окремих стадій борошномельного виробництва представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Характеристика властивостей зерна

Властивості	Характеристика	Примітки
1. Фізико-хімічні властивості		
Геометрична характеристика зерна	Форма і лінійні розміри зерна. Обсяг зерна: $V = 0,52 \times a \times b \times l,$ де a , b , l – ширина, товщина і довжина зерна	Визначає вибір робочих органів сепараторних, луцильних та подрібнювальних машин. Впливає на процеси зволоження, нагрівання й охолодження зерна

Продовження табл. 3.1

Властивості	Характеристика	Примітки
Натура зерна	Об'ємна маса (щільність) зерна (г/л), тобто відношення маси тіла до його об'єму	Залежить від вологості зерна. Зниження натури зменшує вихід борошна, погіршує її якість. Щільність вказує на зрілість та вирівняність зерна
Маса 1000 зерен	Маса 1000 зерен у перерахунку на суху речовину: $M_c = m_{\phi} (100 - w) / 100,$ де m_{ϕ} – маса 1000 зерен при фактичній вологості, г; w – вологість зерна, %	Залежить від крупності, щільності, форми та вологості зерна. Збільшення маси зерна підвищує вихід готової продукції
Вирівняність	Різниця геометричних розмірів зерна однієї партії	Для підвищення вирівняності зерно фракціонують на сходову і прохідну фракції; видаляють мілку фракцію
Склоподібність	Загальна склоподібність: $O_c = P_c + r_c / 2,$ де P_c – число повністю склоподібних зерен, r_c – число частково склоподібних зерен	Відображає особливості мікроструктури ендосперму зерна. Із зерна високої склоподібності легше відділити ендосперм і отримати борошно з високими хлібопекарними властивостями; крупа з нього краще розварюється
2. Структурно-механічні властивості		
Міцність зерна	Здатність зерна зберігати цілісність при транспортуванні та обробленні	Більш високу міцність мають оболонки зерна порівняно з ядром, а також більш мілкі зерна. При зволоженні зерна зростає його пластичність
Твердість зерна (пшениці)	Оцінюють твердість, визначаючи питому величину зовнішньої поверхні одиниці маси борошна, або умовний	З підвищенням твердості зростає мікротвердість ендосперму, знижується індекс розміру часток (ІРЧ) і питома поверхня борошна,

Закінчення табл. 3.1

Властивості	Характеристика	Примітки
	середній діаметр часток борошна, або ІРЧ	зростає розмір часток, тобто збільшується їх крупність. Хлібопекарні достоїнства вищі у борошна з твердозернової пшениці
Витрати енергії на подрібнення зерна	Визначається як величина роботи подрібнення	Залежить від пластичних властивостей і вологості зерна, підготовчих операцій, необхідної дисперсності продуктів помелу
3. Технологічні властивості		
Питомий вихід готової продукції	Комплексний кількісно-якісний критерій, %: $E = I \times (Z_0 - Z_i) / Z_0,$ де I – вихід борошна, %; Z_0 і Z_i – зольність зерна та борошна, %	На вихід борошна впливає вологість зерна і спосіб його підготування
Якість готової продукції	– « –	Критерій E не тільки оцінює властивості зерна, а й рівень організації виробництва
Питомі витрати на виробництво	Питомі витрати електроенергії на 1 т борошна, яку отримують на борошномельному підприємстві	Залежить від структурно-механічних властивостей матеріалу, організації операції подрібнення (як найбільш енергоємної)

Джерело: розроблено авторами.

Зерно формується в результаті впливу на рослину середовища в цілому, а природні властивості зерна впливають на його очищення, перероблення, стійкість у збереженні. Формування технологічного потенціалу зерна відбувається під впливом особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов вирощування і комплексу агротехнічних заходів.

Співвідношення мас анатомічних частин зерна визначає потенційний вихід продуктів його перероблення. При цьому значення мас наявності і структура плівок, оболонки, наявності борозенок, конфігурація клітин алеїронового шару і т.д.

На співвідношення анатомічних частин зерна помітно впливають:

- сорт зерна (наприклад, залежно від сорту пшениці вміст крохмалистої частини ендосперму варіює від 77% до 85%);
- крупність зерна (чим більше великої фракції в зерні пшениці, тим вище вміст ендосперму);
- наповненість та ін.

Зерно як сировина для перероблення має *технологічний потенціал*. Схема формування технологічного потенціалу і його основних показників представлені на рис. 3.3 і 3.4.

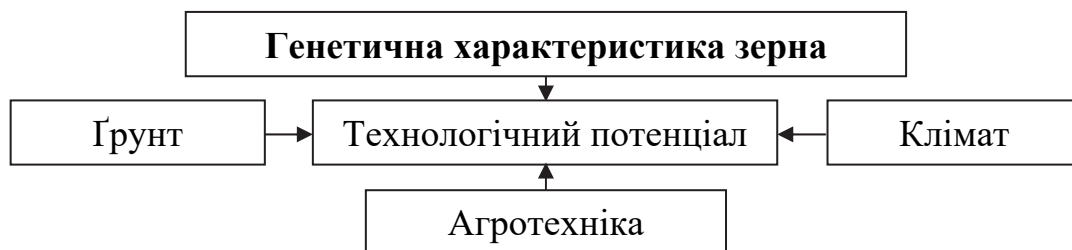


Рис. 3.3. Схема формування технологічного потенціалу зерна

Джерело: розроблено авторами.

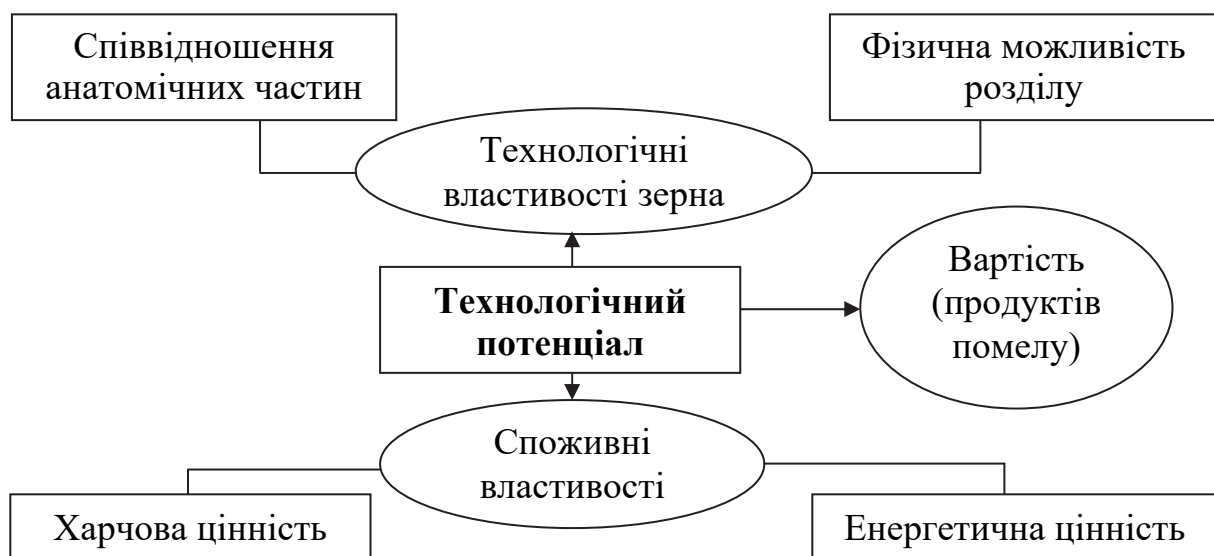


Рис. 3.4. Основні показники технологічного потенціалу зерна

Джерело: розроблено авторами.

Фізична *можливість поділу* анатомічних частин зерна на самостійні продукти зумовлює не тільки вихід, але й якість продуктів помелу.

На процес відділення побічних продуктів (висівок, мучелі, лузги) від готової продукції впливають:

- будова зернівки (морфологічні особливості зерна);
- фізико-хімічні і структурно-механічні властивості зерна;
- наявність підготовчих операцій та особливості процесів здрібнювання і сортування.

Поживна й енергетична цінність продуктів перероблення зерна пов'язана з нерівномірністю розподілу хімічних речовин по анатомічних частинах зерна.

Так, зародок і алейроновий шар містять велику кількість білка і жиру; крохмаль накопичується у внутрішній частині ендосперму; білки, здатні утворювати клейковину, також розміщені в крохмалистій частині ендосперму; великий вміст вітамінів у алейроновому і субалейроновому шарах; у оболонках багато пентозанів, клітковини, лігніну.

Хімічний склад зерна. За хімічним складом зерно і насіння можна поділити на три групи: крохмалевмісні, білкові, олійні.

До першої групи зараховують зерно злаків і насіння гречки. Крохмалю й інших вуглеводів у них міститься в середньому 70...80%, білків – 10...16%, жирів – 1,5...6%.

До другої групи входить насіння бобових, яке утримує близько 25...30% білків, 60...65% вуглеводів.

Насіння і плоди олійних культур становлять третю групу. Вони містять у середньому 25...50% жиру і 20...40% білків.

Залежно від цільового призначення зерна і насіння розрізняють *борошномельні, круп'яні, технічні і фуражні*. Зерно пшениці і жита використовується в основному для одержання хлібопекарського борошна, а з зерна твердої пшениці виготовляють макаронне борошно.

Білки є найціннішою частиною зерна. Білки більшості видів зерна здатні набухати у воді й утворювати зв'язану масу (наприклад, при замісі тіста). Однак тільки білки пшениці додають цій масі еластичність. При промиванні водою

пшеничного тіста можна від нього відокремити крохмаль і виділити набряклий еластичний білок, названий клейковиною. Клейковина бере участь в утворенні пористої структури хлібної м'якушки і бісквітних виробів та забезпечує міцність макаронних виробів. Білки інших зернових культур з водою клейковини не утворюють.

Жири в зерні злакових утримуються в малій кількості. Багате жирами лише насіння олійних культур, яке є сировиною для масложирової промисловості.

Жири всіх видів зерна мають високу біологічну цінність, але розрізняються стійкістю при збереженні. Краще зберігаються жири гречки, жита, ячменю і рису, гірше – кукурудзи і пшениці. Досить нестійкі при збереженні жири вівса і проса. Найбільша кількість жиру утримується в зародку й алейроновому шарі, найменше – в ендоспермі.

Вуглеводи в зерні представлені в основному крохмалем, ще є клітковина і цукри. Крохмаль відкладається у вигляді крохмальних зерен, укладених у клітинах ендосперму. Крохмальні зерна різних культур відрізняються не тільки розмірами і формою, але і властивостями: вологоємністю, температурою клейстеризації, швидкістю оцукрювання. Наприклад, пшеничний або житній хліб черствіє повільніше, ніж вівсяний або ячмінний, тому, що крохмаль пшениці і жита більш вологоємні ніж ячмінний і вівсяний.

Дані про хімічний склад зерна різних злакових культур наведено у табл.3.2.

При визначенні харчової цінності крупи як продукту повсякденного споживання приймається до уваги не лише загальна кількість у ній білка, але і його якісний склад, тобто вміст у ньому незамінних амінокислот (див. табл. 3.3).

За вмістом незамінних амінокислот (метіоніну, треоніну, лізину) перше місце посідає рис, потім гречка, ячмінь, просо і кукурудза. Однак білки зародка й алейронового шару зерна містять набагато більше незамінних амінокислот, чим білки ендосперму, що при переробленні зерна в крупу частково втрачається.

Таблиця 3.2

Хімічний склад зерна (%)

Культура	Білки	Жири	Крохмаль	Клітковина	Зольність
Пшениця	10...20	2,0...2,5	60...75	2,0...3,0	1,5...2,2
Ячмінь	11...15	1,9...2,6	58...68	4,5...7,2	2,7...3,1
Рис	7...10	1,5...2,5	65...75	9,5...12,5	4,5...6,8
Овес	10...13	4,5...5,8	40...50	11,5...14,0	4,0...5,7
Просо	10...15	1,9...2,3	58...65	10,0...11,0	3,7...4,5
Кукурудза	9...11	4,0...6,0	68...76	2,5...3,0	1,4...1,8
Гречка	10...13	2,3...3,1	66...68	10,0...16,0	2,3...2,6
Горох	21...32	1,3...2,9	46...61	5,0...7,0	2,5...4,0

Таблиця 3.3

**Вміст амінокислот
у злакових культурах (%)**

Культура	Амінокислота					
	Рис луцений	Куку- рудза	Овес	Ячмінь	Просо	Гречка
Лізин	3,44	2,0...2,9	3,3	3,0...3,5	1,60...2,86	6,7
Гістидін	2,03	2,0...2,8	2,0	1,4...1,5	2,32...3,70	3,3
Аргінін	7,75	2,9...4,6	6,0	4,4...5,1	3,77...5,83	16,9
Цистин	1,42	1,2...1,6	1,8	1,5	1,06...2,09	3,7
Аланін	5,84	7,5...12,5	—	—	9,46...10,51	—
Пролін	10,08	6,8...10,3	—	—	3,87...6,89	—
Тирозин	5,24	2,9...4,1	4,5	3,0	2,33...3,76	2,3
Фенілаланін	7,69	2,9...5,7	6,9	4,2...5,2	4,92...6,53	4,2
Лейцин	8,81	7,8...15,2	8,0	6,2...6,8	14,45...16,4	—
Ізолейцин	—	2,6...4,0	5,3	4,0...4,2	5,9	3,8
Треонін	4,16	2,9...3,3	3,5	2,8...3,2	3,18...5,31	4,0
Глютамінова кислота	22,50	12,4...19,9	—	—	18,38...19,72	—
Гліцин	5,85	2,6...3,4	—	—	1,26...3,15	—
Аспарагінова кислота	11,27	5,8...6,8	—	—	3,15...4,39	—

Закінчення табл. 3.3

Культура	Амінокислота					
	Рис луцений	Куку- рудза	Овес	Ячмінь	Просо	Гречка
Метіонін	1,96	1,0...1,7	2,3	1,0...1,3	1,26...2,39	1,29
Серін	4,33	4,2...5,5	—	—	5,28...7,20	—
Валін	3,83	4,1...4,8	6,5	4,7...5,0	5,64...6,49	5,6
Триптофан	1,29	0,38...0,6	1,3	1,1	1,23...1,81	2,2

Джерело: розроблено авторами.

Вивчення рису і продуктів його перероблення показує, що шліфована рисова крупа порівняно із луценим рисом містить на 46% менше триптофану, на 13% – менше лізину і на 7% – менше у сумі лейцину та ізолейцину.

Роль вітамінів у харчуванні визначається їхніми каталітичними властивостями, що сприяють утворенню і зміні клітинних матеріалів та ферментів у процесі обміну речовин.

У табл. 3.4 наведені дані про вміст вітамінів у різних крупах.

Таблиця 3.4

**Середній вміст вітамінів
у крупі різних видів (мг %)**

Назва крупи	Тіамін	Рибофлавін	Нікотинова кислота
Пшоно	0,62	0,04	1,55
Гречана ядриця	0,53	0,50	4,20
Рис шліфований	0,08	0,04	1,60
Рис полірований	0,09	—	0,20
Вівсяна	0,49	0,11	1,10
Перлова	0,12	0,06	2,00
Ячна	0,27	0,08	2,74
Манна	0,14	0,07	1,00
Кукурудзяна	0,14	0,07	1,10
Горох луцений	0,90	0,19	2,40

Джерело: розроблено авторами.

Втрати вітамінів при переробленні зернових досить великі. Особливо істотні вони для рису через його багаторазове шліфування і полірування. Установлено, що втрати тіаміну при одержанні шліфованого рису становлять від 30% до 70%, рибофлавіну – до 30%, нікотинової кислоти – до 50%.

Вітаміни B₁, B₂, B₆, PP, E та інші входять до складу зерна всіх злаків. Вітамін B₁₂ міститься лише в пшениці, а каротин – у зерні жита, пшениці (особливо твердої) і жовтої кукурудзи. Вітамінів C і D у зерні немає.

Ферменти в зерні, як і в будь-якому іншому живому організмі, є всіх 6-ти класів. При переробленні і збереженні зерна особливо велике значення мають ферменти гідролази, оксиредуктази і трансферази.

3.2. Характеристика зерноборошняних продуктів

Борошно. З зернової і зернобобової сировини виробляють різноманітний асортимент борошняних продуктів. Розрізняють види, типи і сорти борошна (рис. 3.5).

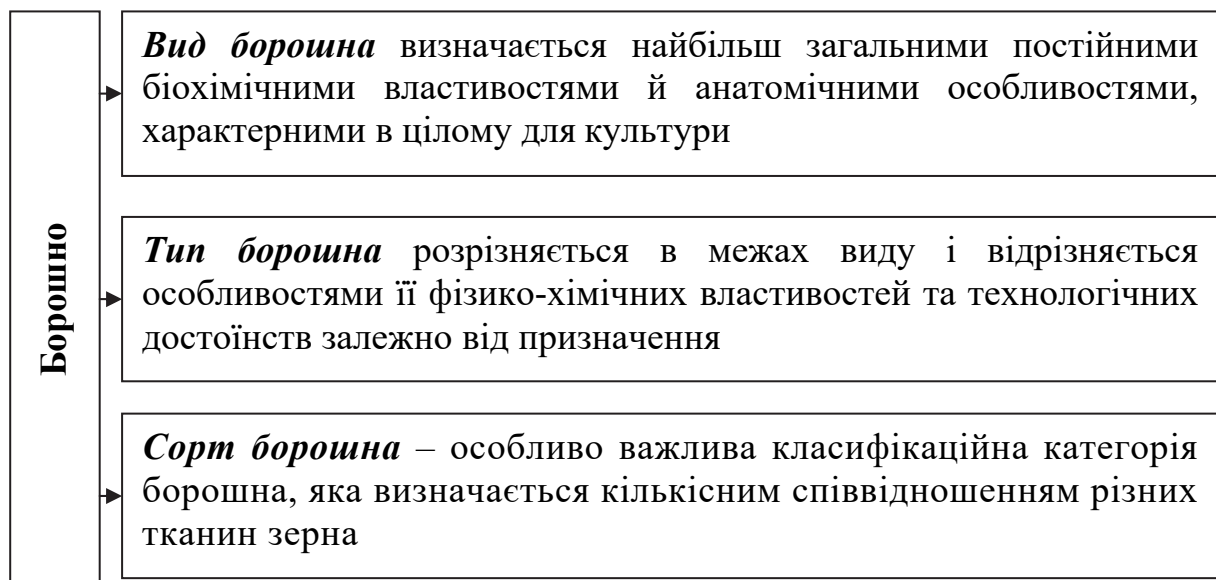


Рис. 3.5. Борошно

Джерело: розроблено авторами.

Вид борошна визначається найбільш загальними постійними біохімічними властивостями й анатомічними особливостями, характерними в цілому для зерна тієї культури, з якого борошно отримане.

До основних видів борошна належить **пшеничне і житнє**; до другорядних – **кукурудзяне, соєве й ячмінне**; незначне поширення має борошно **гречане, рисове, горохове та вівсяне**. Таку ситуацію можна пояснити невисоким вмістом або повною відсутністю клейковини в борошні другорядних видів, наявністю природних пігментів, як у зерновій сировині, так і в готовому борошняному продукті.

Тип борошна розрізняється в межах виду і відрізняється особливостями її фізико-хімічних і технологічних властивостей залежно від цільового призначення. Так, пшеничне борошно може бути хлібопекарське, для макаронних виробів, готове до споживання, для кондитерських виробів. Соєве борошно буває незнежирене, напівзнежирене, знежирене. Житнє борошно – тільки хлібопекарське.

Сорт борошна є особливо важливою класифікаційною категорією борошна всіх видів і типів. Основою, яка визначає сорт борошна, є кількісне співвідношення різних тканин зерна, що містяться в ній (подрібненого ендосперму, його внутрішніх і зовнішніх частин, алеїронового шару й оболонки).

Борошно вищих сортів – це подрібнена різного ступеня внутрішня частина ендосперму зерна. Борошно середніх сортів, крім подрібненого ендосперму, містить у невеликій кількості оболонки (висівкові частки), а борошно нижчих сортів – значну кількість подрібнених оболонки, алеїронового шару і зародка.

Найбільш надійним показником сорту борошна є вміст клітковини, що дуже нерівномірно, але досить постійно розподілений у різних тканинах зерна (співвідношення клітковини в оболонках з алеїроновим шаром і в чистому ендоспермі пшениці становить приблизно 100:1).

Побічні продукти борошномельного виробництва. При виробництві борошна утворюються побічні продукти – висівки, мучель, лузга. Аналіз хімічного складу цих продуктів показує,

що в них наявна велика кількість біологічно важливих речовин: вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон. У зв'язку з цим нині їхньому раціональному використанню приділяють особливу увагу.

Основними видами борошна є пшеничне і житнє. Ячмінне, кукурудзяне, соєве та інші види борошна випускаються в обмеженій кількості.

Пшеничне борошно. Борошномельна промисловість виробляє пшеничне борошно хлібопекарське і для макаронної промисловості.

Борошно вищого сорту складається з тонкоподрібненого ендосперму, що майже не містить висівок. Воно білого кольору зі слабким кремовим відтінком. Розмір часток у основному 30...40 мкм. Має високі хлібопекарські властивості: дає хліб великого об'єму і пористості з чисто білою м'якушкою. Його використовують для випічки поліпшених і здобних хлібних виробів та для виготовлення борошняних кондитерських виробів.

Борошно 1-го сорту – білого кольору з жовтуватим відтінком; частки менш однорідні за величиною, розміром у основному 40...60 мкм. Борошно цього сорту використовується в кулінарії (для приготування локшини, пиріжків, млинців, оладок та іншого, а також випічки різноманітних хлібних і булочних виробів).

Борошно 2-го сорту – білого кольору з жовтуватим або сіруватим відтінком. Частки борошна неоднорідні і більші, ніж у борошна 1-го сорту, розміром від 30 до 200 мкм. Вміст оболонкових часток у ньому до 8...10%.

Обойне борошно виходить при обойному односторонньому помелі без відсівання висівок, вихід – 96%. Це борошно неоднорідне за розміром часток (від 30 до 600 мкм). Колір його білий з коричневим відтінком; частки висівок добре помітні. Це борошно використовують тільки у виробництві хліба.

Макаронне борошно виходить спеціальним трьохсортним помелом твердої або високосклоподібної м'якої пшениці з високим вмістом клейковини доброї якості. Частки цього борошна трохи крупніші часток звичайного хлібопекарського.

Макаронне борошно вищого сорту називається крупкою. Крупка з твердих пшениць характеризується кремовим кольором з жовтуватим відтінком, має частки розміром 300...400 мкм, повинна містити не менше 30% клейковини і не більше 0,75% золи.

Макаронне борошно 1-го сорту називається напівкрупкою. Напівкрупка трохи світліша, у ній помітні частки оболонки, це істотно виявляється в макаронних виробках, розмір часток – 125...250 мкм.

Борошно макаронне 2-го сорту в макаронній промисловості не застосовується, а використовується в хлібопеченні.

Житнє борошно виробляється сіяне, обдирне, обойне; містить 62...73% крохмалю, 9...14% білкових речовин. Білки житнього борошна складаються з альбуміну, глобуліну і глютеліну, клейковину не утворюють. Житнє борошно містить гумі речовини (слиз), які утворюють у тісті в'язкі розчини. Кількість гумі в борошні коливається від 3% до 5%. Зольність борошна становить 0,75...1,9%. Кількість мінеральних речовин у житньому борошні коливається від 0,8% до 2%, найменше їх у сіяному борошні.

Сіяне борошно має тонкий помел (просівають через шовкові сита). Одержують його при односортному помелі з виходом 63%, при двосортному – з виходом 15...30%.

Обойне борошно має колір сірувато-білий або із синюватим відтінком, помел грубий, багато висівок. Вихід – 95%, зольність до 1,9%.

Обдирне борошно містить менше висівок, чим обойне, колір його сірувато-білий. Вихід – 85...87%, зольність – 1,45%.

Кукурудзяне борошно виробляють тонкого помелу, крупного помелу і типу обойного.

За харчовою цінністю і хлібопекарськими властивостями кукурудзяне борошно поступається пшеничному і житньому. Воно не дає зв'язного еластичного тіста, білки його слабо набухають.

Кукурудзяне борошно тонкого помелу застосовується для виготовлення пісочних і заварних кондитерських виробів, пудингів, місцевих хлібних виробів.

Сосве борошно. Із сої виробляють борошно трьох видів: дезодороване незнежирене, напівзнежирене і знежирене.

Незнежирене борошно виходить зі світлозabarвленого насіння сої, яке перед помелом пропарюють (дезодорують) для видалення пахучих речовин. Вихід борошна – 90%.

Напівзнежирене борошно виробляють з макухи (після одержання олії методом пресування). Це борошно теж дезодороване, тому що перед пресуванням дроблене насіння прогрівають у жаровнях. Колір його жовтий або світло-коричневий, вміст жиру – 5...8%, білка – 43%.

Знежирене борошно виготовляють зі шроту (після витягу олії з насіння сої екстракційним методом). Колір його світло-жовтий або сірий; вміст жиру – до 2%, багато білків – 48% (сірого протеїну).

Високобілкове борошно. Це борошно може бути виготовлене із пшениці, жита й інших культур з урахуванням особливостей будови ендосперму.

Крупи. До круп'яних культур належить зерно і насіння гречки, проса, рису, квасолі, сочевиці та ін. Завдяки високій поживній цінності, легкій засвоюваності і невисокій вартості крупи широко використовуються в харчуванні.

Крупи – ціле або дроблене зерно, звільнене від частин зерна, які не засвоюються.

Залежно від виду зерна крупи поділяють на такі: гречану, рисову, вівсяну, ячмінну, пшоняну, пшеничну, горохову та ін.

За способом оброблення зерна крупи можуть бути нешліфованими, шліфованими, полірованими, недробленими, дробленими, плющеними. Залежно від гідротермічного оброблення – пропареними і непропареними. При визначенні сорту крупи враховуються її чистота, вміст доброякісного ядра, бур'янистих домішок, не облущених зерен, зіпсованих і колотих ядер.

Крупи можуть поділятися на марки за типами зерна, а за розмірами часток – на номери. Крупа того або іншого різновиду може поділятися на дрібніші класифікаційні групи, специфічні для кожного виду. Наприклад, манна крупа залежно від типу

зерна поділяється на марки – м'яка, тверда, змішана; перлова, ячна, пшенична «Полтавська», кукурудзяна шліфувана – на номери (за розміром часток).

При виробництві крупи відомі її вид і різновид, що залежать від належності зерна до тієї або іншої культури. Сорт крупи визначають після вироблення на підставі її технічного аналізу. Це пов'язано з тим, що сорт крупи визначається за її чистотою. Сорти крупи відрізняються один від іншого за вмістом сміттєвих домішок, необрушених зерен, зіпсованого і битого (колотого) ядра та за вмістом добро-якісного ядра (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Асортимент продукції круп'яного виробництва

Культура	Асортимент круп	Сорти і номери
Рис	Рис шліфований	Вищий, перший, другий
	Рис полірований	– « –
	Рис дроблений	На сорти не поділяється
Гречка	Ядриця	Перший, другий
	Проділ	На сорти не поділяється
	Ядриця швидкорозварювана	Перший, другий
	Проділ швидкорозварюваний	На сорти не поділяється
Просо	Пшоно шліфоване	Вищий, перший, другий
Овес	Крупа вівсяна недроблена	Вищий, перший
	Крупа вівсяна плющена	– « –
	Вівсяні пластівці «Геркулес»	На сорти не поділяється
	Пелюсткові пластівці	– « –
	Толокно	– « –
Ячмінь	Крупа перлова	№ 1, 2, 3, 4, 5
	Крупа ячна	№ 1, 2, 3
Горох	Горох лущений цільний	На сорти та номери не поділяється
	Горох лущений колотий	– « –
Кукурудза	Крупа шліфувана	№ 1, 2, 3, 4, 5
	Крупа крупна для пластівців	На сорти та номери не поділяється
	Крупа мілка для паличок	– « –

Закінчення табл 3.5

Культура	Асортимент круп	Сорти і номери
Пшениця тверда	«Полтавська»	№ 1, 2, 3, 4
	«Артек»	На сорти та номери не поділяється
	Крупи підвищеної харчової цінності («Ювілейна», Здоровье», «Спортивна», «Сильная» та ін.)	— « —

Джерело: розроблено авторами.

Належність крупи до того або іншого сорту має обмежене значення і не завжди правильно відбиває дійсну якість продукту, тому що крупність ядра, його наповненість, особливості будови, хімічного складу і споживчі властивості крупи при визначенні сорту до уваги не беруться. Крупа багатьох видів (манна, ячна, пшенична шліфована, кукурудзяна, горох лущений та ін.) на сорти не поділяється. Поділ крупи на сорти здійснюється за показниками складу, її харчовою цінністю і кулінарними перевагами.

Пшоно шліфоване – це ядро проса, звільнене від квіткових плівок, плодових і насінних оболонок, зародка. Пшоно може розрізнятися величиною ядра, кольором (від світло-жовтого до яскраво-жовтого), консистенцією (від борошністої до склоподібної), кількістю білка, крохмалю, каротиноїдів, складом зольних елементів.

Залежно від доброякісності ядра і вмісту сміттєвих домішок пшоно шліфоване поділяється на вищий, перший і другий сорти. Використовують пшоно для готування розсипчастих каш, запіканок, кулешів. Каші з пшона смачні, швидко варяться, при варінні збільшуються в обсязі в 6-7 разів.

Гречану крупу поділяють на ядрицю і проділ, що, в свою чергу, поділяються на звичайні і швидкокорозварювані.

Звичайну гречану крупу одержують з непропареного зерна гречки. Ці крупи мають світлий колір, у незмінному виді містять усі складові речовини зерна.

Ядриця – ціле ядро гречки, звільнене від плодової оболонки. Проділ виходить у невеликих кількостях під час обрушення гречки і є дробленим ядром.

Вищі кулінарні властивості має ядриця. Каші з неї виходять розсипчасті, смачні, обсяг крупи при варінні збільшується в 5-6 разів. Проділ при варінні дає в'язкі каші, але розварюється швидше.

За якістю ядриця звичайна і швидкорозварювана поділяється на перший і другий сорти, проділ на сорти не поділяється.

Швидкорозварювані гречані крупи готують із пропареного зерна. Вони мають темний колір, швидко варяться, крохмаль їхній частково клейстеризований, ферменти інактивовані. За харчовою цінністю пропарені крупи поступаються звичайним.

Рисові крупи. З рису одержують крупи: шліфовані, поліровані, дроблені. За консистенцією рис буває склоподібний, напівсклоподібний, борошністий.

Крупа склоподібної консистенції зберігає свою форму при варінні, дає розсипчасті каші, а крупа борошністої консистенції – в'язкі каші і концентровані відвари.

Шліфований рис має білий колір, шорсткувату поверхню, невеликі залишки плодових оболонок у борозенках. Полірований рис одержують обробленням склоподібного, шліфованого на полірувальних машинах. Цей рис має гладку, блискучу поверхню. Складається з чистого ендосперму, тому що в процесі оброблення зі шліфованого рису віддаляються оболонки, які залишилися, і алейроновий шар.

Дроблений рис – це побічний продукт, одержуваний при виробництві шліфованого і полірованого рису.

Залежно від доброякісності ядра шліфовані і поліровані крупи поділяються на вищий, перший і другий сорти. Дроблений рис на сорти не поділяється.

Рисові крупи мають високі смакові і кулінарні переваги, добре засвоюються, тому широко використовуються в дитячому і дієтичному харчуванні. З них готують супи, гарніри, каші, пудинги.

Рис дроблений використовується для готування в'язких каш, пюреподібних супів, запіканок, рулетів, котлет.

Вівсяні крупи. З вівса виробляють вівсяну крупу недроблену пропарену шліфовану, плющену, пластівці «Геркулес» і толокно. Недроблена пропарена шліфована крупа – це цілі

ядра, звільнені від опушення, частково від зародка, але вона містить насінні і плодові оболонки, алеїроновий шар. Плющена вівсяна крупа – це пелюстки товщиною 1–1,2 мм.

Крупи з ячменю. З ячменю одержують перлову та ячну крупи.

Перлова крупа має крупинки овальної або округлої форми, білого або білого з жовтуватим відтінком кольору. Це борошнисте ядро з незначними залишками алеїронового шару, плодових і насінних оболонок. Залежно від крупності ядер перлову крупу поділяють на п'ять номерів. Найбільша крупа (№ 1) має ядра овальної форми, діаметром 3,5 мм; найдрібніша крупа (№ 5) має кулясту форму і діаметр 1,5 мм.

Ячна крупа – це дроблені ядра ячменю, звільнені від квіткової плівки і частково від плодової та насінної оболонок і зародка.

Пшенична крупа. З пшениці виробляють манну крупу, пшеничну шліфовану і пшеничні пластівці.

Манна крупа виходить на млинах шляхом виділення крупки при сортовому помелі пшениці в борошно. Це часточки ендосперму пшениці розміром 1,0–1,5 мм.

За хімічним складом і харчовою цінністю манна крупа близька до пшеничного борошна вищого сорту.

Пшенична шліфована крупа виробляється з твердих, рідше з високосклоподібних м'яких пшениць. За розміром крупинок її поділяють на два види: «Полтавську» й «Артек».

У «Полтавської» крупи ціле або дроблене зашліфоване ядро пшениці з великим або меншим залишком алеїронового шару і насінних оболонок. В «Артека» – дрібні (0,5–1,5 мм), дроблені, добре відшліфовані частки ядра пшениці. «Полтавську» крупу й «Артек» на сорти не поділяють.

Пшеничні пластівці одержують зі шліфованих зерен пшениці, які варять у цукровому сиропі з додаванням солі, підсушують, розплющують на вальцях і обсмажують. Пластівці – це тонкі хрусткі пелюстки світло-коричневого кольору з приємним солодким смаком. Їх споживають безпосередньо сухими – це готовий продукт.

Кукурудзяна крупа. Виробляється крупа кукурудзяна шліфована, кукурудзяні пластівці, повітряна кукурудза і кукурудзяні хрусткі палички.

Кукурудзяна шліфувана крупа – це частки дробленого зерна, звільненого від оболонки і зародка, різної форми, добре зашліфовані, із закругленими гранями. Крупинки мають овальну або округлу форму; колір білий, світло-жовтий або бурштиновий.

Кукурудзяні пластівці – це тонкі хрусткі пелюстки золотаво-жовтого кольору, виробляють їх із дробленого зерна кукурудзи, звільненого від оболонки і зародка. Крім звичайних, випускають кукурудзяні пластівці солоні, солодкі, глазуровані цукром та ін.

Повітряну кукурудзу виробляють двома способами: шляхом «вибуху» зерна в спеціальних апаратах і обсмажуванням кукурудзи, що лопається, у жаровнях.

Шелушений (лущений) горох – це єдиний вид крупи з зерна бобових культур. Він поділяється на цілий лущений полірований і колотий лущений полірований горох.

Колотий лущений полірований горох складається з окремих сім'ядоль жовтого або зеленого кольору, із гладкою, злегка покритою борошном поверхнею і закругленими гранями.

Горохова крупа типу манної виробляється з колотого шліфованого гороху. За крупністю і вирівняністю її поділяють на велику і середню.

Квасоля. Квасоллю розрізняють за формою насіння, розміром і кольором насінної оболонки. Вона буває трьох типів: біла, кольорова, однотипна і кольорова строката.

Сочевиця має форму двоопуклої лінзи, різного кольору: темно-зеленого, світло-зеленого, злегка побурілого і бурого.

Саго – крупа, яка є округлими частками оклейстеризованого крохмалю. Розрізняють саго дрібне і велике. Використовують для готування різних фаршів, пудингів і як гарнір.

Збагачені крупи, тобто приготовлені з борошна зернових культур у різному сполученні:

- крупа «Сильна» (з горохового, ячмінного і пшеничного борошна);
- «Південна» (із суміші кукурудзяного, пшеничного борошна, ячної крупи і гороху);
- «Флотська» (із гречаного та ячмінного борошна).

3.3. Підготування сировини, її первинне оброблення

Основними процесами виробництва борошна є: операції з підготування зерна до помелу і власне помел зерна. Технологічний процес підготування сировини представлений на рис. 3.6.

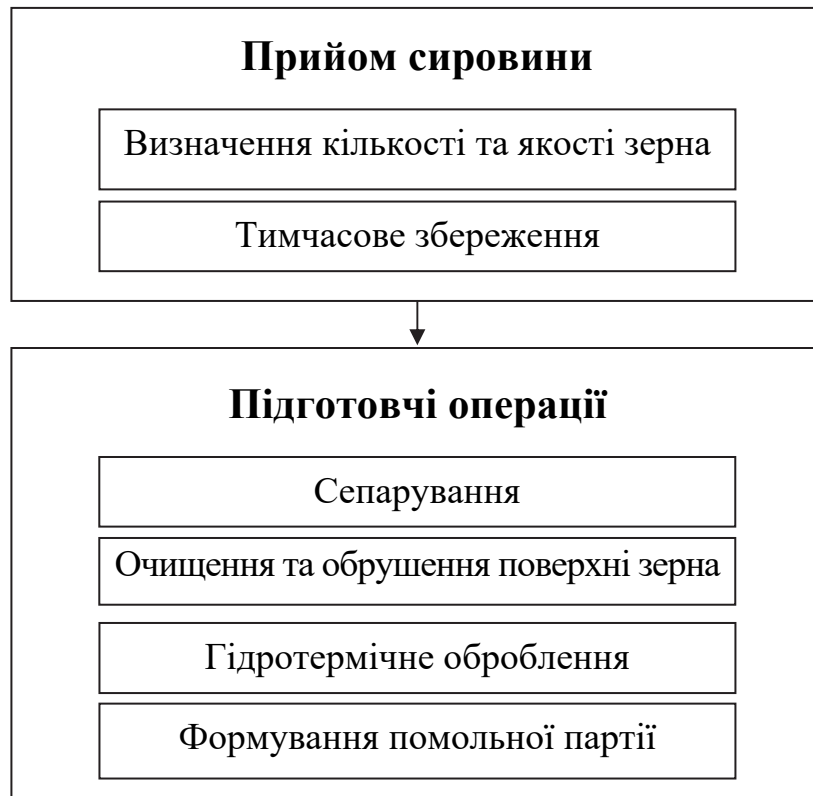


Рис. 3.6. Технологічна схема
підготування зернових

Джерело: розроблено авторами.

Попередньо проводять прийом сировини, при якому оцінюють фізико-хімічні і структурно-механічні властивості зерна, дозують і зважують сировину (контроль маси).

Ефективність функціонування цієї підсистеми визначається показником склоподібності, точністю зважування та ін.

Підготовчі операції. Цей етап включає такі технологічні операції: сепарування, очищення поверхні і часткове обрушення зерен, при сортових помелах – кондиціонування зерна, а також складання помольних партій.

Першою технологічною стадією в борошномельному виробництві є сепарування зернової маси.

Сепарування зерна як розділовий процес дозволяє одержати з зернової маси два самостійних продукти, в кожному з яких буде деяка домішка іншого, тобто в очищеному зерні може бути деяка частина сміттєвих домішок і навпаки. Ефективність процесу сепарування визначається двома показниками:

- повнотою виділення даного компонента з вихідної суміші, тобто тим, скільки можна одержувати продукту від вихідної його кількості в суміші (це кількісна характеристика процесу);
- чистотою виділеного продукту; інакше: яка домішка в розсіяному продукті (це якісна характеристика процесу).

Нині (у зв'язку зі зниженням культури землеробства) у зерні збільшився відсотковий вміст домішок як бур'янистих, так і культурних рослин, які важко відділяються. У пшениці, наприклад, важкими для відділення бур'янистими домішками вважаються мішечки сажки, насіння софори товстоплідної, синьоочки польової, гречки татарської, геліотропа опушеноплідного, перестрічу польового, дикої редьки та ін. У житі – спориння, насіння стоколосу, перестрічу польового, мишатнику і дикої редьки. У ячмені – софори лихохвостой, головчатки спремської, мишатнику, синьоочки польової, дикої редьки.

До зернових домішок, які важко відділяються, в яриці зараховують ячмінь, у житі – пшеницю та ячмінь, у ячмені – пшеницю.

Якість борошна, отриманого з засміченого зерна, зазвичай, знижується, особливо засміченого насіннями бур'янистих рослин. Якщо ж зерно засмічене насіннями пажитниці оп'янюючої, софори товстоплідної або мишатнику, то борошно, вироблене з нього, гірке й отруйне. Не можна використовувати для виробництва борошна і зерно, засмічене мішечками сажки і спориння. Наявність же в зерні пшениці зернової домішки, наприклад, ячменю, може бути доречним. Це можна використовувати при виробництві борошняних сумішей.

При цьому, у випадку більшого вмісту домішки, її можна частково видалити, а при незначному вмісті, навпаки додати необхідну кількість.

Очищення та обрушення поверхні зерна. Необхідність очищення поверхні, а також часткове обрушення зерен зумовлені потребою:

- видалення забруднень, що нагромадилися при транспортуванні та збереженні;
- відділення частково відшарованих оболонок;
- запобігання розвитку цвілевих грибів.

Повний технологічний цикл очищення поверхні зерна полягає в тому, що його спочатку обробляють сухим способом (у оббивальних і щіткових машинах), а потім – мокрим (шляхом миття в мийних машинах).

Сухе оброблення – видалення з поверхні зерна мінеральних забруднень, мікроорганізмів, борідки, легкого лушпиння плодової оболонки і зародка. При цьому зольність знижується на 0,07...0,15%, кількість битих зерен не повинна перевищувати 2%.

Миття у воді здійснюється механічним способом з використанням спеціального устаткування. При даному способі оброблення зерна, використовуючи інтенсивне перемішування, важкі домішки опускаються на дно робочої ємкості, а легкі піднімаються на поверхню і відділяються з потоком води. Тривалість миття 3–5 с, зольність зерна при цьому знижується на 0,01...0,03%, вологість зростає на 2,0...3,5%. При цьому способі мінеральні домішки відділяються цілком, кількість мікроорганізмів знижується в 4–5 разів.

Після оброблення зернової маси на мийній машині відбувається зволоження зернової маси від 0,5% до 3,5%; зниження зольності на 0,03%; виділення домішок від 0,2% до 0,5% від маси зерна.

Гідротермічне оброблення зерна (ГТО) зерна полягає в цілеспрямованій дії на нього води і тепла з використанням чинника часу і з урахуванням таких показників якості зерна як склоподібність, вологість, тип, підтип, якість клейковини та ін.

Мета такого оброблення полягає в підвищенні міцності й еластичності оболонки і зменшенні зв'язку між оболонками та ендоспермом, а також доданні крихкості ендоспермові. Унаслідок такого оброблення оболонки зерна на перших драних системах розколюються на великі частини, а ендосперм – на більш дрібні. Це дає можливість краще організувати процес відділення чистого ендосперму від оболонок і провести вимелювання оболонок. Використання ГТО дозволяє збільшити вихід борошна вищих сортів на 5%. Це оброблення має вирішальне значення як при сортових хлібопекарських помелах пшениці і жита, так і при макаронних помелах твердої і м'якої високосклоподібної пшениці.

Правильна організація гідротермічного оброблення (або кондиціонування) дозволяє одержати такі результати:

- збільшити опір здрібнюванню оболонок унаслідок підвищення їхньої в'язкості;
- збільшити крихкість ендосперму внаслідок розпушення його структури;
- полегшити відділення оболонки і зародка від ендосперму шляхом посилення розходження між алеїроновим шаром, оболонкою й ендоспермом;
- одержати частину оболонок «великих» розмірів;
- одержати крупку більш дрібних розмірів порівняно з розміром оболонки, що дозволить надалі більш раціонально організувати процес вимелювання оболонок і підвищити загальний відсотковий вихід борошна при сортових помелах;
- зменшити різницю у фізико-механічних і хіміко-технологічних властивостях ендосперму зерна пшениці різної склоподібності;
- поліпшити показники, що впливають на хлібопекарські властивості борошна зерна низької склоподібності, що рівноцінно збільшенню цінності сорту пшениці;
- збільшити об'ємний вихід хліба;
- поліпшити якість клейковини.

Гідротермічне оброблення зерна включає зволоження, теплове оброблення і відволожування.

Зволоження призначене для доведення зерна до необхідного відсоткового вмісту вологи. Зволоження може бути одно-, дво- або триразове. Перше зволоження вважається основним, друге і третє називаються дозволоженням. Зволоження як частина технологічного процесу полягає в змочуванні поверхні зерна водою.

Теплове оброблення (прогрівання зерна, використання підігрітої води для зволоження) призначене для інтенсифікації процесу перерозподілу вологи в зерні і більш швидкої зміни властивостей окремих часточок зерна, що значно скорочує час кінцевої операції ГТО – відволожування.

Відволожування – це витримка в спеціальних засіках зволоженого зерна. За період відволожування волога з поверхні зерна переміщається в середину зернівки і створює в ній мікротріщини, що знижують механічну міцність ендосперму. Це дозволяє при помелі на перших драних системах одержувати більш здрібнену внутрішню частину зерна.

Існує три методи проведення ГТО: холодне, гаряче і швидкісне кондиціонування.

Холодне кондиціонування полягає в зволоженні зерна водою кімнатної температури з подальшою витримкою його в спеціальних засіках. Цей метод застосовують в основному на борошномельних підприємствах невеликої продуктивності, на так званих міні-млинах. При цьому ні зерно, ні воду, що використовується для зволоження, не нагрівають.

Холодне кондиціонування проводять шляхом додавання розрахункової кількості води до маси зерна або шляхом миття зерна в мийних машинах з подальшим відволожуванням. Для всіх видів кондиціонування обов'язковим елементом є дозволоження зерна на 0,3...0,5% з подальшим короткочасним відволожуванням (20–40 хв) безпосередньо перед подачею на першу драну систему.

Залежно від стану зерна (його первинної вологості, склоподібності й інших показників) схеми кондиціонування можуть бути повними (варіант «А» – для зерна підвищеної вологості) або скороченими (варіанти «Б» і «В»).

«А»: 1) миття зерна; 2) зняття зайвої ваги; 3) дозуюче зволоження зерна; 4) відволожування; 5) дозування; 6) перемішування; 7) остаточне очищення; 8) дозволоження; 9) відволожування перед першою драною системою.

«Б»: 1) дозуюче зволоження зерна; 2) відволожування; 3) дозування; 4) перемішування; 5) остаточне очищення; 6) дозволоження; 7) відволожування перед першою драною системою.

«В»: 1) дозування; 2) перемішування; 3) остаточне очищення; 4) дозволоження; 5) відволожування перед першою драною системою.

Після миття зерна в мийній машині і видалення зайвої вологи вологість зерна підвищується на 1...2%. Велике значення при холодному кондиціонуванні має час відволожування зерна.

Основна відмінність гарячого кондиціонування зерна від холодного полягає в обробленні зерна теплом з метою інтенсифікації процесів перерозподілу вологи в ньому. Це скорочує загальний час гідротермічного оброблення за рахунок скорочення часу на відволожування.

Основні етапи гарячого кондиціонування: миття; оброблення в повітряно-водяному кондиціонері; дозволоження; відволожування.

Існують два варіанти схем **гарячого кондиціонування** зерна: «А» – для зерна з низькою вологістю і високою склоподібністю і «Б» – для зерна з низькою і середньою склоподібністю.

«А»: 1) миття; 2) зняття зайвої вологи після миття; 3) пропарювання; 4) оброблення в повітряно-водяному кондиціонері; 5) дозволоження; 6) відволожування; 7) дозування; 8) перемішування; 9) остаточне очищення; 10) дозволоження; 11) відволожування перед першою драною системою.

«Б»: 1) миття; 2) зняття зайвої вологи після миття; 3) оброблення в повітряно-водяному кондиціонері; 4) відволожування; 5) дозування; 6) перемішування; 7) остаточне очищення; 8) дозволоження; 9) відволожування перед першою драною системою.

Орієнтовні показники режимів холодного і гарячого кондиціонування пшениці наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Орієнтовні показники холодного і гарячого кондиціонування пшениці при сортових помелах

Показник	Кондиціонування	
	холодне	гаряче
Тривалість відволожування, год, при загальній склоподібності, %		
більше 60	8...20	5...12
60–40	6...12	4...6
до 40	4...12	2...5
Дозволоження оболонки перед першою драною системою		
величина зволоження, %	0,3...0,7	0,3...0,7
тривалість, хв	20...40	20...30
Вологість зерна перед першою драною системою, %	14,0...16,5	14,0...16,5

Джерело: розроблено авторами.

Як видно з таблиці, період відволожування скорочується в 1,5–2,5 рази порівняно з холодним кондиціонуванням.

Швидкісне кондиціонування зерна відрізняється від гарячого кондиціонування тим, що зерно після пропарювання надходить у бункер-термос, де якийсь час у зерна підтримується температура, набута їм при пропарюванні. Це дозволяє скоротити час на наступних етапах гідротермічного оброблення.

З перерахованих вище методів кондиціонування найбільш розповсюдженими є холодне і швидкісне.

Тривалість відлежування залежить від склоподібності ендосперму і температури приміщення. При кімнатній температурі здійснюється холодне кондиціонування. Відлежування триває від 3 до 16 год, а при 40...55°C (гаряче кондиціонування) його тривалість скорочується в 2–3 рази. У результаті кондиціонування збільшується об'ємний вихід хліба на 8...15%,

м'якушка стає світлішою, рівномірно пухкою, поліпшується смак і аромат. За 15–30 хв до розмелу зерно повторно зволожують. Волога поглинається оболонками, додає їм еластичність, збільшується опір дробленню, краще відокремлюються оболонки при одержанні сортового борошна.

Складання помольних партій зерна – різні партії зерна змішуються з урахуванням їх склоподібності, вмісту білка і зольності. У партії зерна враховується вміст сильної і слабкої пшениці. Середня склоподібність повинна бути 50...60%.

Формування помольної партії – підбір компонентів суміші зерна і розрахунок їхнього співвідношення. Цим досягається стабілізація якості помольної суміші, що включає зернові продукти, які мають різний технологічний потенціал. До переваг проведення цієї операції належить:

- забезпечення постійної якості помольної партії (регулювання показників властивостей зерна) для успішної автоматизації технологічного процесу;
- ощадлива витрата найціннішого зерна;
- можлива витрата малоцінного зерна, при самостійному переробленні якого одержують продукцію досить низької якості;
- використання підвищеної змішувальної здатності зерна порівняно з борошном.

Зазвичай при формуванні помольної суміші враховують склоподібність зерна, вміст та якість клейковини, зольність.

Обсяги помольних партій, як правило, розраховані на 10–15 діб безперервної роботи підприємства.

На борошномельних заводах, оснащених комплексним високопродуктивним устаткуванням, є можливість у підготовчому відділенні одночасно очищати і підготовляти до помелу зерно чотирма рівнобіжними потоками.

Очищення зерна від домішок – це операція видалення легких, дрібних і великих домішок, металодомішок і щуплих зерен.

Для деяких культур (овес, гречка, горох, кукурудза) після очищення зерна застосовують гідротермічне оброблення.

Гідротермічне оброблення (ГТО) – вплив на зерно парою або водою і підвищеною температурою для спрямованої зміни його технологічних властивостей, створення оптимальних умов для обрушення, підвищення виходу крупи, стійкості при збереженні, поліпшення харчових і смакових переваг. ГТО роблять при переробленні вівса, гороху, кукурудзи, гречки, ячменя, іноді проса і рису.

При цьому ГТО зерно короткочасно (1,5–5,0 хв) обробляють парою під тиском 0,1–0,5 МПа при температурі 110...160°C. У результаті квіткові плівки і плодові оболонки стають більш тонкими і при луценні легше відокремлюються від ядра, а потім висушуються до вмісту вологи 12...14%. Таке оброблення руйнує пектин у клітинах та оболонках зерна, при цьому відбувається часткова клейстеризація крохмалю та зварювання білків у зовнішніх шарах ядра.

Ядро набуває великої механічної міцності, а плівки й оболонки стають крихкими.

Гідротермічне оброблення полегшує обрушення зерна і сприяє збільшенню виходу недробленої крупи. Пропарювання зерна приводить також до інактивації ферментів, спричиняє зниження вмісту водорозчинних і летучих речовин. Поживна цінність крупи та її стійкість при збереженні поліпшуються, а тривалість варіння скорочується.

Попереднє сортування. Просіванням на ситах здійснюють сортування зерна для одержання фракцій, які складаються з однорідних за розміром зерен, і для відділення дрібних та щуплих зерен. Цей процес застосовується при переробленні гречки, вівса, гороху й іноді проса.

Призначення цієї операції полягає в тому, щоб розділити партію на фракції за крупністю для полегшення зняття з зерна зовнішніх покривів у луцильних машинах. Чим краще розсортоване зерно, тим вище ефективність роботи машин. Кількість фракцій, на які сортують зернову суміш, залежить від характеру і форми робочої зони луцильних машин і умов

сортування, а також від виду зернової сировини. При сортуванні зерна проса, вівса, ячменю партії (за крупністю) поділяються на дві фракції, рису – на три.

Гречка перед лущенням розсортовується на 5–6 фракцій. Ніжне ядро зерна, навіть після зміцнення його в процесі ГТО, не витримує інтенсивного механічного впливу і руйнується. Звертає на себе увагу і той факт, що технологічні властивості двох найдрібніших фракцій помітно нижчі порівняно з більшими фракціями: знижується маса зерна та ядра, зменшується коефіцієнт цілісності ядра при лущенні, підвищується плівчатість.

3.4. Технологія готової продукції

3.4.1. Виробництво борошна

Технологічний етап виробництва готової продукції включає здрібнювання зерна і сортування продуктів здрібнювання за крупністю (рис. 3.7).

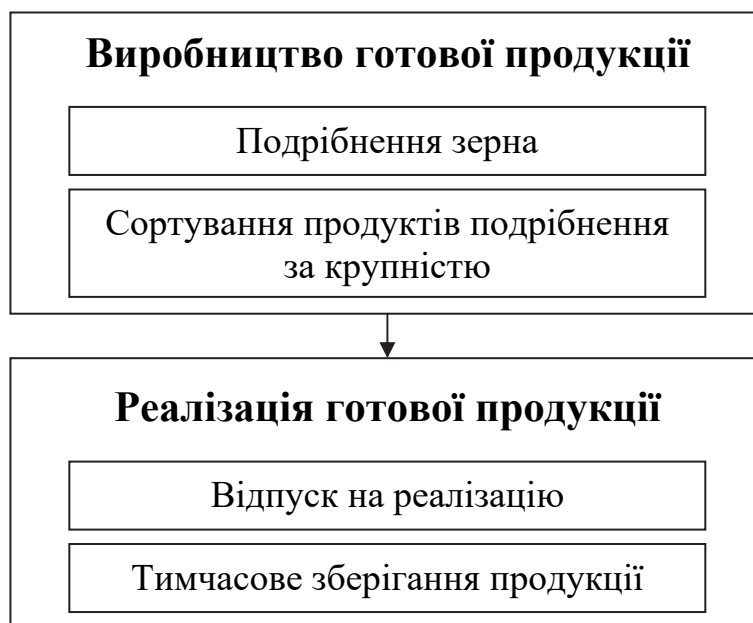


Рис. 3.7. Технологічна схема виробництва борошна

Джерело: розроблено авторами.

Здрібнювання зерна може бути простим і вибіркоким. При цьому руйнування продукту, який подрібнюється і складається з частин, близьких за хімічними та структурно-механічними властивостями і в результаті утворює однорідну сипучу масу, вважають простим здрібнюванням.

Якщо тіло, яке подрібнюється, неоднорідне, а за допомогою різних прийомів здрібнювання одержана сипуча маса складається з різнорідних за крупністю і хімічним складом часток, такий процес називають вибірним здрібнюванням.

Під *типом* помелу розуміють кількість сортів борошна (продукції), що виробляється із зерна базисної якості, а також норми загального виходу цієї продукції і співвідношення в ньому виходу борошна окремих сортів.

Виходом продукції (загальним і за сортами) вважають кількість виробленої продукції (у цілому або за окремими сортами) у відсотках до кількості зерна, яке надійшло. В основу класифікації помелів, що застосовуються, покладена кратність здрібнювання зерна (рис. 3.8 і 3.9).



Рис. 3.8. Борошномельне виробництво

Джерело: <https://ttonfour.appspot.com>.

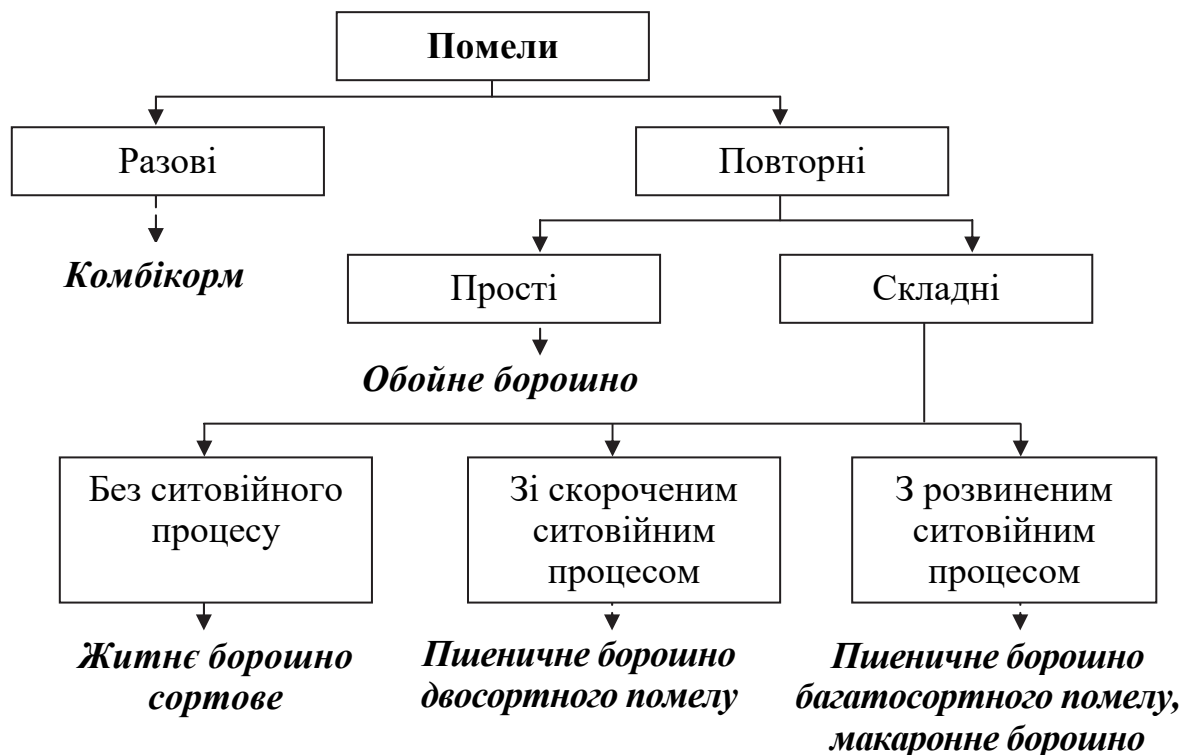


Рис. 3.9. Класифікація помелів

Джерело: розроблено авторами.

Помел – це сукупність зв’язаних між собою у визначеній послідовності технологічних операцій по переробленню зерна в борошно. При цьому прагнуть або якнайповніше витягти з зерна ендосперм у вигляді борошна, або здрібнити у борошно все зерно.

На властивості борошна впливає сам процес здрібнювання, тому що в результаті механічного впливу порушується структура білкових часток і зерен крохмалю. Деякі з них руйнуються цілком, інші ушкоджуються частково, зі зміною лише внутрішньої структури. Ці зміни залежать від природи крохмалю, ступеня здрібнювання борошна, здатності борошна утворювати вуглеводи, його здатності поглинати воду та впливають на структуру тіста.

Помел зерна роблять на вальцьових верстатах. Помел зерна може бути **разовим** і **повторювальним**. При разовому помелі зерно один раз пропускають через розмелену систему, при повторювальних – зерно подрібнюють послідовно на декількох системах. Після кожного проходу через вальці зі здрібнених продуктів відсівають борошно, а більш великі частки, які

не пройшли через верхні сита, надходять на здрібнювання на наступний вальцовий верстат. Повторні помели поділяють на прості і сортові.

Простим (обойним) помелом одержують борошно обойне житнє і пшеничне. Простий помел проводиться на чотирьох системах, борошно з різних систем змішують разом. *Вихід борошна* – кількість борошна, виражена у відсотках до маси переробленого зерна.

При **сорттовому** помелі зерно дроблять на крупку і сортують за крупністю (розміром) та якістю (біла, строката, темна). Розсорттовані крупки подрібнюють на декількох послідовних системах до одержання борошна визначеної крупності.

Змішуючи борошно визначених систем, одержують різні сорти борошна, а помели підрозділяють на одно-, дво- і трисортне.

Односортним і двосортним помелами виробляють борошно 1-го або 2-го сорту. Загальний вихід борошна при цих помелах становить 78%. Трисортними помелами виробляють борошно вищого сорту, або крупчатку, 1-го і 2-го сортів. Загальний вихід борошна при трисортних помелах становить 78%. Відмінні ознаки здійснення тих або інших видів помелу наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Порівняльна характеристика помелів

Операції	Простий повторний помел	Складний повторний помел	
		сорттовий помел жита	сорттовий помел пшениці
<i>Сепарування, очищення поверхні ГТО</i>	Видаляють домішки й очищають поверхню зерна за 1–2 проходи. На ЗІШН видаляють 2...4% оболонки. Проводять при вологості зерна нижче 14% (до 15,5...16,0% у пшениці, 14,5...15,0% у жита)	Піддають інтенсивному обрушенню Холодне кондиціонування зі зволоженням не довше 8 год	Роздільне ретельне підготування до помелу компонентів помольної суміші Холодне кондиціонування в один чи два етапи

Продовження табл. 3.7

Операції	Простий повторний помел	Складний повторний помел	
		сортовий помел жита	сортовий помел пшениці
<i>Додаткові операції</i>	Немає	Повторне інтенсивне обрушення з видаленням 2...4% оболонки Дозволоження на 0,3...0,4% й відволожування протягом 15–30 хв	Повторне оброблення поверхні Дозволоження на 0,3...0,5% і відволожування протягом 20–40 хв
<i>Подрібнення зерна</i>	Подрібнення ведуть на 3-х системах (для жита – інколи на 4-х)	Подрібнення зерна на 5 драних системах, крупок – на 2 розмелювальних (виробництво сіяного борошна – на 5 розмелювальних) системах	Подрібнення ведуть на 4 драних системах, у т. ч. на 3-й й 4-й окремо для крупної і мілкої фракцій (усього 6 систем подрібнення); на 9 розмелювальних системах
<i>Ситовий процес</i>	Немає	Проводити недоцільно Підвищувати добротність утворених крупок на ситовійках неефективно	Вилучення збагачених крупок, додаткове оброблення решти крупок (на шліфувальних системах)
<i>Вихід борошна</i>	Обойне борошно виходом 95...96%, висівки – 1...2% зернової маси	Сіяне борошно виходом 63%; обдирне борошно – 87%	Вихід борошна вищого сорту 75...78%, при середньому вмісті ендосперму – до 82,5%

Закінчення табл. 3.7

Операції	Простий повторний помел	Складний повторний помел	
		сортовий помел жита	сортовий помел пшениці
<i>Крупність борошна</i>	Залишок на ситі № 067 не більше 2%, прохід сита № 38 не менше 30%	Залишок на ситі № 045 не більше 2%, прохід сита № 3 – не менше 60%	

Джерело: розроблено авторами.

Борошно має низьку якість, для її поліпшення з борошна разового помелу відбирають деяку кількість великих оболонок (висівок). Суміш здрібнених продуктів, отриману після подрібнювальної машини, просівають і відібрані сходи (висівки) направляють окремим потоком.

При простих (низьких) повторних помелах застосовують низький режим роботи вальців, починаючи з першої системи, що розмелює. Велику частину зерна одразу перетворюють у борошно. Більш великі частки направляють на наступну систему, де знову виділяють борошно.

Сходи направляють на наступні системи, а сходи з останньої системи повертають на попередню. У такий спосіб зерно розмелюють цілком. *Обойне* борошно, одержане з усіх систем, поєднують в одному сорті (змішують), піддають контрольному просіванню й очищенню на магнітах, потім упаковують або зберігають і перевозять без тари (див. рис. 3.10).

Сортові помели складніші, їхні технологічні схеми включають взаємопов'язані, але різні за призначенням процеси (див. табл. 3.8). При сортовому помелі жита процес здрібнювання включає два етапи.

Перший етап (драний) складається з п'яти драних систем для одержання з зерна крупок. При просіванні суміші, отриманої після пропуску через кожну драну систему, виділяють борошно. Більш великі частки групують в окремі потоки. Ці потоки є проміжними продуктами, після розмелу яких виходить борошно

різної якості. Її можна об'єднати в один сорт або розділити на кілька сортів визначеної якості. Цим способом виробляють борошно житнє – обдирне і сіяне.

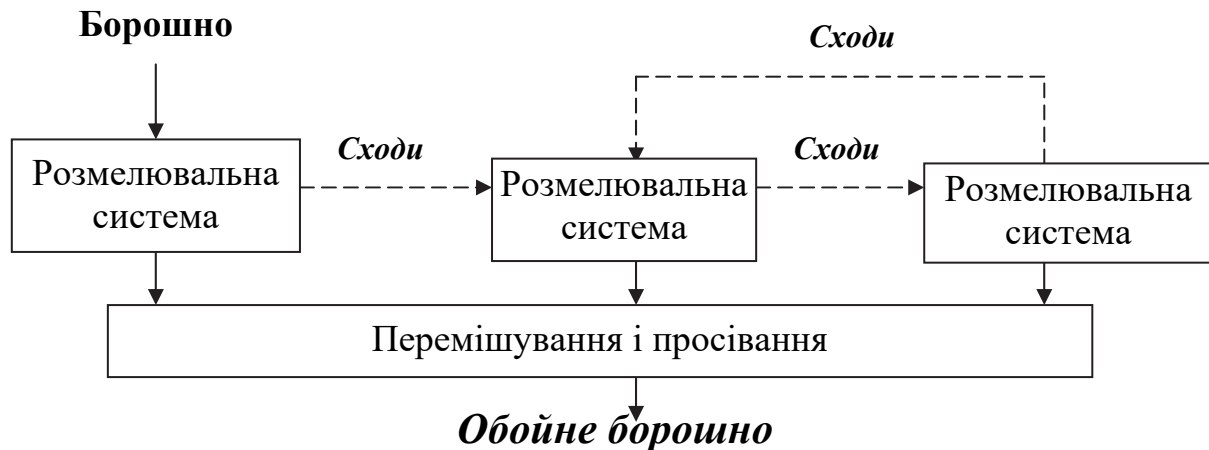


Рис. 3.10. Схема обдирного помелу

Джерело: розроблено авторами.

Схема процесу одержання обдирного борошна зображена на рис. 3.11.

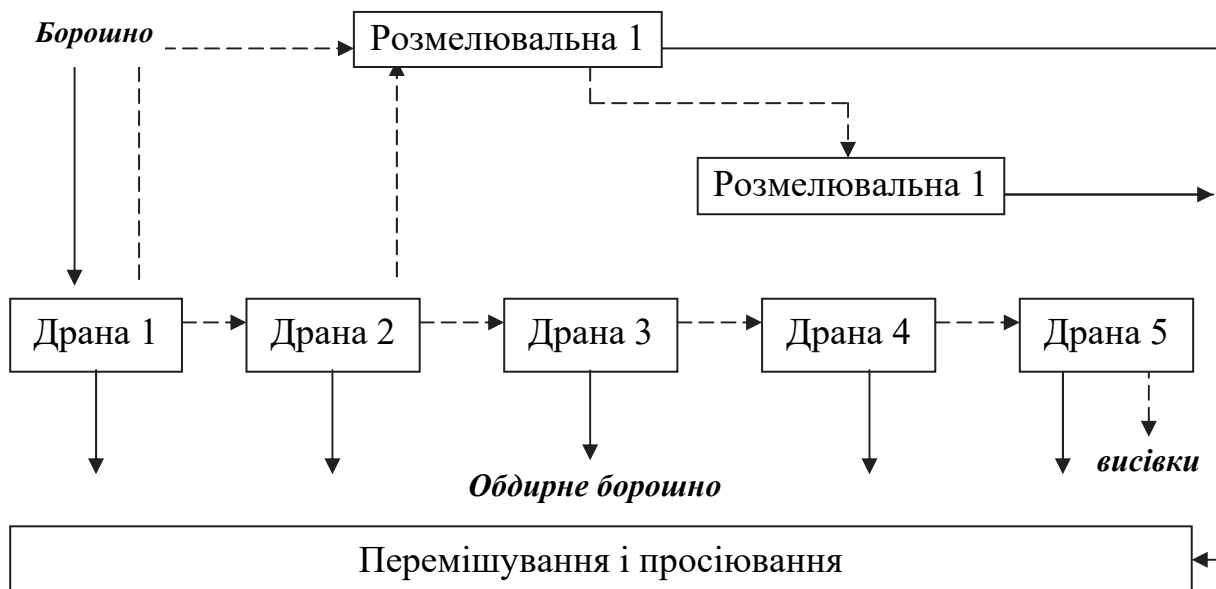


Рис. 3.11. Схема сортового помелу жита в обдирне борошно

Джерело: розроблено авторами.

При переробленні пшениці технологічний процес складного повторювального помелу поділяється на окремі процеси: драний (для утворення круп), збагачувальний і розмелювальний.

Функціонально драний процес включає дві стадії. На першій здійснюється інтенсивне здрібнювання зерна, ендосперм відділяється у виді крупок, дунстів і борошна. На другій стадії виробляється вимелювання оболонок – обробляються продукти з низьким вмістом ендосперму.

Після розмелу борошно повинне відлежатися не менш 15 днів, тоді воно стає більш сильним, міняються його вологість, колір, підвищується кислотність. Хліб зі свіжого борошна виходить низької якості зі зниженим об'ємом. Утворені в результаті гідролітичного розщеплення жирів ненасичені жирні кислоти змінюють фізичні властивості клейковини, зміцнюють її. Цей процес називається дозріванням.

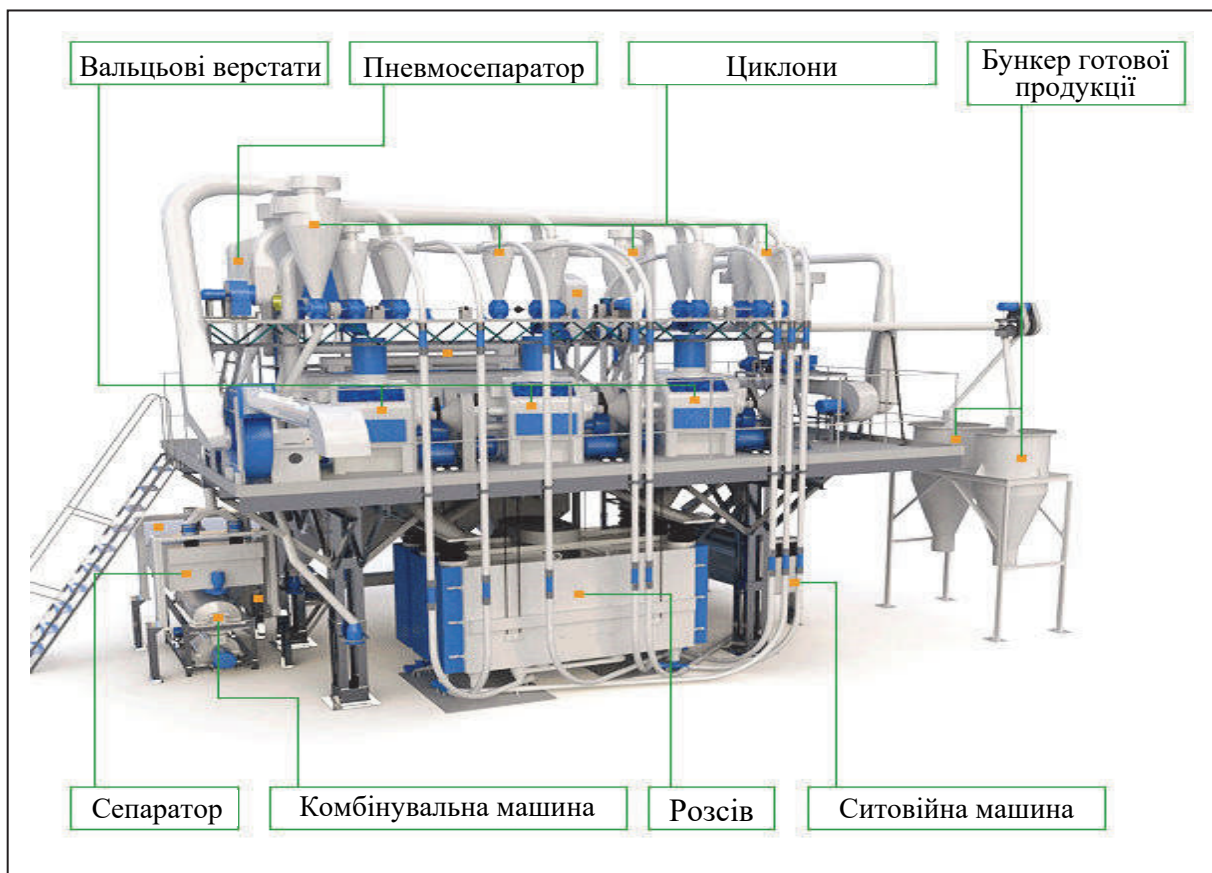


Рис. 3.12. Апаратурне забезпечення виробництва борошна

Джерело: <https://grain.su>.

Реалізація готової продукції. Перед відпуском на реалізацію борошняні продукти піддають тимчасовому зберіганню. При цьому визначають показники якості та розраховують вихід готової продукції (див. рис. 3.12).

3.4.2. Виробництво крупів

Виробництво крупів складається з послідовного ряду операцій, кожна з яких певним чином впливає на склад і властивості одержуваних продуктів.

Послідовність технологічних операцій при виробництві крупи така: підготування зерна до шліфування, гідротермічне оброблення, сортування за крупністю, обрушення, розділ продуктів обрушення, дроблення ядра, шліфування, просівання, відділення металоDOMішок, вибій (див. рис. 3. 13).

На підготовчій стадії виробництва крупи здійснюють такі види оброблення зерна: видалення домішок із зернової маси й у ряді випадків гідротермічне оброблення (див. рис. 3.14).

Обрушення, або злуцнення. Обрушення зерна є найважливішим технологічним процесом, тому що в результаті операції відділення грубих квіткових плівок, які не засвоюються, зерно перетворюється в придатний для використання в їжу продукт. При цьому прагнуть до максимального руйнування зв'язку зовнішніх покрівів з ядром при обов'язковому збереженні його цілісності, з огляду на особливості анатомічної будови круп'яних культур.

При цій операції віддаляються квіткові плівки (просо, ячмінь, овес, рис), плодові (гречка, пшениця) або насінні оболонки (горох), а звільнене ядро перетворюється в придатний для використання в їжу продукт. Існують різні способи обрушення (див. рис. 3.15).

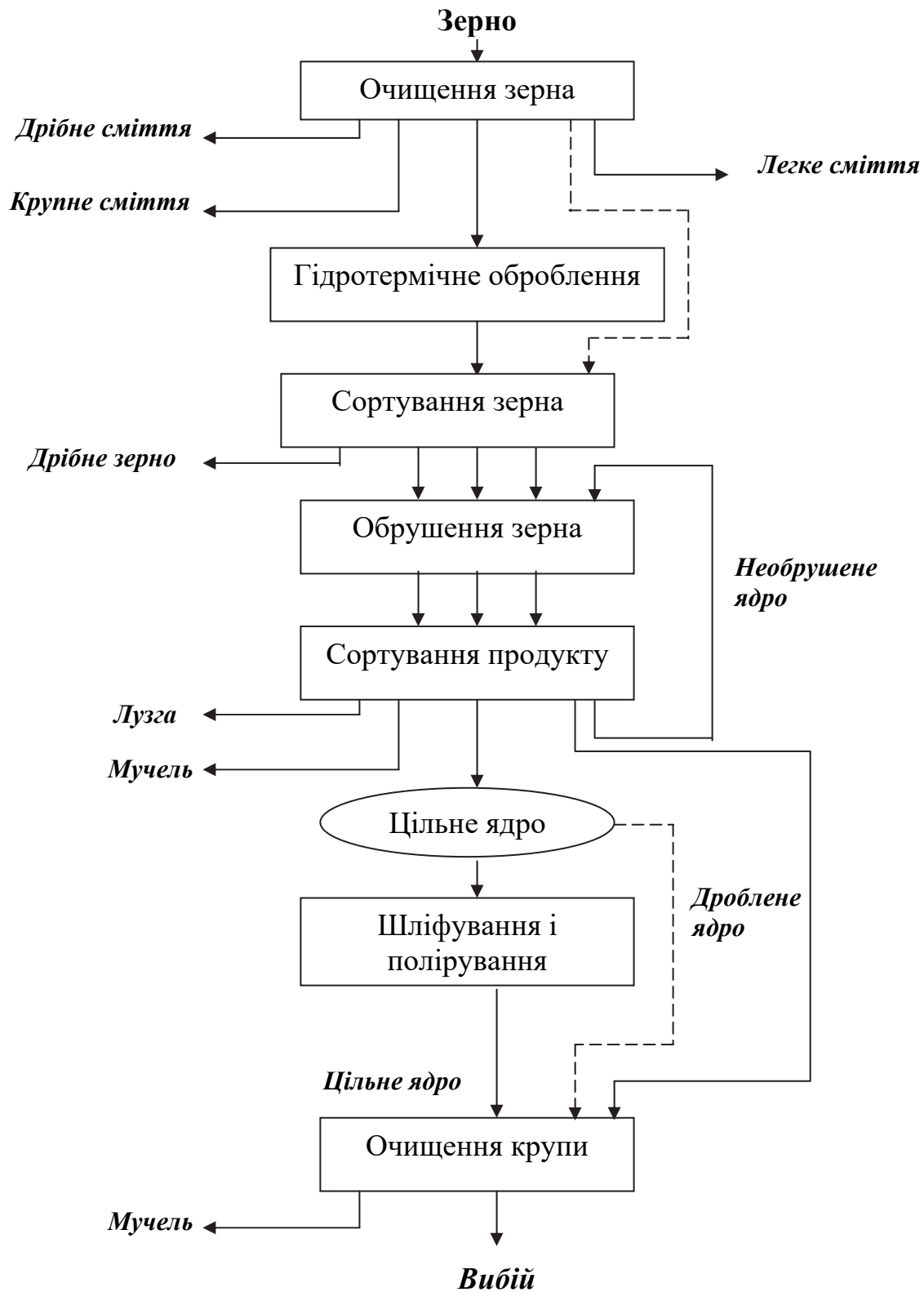


Рис. 3.13. Схема виробництва крупи

Джерело: розроблено авторами.

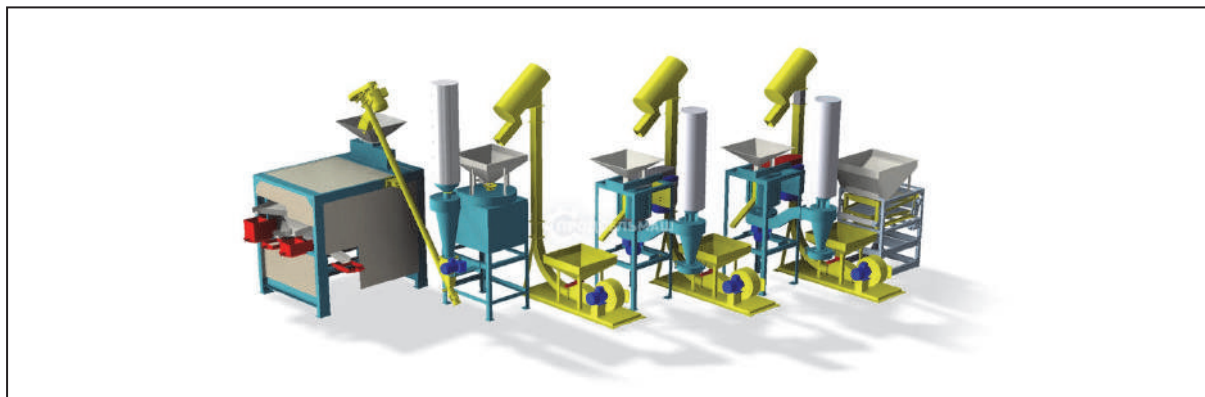


Рис. 3.14. Технологічна лінія виробництва крупів

Джерело: <https://prjctr.com.ua>.

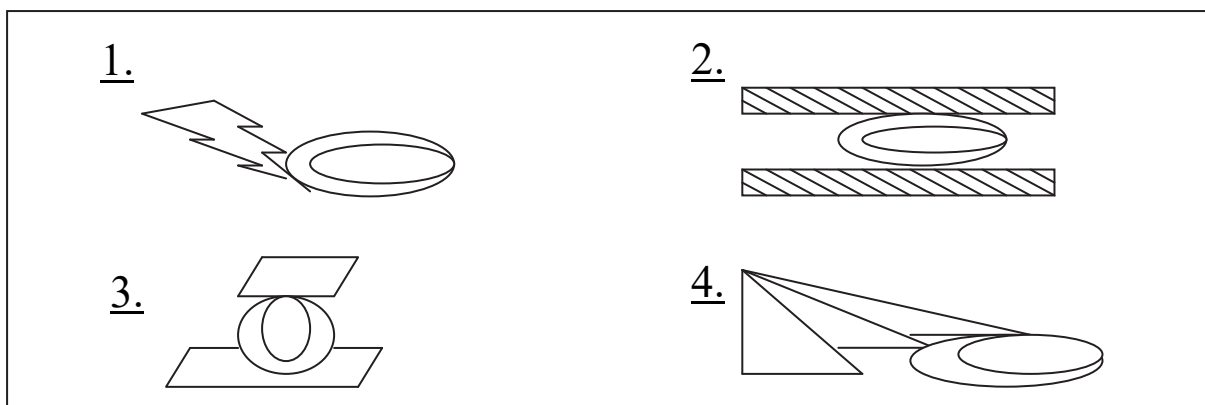


Рис. 3.15. Способи обрушення зерна:

*1 – руйнування ударом; 2 – сколювання тертям;
3 – розмикання стиском; 4 – тривале тертя і скобління*

Джерело: <https://prjctr.com.ua>.

У ядрі різко знижується кількість речовин, що не засвоюються: клітковини і пентозанів (відповідно 82...92% і 61...75% від їхнього початкового вмісту).

Для збільшення виходу цілого ядра і підвищення ефективності процесу обрушення зерно деяких культур (гречка, горох, просо, овес) на початку сортують на фракції за розмірами.

Квіткові плівки ячменю щільно прилягають до зернівки і вимагають інтенсивного механічного впливу для свого видалення. Однак навіть при інтенсивному обрушенні зберігається цілісність ядра через його високу міцність.

У вівса квіткові плівки скріплені з зернівкою тільки в ділянці зародка, тому при обрушенні легко відокремлюються.

Підвищеною крихкістю відрізняються ядро гречки та ядро рису при досить високій твердості плівок. Це вимагає чіткого дозування механічного впливу.

У результаті впливу на зернівку робочих елементів машин, які обрушують, відбувається руйнування плівок зерна. Їх розрив здійснюють за допомогою удару або тертя таким чином, щоб з'явилася деформація стискання або зрушення. Всі конструкції машин, що обрушують, засновані на цих принципах. Для обрушування у вальцедековому верстаті використовують зрушення; в оббивальній машині і відцентровій обрушувачі – удар.

У результаті обрушення віддаляється (у відсотках до початкового вмісту): при переробленні проса – 57% золи, 92% клітковини, 61% пентозанів; гречки – 90% клітковини і 75% пентозанів; вівса – 56% золи, 85% клітковини, 79% пентозанів; рису – 80%, 90% і 64 % відповідно.

Сортування зерна. Продукт при виході з машини, що обрушує, містить цільне, колоте і дроблене ядро, не обрушені зерна, лузгу і мілкоподрібнені частки (мучель). Для того, щоб виділити чисте ядро, продукт очищають і сортують. Поділ різних продуктів на самотійні потоки засновано на використанні розходжень у їхніх фізико-хімічних властивостях (геометричних характеристиках, швидкості витання, пружності, коефіцієнті тертя).

Лузгу (частки плівок) відокремлюють провіюванням продукту на аспіраційних установках – лузговійках. Нерушені зерна, цільне ядро, дроблене ядро і мучель розділяють просіванням на ситах.

Поділ обрушених і нерушених зерен є найскладнішим завданням. Якщо ядро і нерушені зерна розрізняються за розмірами, застосовують сортування на ситах (за товщиною або шириною) або на трієрах (за довжиною); останній спосіб застосовують для сортування вівса.

Для поділу обрушених і нерушених зерен гречки застосовують сита з круглими отворами, тому що розміри ядра менше розмірів зерна.

Іноді при недостатньому калібруванні насіння, особливо через недолік устаткування на малих підприємствах, а також через значне розходження його фізико-механічних властивостей (міцності оболонки) та інших причин, у крупу потрапляє значна кількість недорущу, однакового за розмірами з насінням крупи. Поділ такої суміші на решетах неможливий. Розділити недорущ і крупу в повітряному потоці також практично неможливо через подібність їхніх аеродинамічних властивостей. Виділення недорущу з крупи можливе на робочому елементі, виконаному у вигляді вібруючого, зменшеного убік нахилу кута, в якому для поділу використовуються властивості пружності насіння і його форма. Для поділу недорущу і крупи можна використовувати також робочий орган, виконаний у вигляді двох вертикально установлених вібруючих площин з поступово збільшуваним зазором, у якому для поділу використовуються пружні властивості часток суміші. При переробленні рису і вівса використовують падді-машини. Робочим органом машини служить похило встановлений стіл із зигзагоподібними каналами. Стіл приводиться в коливання в поперечному напрямку стосовно робочих каналів. У результаті складного зіткнення зерна зі стінками і різким розходженням пружних властивостей чистого ядра і нерушених зерен відбувається їхній поділ: ядро рухається вниз, а нерушені зерна переміщуються вгору.

Лузгу і мучель (іноді і дроблене ядро) направляють у відходи, нерушені зерна повертають для повторного обрушення, а цільне ядро при виробленні крупи пшеничної шліфованої, перлової, кукурудзяної шліфованої і дробленої – на подальше оброблення.

При переробленні проса нерушені зерна не відділяють. Весь продукт після відділення лузги, мучелі і дробленого ядра повторно направляють на обрушення без сортування. Це зумовлено тим, що товщина квіткових плівок проса знаходиться в межах 0,10–0,15 мм, а обрушене і нерушене зерно відрізняється за розмірами незначно. Тендітні квіткові плівки нещільно облягають ядро, тому при механічному впливі вони легко розколюються, вивільняючи зерно.

Ці особливості визначають побудову процесу виробництва зерна без проміжних операцій поділу обрушених і нерушених зерен, тобто «конвеєрним» способом. При цьому зерно послідовно направляють з першої системи на другу і наступні системи одним потоком.

Шліфування і полірування. Виділене після обрушення і сортування ядро всіх зернових культур, за винятком гречки, не є готовим продуктом.

Важливі операції технологічного процесу – це шліфування і полірування круп'яного ядра, які застосовуються для того, щоб звільнити обрушене зерно від залишків квіткових, плодових і насінних оболонок, а також частково від алейронового шару і зародка.

Ці операції сприяють також підвищенню засвоюваності готової крупи, збільшують її здатність до водопоглинання, поліпшують ступінь розварюваності круп і їхній зовнішній вигляд.

Для видалення зародка і частин оболонок цільну недроблену крупу, а також крупнодроблену (перлову, кукурудзяну, пшеничну) шліфують і полірують (для надання їй визначеної форми, однорідності і поліпшення її споживчих властивостей) шляхом видалення периферійних часток зерна.

При шліфуванні пшона, а також при шліфуванні і поліруванні рису видаляють зародок, плодове та насінні оболонки і майже повністю – алейроновий шар; при шліфуванні вівсяного ядра – опушення ядра і частково зародок. Після шліфування і полірування продукт знову сортують для видалення мучелі і дробленого ядра.

Очищення крупи. Очищення і сортування продукту перед пакуванням полягає в очищенні крупи від металоDOMішок, контрольному провіюванні і просіванні крупи.

Сортування продуктів обрушення. Цей процес необхідний для поділу обрушених і нерушених, битих ядер, лузги і мучки. Він збільшує вихід крупи, поліпшує її зовнішній вигляд.

Вихід крупи становить 45...73% від партії зерна.

3.5. Пакування та зберігання зерноборошняних продуктів

Пакування і зберігання борошна. Упаковують борошно в чисті, сухі, без стороннього запаху і не заражені комірними шкідниками мішки масою нетто 70 кг (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Процес сортування та пакування борошна
Джерело: <https://biz.ligazakon.net>.

На кожен мішок пришивають маркувальний ярлик з паперу або картону, на якому зазначають назву продукції, її вид і сорт, масу нетто, дату вироблення і номер стандарту.

У торговельну мережу надходить борошно, розфасоване в паперові одношарові пакети масою нетто 1–3 кг. Пакети з розфасованим борошном упаковують у ящики.

Перевозять борошно всіма видами транспорту.

Зберігають борошно в чистих сухих приміщеннях при температурі не вище 15 °С і відносній вологості повітря 60...75 %.

Мішки укладають на підтоварники або піддони. Висота штабелів улітку повинна бути не більше 8 рядів, узимку – 12. На базах і складах граничний термін зберігання не встановлений.

Під час зберігання в борошні відбуваються різні зміни: дозрівання, самозігрівання, пліснявіння, підвищення кислотності.

Ці зміни спричинені цілою низкою процесів.

Борошно як полідисперсна система в результаті міжчасткових зв'язків набуває визначеної механічної міцності. Під дією зовнішніх сил відбувається деструкція, що зумовлює часткове або повне руйнування сипучого тіла.

Можливе ущільнення структури (тобто збільшення об'ємної маси). Під дією ваги вищерозміщених шарів борошно злежується. При цьому зменшується його об'єм, досягаючи в окремих випадках 80% первісного об'єму. Сортове борошно, а також борошно вологе і піддане самозігріванню, злежується швидше.

При взаємодії борошна з повітрям (наприклад, при пневмотранспорті) відбувається розчленовування злиплих і частково спресованих часток, збільшення насичення борошна повітрям. Це призводить до збільшення відстані між частками, ослаблення сил зчеплення, зниження потенційного електростатичного заряду внаслідок відносного руху часток.

Під час зберігання борошна в належних умовах поліпшуються його хлібопекарські властивості – борошно дозріває. За рахунок окислювання каротиноїдів воно стає світлішим. Під дією ліпоксігенази й у результаті утворення перекісних з'єднань відбувається зміцнення структурно-механічних властивостей клейковини. Особливо помітне поліпшення властивостей борошна, яке дозріває, якщо воно зроблене зі свіжомолотого зерна і має слабку клейковину.

Кислотність свіжомолотого борошна залежить від вихідної кислотності зерна, зумовленої наявністю в ній кислих фосфатидів (зі збільшенням виходу борошна кислотність зростає).

Подальша зміна кислотності борошна спричинюється перетворенням жирів у продукти їх гідролітичного розщеплення – жирні кислоти. При зберіганні борошна кислотність,

як правило, зростає; підвищення вологості і температури, а також життєдіяльність мікроорганізмів, які особливо активізуються при самозігріванні борошна, інтенсифікують цей процес.

Під час зберігання борошно дихає: в результаті окислювання цукрів виділяється вуглекислий газ, вода і велика кількість тепла. З підвищенням температури і вологості інтенсивність дихання зростає. Продукти, які утворюються в результаті дихання, сприяють подальшому посиленню процесу зволоження і зігрівання борошна. Це створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, які, у свою чергу, у процесі життєдіяльності також виділяють теплоту і вологу. Все це може призвести до самозігрівання борошна.

Загальмувати ці небажані процеси можна зниженням температури збереження, вологості, заміни кисню повітря інертними газами і т.д.

У сухому борошні вологістю нижче 13% мікроорганізми і комахи не розмножуються. Більш вологе борошно може уражатися комахами: хрущак, вогнівка, мілля, кліщами. При виявленні шкідників борошно ізолюють і роблять дезінсекцію складу.

Пакування і зберігання крупів. Крупи упаковують у нові джутові, льняно-джутові і бавовняні мішки I, II і III категорій стандартною масою 50, 65 і 70 кг. Їх також розфасовують у паперові одношарові пакети по 0,5 і 1 кг.

Зміни крупів при зберіганні зумовлені режимами їхнього зберігання, а також хімічним складом крупів, що залежить від сировини і технологічних режимів вироблення крупів.

Оскільки сировиною для виробництва крупів є зерно, що має нативну мікрофлору, то і крупи як об'єкт зберігання містять визначену кількість мікроорганізмів, здатних при сприятливих умовах активно розмножуватися і впливати на якість. Мікрофлора різних крупів безпосередньо після вироблення продукту близька за складом, але вона кількісно бідніша, ніж мікрофлора зерна, яке переробляється. При цьому позначаються також і особливості технології виробництва крупів

(наприклад, після гідротермічного оброблення мікробіологічне обсіменіння крупи знижується). На мікрофлору крупи впливає і характер оброблення зерна (ступінь обрушення, шліфування і т.д.).

Більшість знайдених у крупах бактерій і плісняви здатна розкладати білки, крохмаль, жир, пектинові речовини, декстрини і зброджувати цукор з утворенням кислот і газів. Деякі бактерії здатні до утворення слизу. Крім того, певні мікроорганізми здатні виробляти токсичні речовини. Інші в процесі росту виділяють тепло, що може призвести до нагрівання крупи при її зберіганні.

Основними чинниками, які зумовлюють життєдіяльність мікроорганізмів, комах, кліщів, є температура, вологість і газовий склад навколишнього середовища.

Потреба у волозі в різних мікроорганізмів коливається в широких межах. Так, якщо більшість бактерій здатна розвиватися лише при високій вологості (рівноважній відносній вологості повітря 90...95%), то цвілі викликають пліснявіння продукту навіть при вологості, еквівалентній відносній вологості повітря 65...75%. Зі зміною температури збереження продукту змінюється і мінімальна потреба у волозі в того самого виду мікроорганізмів. Тому коливання температури і вологості повітря відбиваються не тільки на вологості крупів, які зберігаються, але і на інтенсивності розвитку мікроорганізмів.

Несприятливі умови зберігання крупів активізують діяльність ферментів, які розщеплюють білки, що приводить до збільшення вмісту небілкового азоту. За участі ферментів, які гідролізують білки, накопичуються вільні амінокислоти, під дією амілаз протікає гідроліз крохмалю до декстринів і мальтози.

Якісні зміни жиру крупів при зберіганні зумовлюються ліпазою і ліпоксідазою, а також дією кисню повітря. Відбувається розщеплення жиру на гліцерин і вільні жирні кислоти, що приводить до збільшення кислотного числа жиру. Підвищений вміст ненасичених жирних кислот сприяє швидкому псуванню крупи, тому що ці кислоти енергійно приєднують

кисень, і в результаті утворюються продукти окислювання, що надають крупі гіркоти. Підвищення кислотності при збереженні крупи зв'язано також з активністю фосфатази, яка відщеплює від органічних сполук фосфорну кислоту. Різні кислоти можуть накопичуватися в результаті життєдіяльності мікроорганізмів. При збереженні круп окисляються каротиноїди, в результаті чого колір крупи стає сірувато-білим. У крупах, які містять вітамін Е, що має антиоксидантні властивості, жир більш стійкіший до окислювання.

Отже, крупи найбільш стійкі в зберіганні при відносній вологості повітря до 70%. Підвищення цього показника до 75% трохи прискорює псування круп, а при 80% відносній вологості повітря псування круп настає досить швидко.

Зниження температури збереження при будь-якій відносній вологості повітря сповільнює небажані процеси. В умовах, коли температура повітря 15...18°C, а відносна вологість – 60...70%, тривалість зберігання крупів становить (місяці): вівсяна крупа – 5-6; пшоно – 7-8; гречана – 9-10; ячна – 12-13; перлова – 18-19; манна – 8-10.

3.6. Спеціальні технології зернових продуктів

Виробництво макаронного борошна більш складне, оскільки воно за крупністю є сумішшю середньої і дрібної крупки з деякою домішкою твердих дунстів, а його помел зумовлений особливими вимогами. Драний процес подовжений до 6-ти систем з поділом на великі і дрібні з 2-ої по 6-у системи. На ситовійних системах проводиться багаторазове сортування продуктів за крупністю і добротностю. Широко розвинений шліфувальний процес (до 6–8-ми систем). Навпаки розмелений процес, який використовується для тонкого здрібнювання продуктів, у даній технології значно скорочений. Він включає 2–3 системи, на яких здрібнювання проводять на рифлених вальцях.

Виробництво крупів підвищеної харчової цінності.

Зерно злакових культур має різну поживну цінність, неоднакові фізико-хімічні, технологічні й органолептичні властивості. Білки кожної культури містять різний набір амінокислот. Неоднаковий також вітамінний і мінеральний склад окремих злаків. Тому раціонально об'єднати кілька зернових продуктів з різним білковим і вітамінним комплексом. У такій суміші уможливлується одержання нових більш цінних білково-вітамінних комплексів, ніж у кожній окремо взятій культурі. Комбінування злаків дозволяє більш повно використовувати ресурси харчової сировини, які недостатньо застосовуються в харчуванні в природному вигляді (у тому числі дроблені крупи).

Крупи підвищеної харчової цінності – це швидкорозварювані пресовані вироби, які за формою і розмірами імітують натуральні крупи.

За вихідну сировину використовуються продукти, що одержуються в круп'яному виробництві: рис дроблений, продільна крупа, ячна крупа, дроблене пшоно, вівсяна крупа, горох, кукурудзяна крупа будь-якого призначення, а також усі види борошна.

Для збагачення круп використовують знежирене сухе молоко, яєчні продукти, соєвий ізолят, бобові продукти, вітаміни, мінеральні й ароматичні речовини.

Технологія виробництва крупів підвищеної поживної цінності включає етапи очищення сировини, гідротермічного оброблення, розмелу сировини в борошно й одержання з борошнистих продуктів крупів (див. рис. 3.17).

До очищення дроблених крупів від мінеральних домішок висуваються підвищені вимоги, оскільки крупи підвищеної поживної цінності застосовують також у дитячому і дієтичному харчуванні. Видалення мінеральних домішок за допомогою мийних машин сприяє поліпшенню бактеріальних показників, але призводить до небажаного зволоження дроблених продуктів. Тому найчастіше застосовують пневмосортувальні столи.

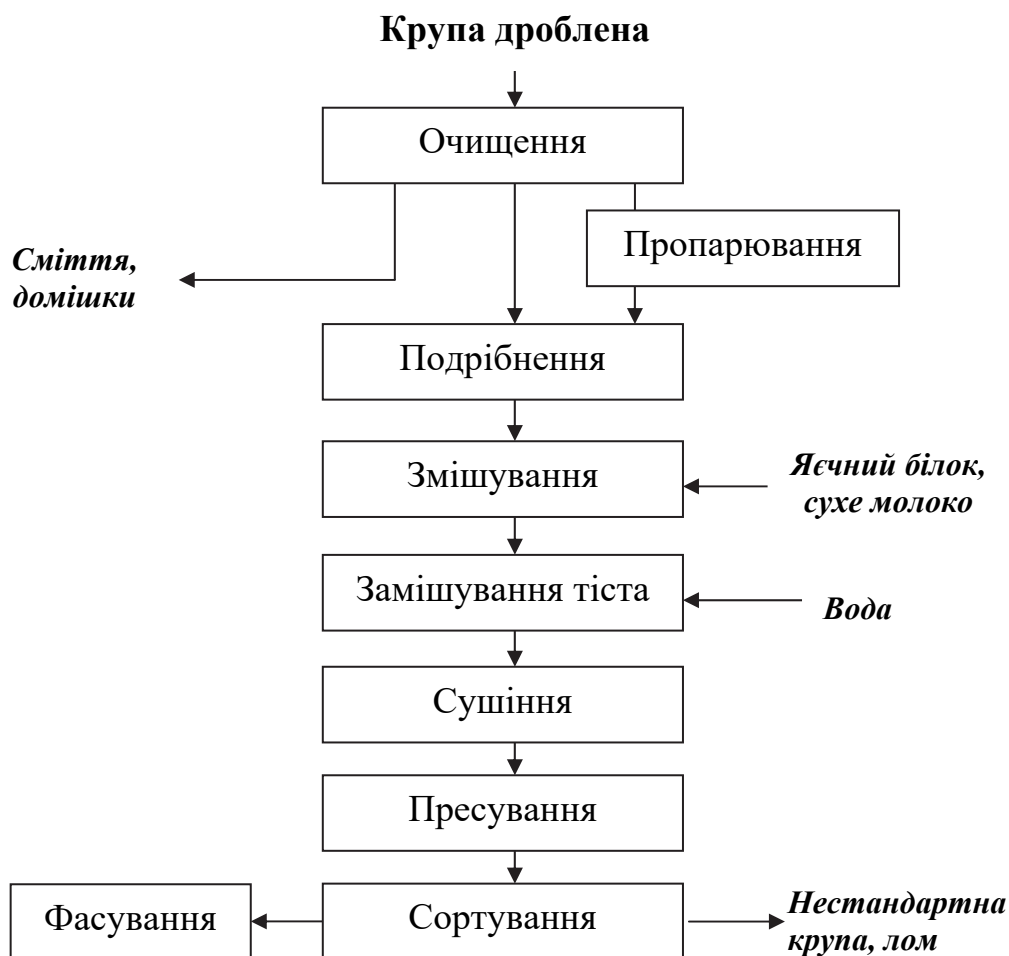


Рис. 3.17. Загальна схема виробництва крупів підвищеної поживної цінності

Джерело: розроблено авторами.

Розмел сировини в борошно здійснюється на двох системах вальцових верстатів. За крупністю помелу борошно повинне містити залишок на ситі № 27 не більше 2%.

Для одержання крупи з борошна готують вихідну суміш за заданою рецептурою. Необхідні види борошна і білкові збагачувачі змішують шнеками-змішувачами в заданій пропорції. Готову суміш контролюють за вологістю і подають у тістомісильний апарат; додатково безупинно подають воду, нагріту до 45...50°C. Замішування тіста проводять протягом 15 хв.

Пресування круп здійснюють на пресах шнекового типу, оснащених бронзовими матрицями і механізмом, що ріже.

Це забезпечує одержання крупинок товщиною не менше 1,5 мм і не більше 2,5 мм. На виході з матриці поверхня виробів обсушується потоком повітря (утворена скоринка перешкоджає їхньому злипанню і полегшує надалі різання і розподіл виробів по сушильній стрічці). На виході з матриці тісто ріжуть механізмом з одним або декількома ножами безпосередньо поряд з отворами матриці. Сирі вироби після преса направляють на двоступінчасте сушіння в сушарки стрічкового типу з температурою не вище 70°C. Вологість крупів після сушіння – не більше 13%. Висушені крупи контролюють на сепараторі, відсортовуючи биті, погано виконані крупинки. Лом і нестандартну крупу розмелюють у борошно, яке додають у наступне замішування до загального потоку суміші в кількості 5%. Крупи пропускають через магнітні сепаратори і направляють на розфасування в пакети або мішки. Крім штучних круп, промисловість випускає збагачені крупи, які виготовляються на основі визначеної крупи, вміст якої повинен бути не менше 50...70%, з додаванням різних збагачувачів – соєвого борошна, молока, сухих пекарських дріжджів, горохового борошна, вітамінів, мінеральних речовин та ін.

Технологія зернових пластівців. Пластівці виробляють з перлової, вівсяної, кукурудзяної, пшеничної крупів. Проведення додаткового гідротермічного оброблення і плющення пластівців приводить до того, що продукт набуває підвищену споживчу і харчову цінність. Порівняно з крупною істотно скорочується час кулінарного оброблення, зростає засвоюваність вуглеводів і білків. Загальна схема виробництва зернових пластівців представлена на рис. 3.18.

Готову крупу вищого або першого сорту піддають дворазовому очищенню на падді-машинах для видалення нерушених зерен (0,4...0,7%).

Потім крупу пропарюють для додаткового зволоження на 2...3% і надання їй пластичних властивостей. Після нетривалого відволоження крупу плющать на вальцьовому верстаті з гладкими вальцями. Товщина утворених пластівців не повинна перевищувати 0,5 мм.

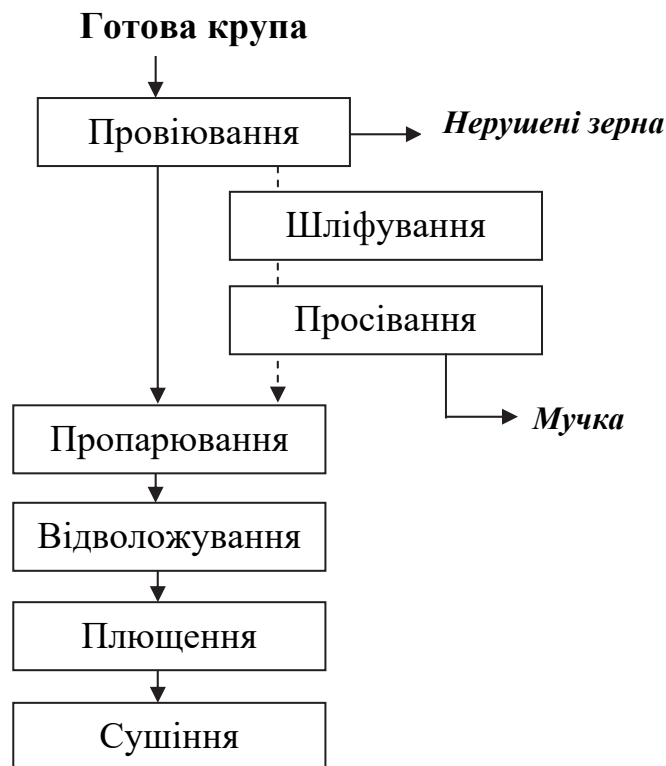


Рис. 3.18. Загальна схема виробництва зернових пластівців

Джерело: розроблено авторами.

Отримані пластівці підсушують на стрічковій сушарці, провіюють і направляють на фасування. Так, наприклад, виробляють пластівці «Геркулес».

Іноді використовується додаткове очищення у вигляді шліфування крупи з подальшим її просіванням для видалення мучки. При цьому крупа поділяється на дві фракції за крупністю і кожну з них окремо піддають гідротермічному обробленню та плющенню. У такий спосіб роблять пелюсткові пластівці.

Вологість пластівців усіх видів повинна бути не вище 12%. Тривалість варіння від 5 до 20 хв.

Технологія крупів швидкого приготування. Важливе значення для споживачів має така характеристика крупи, як тривалість кулінарного оброблення або доведення до повної готовності. Різні види крупи піддають варінню протягом 20–180 хв. Найдовше розварюються перлова та ячна крупа.

Нині відомо багато способів, що дозволяють істотно скоротити час доведення круп до кулінарної готовності. З цією метою здійснюють додаткове оброблення, що включає такі можливі операції: пропарювання, попереднє варіння, плющення, спучування. Ці операції застосовують самостійно або в різних сполученнях. Найбільш ефективним способом є спучування (вплив на зволожене зерно струмів високої частоти, інфрачервоних променів, різниці тисків). Усі способи оброблення засновані на тому, що в ендоспермі зерна відбуваються глибокі необоротні перетворення структури і біохімічної характеристики. При температурі понад 80°C у зволоженому зерні крохмальні зерна клейстеризуються, білки піддаються денатурації.

Ще більший ефект має застосування екструзійного оброблення.

Особливі способи виробництва дають можливість одержати різноманітні види крупів з вівса.

Плющену вівсяну крупу у вигляді пелюсток товщиною 1–1,2 мм виробляють з недробленої пропареної шліфованої крупы. Пластівці одержують з недробленої пропареної шліфованої крупы вищого сорту.

Для одержання пластівців «Геркулес» крупу очищають, пропарюють, плющать на гладких вальцях у пелюстки-пластівці товщиною 0,5–0,7 мм. Потім пластівці сушать, очищають і упаковують у картонні коробки.

Для одержання *пелюсткових пластівців* крупу піддають додатковому шліфуванню і сортуванню на номери, а потім проварюванню. У результаті повторного шліфування, пропарювання і ретельного сортування пелюсткові пластівці мають вищу якість, ніж пластівці «Геркулес».

Толокно – особливий продукт, який вироблений із вівса і не потребує варки. Його одержують шляхом попереднього замочування вівса (до 30% вмісту вологи) з подальшим пропарюванням під тиском, просушуванням, розмелом і просіюванням. Толокно у вигляді тонко здрібнених часток ядра вівса упаковують у картонні коробки.

Технологія круп'яних виробів. Залежно від вихідної сировини, технології виробництва і кулінарного призначення асортимент круп'яних виробів поділяють на такі види:

- *сухі сніданки* (кукурудзяні, пшеничні і рисові пластівці, повітряні, або «зірвані» зерна; кукурудзяні палички);
- *обідні круп'яні концентрати* (супові концентрати і концентрати других страв).

Апаратурно-технологічна схема виробництва кукурудзяних паличок представлена на рис. 3.19.

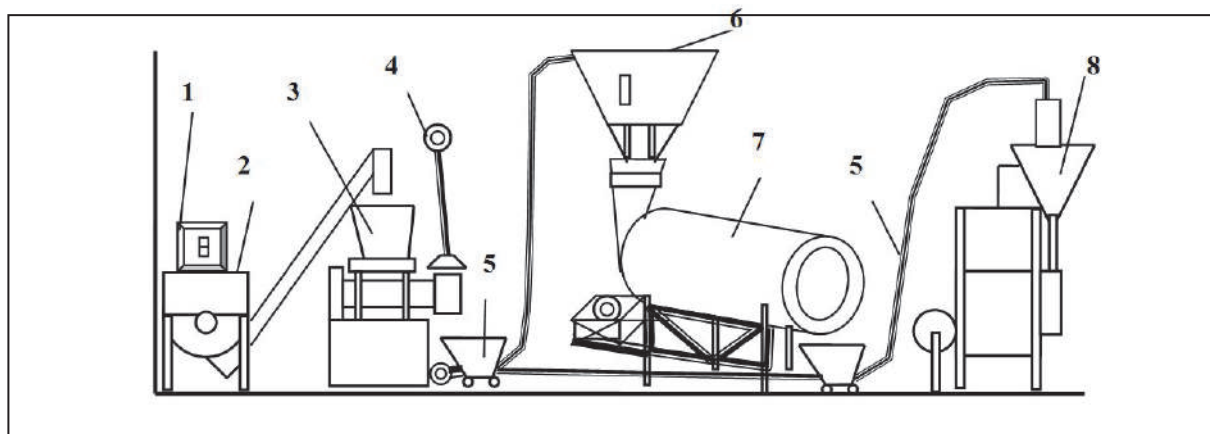


Рис. 3.19. Апаратурно-технологічна схема виробництва кукурудзяних паличок:

- 1 – пристрій підготування і розпилення компонентів;
 2 – змішувач-кондиціонер з подачею крупи в приймальний бункер екструдера; 3 – екструдер ЕКП-250; 4 – витяжка;
 5 – пневмотранспортер; 6 – накопичувальний бункер;
 7 – тунельний дражиратор; 8 – фасувальний автомат УАФУ;
 9 – відвідний транспортер зі столом

Джерело: <https://www.draw.io>.

Сировина (кукурудзяна крупа) зволожується в змішувачі перед екструдуюванням. Над змішувачем встановлено пристрій підготування і розпилення компонентів, у якому готується розчин для зволоження сировини. Далі сировина шнековим транспортером подається в завантажувальний бункер екструдера. На виході з екструдера маємо напівфабрикат – кукурудзяні палички. Пневмотранспортом автоматично напівфабрикат

подається в накопичувальний бункер. З бункера за допомогою вібродозатора палички надходить у тунельний дражиратор, у якому автоматично проводиться обприскування продукту олією і внесення сухої смакової добавки.

Після виходу палички з дражиратора отримуємо готовий продукт. Продукт надходить в бункер пневмотранспортера і подається в приймальний бункер фасувального автомата. На виході з фасувального автомата маємо готовий упакований у полімерну плівку продукт – кукурудзяні палички з смаковою добавкою. З автомата пакети потрапляють на відповідний транспортер, який піднімає пакети на фасувальний стіл, де їх фасують у транспортну тару.

Контрольні питання

1. Характеристика технологічних і структурно-механічних властивостей зерна. Формування помольних партій зерна.
2. Характеристика домішок, принципи видалення легких домішок і домішок, що відрізняються від зерна основної зернової маси.
3. Лущення і полірування поверхні зерна.
4. Чинники, які впливають на ефект кондиціювання.
5. Способи кондиціювання різних видів зерна.
6. Критерії оцінювання ефективності кондиціювання зерна.
7. Чинники, які впливають на якість помелу.
8. Типи помелів та їхня класифікація.
9. Сорткування продуктів помелу.
10. Способи поділу продуктів у процесі помелу зерна.
11. Класифікація продуктів помелу.
12. Вітамінізація борошна.
13. Особливості виробництва макаронного борошна.
14. Характеристика виробництва круп підвищеної харчової цінності.
15. Асортимент та етапи виробництва зернових пластівців.
16. Основні показники якості борошна.
17. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості крупів.

Розділ 4

ТЕХНОЛОГІЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Макаронні вироби виготовляли з незапам'ятних часів: спочатку у вигляді плоскої локшини, пізніше – у вигляді трубчастих макаронів. Перші згадки про цей продукт зустрічаються в трактаті з кулінарії римського гурмана Апічо, укладеному в перші десятиліття нової ери. Аж до середини XIV ст. макарони виготовляли тільки в домашніх умовах. Уперше промислове виробництво макаронних виробів із застосуванням примітивної техніки з'явилося в Італії наприкінці XIV ст. Перша макаронна фабрика зареєстрована в Одесі в 1797 р.

З тих пір розвиток макаронної промисловості йде шляхом удосконалювання технології та техніки замішування, сушіння макаронних виробів, розширення асортименту продукції. У цей час, як і в усі попередні роки, провідною країною-виробником, споживачем та експортером макаронної продукції є Італія. Середньорічне виробництво макаронних виробів у Італії коливається від 1800 до 2500 тис. т. Друге місце посідає США – 1300–1800 тис. т.

4.1. Класифікація макаронних виробів

Макаронні вироби – це харчовий продукт, отриманий висушуванням відформованого тіста із пшеничного борошна та води до 13% вологості і нижче.

Основні переваги макаронних виробів як продукту харчування:

- здатність до тривалого зберігання (більше року) без зміни властивостей: макаронні вироби зовсім не піддатні черствінню, менш гігроскопічні, чим сухарі, печиво та зернові сухі сніданки, добре переносять транспортування;
- швидкість і простота приготування (тривалість варіння залежно від асортименту становить від 3 до 20 хв);

- відносно висока харчова цінність: страва, виготовлена із 100 г сухих макаронних виробів, на 10...15 % задовольняє добову потребу людини в білках і вуглеводах;
- висока засвоюваність білків і вуглеводів макаронних виробів.

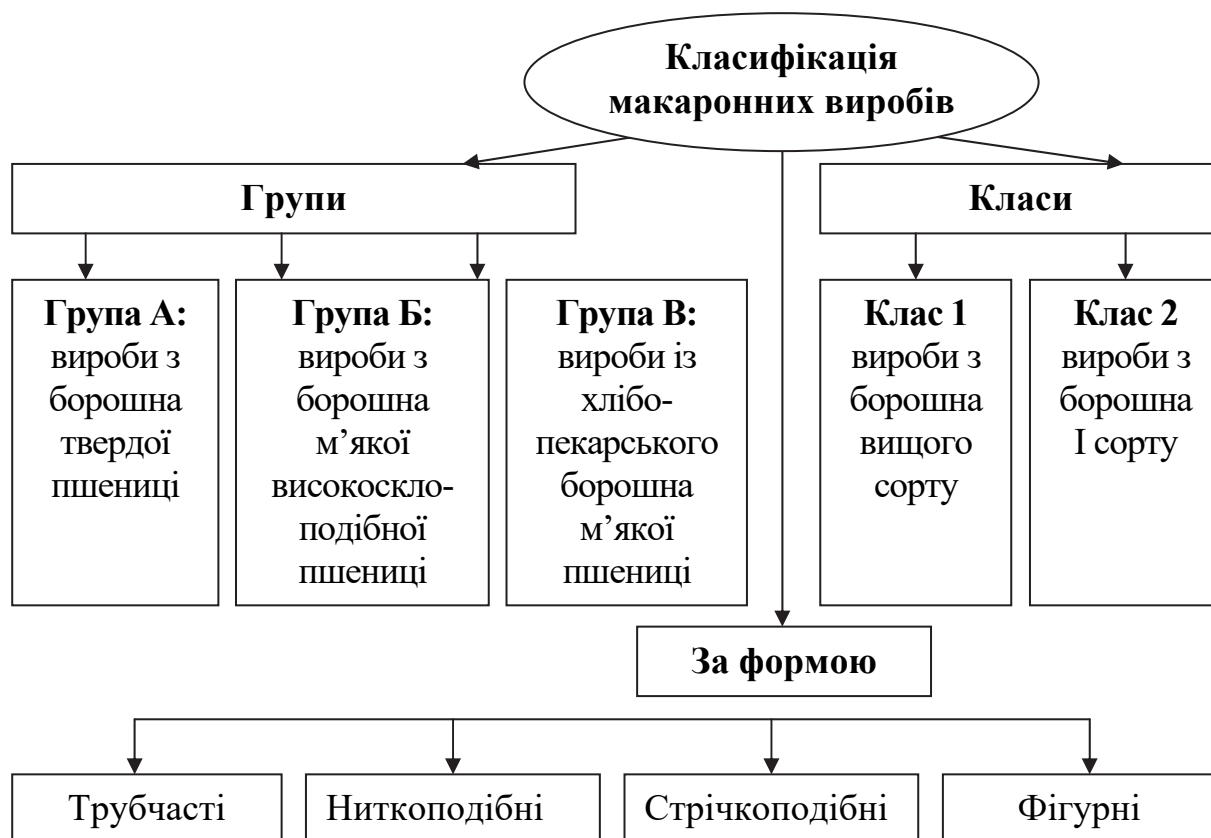


Рис. 4.1. Класифікація макаронних виробів

Джерело: розроблено авторами.

Залежно від виду пшениці і сорту борошна макаронні вироби поділяються на групи А, Б, В та класи 1, 2 (рис. 4.1):

- група А: вироби з борошна твердої пшениці;
- група Б: вироби з борошна м'якої високосклоподібної пшениці;
- група В: вироби із хлібопекарського борошна м'якої пшениці;
- клас 1: вироби з борошна вищого сорту;
- клас 2: вироби з борошна І сорту.

При виготовленні макаронних виробів із застосуванням добавок до зазначення групи і класу додають назву відповідної добавки, наприклад, група Б, 1 клас, яєчні; група В, 2 клас, томатні.

Залежно від форми макаронні вироби поділяють на типи:

- трубчасті;
- ниткоподібні;
- стрічкоподібні;
- фігурні.

Кожний із зазначених типів макаронних виробів ще ділиться на підтипи та види.

Трубчасті вироби (рис. 4.2) залежно від форми та довжини поділяють на підтипи: *макарони, ріжки, пір'я, лом макаронний*.

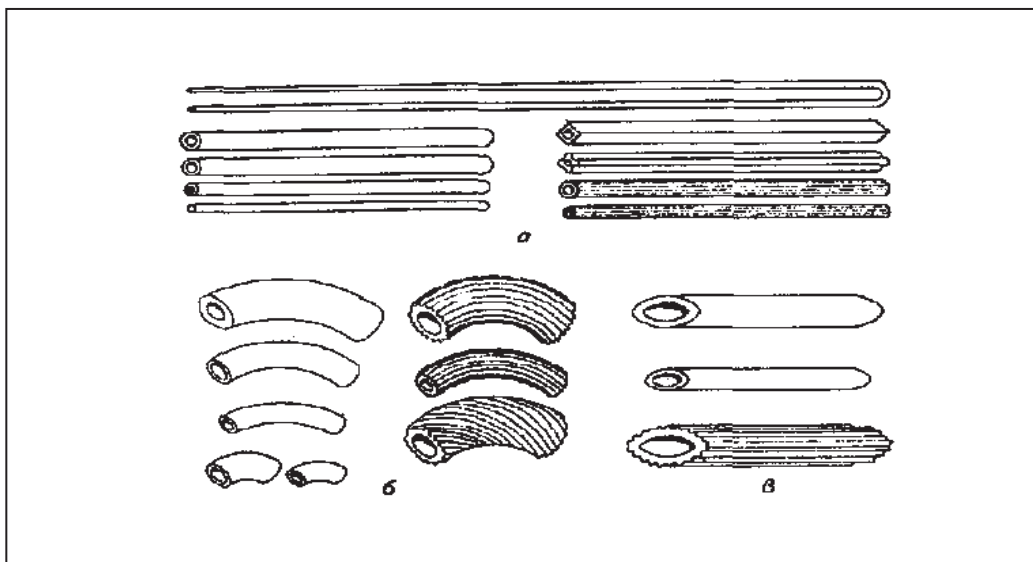


Рис. 4.2. Трубчасті вироби:
а – макарони; б – ріжки; в – пір'я

Джерело: <https://helpiks.org>.

Форма перерізу може бути різноманітною: круглою, квадратною, рифленою та ін.

Ниткоподібні вироби (вермішель) (див. рис. 4.3) мають різноманітну форму перерізу. За розмірами у перерізі (мм) вермішель поділяють на такі види: павутинка (не більше 0,8), тонка (0,9–1,2), звичайна (1,3–1,5), любительська (1,6–3,0).

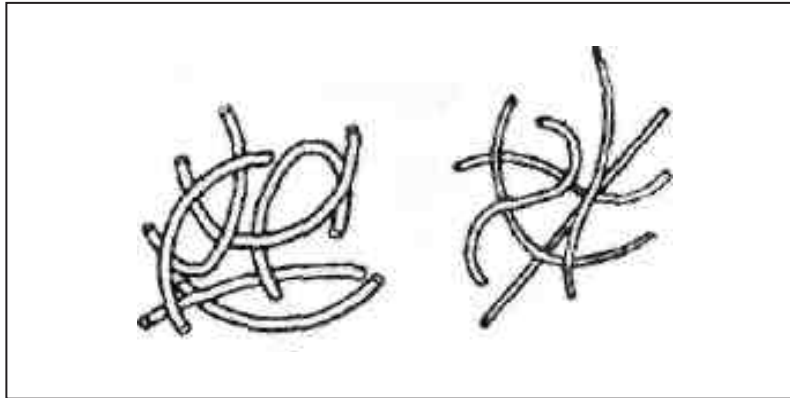


Рис. 4.3. Ниткоподібні вироби

Джерело: <https://helpiks.org>.

Залежно від довжини вермішель випускають короткою (короткорізаною) – довжиною не менш 1,5 см і довгою – довжиною не менш 20 см. Довга вермішель іноземного виробництва називається **спагеті**.

Стрічкоподібні вироби (локшина) залежно від розмірів і форми випускають різних видів і назв (рис. 4.4): із гладкою або рифленою поверхнею, із прямими, пилкоподібними, хвилеподібними, стрічкоподібними краями.

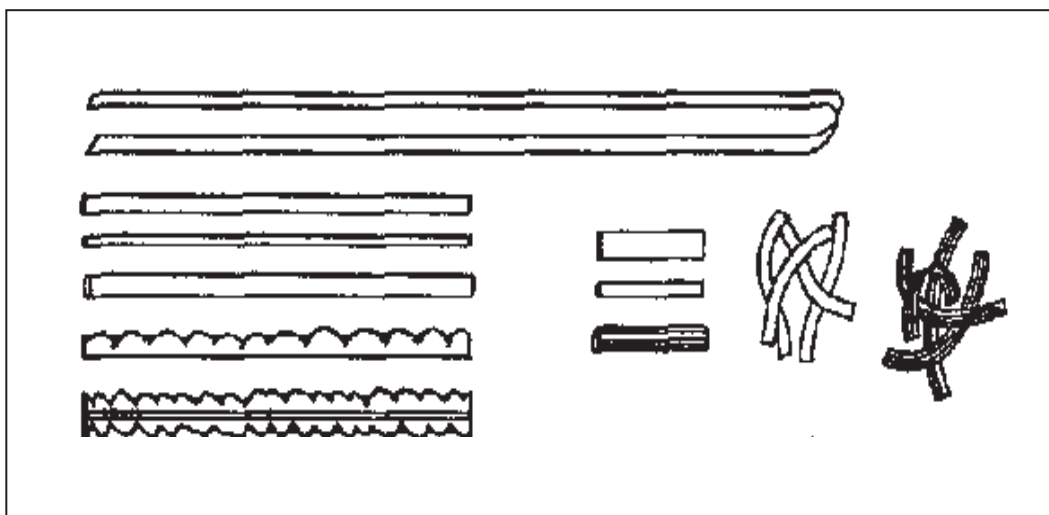


Рис. 4.4. Стрічкоподібні вироби

Джерело: <https://studref.com>.

Ширина локшини повинна бути від 3 до 10 мм; товщина — не більше 2 мм. За довжиною локшину класифікують так само, як вермішель.

Фігурні вироби (рис. 4.5) виготовляють пресуванням або штампуванням.

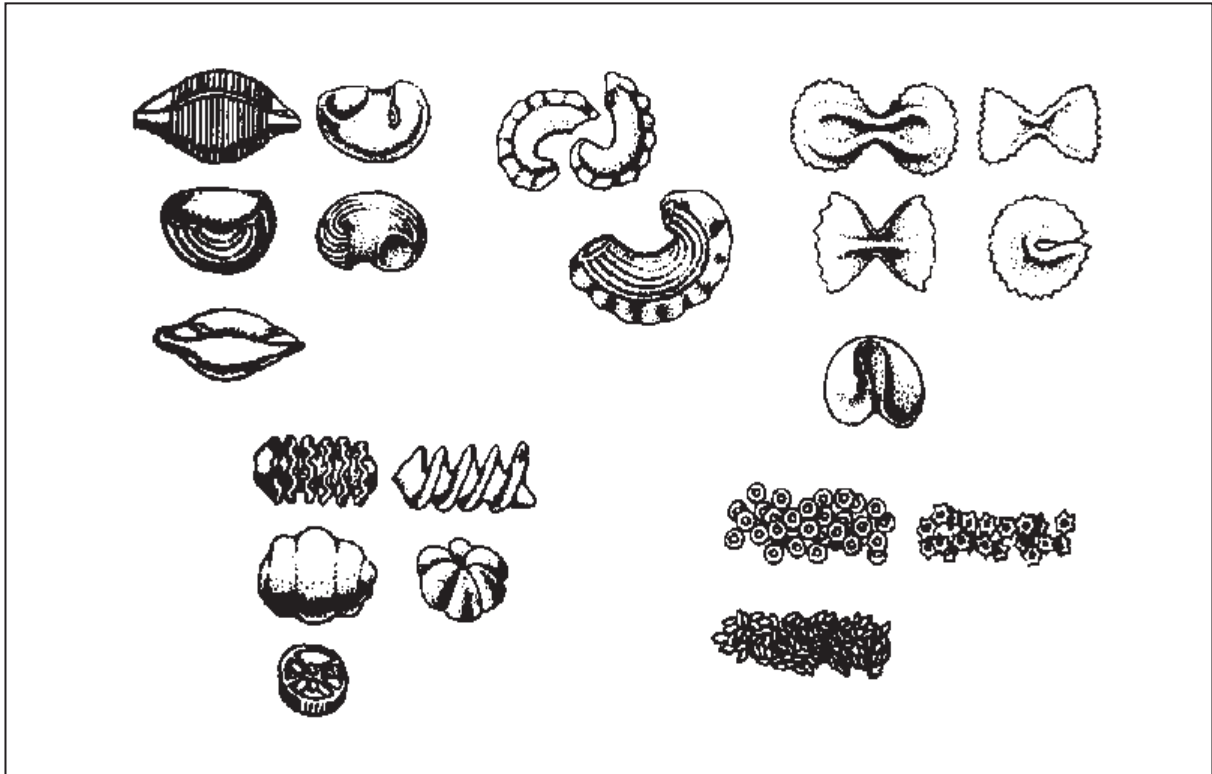


Рис. 4.5. Фігурні вироби

Джерело: <https://studbooks.net>.

Фігурні вироби можуть випускатися будь-якої форми та розмірів, але максимальна товщина будь-якої частини виробів на зламі не повинна перевищувати 3,0 мм для пресованих виробів і 1,5 мм для штампованих.

4.2. Сировина для виробництва макаронних виробів

Якість макаронних виробів визначається двома чинниками:

- якістю вихідної сировини;
- специфікою технологічних операцій перероблення.

Основними видами сировини для виробництва макаронних виробів є борошно й вода.

До **додаткової сировини** належать різні збагачувальні та смакові добавки.

Основна сировина

Борошно. Для виробництва макаронних виробів використовується пшениця II типу ярова тверда (дурум), що має кращі макаронні властивості. У деяких випадках використовуються деякі сорти м'якої ярової білозерної пшениці, що відрізняється високою склоподібністю і більшим вмістом білка.

Основною сировиною для виробництва традиційних видів макаронних виробів є вищі сорти крупчастих продуктів помелу зерна твердої пшениці, які називаються **крупка**.

У крупчастого макаронного борошна вміст **білків** становить 11...12%. Білки знаходяться, головним чином, у прикріпленій формі у вигляді плівок товщиною 1–2 мкм, які обволікають і склеюють зерна крохмалю в окремі крупинки. Технологічну роль у макаронному виробництві відіграють водонерозчинні фракції білка – гліадин і глютенін. Саме ці фракції формують при замішуванні тіста клейковину.

Жири борошна (не більше 2%) виконують важливу функцію: у них розчинені каротиноїдні пігменти (каротини). Жири борошна, що містять каротиноїди, утворюють із білками комплекси, які охороняють каротиноїдні пігменти від ферментативного руйнування та від розпаду під дією світла.

Каротиноїди борошна (до 0,5 мг/кг) – речовини, забарвлені в жовтий або жовтогарячий колір. Вони зумовлюють бурштиново-жовтий колір виробів.

При виробництві цих виробів необхідно враховувати макаронні властивості борошна.

Макаронні властивості борошна визначаються чотирма основними показниками:

- кількістю клейковини;
- крупністю помелу – гранулометричним складом борошна;
- вмістом каротиноїдних пігментів;
- вмістом темних вкраплень.

Кількість клейковини. Клейковина виконує дві основні функції:

- є пластифікатором, що надає масі крохмальних зерен плинність;
- є зв'язувальною речовиною, що з'єднує крохмальні зерна в єдину тістову масу.

Перша властивість клейковини дозволяє формувати тісто, продавлюючи його через отвори матриці, друга – зберігати надану тісту форму.

Особливість клейковини полягає в тому, що сформований при пресуванні тіста клейковинний каркас, який утримує крохмальні зерна, при сушінні виробів зміцнюється і при варінні виробів не розріджується, а фіксується в результаті денатурації клейковинних білків.

Вироби, виготовлені з борошна із вмістом сирої клейковини від 28 до 40 %, мають позитивні варильні властивості. Такі вироби характеризуються практично однаковими показниками: часом варіння, збільшенням обсягу, втратами сухих речовин, міцністю зварених виробів.

При зменшенні вмісту клейковини в борошні нижче 28% різко збільшується ступінь склеювання, знижується міцність зварених виробів (вони стають кашоподібними). При збільшенні вмісту клейковини більше 40% готові вироби відрізняються гумовоподібною консистенцією.

Вміст клейковини в борошні визначає білкову цінність макаронних виробів та зумовлює смак і аромат зварених виробів.

Вміст каротиноїдних пігментів визначає колір виробів. Тому найкращим є борошно з високим вмістом каротиноїдів.

Вміст темних вкраплень. Наявні в борошні частки оболонки, алеїронового шару, зародка виступають на поверхні макаронних виробів у вигляді темних крапок, погіршуючи зовнішній вигляд. Тому з погляду зовнішнього вигляду макаронних виробів, для їхнього приготування бажано використовувати борошно вищих сортів.

Крупність помелу (гранулометричний склад). За інших рівних умов розмір часток у межах 150...400 мкм не справляє помітного впливу на якість макаронних виробів. Перевищення цих розмірів призводить до появи на поверхні виробів видимих білястих часток і світлих крапок, що погіршує їхній товарний вигляд.

Вода. Воду, призначену для замішування тіста, використовують тільки питну з якістю, відповідною до вимог нормативних документів.

Вона повинна бути прозорою, безбарвною, без сторонніх присмаків і запахів, не містити органічних домішок і зважених часток. Твердість води не справляє помітного впливу ні на хід технологічного процесу, ні на якість макаронних виробів, тому для замішування використовують воду будь-якої жорсткості.

Для замішування макаронного тіста застосовують зазвичай теплу воду температурою 40...60°C, що отримують змішуванням холодної водопровідної та гарячої води в потрібному співвідношенні.

Додаткова сировина

Невелику частину макаронних виробів виробляють із використанням додаткової сировини – добавок.

Добавки поділяють на:

- збагачувальні;
- смакові.

Збагачувальні добавки підвищують харчову цінність виробів, часто змінюючи також їхній колір і смак. Як збагачувальні добавки найчастіше використовують яйця та яєчні

продукти (яєчний порошок, меланж), а також молочні продукти (сухе молоко, нежирний сир) і деякі вітаміни.

Смакові добавки не підвищують харчову цінність виробів, але надають їм специфічний смак і колір. До цих добавок належать, у першу чергу, різноманітні овочеві пасти, пюре та порошки.

Яйця та яєчні продукти

Яйця. Основні складові яйця – білок, жовток і шкарлупа. Маса курячого яйця залежить від виду, породи, віку птиці, умов годування та утримання її та становить 30–75 г.

Яєчний порошок отримують висушуванням яєчної маси. Яєчний порошок має світло-жовтий або яскраво-жовтий колір, порошкоподібну структуру з грудочками, які легко роздавлюються; повинен бути однорідний по всій масі. Смак і запах порошку повинні бути властиві висушеному яйцю, без сторонніх присмаків і запахів.

Яєчний меланж – звільнена від шкарлупи заморожена при температурі 18°C суміш яєчних білків і жовтків.

Відповідно до вимог ТУ:

- консистенція меланжу повинна бути твердою в замороженому стані і рідкою, однорідною після розморожування;
- колір – темно-оранжевий у замороженому стані та від світло-жовтого до світло-оранжевого після розморожування;
- запах і смак – властивими даному продукту, без сторонніх запахів і присмаків.

Іноді меланж виготовляють із невеликими добавками солі або цукру. У цих випадках смак його повинен бути солонуватим або солодкуватим.

Жовток яєчний сухий має колір від світло-жовтого до жовтого з оранжевим відтінком, однорідний по всій масі, порошкоподібну структуру з грудочками, які легко роздавлюються, смак і запах – властиві висушеному жовтку.

Молочні продукти

Сухе молоко – порошок, отриманий висушуванням незбираного або знежиреного коров'ячого молока.

Смак сухого молока повинен бути властивий пастеризованому молоку, колір – білим або кремовим, вологість – від 4 % до 5 % (залежно від виду пакування), вміст жиру (у сухому незбираному молоці) – не менше 25%, кислотність – не більше 20–21°Т.

Сир. У макаронному виробництві використовують нежирний або 9% жирності сир. Отримують його згортанням білків молока з подальшим відділенням їх від сироватки пресуванням.

За органолептичними і фізико-хімічними показниками якості нежирний сир за нормативними документами повинен відповідати таким вимогам: смак і запах кисломолочні, без сторонніх присмаків і запахів; консистенція ніжна, допускається неоднорідна, пухка; колір білий, із кремовим або жовтуватим відтінком; вологість не більше 80%; кислотність не вище 240°Т.

Сухий молочний харчовий білок виробляють зі знежиреного молока після осадження хлоридом кальцію та диспергування отриманого напівфабрикату вологого білка. Як диспергент використовують знежирене молоко та сколотини. Після диспергування білкову суспензію сушать на розпильній сушарці.

Згідно з НД сухий молочний харчовий білок повинен відповідати таким вимогам: дрібнорозпилений порошок; колір білий, з легким кремовим відтінком; смак і запах чистий, свіжий, молочний, трохи солодкуватий, властивий пастеризованому знежиреному молоку та сколотинам; консистенція суха; вологість – не більше 10 %, кислотність – не вище 70°Т.

Вітаміни

Вітаміни використовують у макаронному виробництві, як збагачувальні добавки.

Вітаміни, що застосовуються, повинні відповідати двом основним вимогам:

- термостійкість (відсутність здатності руйнуватися в процесі варіння макаронних виробів і збереження біологічної цінності);
- розчинність у воді (зручно вносити їх при замішуванні тіста).

Унаслідок цього при виробництві макаронних виробів можна використовувати вітаміни В₁, В₂ і РР.

Вітамін В₁ (тіамін) – це білий або білий з легким жовтуватим відтінком порошок зі слабким характерним запахом, легкорозчинний у воді.

Вітамін В₂ (рибофлавін) – це кристалічний порошок жовто-оранжевого кольору зі слабким специфічним запахом і гіркуватим смаком. На світлі знебарвлюється.

Вітамін РР (ніацин, нікотинова кислота) – це білий кристалічний порошок без запаху, слабокислого смаку. Досить добре розчиняється в гарячій воді.

Суміш вітамінів В₁, В₂ і РР призначена для вітамінізації борошна. Згідно з НД суміш вітамінів – це тонкодисперсний порошок світло-жовтого кольору з білими вкрапленнями, вологістю не більше 1%.

Овочеві продукти

Овочеві продукти додають у тісто у вигляді пюре, паст, порошоків або соків, зараховують їх до смакових добавок. Вони надають макаронним виробам своєрідного кольору та смаку.

Концентровані томатні продукти – це пюре або несолоня чи солоня паста.

За зовнішнім виглядом концентровані томатні продукти повинні представляти однорідну тонкоподрібнену масу без залишків шкірочки, насіння; смак і запах – натуральний, властивий увареній томатній масі, без гіркоти та інших сторонніх присмаків і запахів; колір – червоний, червоно-оранжевий.

Порошок з томат-продуктів. Відповідно до вимог ТУ порошок після відновлення (змішування з водою) повинен мати однорідний по всій масі оранжево-червоний колір, приємний, властивий вихідній сировині смак і запах. У сухому вигляді в порошку допускається наявність злежалих грудочок, що розсипаються при легкому натисканні.

Пюре зі шпинату, щавлю та їхньої суміші готують із протертих свіжого молодого листя шпинату, щавлю або їхньої суміші. Це однорідна протерта маса зеленого або бурого кольору, однакова по всій масі, із властивими вареному листю шпинату та щавлю смаком і запахом.

Натуральні морквяний і буряковий соки з м'якоттю – однорідна маса з рівномірно розподіленою м'якоттю. Допускається незначне розшаровування соку та м'якоті.

Відповідно до НД смак, запах і колір соків повинні бути натуральними, добре вираженими, властивими даному виду овочів.

Нетрадиційна сировина

До нетрадиційної сировини макаронного виробництва зараховують продукти перероблення зерна та насіння різних рослинних культур (крім пшениці), плодів бульбових культур, а також побічні продукти їхнього перероблення.

Інтерес представляють, у першу чергу, борошно тритікале, борошно та крохмаль безклейковинних крохмалевмісних зернових, бобових і бульбових культур.

Тритікале – зерновий гібрид штучного схрещування пшениці та жита. У тритікале поєднуються позитивні властивості обох культур: високі врожайність, зимостійкість і харчова цінність, характерні для жита, а також здатність білків формувати клейковину з відносно низьким ступенем її потемніння в процесі приготування харчових продуктів, що є особливістю пшениці.

Горох і соя належать до бобових культур, відмінною ознакою яких є високий вміст білків. При цьому треба зазначити високу цінність білків сої, які за амінокислотним складом наближаються до складу тваринних білків.

Усі перераховані культури можуть використовуватися в макаронному виробництві у вигляді борошна та інших продуктів їхнього перероблення.

4.3. Стадії виробництва макаронних виробів

Процес виробництва макаронних виробів складається з таких основних операцій (рис. 4.6):

- підготування сировини;
- приготування тіста;
- пресування тіста;
- оброблення сирих виробів;
- сушіння та охолодження висушених виробів;
- відбраковування та пакування готових виробів.

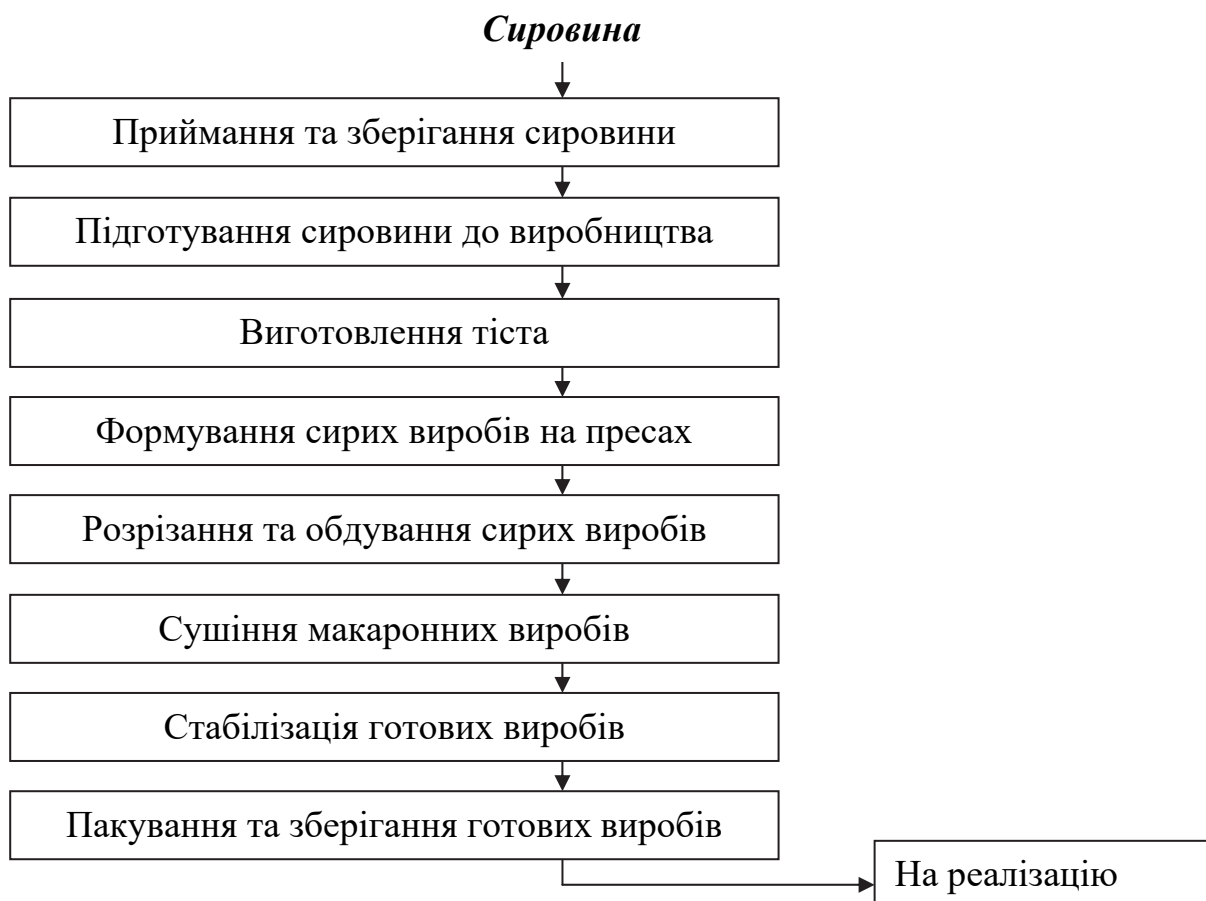


*Рис. 4.6. Принципова технологічна схема
виробництва макаронних виробів*

Джерело: розроблено авторами.

Підготування сировини

Підготування борошна до виробництва полягає в змішуванні, просіюванні, магнітному очищенні та зважуванні.

Змішування борошна. При формуванні партії борошна для замішування за основу приймають колір борошна, вміст золи або вміст клейковини.

Просіювання борошна проводять для відділення випадкової домішки. Для просіювання зазвичай застосовують відцентрові сита з різними діаметрами.

Магнітне очищення борошна проводять для відділення від борошна металоманітних домішок. Очищення здійснюють за допомогою постійних магнітів. Борошно в полі магнітів повинно рухатися шаром товщиною не більше 6–8 мм зі швидкістю не більше 0,5 м/с.

Зважування борошна необхідне для обліку кількості переданого зі складу борошна у виробництво. Найчастіше для цієї мети застосовують порціонні автоматичні ваги.

Воду, призначену для замішування тіста, підігрівають у теплообмінних апаратах, а потім змішують із холодною водопровідною водою до температури, зазначеної в рецептурі.

Підготування добавок полягає в розмішуванні їх у воді, призначеній для замішування тіста.

Яйця. Для запобігання потрапляння бактерій з поверхні шкарлупи, яйця перед використанням дезінфікують розчином хлорного вапна та питної соди, а потім промивають водою.

Після дезінфекції та промивання яйця розбивають по 3–5 шт. у окремий посуд, визначають по запаху придатність до споживання, перемішують і переливають у загальний посуд через сито.

Меланж. Перед уживанням меланж розморожують. Потім його проціджують через сито. Розморожений меланж повинен бути використаний протягом 3–4 год.

Яєчний порошок і сухе молоко змішують приблизно з рівною кількістю води температурою 40...45°C до сметано-подібної консистенції.

Потім суміш виливають у бак установки для підготування добавок. Отриману емульсію ретельно перемішують.

Сир нежирний перед використанням ретельно протирають через сито з розміром вічок не більше 2 мм, а потім підготовлюють так само, як яєчний порошок і сухе молоко.

Концентровані томатні продукти. Томатні продукти розчиняють у теплій воді – температура води 55...65°C.

Порошок з томат-продуктів готують так само, як яєчний порошок і сухе молоко, однак використовують більш теплу воду – температурою 55...65°C.

Вітаміни. Упаковку з вітамінами розкривають тільки перед складанням вітамінної суміші або безпосередньо перед внесенням вітамінів у тісто.

Вітаміни В₁, В₂ і РР відзначаються термостійкістю та добре розчиняються у воді, тому їх можна розчиняти у воді безпосередньо в баках для підготування добавок.

Внесення їх у стані порошку безпосередньо небажане, тому що малі дози важко розподілити рівномірно по всій масі макаронного тіста.

Приготування макаронного тіста

Макаронне тісто по своєму складу є найпростішим із всіх видів тіста. Головними й у більшості випадків єдиними його компонентами є борошно та вода. Внесення в тісто добавок мало впливає на його властивості і характеристики.

При замішуванні макаронного тіста додають набагато менше води, ніж при замішуванні хлібного тіста.

Макаронне тісто після вимішування, умовно названого замішуванням, – це сипуча маса зволжених грудочок і крихт, а не зв'язане пластичне тісто. Ущільнене в'язкопластичне тісто виходить після подальшого доопрацювання – пресування його під тиском у шнековій камері макаронного преса.

Рецептура та типи замішування тіста

Рецептура макаронного тіста залежить від якості борошна, виду макаронних виробів, що виробляються, способу їхнього сушіння та деяких інших чинників (див. рис. 4.7).

У рецептурі вказують кількість і температуру борошна і води, вологість і температуру тіста, а при виготовленні виробів з добавками – дозування добавок. Звичайну кількість води та добавок указують, розраховуючи на 100 кг борошна (див. рис. 4.8).

Складання і розрахунок рецептури ведуть у такій послідовності.

1. Задають вологість тіста.

Залежно від вологості розрізняють три типи замішування:

- *тверде* – вологість тіста 28...29 %;
- *середнє* – вологість тіста 29,1...31 %;
- *м'яке* – вологість тіста 31,1...32,5 %.

Залежно від ряду чинників вибирають тип замішування:

- при використанні борошна з низьким вмістом клейковини бажано застосовувати м'яке замішування, а при липкій клейковині, що тягнеться – тверде;
- при виробництві короткорізаних виробів і макаронів використовують тверде або середнє замішування;
- при виробництві довгих виробів використовують середнє або м'яке замішування;

При використанні матриць із тефлоновими вставками вологість тіста може бути трохи нижчою, ніж при роботі з матрицями без вставок.

2. По заданій вологості тіста і борошна розраховують необхідну кількість води для замішування.

3. Задають температуру тіста, виходячи з того, що після замішування (на вході в шнекову камеру), вона повинна дорівнювати приблизно 40°C. Така температура зумовлена тим, що при традиційних режимах замішування та формування макаронного тіста температура його перед матрицею повинна бути не більше 50°C, а при пресуванні в шнековій камері відбувається розігрів тіста в середньому на 10°C.

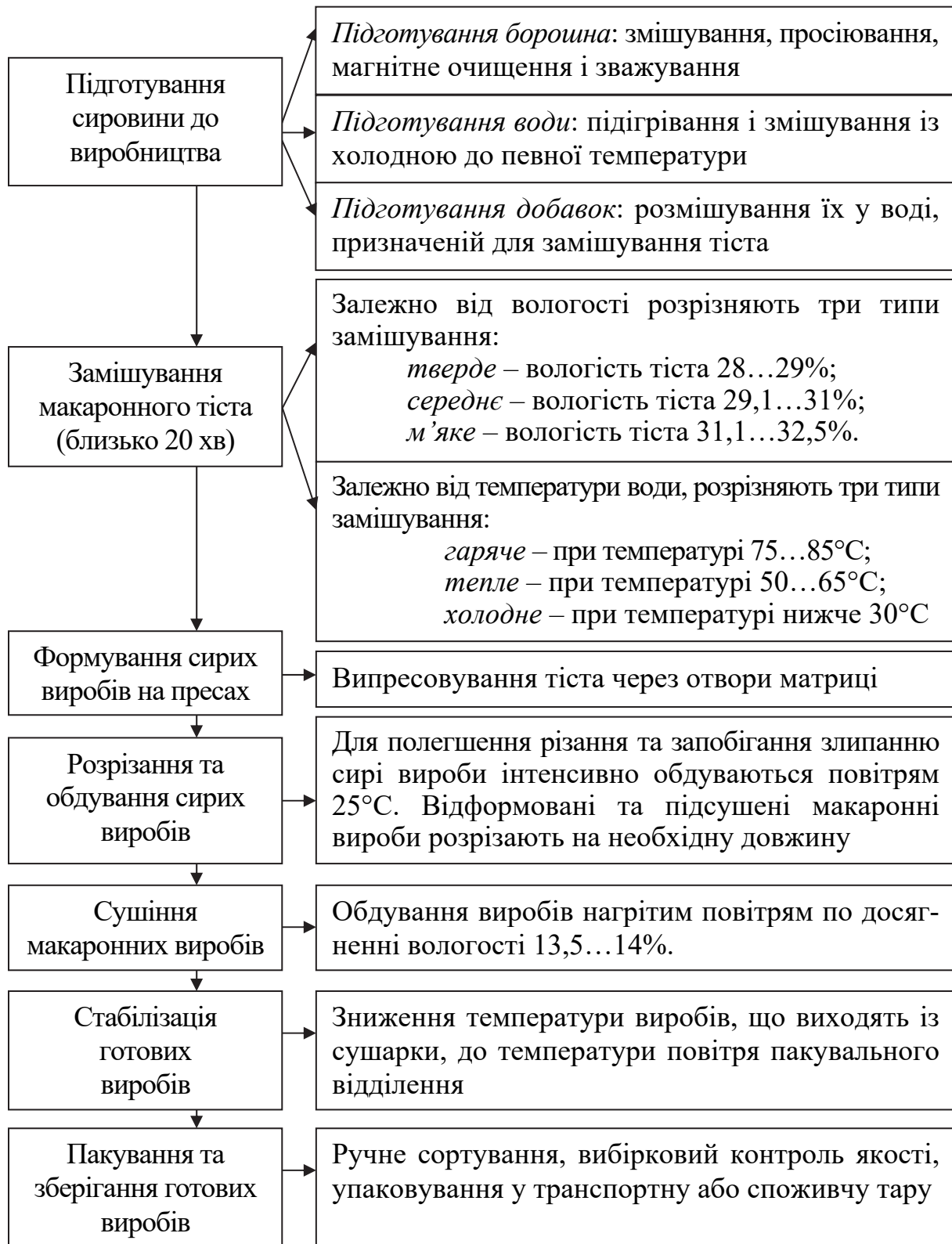


Рис. 4.7. Характеристика основних стадій виробництва макаронних виробів

Джерело: розроблено авторами.

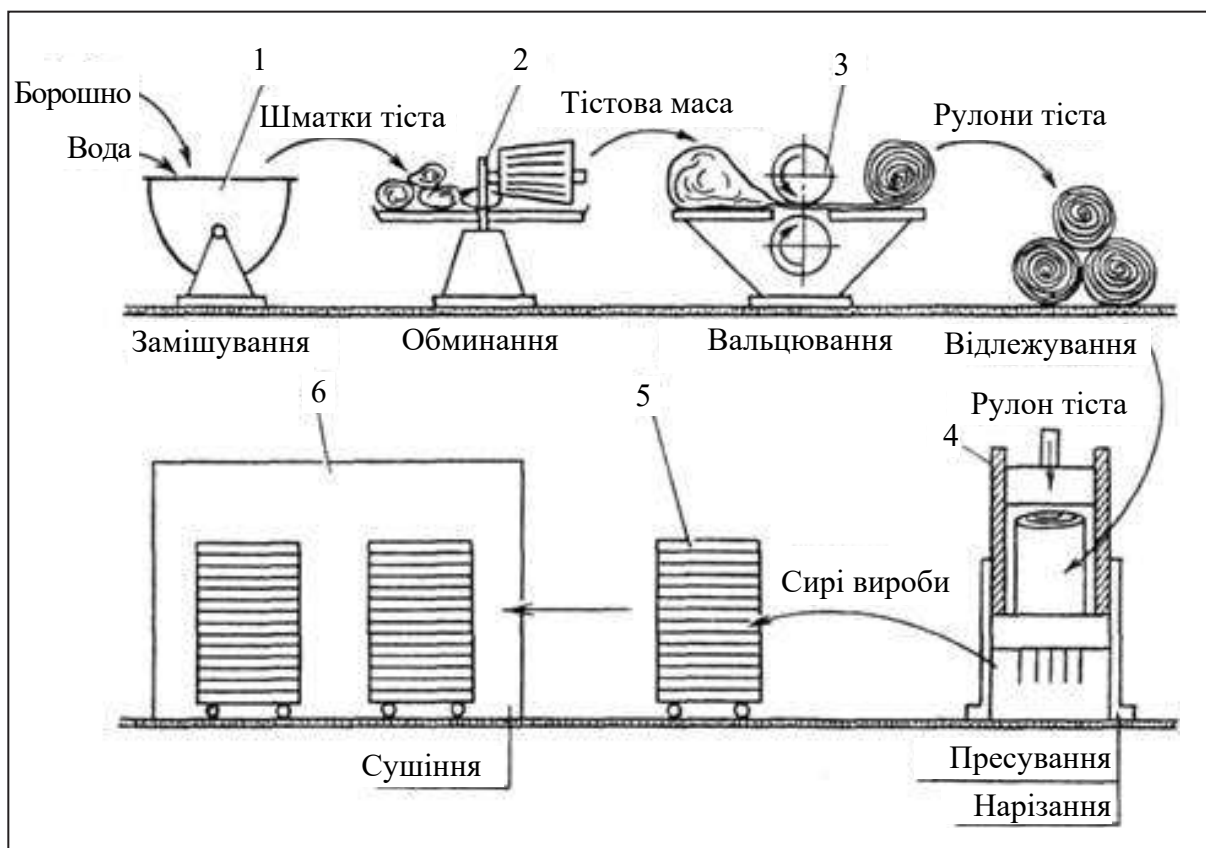


Рис. 4.8. Апаратно-технологічна схема виробництва макаронних виробів:

1 – тістомішалка; 2 – грамола (тістовальцювальна машина);
3 – вальцювання; 4 – гідравлічний прес; 5 – вагонетка;
6 – камерна сушарка

Джерело: <https://twlwthrt.appspot.com>.

Залежно від температури води, що надходить на замішування макаронного тіста, розрізняють три типи замішування:

- *гаряче* – при температурі води 75...85°C;
- *тепле* – при температурі води 50...65°C;
- *холодне* – при температурі води нижче 30°C.

На практиці найчастіше використовують тепле замішування.

При виготовленні макаронних виробів зі збагачувальними та смаковими добавками в рецептурі замішування тіста вказується також дозування добавок.

Дозування та змішування інгредієнтів тіста

Змішування інгредієнтів здійснюється в тістомішалках безперервної дії, що входять до складу промислових пресів. Борошно і воду подають у тістомішалку за допомогою дозаторів. При виготовленні макаронних виробів з добавками їх подають через дозатор води після попереднього розчинення або приготування водної емульсії.

У процесі замішування тіста відбувається поступове набрякання крохмальних зерен і білкових речовин борошна, і так само рівномірний розподіл вологи по всій масі тіста. Однак, у зв'язку з дефіцитом вологи, повного формування клейковини частково зволженими білками не відбувається. Тому макаронне тісто навіть після тривалого перемішування є сипучою масою окремих грудочок і крихт. При замішуванні тіста із крупчастого борошна потрібно більш тривале вимішування, чим при замішуванні тіста з порошкоподібного борошна, оскільки проникнення вологи усередину великих крупинок відбувається значно повільніше, ніж усередину дрібних часток. Внаслідок цього тривалість замішування тіста із крупки повинна бути близько 20 хв.

Можливі дефекти макаронного тіста пов'язані, головним чином, з недостатністю або надмірною вологістю тіста.

Пресування тіста

Крихкувата або дрібногрудкова маса тіста, що утворюється до кінця замішування, надходить у шнековий циліндр пристрою, що пресує. Основним органом пристрою, що пресує, є шнек. При його обертанні сипуча маса тіста переміщується до пресової головки, у нижній частині якої встановлена матриця. Матриця пропускає тільки 10...20% маси тіста, що нагнітається шнеком, тому в головці та шнековій камері виникає протитиск, у результаті чого тісто ущільнюється, перетворюючись у зв'язану щільну тістову масу.

При впресовуванні тіста через отвори матриці форма тістового потоку остаточно змінюється відповідно до кількості і форми поперечного перерізу отворів. Форма отворів визначає форму напівфабрикату (рис. 4.9).



Рис. 4.9. Матриці та фільтри для макаронних пресів

Джерело: <https://filerkin.at.ua>.

Фізичні властивості ущільненого тіста

Під терміном «тісто» у макаронному виробництві мають на увазі два його види, що розрізняються за зовнішнім виглядом та фізичними властивостями:

- сипуча крихкувата маса, що надходить після замішування в шнекову камеру пресу;
- зв'язана маса крутого тіста, ущільнена в шнековій камері, яка продавлюється крізь отвори матриці.

Основні властивості ущільненого тіста

Пружність макаронного тіста – властивість відновлювати первинну форму при миттєвому знятті прикладеного навантаження, проявляється при малих і короткочасних навантаженнях.

Пластичність макаронного тіста – це здатність до формозміни та плину при напругах вище критичних, наприклад, при формуванні макаронного тіста.

В'язкість тіста є мірою опору його плинності і визначається величиною сил зчеплення його часток між собою. В'язкість тіста непостійна. Вона залежить від вологості, температури, тиску пресування.

Вплив якості борошна, параметрів замішування і пресування на властивості тіста та якість виробів

Ущільнене в шнековій камері преса макаронне тісто перед формуванням повинно мати такі основні властивості:

- бути однорідним за вологістю та температурою, не мати борошнистих включень: непромісів, крихт, що затверділи і грудочок підсохлого тіста;
- мати достатню пластичність, плинність, щоб відформовані сирі вироби не рвалися, не розламувалися і не тріскалися при подальшому обробленні – розділенні;
- тісто повинне бути досить грузлим, щільним, щоб не прилипати до робочих деталей пресувальних пристроїв, щоб відформовані сирі вироби не злипалися і зберігали свою форму.

Усі ці властивості визначаються трьома основними чинниками:

- якістю борошна;
- параметрами замішування тіста;
- параметрами пресування.

Кількість та якість клейковини борошна. Клейковина – один із основних структуроутворювальних компонентів макаронного тіста, визначає його основні технологічні властивості: пластичність, плинність і в'язкість. При цьому оптимальне співвідношення в'язкопластичних властивостей ущільненого тіста і сирих макаронних виробів досягається при вмісті сирої клейковини у вихідному борошні на рівні 28%.

Природна, нативна клейковина, відмита з борошна нормальної якості, має пружно-еластичні властивості. Однак при нагнітанні ущільненого макаронного тіста до матриці відбувається інтенсивне тертя тіста об лопаті шнека, що призводить до розриву білкових молекул і втрати пружно-еластичних властивостей клейковини. У результаті цього процесу, що називається *механічною деструкцією*, клейковина стає губчатою.

Гранулометричний склад борошна. Розмір часток борошна (гранулометричний склад) впливає на фізичні, структурно-механічні властивості тіста і сирих виробів. Чим менший розмір часток борошна, тим більша їхня питома поверхня, а, отже, вологопоглинальна здатність.

Для підвищення пластичності макаронного тіста із хлібопекарського борошна при замішуванні варто додавати більшу частку води, чим при використанні макаронної крупки. Якщо цього не робити, то дуже грузле тісто із хлібопекарського борошна буде важко продавлюватися через отвори матриці. У результаті цього зростає протитиск у шнековій камері і пресовій головці, інтенсифікуються тертя тіста об лопаті шнека і тертя внутрішніх шарів тіста між собою, зростає ступінь механічної деструкції клейковини, знижується її з'єднувальна здатність, при цьому виходять неміцні, ламкі вироби.

За інших рівних умов оптимальне співвідношення пластичності та міцності макаронного тіста і сирих виробів, що випресовуються, досягається при розмірах часток вихідного борошна 200...350 мкм. При роботі із хлібопекарським борошном, розмір часток якого зазвичай менше 150 мкм, досягти цього оптимуму в'язкопластичних властивостей тіста можна, як

було встановлено, збільшенням його вологості. Але все-таки хлібопекарське борошно небажано використовувати для виробництва макаронних виробів: з'єднувальна здатність його клейковини менша. Вона дає більший розпил при транспортуванні; при додаванні більшої кількості води при замішуванні потрібно більш тривале сушіння виробів.

З іншого боку, крупка з розміром часток до 500 мкм і більше вимагає менше води при замішуванні тіста порівняно із дрібною крупкою з розміром часток 200...350 мкм і тим більше із хлібопекарським борошном. Однак при сучасних короткочасних режимах оброблення макаронного тіста використання такої крупки може спричинити погіршення зовнішнього вигляду висушених виробів. Трохи гірша якість виробів із хлібопекарського борошна компенсується більш низькою ціною, що в ряді випадків може бути економічно вигіднішим у зв'язку з розширенням ринку їхнього збуту.

Унаслідок розглянутих розходжень у водопоглинальній здатності борошна різного гранулометричного складу й у властивостях тіста для виробництва макаронних виробів завжди бажано мати борошно, що якнайбільше вирівняне по гранулометричному складі.

Тривалість та інтенсивність замішування. Призначення стадії змішування інгредієнтів макаронного тіста, умовно названого замішуванням тіста, – одержання крихкуватої, дрібно-грудкуватої сипучої маси, рівномірно зволоженої по всьому об'ємі.

При цьому для одержання однотонного кольору виробів, без білих часток непромісу, всі частки борошна повинні повністю просочитися вологою (пластифікуватися), щоб при подальшому доробленні тіста в шнековій камері преса відбулася повна їхня пластифікація.

Отож тривалість замішування макаронного тіста визначається двома чинниками:

- досягненням рівномірного розподілу води по всій масі тіста, що утворюється в тістомісильній ємкості;
- швидкістю проникнення вологи усередину часток борошна.

Чим у більш розпиленому вигляді буде подаватися вода в місильну ємкість, тим швидше та рівномірніше вона розподілиться по всій тістовій масі. При подачі води в корито у вигляді одного струменя вона всмоктується окремими порціями борошна, що зустрічають струмінь, і потім потрібно тривале й інтенсивне вимішування для перерозподілу вологи по всьому об'ємі тіста.

Доцільно подавати воду в корито в розбризканому стані, тобто у вигляді безлічі дрібних струменів, або розпиленому вигляді.

Інтенсивність просочування часток борошна вологою визначається, в першу чергу, їх розмірами. Природно, більші частки вимагають тривалішого вимішування. Крім того, при однаковому розмірі часток волога буде повільніше проникати в частки продуктів помелу твердої пшениці, чим у менш щільні частки продуктів помелу м'якої пшениці.

Крім розглянутих чинників тривалість та інтенсивність замішування макаронного тіста впливають на структурно-механічні властивості сирих макаронних виробів, що формуються.

Міцність сирих виробів зростає зі збільшенням тривалості замішування, досягаючи свого максимального значення, а потім починає знижуватися. Пластичність виробів при цьому весь час збільшується. Подібна залежність зберігається для будь-якого значення вологості тіста. Однак при менших значеннях вологості властивості міцності сирих виробів вищі. Залежність пластичних властивостей виробів від вологості інша: чим нижча вологість, тим менша пластичність виробів, і навпаки, – зі збільшенням вологості пластичність зростає.

Установлено, що найбільш ефективним є двостадійне замішування:

- на першій стадії інтенсивне перемішування тіста;
- на другій – перемішування при зниженій частоті обертання місильного вала.

На підставі отриманих даних рекомендується такий режим замішування тіста:

I стадія – частота обертання валу 140 хв^{-1} , тривалість замісу 11 хв;

II стадія – частота обертання валу 40 хв^{-1} , тривалість замісу 5 хв.

Унаслідок нетривалості замішування макаронного тіста і відносно низької частки вологи в ньому біохімічні процеси на цій стадії перебувають у початковому стані та практично не впливають на властивості тіста і відформованих сирих виробів.

Вологість тіста. Вологість макаронного тіста – один із двох головних параметрів (поряд з температурою тіста), які технолог може змінювати в певних межах, впливаючи на фізичні властивості тіста, сирих виробів і якість продукції.

При надходженні на підприємство певної партії борошна впливати на її макаронні властивості досить складно: немає можливості змінити гранулометричний склад борошна, не можна збільшити його вологість і змінити властивості клейковини. Ще більшою мірою обмежені можливості в умовах безперервного процесу замішування та пресування тіста на шнековому пресі певної марки: не можна змінити тривалість та інтенсивність замішування, технічні параметри шнека і матриці.

Водночас збільшення вологості тіста спричиняє збільшення товщини сольватних оболонок, що оточують частки борошна в ущільненому тісті, і, як наслідок, знижується когезійна міцність тіста. Через це зі збільшенням вологості знижуються в'язкість тіста і міцність сирих виробів, збільшується їхня пластичність, полегшується процес його впресовування через матриці. Це зумовлює зниження тиску пресування і збільшення швидкості впресовування, тобто підвищення продуктивності преса.

Таким чином, з погляду економічності роботи шнекового преса оптимальна вологість тіста 32%. Але при цьому треба враховувати й інші чинники: гранулометричний склад, вміст клейковини у вихідному борошні, а також способи оброблення і сушіння виробів.

Температура тіста. Другим важливим технологічним параметром, яким може оперувати технолог у процесі замішування тіста, є його температура.

При нагнітанні ущільненого тіста до матриці в шнековій камері внутрішні його шари підлягають постійній деформації зрушення та зсуву. Спостерігається *турбулентний* характер руху тіста. При збільшенні температури вище 60°C структура тіста не фіксується: клейковина, яка денатурує, перебуває в постійному зсуві, не може сформувати стійку структурну решітку аж до продавлювання тіста через отвори матриці. Зерна крохмалю, що набухають, збільшують свою пластичність, підвищуючи плинність тіста. У результаті цього при формуванні тіста на шнекових пресах підвищення температури призводить до постійного росту швидкості випресовування виробів і зниженню тиску пресування в інтервалі температур аж до +90°C.

Оптимальною температурою тіста перед матрицею варто вважати температуру 55...60°C, хоча для збільшення продуктивності пресу (у першу чергу, при використанні матриць із низькою пропускною здатністю) без помітного зниження якості виробів можна застосовувати *високотемпературний режим замішування*, при якому температура тіста перед матрицею становить близько 65°C.

Підвищувати температуру тіста перед матрицею більше 50...55°C треба тільки зовнішнім підведенням теплоти й у жодному разі не розігрівом тіста в результаті інтенсивного тертя його об лопаті шнека та внутрішнього тертя шарів.

Внесення добавок. Доза внесення найпоширеніших у макаронному виробництві білкових збагачувачів та овочевих добавок з метою підвищення харчової цінності, смакових властивостей або зміни кольору виробів зазвичай не перевищує 5% маси борошна (з розрахунку на суху речовину добавок). При цьому знижується відносна частка сирої клейковини в тісті. Але при такому дозуванні та за наявності у вихідному борошні не менше 28...30% сирої клейковини таке зниження майже не впливає на міцність структури тіста і виробів, а отже, і на варильні властивості виробів: клейковини достатньо для повного зв'язування зерен крохмалю та сухих речовин добавок.

При додаванні яєчних збагачувачів, що містять жовток, а отже, і жир, зменшується плинність тіста, в результаті чого продуктивність преса знижується в середньому на 5%.

Трохи більша доза передбачена технологічними інструкціями для молочних продуктів: 8% для сухого молока і 24 % для нежирного сиру. Така доза призводить до вже помітного ослаблення структури макаронних виробів, що позначається на збільшенні втрати сухих речовин при варінні виробів.

Для збереження переваг уведення в макаронні вироби молочних добавок було запропоновано використовувати як кисломолочний продукт кефір.

Кефір дозволяє не тільки підвищити біологічну цінність макаронних виробів, але й поліпшити їхні варильні властивості завдяки тому, що в процесі варіння виробів відбувається коагуляція молочного білка, що сприяє фіксуванню структури виробів подібно клейковині.

Додавання кефіру хоча й збільшує втрати сухих речовин при варінні вермішелі порівняно з вермішеллю, виготовленою без добавок, однак меншою мірою, чим додавання традиційно передбачених молочних добавок – сухого молока й тим більше сиру. Це зумовлено тим, що білки сухого молока і сиру не мають зв'язувальної властивості, оскільки в першому випадку вони не згортаються при варінні виробів, а в другому – вносяться у вироби вже у згорнутому стані. Білок же кефіру, згортаючись при варінні виробів, хоча й меншою мірою, чим клейковина, скріплює зерна крохмалю в структурі виробів. Однак для запобігання згортанню білка кефіру до формування тіста, тобто до формування структури виробів, температура його при замішування і пресуванні не повинна перевищувати 45°C.

Крім поліпшення варильних властивостей молочних макаронних виробів додавання кефіру, підвищуючи кислу реакцію тіста, знижує активність поліфенолоксидази і частково запобігає потемнінню виробів у процесі їхнього подальшого сушіння.

Нарешті, при внесенні кефіру в борошно в кількості 30...35% не потрібна вода для замішування тіста, тому що вологи, яка утримується в кефірі, достатньо для приготування тіста нормальної консистенції з вологістю 30...32%.

При внесенні в тісто тих або інших добавок, у першу чергу, без з'єднувального білка у складі (зокрема, вітаміни, овочеві продукти), треба мати на увазі, що при варінні виготовлених із цього тіста виробів у варильну воду переходить від 20% до 50% внесених добавок. Тому такі добавки доцільно вносити в короткорізані вироби, призначені для приготування супів, тобто без зливу варильної рідини.

В останні роки з метою економії ресурсів пшениці отримало поширення виробництво макаронних виробів з додаванням до 10...15% крохмалю та борошна інших злакових, а також бульбових і бобових культур. При підмішуванні кукурудзяного борошна до хлібопекарського вищого сорту вироби набувають жовтого відтінку. При додаванні рисового борошна або кукурудзяного крохмалю до низьких сортів пшеничного борошна (напівкрупки або борошна I і II сортів) виходять вироби більш світлих відтінків.

Для зміцнення структури макаронних виробів із добавками, які утримують крохмаль, рекомендують проводити попередню клейстеризацію цих добавок, у результаті чого крохмаль набуває з'єднувальних властивостей.

Можливі дефекти макаронних виробів

Контроль за якістю сирих виробів, що випресовуються (напівфабрикату), полягає, головним чином, в оцінюванні їхнього зовнішнього вигляду.

Сирі макаронні вироби високої якості повинні мати гладку рівну поверхню без слідів непромісу, надривів, бугристості та ін.; однотонний матово-жовтий, кремовий або білувато-жовтий колір без білястих смуг; належну пружність і деяку еластичність; зберігати надану їм форму, не м'ятися, не злипатися між собою. Довгі вироби повинні витримувати, не обриваючись і витягаючись, власну масу нитки довжиною до 1,5–2 м. При легкому стисканні трубчастих виробів пальцями до зіткнення внутрішніх поверхонь трубки, вона не повинна злипатися або тріскатися в місці стискання.

Оброблення та сушіння сирих виробів

Оброблення сирих макаронних виробів здійснюють безпосередньо після випресовування. Її мета – підготування виробів до сушіння.

Оброблення полягає в обдуванні, різанні та розкладанні (або розвішуванні) відформованих сирих макаронних виробів.

Обдування сирих виробів. Сирі макаронні вироби – це пластичний матеріал, який легко деформується. Тому для полегшення різання та запобігання злипанню сирі вироби при виході з отворів матриці необхідно інтенсивно обдувати повітрям. Вироби обдуваються повітрям формувального відділення, температура якого становить 25°C. При цьому вологість сирих виробів зменшується на 1...2% при традиційному режимі і на 3...4% при високотемпературних режимах.

Різання та розкладання виробів. Відформовані і підсушені макаронні вироби розрізають на необхідну довжину за допомогою різального інструменту.

Підготування до сушіння залежно від виду виробів і сушильного устаткування полягає або в розкладанні сирих виробів на сітчасті транспортери, у касети або в розвішуванні довгих пасом сирих виробів на сушильні жердини – бастуни.

Сушіння макаронних виробів – найбільш тривалий процес їхнього виробництва. Мета сушіння – закріпити форму виробів і запобігти розвитку в них мікроорганізмів.

Від правильності проведення сушіння залежить міцність виробів.

Дуже інтенсивне сушіння спричиняє появу в сухих виробах тріщин, а дуже повільне сушіння може призвести до закисання та пліснявіння виробів. Висушування зазвичай закінчують по досягненні вологості 13,5...14%, щоб після остигання перед упакуванням вологість їх становила не більше 13%.

При сушінні макаронних виробів відбувається видалення адсорбційної й осмотично зв'язаної вологи.

Нині на макаронних підприємствах найчастіше використовують *конвективне сушіння* макаронних виробів – обдування виробів нагрітим повітрям (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Сушарка конвеєрного типу

Джерело: <https://ct-line.ru>.

Залежно від температури повітря використовують три основних режими конвективного сушіння макаронних виробів:

- традиційні низькотемпературні режими, коли температура сушильного повітря не перевищує 60°C;
- високотемпературні режими, коли температура повітря досягає 70...90°C;
- надвисокотемпературні режими, коли температура повітря перевищує 90°C.

Сушіння з використанням низькотемпературних режимів – найдавніший спосіб сушіння. Раніше це було сушіння на відкритому повітрі – сонячне, або неаполітанське сушіння. Залежно від товщини виробів процес тривав 3–5 діб. Нині використовують шафові сушарки (див. рис. 4.11), в яких макаронні вироби сушаться при температурі 30...50°C від 5–8 до 16–24 год (залежно від температури й асортименту).



Рис. 4.11. Сушильна шафа

Джерело: <https://www.gastro servis.sk>.

Використання високо- і надвисокотемпературного режимів сушіння дозволяє скоротити тривалість процесу сушіння на 40...50%, знизити витрати енергії, зменшити виробничі площі, поліпшити мікробіологічний стан виробів. Крім того, правильно підібрані параметри сушіння поліпшують колір і варильні властивості виробів (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Автоматична лінія виробництва макаронних виробів

Джерело: <https://www.prostanki.com>.

Охолодження висушених виробів – це процес, який знижує високу температуру виробів, що виходять із сушарки, до температури повітря пакувального відділення.

Якщо макаронні вироби упаковувати без охолодження, то випаровування вологи буде тривати в упаковці. А це призводить:

- до зменшення маси упакованих виробів;
- при вологонепроникному упакованні – до конденсації вологи на її внутрішній поверхні.

Вимоги до якості макаронних виробів

Якість макаронних виробів, що випускаються підприємством, повинне задовольняти вимоги ДСТ 875 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови». Якість виробів відповідно до стандарту оцінюється за такими показниками: колір, поверхня, форма, смак, запах, стан після варіння, вологість, кислотність, міцність (макаронів), вміст лому, деформованих виробів і крихт, металомагнітної домішки та наявність шкідників хлібних запасів.

Колір, поверхня, форма характеризують зовнішній (товарний) вигляд виробів.

Колір повинен бути однотонним із кремовим або жовтуватим відтінком, що відповідає сорту борошна, без слідів непромісу. Колір виробів з добавками відповідно змінюється.

Кращим вважається золотаво-жовтий, бурштиновий колір макаронних виробів, що виходить при виробництві виробів із крупки твердої пшениці. Із крупки склоподібної м'якої пшениці одержують вироби кремово-жовтого, із хлібопекарського борошна вищого сорту – світло-кремового кольору, з напівкрупки твердої пшениці – вироби з коричневим відтінком, а з напівкрупки м'якої склоподібної пшениці та хлібопекарського борошна І сорту – вироби із сірим відтінком. При цьому чим більше зольність вихідного борошна, тим темнішими будуть вироби.

Гладка поверхня надає насиченість кольору виробів, а шорсткувата – білий відтінок.

Швидке видалення вологи на першій стадії сушіння, а також використання високотемпературних режимів замішування, формування або сушіння ведуть до одержання виробів світлих тонів.

Поверхня. Макаронні вироби повинні бути гладкими. Допускається незначна шорсткість.

Форма повинна відповідати їхній назві. У макаронах, пір'ях, вермішелі та локшині допускаються вигини і скривлення, що не погіршують товарний вигляд виробів.

До деформованих виробів зараховують:

- трубчасті вироби, які втратили форму або мають поздовжній розрив, зім'яті кінці або значні скривлення (у макаронів і пір'я);
- локшину, яка зібрана в складки або має форму, не властиву даному виду; фігурні вироби, які мають не властиву даному виду форму; зім'яті повністю або частково.

Порушення форми виробів відбувається, головним чином, у результаті надмірної вологості тіста, дефектів матриці і неакуратного оброблення сирих виробів.

Смак і запах повинні бути властиві даним видам виробів, без сторонніх присмаків і запахів (гіркоти, затхлості, цвілі та ін.). Для макаронних виробів з добавками смак відповідно змінюється.

Смак і запах залежать, у першу чергу, від якості вихідного борошна. Якщо борошно не має сторонніх присмаків і запахів, то чим більший у ньому вміст білка, тим приємніші смак та аромат будуть мати зварені макаронні вироби. З борошна з низьким вмістом білка виходять вироби крохмалистого, борошнистого смаку.

Стан виробів після варіння. При варінні до готовності вироби не повинні втрачати форму, склеюватися, утворювати грудки, розвалюватися по швах.

На варильні властивості макаронних виробів впливають щільність виробів, яка зумовлена величиною тиску пресування, якість борошна (головним чином, вміст клейковини), форма виробів і ступінь шорсткості.

Чим вищі щільність виробів, міцність їхньої структури, тим менше сухих речовин переходить у варильну воду, тим більш прозорою залишається вона після варіння виробів. Більш щільні вироби краще зберігають форму під час і після варіння, але вимагають тривалішого варіння до готовності.

Зі зменшенням частки клейковини в борошні, з якого виготовлені вироби, знижуються тривалість варіння та міцність зварених виробів, збільшуються кількість сухих речовин у варильній рідині і ступінь злипання між собою зварених виробів. Однак при вмісті сирої клейковини в межах від 25% до 40 % макаронні вироби мають нормальні варильні властивості.

Вироби із хлібопекарського борошна зазвичай менш стійкі, особливо до переварювання, чим вироби із крупки твердої пшениці в силу меншої сполучної здатності білків м'якої пшениці. Форма виробів впливає, в першу чергу, на тривалість варіння до готовності: зі збільшенням товщини стінок виробів збільшується тривалість їх приготування.

Зі збільшенням ступеня шорсткості поверхні виробів збільшуються втрати сухих речовин, але трохи скорочується тривалість варіння до готовності.

Вологість. Для виробів, що відправляють у райони Крайньої Півночі і важкодоступні райони, а також транспортуються морським шляхом, вологість не повинна перевищувати 11 %; для виробів дитячого харчування – 12 %; для всіх інших виробів – 13 %.

Вологість макаронних виробів – важливий показник товарної якості, що визначає здатність виробів до тривалого зберігання без псування. Вона є також основним чинником, що визначає величину виходу готової продукції, тобто витрати борошна на вироблення 1 т виробів.

Кислотність. Для всіх видів виробів, крім томатних, кислотність повинна бути не більше 4 град, а для виробів з добавками томат-продуктів – не більше 10 град.

Кислотність – це показник якості, що характеризує смакові властивості і ступінь свіжості макаронної продукції. Кислотність зумовлюється, в першу чергу, кислотністю вихідного борошна. Крім того, кислотність може підвищитися в процесі замішування та сушіння виробів, якщо тісто або сирі вироби довгий час перебували у вологому середовищі, а також при внесенні під час замішування тесту закислих сирих або сухих відходів.

При нормальному проведенні технологічних процесів кислотність виробів порівняно з кислотністю вихідного борошна незначно підвищується – не більше ніж на 10%.

Міцність макаронів, вміст лому і крихти. *Макаронним ломом* називають макарони, які не відповідають нормам міцності для даного класу та діаметра, а також деформовані макарони.

Крихтою називають уламки макаронів довжиною меншою 5 см, пір'я довжиною меншою 3 см, ріжки і соломка, особливі та звичайні довжиною меншою 3 см, вермішель і локшину довжиною меншою 1,5 см, уламки фігурних виробів, а також ріжків і пір'я незалежно від розмірів.

Неміцні макаронні вироби ламаються при фасуванні під дією зусиль робочих деталей машин, що фасують, при упакуванні насипом, при транспортуванні – під дією поштовхів і під впливом маси верхніх шарів виробів, що перебувають у ящику. Через ненааявність підходящого методу визначення міцність короткорізаних виробів побічно характеризується вмістом у цих виробах крихти.

Величина міцності макаронних виробів залежить від режиму сушіння: твердий режим, особливо на останніх етапах видалення вологи, спричиняє появу в продукті тріщин, а також ослаблення його структури.

На міцність макаронних виробів значний вплив має і їхня вологість.

Вміст металомангнітної домішки. У макаронних виробах вміст металомангнітної домішки не повинний перевищувати 3 мг на 1 кг продукту. Величина окремих металевих часток повинна бути не більшою 0,3 мм у найбільшому лінійному вимірі.

Наявність шкідників хлібних запасів (комірних шкідників) у макаронних виробах не допускається.

Макаронні вироби, подібно зерну, борошну та іншим зернопродуктам, можуть ушкоджуватися різними шкідниками, комахами. Комахи можуть потрапляти в сировину та макаронні вироби як при зберіганні, так і при перевезенні.

4.4. Сортивання, пакування і зберігання готової продукції

Висушені й охолоджені макаронні вироби піддають ручному сортуванню, а потім, після вибіркового контролю якості кожної партії виробів у лабораторії, їх упаковують у велику (транспортну) або дрібну (споживчу) тару. Призначення упакування – зберегти вироби від ламання, забруднень, дії вологи під час транспортування і зберігання. Упакування в барвисті коробочки та пакети надають виробам привабливий товарний вигляд.

Кожна партія макаронних виробів, яка відправляється споживачеві, повинна супроводжуватися сертифікатом якості, що видається підприємством на підставі лабораторних аналізів.

Сортування та відбраковування продукції

Призначення сортування полягає в контролі якості виробів, відповідності їхнім установленим нормам, відбраковуванню, видаленню всіх дефектних виробів. При сортуванні видаляють недосушені, розтріскані, сильно деформовані, з підвищеною кислотністю, цвілі та інші дефектні вироби.

Особливу увагу треба приділяти сортуванню макаронів, висушених у лоткових касетах, і короткорізаних виробів, висушених у парових конвеєрних сушарках, тому що в них часто можуть утворюватися грудки через нерівномірне видалення вологи і тісного зіткнення виробів при сушінні.

Перед упакуванням продукцію піддають ретельному магнітному контролю, особливо короткорізані вироби, які сушили на металевих сітчастих конвеєрах. Для цього вивідні транспортери, пакувальні столи, віброохолоджувачі обладнують спеціальними тічками з магнітними вловлювачами, які затримують дрібні (пилоподібні) частки металу. Крім магнітних уловлювачів на пакувальних столах установлюють сітки для відсівання мучелі (дрібних часток сухих виробів).

Перероблення браку

Відбраковану в процесі сортування продукцію, а також напівфабрикат (сирі обрізки, кінці, рвані, деформовані, злиплі трубки сирих макаронів, грудки макаронів, вермішелі, локшини, тісто з головки преса, просип з-під сушарок і пакувальних столів), що не втратили своїх харчових якостей, тобто не мають забруднень, сторонніх присмаків і запахів, без ознак цвілі, направляють на вторинне перероблення.

Сухі відходи дроблять на установках у крупку з розміром часток менш 1 мм і в такому вигляді додають у прийомну лійку або бункери для борошна в кількості до 10% її маси.

Сирі обрізки (кінці) одразу після оброблення сирих виробів подрібнюють і додають у тістоміс преса в кількості до 15% маси борошна. Додавання сирих обрізків не знижує продуктивності преса і не погіршує якості продукції. Однак при виробленні макаронів з лотковим сушінням бажано брак при замішуванні тіста не вводити, тому що вологість обрізків сирих макаронів становить зазвичай менше 28% і при повторному пресуванні вони можуть зберігати свою оригінальність, послабляючи структуру макаронів і призводячи до обриву пасом.

На невеликих підприємствах за відсутності дробильних установок сухі відходи замочують у баках з водою температурою 65...70°C протягом не довше 1 год (щоб уникнути закисання відходів). Потім надлишки води зливають і масу додають невеликими порціями до тіста, що замішується. Подібним чином можна переробляти і підсушені відходи напівфабрикату. У цих випадках необхідно враховувати більшу вологість замочених відходів і відповідно зменшувати кількість води, що подається в місильне корито преса.

Пакування та зберігання макаронних виробів

Готові макаронні вироби або фасують, або впаковують насипом. Фасування виробів проводиться на фасувальних автоматах, напівавтоматах або вручну масою нетто не більше 1 кг. Відхилення, що допускаються у меншу сторону в масі нетто макаронних виробів не повинні перевищувати 2% пакувальної одиниці. Відхилення по верхній межі не лімітуються.

Упаковану макаронну продукцію потрібно зберігати в складських приміщеннях на стелажах або піддонах. Ці приміщення повинні бути чистими, сухими, добре провітрюваними, з відносною вологістю повітря не більше 70% і температурою не вище 30°C. Не можна зберігати вироби з товаром, який має специфічний запах.

Гарантійний термін зберігання макаронних виробів, які виробляються без добавок, – 1 рік від дня виготовлення.

4.5. Нетрадиційні види макаронних виробів

В останні роки поряд з виробництвом традиційних видів макаронних виробів усе більшого поширення набувають розроблення нетрадиційних видів. Це зумовлено рядом причин: прагнення до скорочення виробничого циклу, енергетичних витрат, скорочення часу кулінарного оброблення, розширення сировинної бази шляхом використання нетрадиційної сировини (рис. 4.13).

Нетрадиційні види макаронних виробів	
→	Сирі макаронні вироби тривалого зберігання – реалізація сирих, несушених макаронних виробів. Для подовження терміну зберігання макаронних виробів у сирому виді за кордоном застосовують різноманітні способи: заморожування, теплове оброблення, оброблення під вакуумом або в регульованому газовому середовищі, зміну рН макаронного тіста та ін.
→	Вироби, що швидко розварюються і не потребують варіння , – товщина стінок виробів 0,8–1,2 мм, застосовують часткове гідротермічне оброблення після пресування або підсушування з подальшим сушінням до стандартної вологості
→	Вироби з безклейковинної сировини, що містить крохмаль , – припустима кількість БКС у суміші із пшеничним борошном нормальної якості не перевищує 10%. Для збільшення частки БКС у виробах рекомендується проводити його попередню клейстеризацію

Рис. 4.13. Нетрадиційні види макаронних виробів

Джерело: розроблено авторами.

Сирі макаронні вироби тривалого зберігання

Поряд з виробництвом макаронних виробів у сухому виді стандарти і нормативні акти передбачають можливість виробництва та реалізації сирих, несущених макаронних виробів.

Сирі макаронні вироби призначені, головним чином, для використання в ресторанному господарстві. Але, завдяки низькій ціні та швидкості приготування, вони широко популярні серед населення. Сирі макаронні вироби, як правило, виробляють із хлібопекарського борошна вищого сорту з добавками або без. Вологість виробів повинна бути не більше 2%, кислотність не більше 4 град. Зберігання виробів при температурі не вище 1°C допускається не більше 30 діб, при кімнатній температурі – не більше 24 год.

Для подовження терміну зберігання макаронних виробів у сирому вигляді за кордоном застосовують різноманітні способи: заморожування, теплове оброблення, оброблення під вакуумом або в регульованому газовому середовищі, зміну рН макаронного тіста та ін.

Заморожування сирих виробів дозволяє збільшити термін їхнього зберігання до 90–130 діб. Однак воно економічно вигідне тільки для сирих виробів з тіста з начинками (пельмені, равіоли).

В Італії запатентований спосіб, що передбачає термооброблення упакованих сирих виробів протягом 10–20 хв при температурі 120...130°C. Термін їхнього зберігання в герметичному упаковуванні становить 60–90 діб.

У США використовують ошпарювання сирії локшини вологістю не більше 30% парою температури 200°C із подальшим пакуванням у пакети зі вмістом кисню не більше 1%.

Розроблено спосіб пастеризації макаронних виробів звичайною парою (рідше в баці з гарячою водою при температурі 84°C) протягом короткого проміжку часу. Після пастеризації вироби обсушують до вологості максимум 30% повітрям при температурі 70°C протягом 40 хв. Підсушені вироби швидко охолоджують й упаковують. Упаковані вироби остаточно пастеризують повітрям температурою 95...97°C протягом 40–60 хв.

Збільшення терміну зберігання сирих макаронних виробів від 2 до 6 міс. можна досягти додаванням у тісто 30% вологості 0,1–10% етилового спирту та 0,1...2% гліцеролмоностеарату, які придушують життєдіяльність мікроорганізмів.

Вироби, які швидко розварюються та не потребують варіння

До виробів, які швидко розварюються, належать макаронні вироби, які повністю проварюються в киплячій воді протягом не більше 3–5 хв, а до макаронних виробів, які не вимагають варіння, зараховують вироби, які досить витримати протягом 3–5 хв у гарячій воді температурою не меншою 80...85°C.

Для виробництва виробів, що швидко розварюються, потрібні особливо точні матриці, тому що товщина стінок виробів повинна бути 0,5–0,7 мм. Але виробництво таких виробів малоефективне через малу міцність виробів. Тому для таких виробів з товщиною стінок 0,8–1,2 мм і більше застосовують часткове гідротермічне оброблення після пресування або підсушування з подальшим сушінням до стандартної вологості. Але такі вироби після варіння можуть склеюватися.

Деякими фірмами розроблені технології, за якими у макаронне тісто при замішуванні додається до 50% частково клейстеризованого борошна. Але такі вироби вимагають точних термінів варіння, тому що в результаті переварювання їхня структура розпадається.

На глибокому гідротермічному обробленні сирих або підсушених макаронних виробів заснований спосіб виробництва, який не потребує варіння виробів. Повне пропарювання сирих виробів вологістю 28...32% і товщиною стінок 0,6–0,8 мм досягається при їхньому обробленні парою температури 105...120°C протягом 10 хв. Після сушіння в таких виробах крохмаль перебуває в модифікованому стані: при його зволоженні гарячою водою відновлюються властивості клейстеризованого крохмалю.

***Вироби з безклейковинної сировини,
що містить крохмаль***

До безклейковинної сировини (БКС), що містить крохмаль, належать борошно і крохмаль злакових (рис, кукурудза, ячмінь, сорго та ін.), крім пшениці, бульбових і бобових культур. Додавання БКС у нативному виді при виготовленні макаронних виробів знижує вміст клейковинних білків. У результаті погіршуються реологічні властивості макаронних виробів – міцність і пластичність, збільшується злипання і втрати сухих речовин при варінні. Тому припустима кількість БКС у суміші із пшеничним борошном нормальної якості не перевищує 10%. Для збільшення частки БКС у виробі рекомендується проводити його попередню клейстеризацію. Але структура таких виробів під час варіння послаблюється.

Доцільне виробництво макаронних виробів, що складається повністю із БКС, для розширення асортименту продуктів харчування для людей з гострою нирковою недостатністю або іншими захворюваннями, при яких необхідне дотримання безбілкової дієти.

Контрольні питання

1. Характеристика сировини для виробництва макаронних виробів.
2. Вимоги до технологічних властивостей макаронного борошна.
3. Характеристика процесу підготування сировини, замішування тіста.
4. Визначити вплив температури і тривалості замішування на якість макаронного тіста.
5. Способи формування макаронних виробів.
6. Технологічні параметри процесу формування макаронних виробів.
7. Характеристика процесу оброблення сирих макаронних виробів.
8. Способи і режими сушіння макаронних виробів.
9. Способи і режими охолодження макаронних виробів.
10. Характеристика нетрадиційних макаронних виробів.

Розділ 5

ТЕХНОЛОГІЯ ЕКСТРУЗІЙНИХ ПРОДУКТІВ

5.1. Сутність процесу екструдювання

Екструзія (від лат. *extrudo* – виштовхування, видавлювання) – це процес, що об'єднує процеси термо-, гідро- і механохімічного оброблення сировини з метою одержання продуктів з новою структурою та властивостями.

Діапазон сировини, яка піддається екструзії, охоплює широкий спектр різних органічних матеріалів і включає харчову сировину рослинного та тваринного походження.

Один з перших екструдерів, використаний ще в 1868 р. у Англії для виробництва ковбас, здійснював в основному тільки інтенсивне змішування м'ясного фаршу та формування готових виробів без термохімічного впливу на сировину. Наприкінці 40-х р. ХХ ст. була розроблена технологія варильної екструзії, що забезпечувала необоротні зміни сировини, зокрема, майже повну клейстеризацію крохмалю. Справжній бум розвитку техніки та технології екструдювання в Європі та Новому Світі прийшовся на 60-і рр.: більше 40 різних фірм освоїли виробництво техніки для різноманітних видів сировини та розроблення продуктів із різними фізико-хімічними та функціональними властивостями; були розроблені теоретичні основи холодної та гарячої екструзії.

На сьогодні різними видами екструзії одержують інгредієнти кормів для домашніх птахів, тварин, риб, кондитерські вироби (шоколад, цукерки, печиво, жувальну гумку), продукти дитячого та дієтичного харчування, повітряні круп'яні палички (кукурудзяні, рисові, перлові та ін.), компоненти овочевих консервів і харчоконцентратів, широкий діапазон макаронних виробів.

Метод екструзійного оброблення дозволяє отримати ряд переваг:

- інтенсифікувати виробничий процес;
- підвищити ступінь використання сировини;
- одержати готові до застосування харчові продукти або створити для них компоненти, що володіють високою здатністю до загущення, утримання води та жиру;
- знизити виробничі витрати (витрати тепла, електроенергії);
- знизити трудові витрати;
- розширити асортимент харчових продуктів;
- підвищити засвоюваність;
- знизити мікробіологічну засіяність продуктів;
- зменшити забруднення навколишнього середовища.

Крім того, у результаті екструзії відбуваються істотні зміни та текстурування не тільки на клітинному рівні, але й складні хімічні, мікробіологічні (стерилізація), фізичні процеси та явища.

Травлення людини, з погляду фізіології, засноване на механічній деструкції харчових продуктів та їх подальшому кислотному і ферментативному обробленні з подальшим перетворенням складних речовин у простіші, що супроводжуються значними витратами фізіологічної енергії. Тому екструзійні продукти харчування значною мірою знімають ряд проблем, особливо в людей, які страждають на певні захворювання.

Екструзійні продукти, які одержують на харчових екструдерах:

- кукурудзяні палички;
- подушечки та трубочки з начинкою;
- хрусткі хлібці та соломка;
- фігурні сухі сніданки;
- пластівці кукурудзяні та з інших злаків;
- каші швидкої розварюваності;
- продукти дитячого харчування;
- фігурні чіпси;

- екструзійні сухарики;
- дрібні кульки з рису, кукурудзи, гречки, пшениці, для наповнення й обсипання шоколадних виробів, морозива та інших кондитерських виробів;
- харчові висівки;
- борошно, що набухає, паніровки;
- продукти вторинного перероблення хліба;
- соєві продукти: соєвий текстурат, концентрат (застосовуються у виробництві ковбаси, сосисок, котлет та ін.), шматкові соєві продукти (фарш, гуляш, біфштекс, тушонка та ін.);
- корм для кішок, собак, домашніх гризунів, великої рогатої худоби;
- корм для промислових і акваріумних риб;
- продукти перероблення відходів тваринництва;
- модифікований крохмаль.

Екструдер — машина для формування пластичних матеріалів (рис. 5.1) шляхом надання їм форми за допомогою продавлювання (екструзії) через профілюючий інструмент (екструзійну головку).

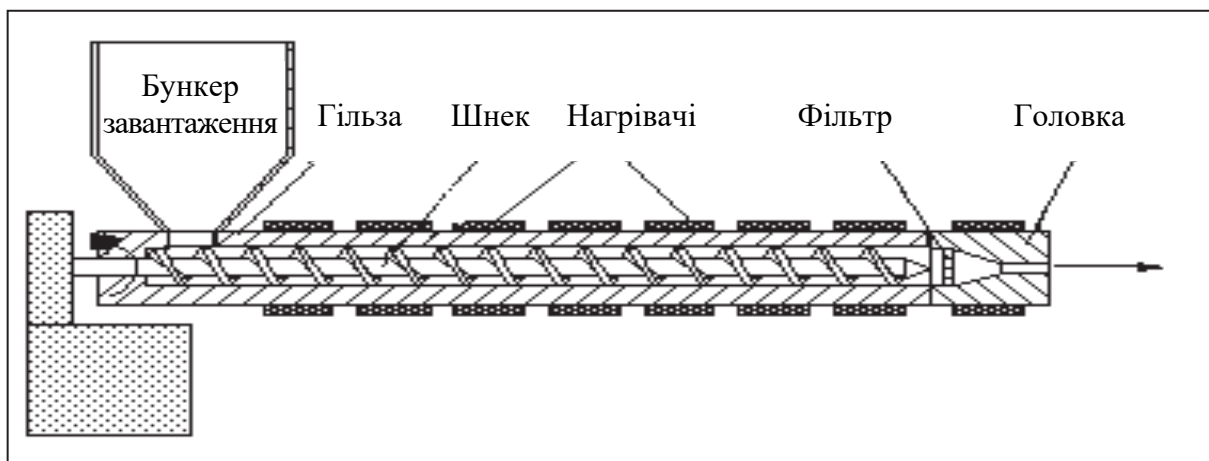


Рис. 5.1. Принципова схема екструдера

Джерело: <https://ru.wikipedia.org>.

У сучасній практиці екструзійних технологій знайшли застосування два типи екструдерів – одношнекові та двошнекові, які мають різні технічні особливості і специфічні робочі параметри режимів перероблення сировини.

Найбільше поширення одержали екструдери із взаємно-зачіплюваними шнеками, що обертаються в одному напрямку (рис. 5.2).

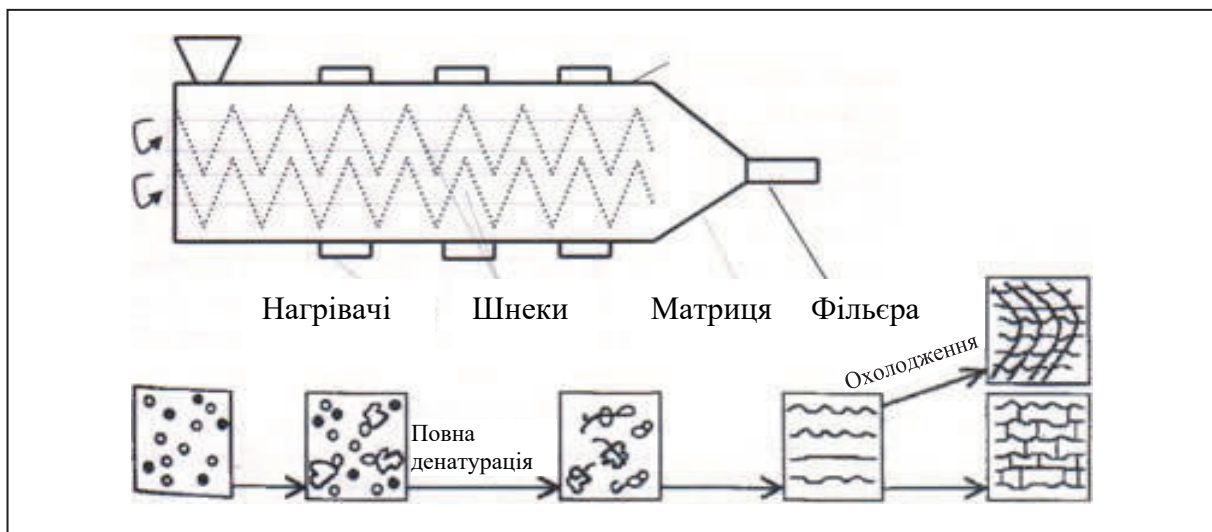


Рис. 5.2. Екструдер
із взаємно-зачіплюваними шнеками

Джерело: <https://www.draw.io>.

Робоча зона екструдера поділена на функціональні зони: завантаження, транспортування, пластикації, стиску, дозування і формування. Вихідні компоненти у вигляді порошку та рідини подаються в зону завантаження. Під час проходження зони транспортування за потреби видаляються захоплене повітря та інші газоподібні вклучення. Крім цього, відбувається перемішування компонентів.

Попередньо змішана маса потрапляє в зону пластикації, де відбувається її інтенсивне оброблення шляхом деформації зрушення з одночасним підвищенням температури до 80...120°C. Щільність матеріалу, коефіцієнт заповнення міжвиткового простору збільшуються, підвищується й тиск, внаслідок чого зерниста структура руйнується, матеріал желюється.

У зоні стискання продукт піддається повторному стисненню до максимального тиску (20 МПа), температура зростає (до 200°C) за рахунок підведення енергії ззовні, і матеріал продавлюється через матрицю з фільєрою.

У момент виходу матеріалу з фільєри деформації релаксують, продукт розбухає, волога частково випаровується. Під час релаксації еластичний матеріал, який перебуває під тиском у екструдері, піниться, і така структура зберігається після видалення вологи й охолодження. Екструдати з білкової сировини набувають волокнистої структури, а із крохмалистої сировини – пористої. Форма фільєри впливає на конфігурацію виробу, практично не змінюючи структури продукту.

Тривалість перебування матеріалу в екструдері 30–90 с. Тому такий процес отримав назву короткочасного високотемпературного процесу (КВП) приготування харчових продуктів.

При КВП під впливом тепла у вологому середовищі зерна крохмалю, що містяться в матеріалах, гідратують вологу, змінюючи зв'язки молекул, і клейстеризуються.

Додаткове механічне оброблення, тертя, зрушення в екструдері інтенсифікують процес клейстеризації крохмалю. Гель під впливом високої температури і тиску має значну в'язкість. Під час формування матеріал за доли секунди переходить із зони високого тиску в атмосферну зону, вода миттєво випаровується, а пара, включена в грузлу масу, утворює у ній пінисту структуру, що застигає при охолодженні.

Складні білки у звичайному стані мають вигляд гелів, більш-менш гідратованих, з певною в'язкістю. Під впливом тепла вони коагулюють через зміну міжмолекулярних зв'язків. При КВП складні білки піддаються зсуву і розтягнанню, у результаті чого додатково відбувається розгортання молекул, їхня орієнтація та з'єднання у волокна. При витяжці між паралельно зорієнтованими молекулами утворюються зв'язки, що групують молекули в зчеплені пучки. Таким чином, створюється нова волокниста структура.

Розглянуті вище модельні процеси ніколи не здійснюються в чистому вигляді у виробництві, тому що вихідна сировина для екструзії завжди є сумішшю різних компонентів: полісахариди (крохмаль), протеїни (клейковина), ліпіди, мінеральні речовини та інші добавки. Тому фізико-хімічні, біохімічні процеси, що протікають при термопластичній екструзії харчових мас, – це сумарний ефект впливу вихідної сировини, технологічних параметрів і конструктивних особливостей екструдерів.

5.2. Види екструзії

Залежно від температури перед матрицею розрізняють три основних види екструзії: холодну, теплу та гарячу (варильну). При холодній екструзії температура маси, яка формується, перед матрицею не перевищує 50°C, при теплій – перебуває в межах 60...100°C, при гарячій – становить 120...200°C (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Технологічні параметри екструзії

Режим екструзії	Температура маси перед матрицею, °C	Вологість маси, %	Тиск, МПа
<i>Холодна</i>	Не більше 50°C	Більше 28	Менш 10
<i>Тепла</i>	60...100°C	24...30	9...12
<i>Гаряча</i>	120...200°C	14...20	12...20

Зазвичай при роботі екструдера в сталому режимі необхідна температура маси перед матрицею підтримується завдяки виділенню тепла під дією тертя лопатів шнека об грузлу масу, що нагнітається. При цьому підвищення вологості маси, зниження в'язкості та збільшення пластичності призводить до зниження інтенсивності тертя шнека і, отже, до зниження температури формованої маси та тиску екструзії. У зв'язку із цим кожний із зазначених температурних режимів екструзії характеризується також певними межами значень вологості маси та тиску екструзії.

Холодна екструзія

Для неї характерні тільки механічні зміни в матеріалі при повільному його переміщенні і формуванні.

Холодна екструзія широко використовується для формування кондитерських мас у вигляді джгутів при виготовленні різного роду цукерок, батончиків та інших кондитерських виробів, жувальної гумки, тістових заготовок хлібних паличок, а також для готування заготівок сухих сніданків з подальшим їхнім тепловим обробленням.

Однак широке застосування холодної екструзії набула в харчовій промисловості для виробництва традиційних видів макаронних виробів.

Тепла екструзія

При цьому методі сухі інгредієнти сировини змішують із певною кількістю води і подають в екструдер, де поряд з механічними впливами вони піддаються тепловому обробленню. Додатково здійснюється нагрівання продукту зовнішніми обігрівачами. Одержуваний продукт (екструдат) відрізняється невеликою щільністю, збільшеним об'ємом, пластичністю, ніздрюватою будовою. Найчастіше екструдату необхідне додаткове оброблення: висушування або охолодження. Цим методом одержують деякі види закусок.

Крім можливого застосування теплої екструзії для формування макаронного тіста, найбільше поширена вона у виробництві напівфабрикатів сухих сніданків зі спученою структурою. Основною вихідною сировиною для їхнього виробництва служать: картопляне борошно, крохмаль, крупка, пластівці; рисовий крохмаль, борошно, крупа й інша крохмалевмісна сировина.

Екструдовані напівфабрикати сухих сніданків – це вироби, відформовані у вигляді локшини, вермішелі або інших форматів і висушені до вологості 8...12 %. У такому вигляді напівфабрикати мають більшу щільність, міцність і можуть зберігатися протягом тривалого часу. Для приготування з них спучених сухих сніданків з ніжною, хрусткою, піноподібною структурою,

подібною до структури сухого печива крекер (подібні сухі сніданки також називають крекерами), досить занурити їх на 10–20 с у нагріту до 170...190°C олію – у фритюр.

Гаряча (варильна) екструзія

Забезпечує спучування екструдату, який випресовується, безпосередньо при виході з фільтри матриці в результаті різкого зниження тиску та температури з миттєвим перетворенням води в пару. Механізм піноутворення структури екструдату при гарячій екструзії та вплив тих або інших чинників на ступінь його спучування багато в чому подібний до тих, які наявні в технології приготування сухих сніданків з використанням теплої екструзії. Зокрема, і при гарячій екструзії основним показником, який визначає технологічні параметри процесу та якість екструдату, є в'язкість маси, що екструдується, і, як і при теплій екструзії, ступінь деструкції крохмальних зерен у процесі гарячої екструзії може служити критерієм оптимізації її технологічних параметрів.

Переваги застосування гарячої екструзії полягають, у першу чергу, в швидкоплинності процесу та у відсутності потреби висушування екструдату. Однак спучений екструдат, унаслідок значного питомого об'єму, вимагає більших площ для зберігання та значних витрат на транспортування. Крім того, для поліпшення його текстурних властивостей, зокрема для усунення прилипання до зубів, на нього наносять рослинну олію, що знижує термін зберігання сухого сніданку та вимагає додаткового обладнання. Термін зберігання обмежується також високою гігроскопічністю спучених виробів: вміст вологи в них не повинний перевищувати 2%, інакше вироби втрачають тендітну, хрустку текстуру.

Крім виробництва сухих сніданків гаряча екструзія знаходить застосування для приготування текстурованих продуктів на основі рослинного та тваринного білка: у режимах гарячої екструзії глобулярна структура білка переходить у фібрилярну, яка краще засвоюється організмом людини. Готові продукти екструзійної технології мають лише два типи структури: пористу або волокнисту макроструктуру (див. рис. 5.3).

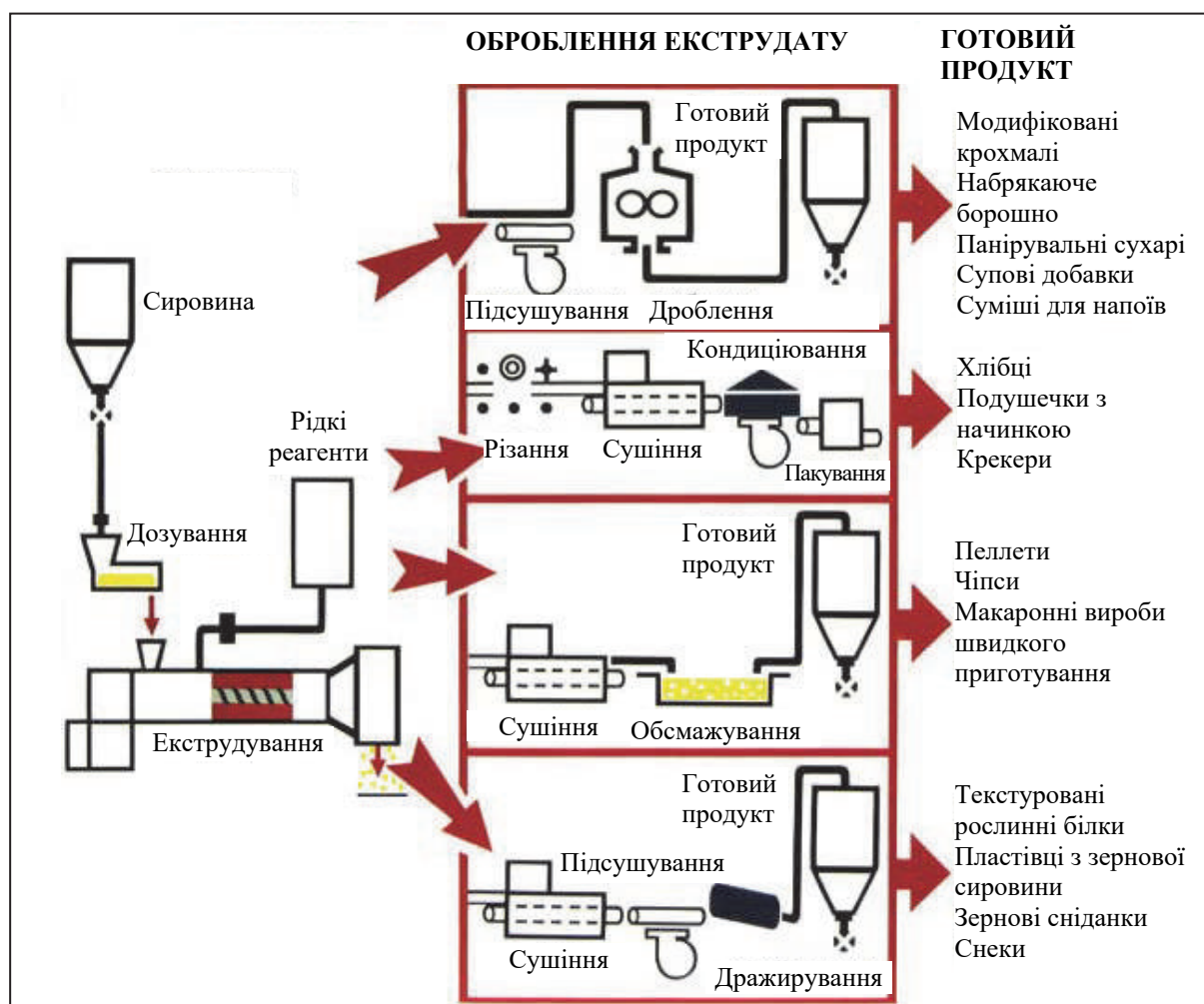


Рис. 5.3. Технологія екструзійних продуктів

Джерело: <https://www.vmeste-so-vsemi.ru>.

Контрольні питання

1. Що таке екструзія?
2. Які переваги дає екструзійне оброблення продуктів, порівняно з традиційними (тепловими) методами оброблення?
3. Характеристика холодної екструзії.
4. Характеристика теплої екструзії.
5. Характеристика гарячої (варильної) екструзії.
6. Яке обладнання використовують для виробництва екструдованої продукції?
7. Характеристика зміни харчових речовин продуктів при виробництві екструдованої продукції.
8. Переваги застосування гарячої екструзії.
9. Асортимент екструдованої продукції.

Розділ 6

ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБА ТА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Хліб, як вважають вчені, з'явився на Землі понад 15 тис. років тому. Вперше хліб з тіста стали випікати єгиптяни, а 5-6 тис. років тому – греки і римляни. До наших днів у Римі зберігся 13-метровий пам'ятник – монумент пекареві. З давніх часів випікання хліба вважалася почесною та відповідальною справою.

Хлібобулочні вироби – це продукти харчування, які мають високу енергетичну цінність, добре перетравлюються, містять такі харчові речовини як білки, вуглеводи, ліпіди, вітаміни, мінеральні речовини та харчові волокна.

6.1. Характеристика хліба і хлібобулочних виробів

Асортимент хліба та хлібобулочних виробів нараховує більше 1000 назв як загального призначення, так і спеціального дієтичного.

Усі види поділяються на групи:

- **за видом борошна** – на житній, пшеничний та із суміші житнього і пшеничного борошна;
- **за способом випічки** – на формовий і подовий;
- **за формою виробів** – на батони, булки, плетінки та ін.;
- **за рецептурою** – на простий, поліпшений (з додаванням невеликої кількості цукру або патоки, жиру або пряностей) і здобний (з підвищеним вмістом жиру і цукру);
- **бубличні та сухарні вироби** – бублики, прості грінки та сухарики, хлібці;
- **за призначенням** – на звичайний і дієтичний.

На рис. 6.1 наведена класифікація хлібобулочних виробів.

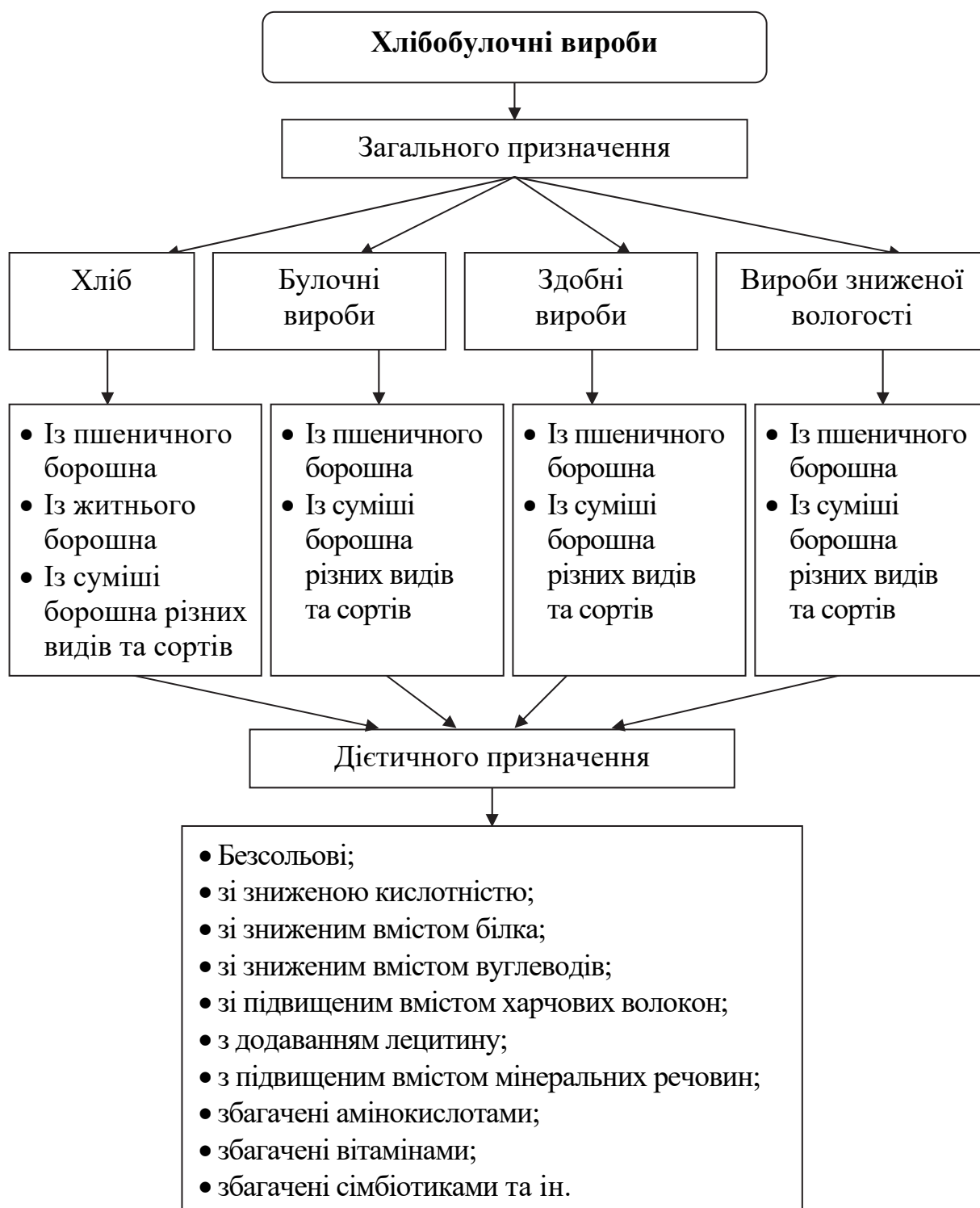


Рис. 6.1. Класифікація хлібобулочних виробів

Джерело: розроблено авторами.



Рис. 6.2. Хлібобулочні вироби

Джерело: <https://agrohleb.ru>.

Житній хліб випікають тільки простим і полішеним.

Хліб простий одержують із борошна обдирного, обойного або їхньої суміші.

Хліб полішених сортів готують із борошна обойного, сіяного, застосовуючи заварку частини борошна солодом, а в деякі сорти додають цукор, тмин, аніс, коріандр.

Пшеничний хліб виробляють простим, полішеним і здобним.

До *простого* належить хліб із борошна пшеничного обойного, вищого, I і II сортів та з їхньої суміші.

До *полішених сортів* належить хліб із пшеничного борошна з додаванням цукру, маргарину або інших інгредієнтів (у концентрації від 2% до 7%).

Булочні вироби (вироби масою менше 500 г) випікають із борошна пшеничного вищого і I сортів. Це вироби у вигляді батонів, булок, булочок, плетених виробів, калачів та ін. (рис. 6.2). У рецептуру цих виробів входять жир, цукор (не менше 7%).

Батони – це вироби довгастої форми, з гострими, округленими або тупими кінцями, з надрізами на поверхні, масою 200, 400, 500 г із простого або поліпшеного тіста. Асортименти батонів: прості, нарізні, з родзинками та ін.

Булки та булочки випікають округлої або довгастої форми масою 100 і 200 г. Асортимент: міські, булочки з маком, з родзинками, з помадкою, шкільні та ін.

Сайки – це різновид булок, випікаються на листах або формах по декілька штук, щільно посадженими одна біля одної. Асортимент: прості, гірчичні, з родзинками.

Плетені вироби готують переплетенням джгутів із крутого поліпшеного пшеничного тіста. Асортимент: плетінки з маком, хали плетені.

Здобні вироби містять 10...26% цукру, 7...20% жиру, 0,8...16% яєць, варення, повидло, цукрову пудру. Розрізняють здобу звичайну, просту та фігурну (дитячу).

Бубличні вироби – сушки, бублики. Вироби мають форму кільця або овалу, які готують зі джгута тіста круглого січення, з плоскою поверхнею.

Малі бублики – це кільця діаметром 7–9 см, товщина джгута до 2 см. Маса одного виробу 24–40 г, вологість 14...19%.

Сушки – вироби у вигляді кільця діаметру 4...6 см, товщина джгута – 1–1,7 см. Маса одного виробу 6,5–12 г, вологість 9...13%.

Великі бублики мають діаметр кільця 7–10 см, товщина джгута до 3,3 см. Маса одного виробу 50–100 г, вологість 25...27 %.

Соломка – особлива група виробів з пшеничного борошна вищого або 1-го ґатунку, з вмістом клейковини 32...35%. Випускають соломку *солону*, *солодку*, з *маком* та ін.

Хлібні палички – випікають з борошна вищого та І сортів з додаванням цукру та жиру, ароматичних речовин.

Хлібці – пористі вироби з житнього або пшеничного борошна, їх суміші з додаванням цукру та жиру. Випускають хлібці десертні, до чаю, житні прості і солоні та ін.

Здобні сухарі – виготовляють з пшеничного борошна з додаванням жирів та цукру: цукрові (обсипані цукром), ювілейні (з додаванням молока), горіхові (з додаванням горіхів), гірчичні (з додавання рослинної олії) та ін.

Спеціальні сорти хліба – це лікувальний і дієтичний хліб.

Хліб для діабетиків (хворих на цукровий хворобу) зі зниженим вмістом вуглеводів: білково-пшеничний, білково-висівковий (основна сировина – відмита сира клейковина, пшеничне борошно та висівки).

Вироби без додавання солі рекомендують людям із хворобами нирок і серцево-судинної системи. Це *хліб безсольовий* (ахлоридний), що випікається із пшеничного борошна без солі на сироватці.

Вироби зі зниженою кислотністю рекомендують при гастритах і виразковій хворобі з підвищеною кислотністю. Сировиною служить борошно пшеничне I сорту. До таких виробів належать булочки та сухарі зі зниженою кислотністю.

Вироби з додаванням фосфатидів і морської капусти призначені для людей із захворюваннями серцево-судинної системи та людей похилого віку. Це булочки з морською капустою, хлібці з лецитином і морською капустою та ін.

Вироби, збагачені йодом, рекомендують як профілактичне харчування для запобігання захворюванням щитоподібної залози. Це пшеничний і житній хліб з морською капустою, хліб йодований. Основною сировиною для їхнього виробництва є борошно пшеничне I і II сортів, житнє обойне й обдирне, йодистий калій або порошок морської капусти.

Національні хлібобулочні вироби виробляють за спеціальною технологією в Середній Азії, Закавказзі. Асортименти: лаваш, чуреки, коржі та ін.

Харчова цінність хлібобулочних виробів

Хліб, приготовлений з різних сортів борошна, містить (див. табл. 6.1): 40...50% вологи та 60...50% сухої речовини, яка представлена:

- вуглеводами (близько 45%);
- білками (8...9%);
- жирами;
- мінеральними речовинами;
- вітамінами;
- органічними кислотами.

Харчова цінність хліба вище, ніж його хімічний склад відповідає формулі збалансованого харчування: Б:Ж:В = 1:1:3

Енергетична цінність хліба залежить від вмісту вологи і від кількості сухих речовин. Чим більше в продукті води, що не виділяє в організмі енергії, тим нижча енергетична цінність виробу.

Таблиця 6.1

**Середній хімічний склад хліба
і хлібобулочних виробів, %**

Продукт	Вода	Білки	Жири	Вугле- води	Клітко- вина	Зола	Кало- рійність, ккал
Хліб пшеничний формовий із оббивного борошна	44,3	8,1	1,2	42,0	1,2	2,5	853
Хліб пшеничний формовий із борошна II сорту	41,2	8,1	1,2	4,0	0,4	2,0	924
Хліб пшеничний подовий із борошна II сорту	39,5	8,3	1,3	48,1	0,4	2,0	953
Хліб пшеничний формовий із борошна вищого сорту	37,8	7,6	0,6	52,3	0,1	0,3	979
Хліб пшеничний формовий із борошна I сорту	39,5	7,6	0,9	49,7	0,2	0,3	949
Хліб житній простий формовий із оббивного борошна	47,5	6,5	1,0	40,1	1,3	2,5	798
Хліб житньо- пшеничний простий формовий із оббивного борошна	46,9	7,0	1,1	40,3	1,1	2,5	811
Батони із пшеничного борошна I сорту	37,2	7,9	1,0	51,9	0,2	1,5	991
Булочки міські із пшеничного борошна I сорту	34,3	7,7	2,4	53,4	0,2	1,6	1067

Значення енергетичної цінності від кількості в масі сухих речовин (білків, вуглеводів, ліпідів та ін.) розрізняються за теплою згоряння й енергією, яка виділяється в нашому організмі. Тепло згоряння й енергетична цінність у організмі людини найвища у жирів. Тому, чим більше в рецептурі хлібних виробів жиру, тим вища його енергетична цінність.

Як відомо, дорослій людині необхідно одержувати в день приблизно 12000 кДж. Якщо щодня з'їдати 150 г стандартного хліба, 150 г хліба з борошна пшеничного II сорту й 150 г нарізного батона з борошна I сорту, то енергетична цінність цих хлібних виробів дорівнює 4000 кДж, тобто вживання хліба покриває добову потребу в енергії приблизно на одну третину.

Білки хліба – неповноцінні: в них мало незамінних амінокислот лізину та метіоніну. Тому при виробництві хліба підвищують його білкову цінність шляхом збагачення молочними продуктами, білками бобових і олійних культур (сої, соняшника) та харчовим рибним борошном.

Вуглеводи хлібобулочних виробів поділяються на засвоювані (крохмаль, цукри, глікоген) і незасвоювані (клітковина). Потреба дорослої людини, яка споживає 450 г хлібних виробів, у крохмалі покривається на 41%, цукрів – на 17%, клітковини – 57%.

450 г хлібних виробів може задовольнити потребу в органічних кислотах на 49% (вони активізують діяльність травного тракту, сприяють зміні складу мікрофлори кишківника), потреба дорослої людини 2 г у день.

У хлібі високий вміст фосфору, заліза й магнію, дефіцитним є кальцій. Найбільше покриття потреби у вітамінах при споживанні 450 г хліба належить тіаміну (B₁), токоферолу (E), найменше – рибофлавіну (B₂).

Наведені вище відомості дозволяють виявляти проблеми збалансованого харчування людини та визначати способи поліпшення і підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів.

6.2. Сировина для хлібобулочних виробів

Якість хліба і хлібобулочних виробів залежить від якості сировини, яка використовується відповідно до технологічної інструкції і рецептури виробу. При цьому харчова сировина повинна відповідати вимогам діючих стандартів, технічних умов, гігієнічних вимог, мати гігієнічний сертифікат (або гігієнічний висновок), сертифікати відповідності або підтвердження якості, що гарантують її якість та безпеку.

Уся сировина, що застосовується в хлібопекарському виробництві, поділяється:

- на основну сировину, яка є необхідною складовою хлібобулочних виробів. До неї належать: борошно, дріжджі (закваска), сіль і вода;
- на додаткову сировину, яка застосовується за рецептурою для підвищення харчової цінності, забезпечення специфічних органолептичних і фізико-хімічних показників якості хлібобулочних виробів. До неї належать: молоко і молочні продукти, яйця й яєчні продукти, жири і масла, цукор та продукти, що містять цукор, солод, горіхи, пряності, плодово-ягідні й овочеві продукти, харчові добавки та ін.

Основна сировина

Характеристика борошна. Для виробництва використовують борошно пшеничне хлібопекарне та житнє всіх сортів. Нетрадиційні види борошна більшою мірою використовуються у невеликій кількості (5...20%), можуть входити до рецептурного складу виробів.

Досить новим науковим підходом є створення нетрадиційних борошняних продуктів нового покоління. Борошно збагачене – це борошно одного виду або сорту з додаванням збагачувачів (вітамінних, білкових препаратів та ін.).

До складу білків пшеничного і житнього борошна входять білки прості та складні. Структура білкових молекул і фізико-хімічні властивості білків визначають властивості тіста.

Білки пшеничного і житнього борошна представлені в основному проламінами (*гліадин*) і глютеїнами (*глютенін*). Вміст цих білків становить $\frac{2}{3}$ або $\frac{3}{4}$ від усієї маси білків борошна.

Гліадин і глютенін у воді нерозчинні, поглинають воду, набрякають, злипаються й утворюють пружну, еластичну масу – сирю клейковину. У сирій клейковині міститься 65...70% вологи і 30...35% сухих речовин, у сухій клейковині 90% білків і 10% крохмалю, жиру, цукру та інших речовин борошна, поглинених білками при набуханні. Кількість сирої клейковини коливається в широких межах 15...50% від маси борошна. Чим більше білків міститься в борошні, чим сильніша їх здатність до набухання, тим більше вийде сирої клейковини. Якість клейковини характеризується кольором, еластичністю (здатність клейковини відновлювати свою форму після розтягання), розтяжністю (здатність розтягуватися на певну довжину) і пружністю (здатність чинити опір при деформації). Кількість клейковини та її властивості визначають хлібопекарську гідність борошна й якість виробів з нього. Бажано, щоб клейковина була еластичною, в міру пружною і мала середню розтяжність.

Ненасичені жирні кислоти та їх солі чинять сильну зміцнювальну дію на клейковину. Наявність невеликої кількості цих кислот робить клейковину пружною, малорозтяжною і такою, що навіть кришиться.

Якість клейковини також залежить від підвищених температур при сушінні і гарячому кондиціонуванні зерна. Зерно перед помелом зволожується, а потім прогрівається в спеціальних машинах-кондиціонерах. Підвищення температури укріплює клейковину, при цьому вона стає менш розтяжною, більш пружною. Проте, якщо температура нагріву зерна була дуже висока, білки клейковини згущуються і тоді відмити її вже не можна. Зерно, що піддалося дії високих температур, втрачає свої первинні якості.

Важливим чинником, від якого залежить якість клейковини, є наявність речовин, що містять сульфгідрильну групу – SH.

Додавання таких речовин у невеликій кількості до борошна або тіста спричиняє різке погіршення їх якості, розпливання і розрідження. Особливо потрібно зазначити такі речовини як цистеїн і глютатіон.

Глютатіон представляє особливий інтерес, оскільки він міститься в досить помітній кількості у зародку пшеничного зерна (0,45% від сухої речовини). Негативна дія на клейковину зумовлюється тільки відновленою формою глютатіону.

Розріджувальна дія цистеїна і глютатіону на тісто і клейковину зазвичай пояснюється тим, що ці речовини активують протеолітичні ферменти борошна, які починають енергійно розщеплювати білки клейковини, зумовлюючи, таким чином, розпливання тіста і клейковини.

Якість клейковини залежить також від дії протеолітичних ферментів. Під їх впливом клейковина втрачає свої первинні фізичні властивості, розріджується й іноді навіть неможливо її відмити. Значна частина білків борошна у воді не розчиняється, але добре в ній набухає. Білки особливо добре набухають при температурі близько 30°C, поглинаючи при цьому води в 2–3 рази більше за їх власну масу.

Отже, хлібопекарські властивості пшеничного борошна зумовлені такими показниками: силою борошна, цукро- і газоутворювальною здатністю, кольором і здатністю її до потемніння, крупністю помелу.

Сила борошна – це здатність борошна утворювати тісто, яке після замішування та протягом усього технологічного процесу наділене певними структурно-механічними властивостями. За цим показником борошно поділяють на сильне, середнє і слабке.

Сильним вважають борошно, здатне при замішуванні поглинати відносно велику кількість води й утворювати при цьому тісто, що добре зберігає форму, не липне до рук і устаткування, не розпливається при обробленні і випіканні.

Хлібопекарські властивості пшеничного борошна залежать від білково-протеїназного та вугдеводно-амілазного комплексів борошна.

Білково-протеїназний комплекс – це білки борошна та протеолітичні ферменти, які гідролізують їх, а також активатори й інгібітори протеолізу. Стан його є основним чинником, який зумовлює силу борошна. Протеїнази, впливаючи на клейковину, знижують її пружність. Протеоліз не завжди супроводжується утворенням вільних амінокислот, тобто руйнуванням первинної структури білка. У початковій стадії протеоліз впливає на третинну та четвертинну структури білкової молекули, спричиняє її дезагрегацію, утворення поліпептидів. Тому, чим більше в борошні клейковини та кращі її фізичні властивості, а активність протеїнази й активаторів протеолізу менша, тим сильніше борошно та кращі реологічні властивості тіста з нього.

Вуглеводно-амілазний комплекс включає цукри, крохмаль і амілази, що гідролізують його. Частка розчинних вуглеводів у сухій речовині різних сортів борошна коливається від 0,7% до 1,8 %. У процесі приготування пшеничного хліба для забезпечення нормальної життєдіяльності дріжджів, одержання ароматного хліба їх необхідно 5...6 %. Відсутня кількість цукрів утворюється із крохмалю під дією амілаз. Крохмаль – основна складова борошна. Масова частка крохмалю залежно від сорту борошна коливається в інтервалі 58...70%. Роль крохмалю у технологічному процесі полягає:

- у поглинанні води під час замішування та участі в створенні структури тіста;
- у клейстеризації під час випікання та участі у формуванні м'якушки виробів;
- у сприянні черствінню виробів за рахунок ретроградації під час їх зберігання.

Тому дуже важливим показником якості борошна є здатність до цукроутворення. Оптимальна цукроутворювальна здатність борошна визначає розмір і цілісність крохмальних зерен.

Здатність цукроутворення борошна – це здатність утворювати з водно-борошняної суміші за встановленої температури і певного періоду часу деяку кількість мальтози.

Вона характеризує активність ферментів α - і β -амілаз, що атакують крохмаль. Технологічне значення амілаз різне. Так, β -амілаза, оцукрюючи крохмаль, який міститься в тісті, сприяє накопиченню цукрів, необхідних для спиртового бродіння в тісті, а α -амілази перетворюють крохмаль на декстрини, які погіршують якість борошняних виробів.

Чутливість до умов середовища різна: α -амілаза більш чутлива до кислотності середовища і менш чутлива до температури порівняно з β -амілазою. Температура інактивації цих ферментів залежно від кислотності середовища відповідно дорівнює 70...95°C і 60...84°C. Оптимальна температура оцукрення пшеничного крохмалю під сумісною дією α - і β -амілаз 63...65°C. У кислому середовищі амілази інактивуються при нижчій температурі.

Важливий показник технологічних властивостей борошна – його газоутворювальна здатність. Газоутворювальна здатність вимірюється кількістю вуглекислого газу, який утворюється за певний час при замішуванні борошна з дріжджами і водою при +30°C. Чим вища газоутворювальна здатність борошна, тим кращої якості виходять з нього вироби. Вуглекислий газ утворюється в тісті з глюкози під дією ферментів, які містяться в дріжджах і борошні. Отже, чим більше в тісті глюкози, тим більше в ньому вуглекислого газу. Глюкоза, у свою чергу, утворюється в тісті з цукрів борошна і тих цукрів, на які перетворюється в тісті крохмаль.

З борошна з низькою газоутворювальною здатністю вироби виходять недостатнього об'єму, малопористі, а їх скориночки погано забарвлюються. Пшеничне борошно 2 гатунку зазвичай має добру газоутворювальну здатність, а серед борошна вищого і 1 гатунку іноді є борошно з низькою газоутворювальною здатністю. Різко знижується цей найважливіший показник якості в борошні з пророслого або підмороженого зерна.

Здатність тіста утримувати діоксид вуглецю, який утворюється при бродінні, називається *газоутримувальною здатністю*, що залежить від білково-протеїнажного комплексу борошна. Її виражають у відсотках до газоутворювальної здатності.

Тісто з борошна відмінної якості утримує 65...80 % діоксиду вуглецю, який утворився при бродінні, а зі слабкого борошна – менше 50%. Тісто з низькою газоутримувальною здатністю має незадовільні структурно-механічні властивості.

У процесі приготування хліба має значення здатність борошна до потемніння, яке зумовлюється вмістом у борошні вільного тирозину й активністю ферменту поліфенолоксидази (тирозинази), яка каталізує окислювання фенолів і тирозину з утворенням темнозабарвлених меланінів. Від утворення в тісті меланінів залежить потемніння як тіста, так і м'якушки хліба.

Розмір часток борошна значною мірою впливає на швидкість протікання в тісті біохімічних і колоїдних процесів. У звичайному хлібопекарському борошні вищого і I сортів приблизно половина часток має розміри менше 40...50 мкм і половина – від 45...50 до 190 мкм. У борошні II сорту, й особливо в обойному, значно більше великих часток. Недостатнє або надмірне здрібнювання борошна погіршує його хлібопекарські властивості: дуже велике робить хліб недостатнього обсягу із грубою товстостінною пористістю м'якушки і часто із бліднозабарвленою скоринкою. Хліб з надмірно здрібненого борошна виходить зниженого обсягу з інтенсивно забарвленою скоринкою і часто з темнозабарвленою м'якушкою. Подовий хліб може бути розпливчастим.

Автолітична активність також характеризує якість борошна. Її визначають за вмістом водорозчинних речовин. Чим вище активність амілолітичних і протеолітичних ферментів і чим більш податливі до дії цих ферментів поліцукриди і білки, тим більше утворюється розчинних речовин. Борошно різних сортів із здорового зерна має автолітичну активність не більше 20...30 %, а з дефектного – значно вище.

Хлібопекарські властивості житнього борошна істотно відрізняються від пшеничного. Пояснюється це особливостями хімічного складу житнього борошна, в якому більше розчинних вуглеводів, у тому числі цукрів і поліфруктозидів (левулезанів), що дають при гідролізі фруктозу. В житньому борошні в 2 рази більше, ніж у пшеничному, водорозчинних пентозанів (слизів).

При цьому молекулярна маса житнього слизу в 2–5 разів більша, ніж пшеничного, що зумовлює його дуже велику в'язкість. Крохмаль житнього борошна клейстеризується за температури 52...55°C, пшеничного – 66...67°C. Атакованість житнього крохмалю амілазами вища, ніж пшеничного. Житнє борошно з добре дозрілого зерна завжди має в активному стані не тільки β -, але й α -амілазу.

Відмінна ознака білків житнього борошна – їхня здатність до швидкого й інтенсивного набрякання. Значна частина білка при цьому пептизується, і виходить дуже грузлий колоїдний розчин. Пептизовані білки взаємодіють зі слизом та утворюють комплекси, що істотно збільшують в'язкість житнього тіста. Житні білки не утворюють у тісті структурний клейковинний каркас, як пшеничні. Протеолітичні ферменти житнього борошна зі здорового зерна мають невисоку активність, але, впливаючи на білки, сприяють їхній пептизації, звільняють зв'язані амілази, що підсилюють гідроліз крохмалю.

Хлібопекарські властивості житнього борошна залежать від вугдеводно-амілазного комплексу. Про його стан свідчать автолітична активність, в'язкість водно-борошняної суспензії. Автолітична активність сіяного й обдирного борошна становить не більше 50%, обойної – 55% (у перерахунку на суху речовину).

Характеристика дріжджів. У хлібопеченні застосовують пресовані, сушені і рідкі дріжджі та дріжджове молоко.

Пресовані дріжджі – це дріжджові клітини, вологість їх становить до 75%, тому вони швидко псуються і вимагають зберігання при температурі 0...4 °C протягом не більше 12 діб.

Сушені дріжджі отримують із пресованих шляхом висушування в певних умовах до вологості 8...10%.

Основний показник якості дріжджів – це швидкість піднімання тіста, що характеризує здатність розпушувати тісто. Якісні дріжджі піднімають тісто за 60–65 хв.

Витрата пресованих дріжджів для приготування пшеничного тіста становить 0,5...3% до маси борошна і залежить від ряду чинників:

- від піднімальної сили дріжджів (чим вона нижча, тим більше потрібно дріжджів);
- від тривалості процесу бродіння тіста і способу його приготування (чим більша тривалість бродіння, тим менша витрата дріжджів);
- від кількості цукру і жиру, які додають у тісто (ці продукти пригнічують життєдіяльність дріжджів).

Характеристика води. Для готування тіста на 100 кг борошна витрачають від 35 до 75 л питної води. Вода повинна відповідати нормативним вимогам та санітарним правилам, а також бути прозорою, безбарвною, без сторонніх присмаків та запахів, не містити отруйних речовин та хвороботворних мікроорганізмів.

Важливий показник якості води – її жорсткість, яка зумовлена вмістом у ній іонів кальцію і магнію. Загальна жорсткість води не повинна перевищувати 7 мг-екв/л. Жорсткість води, як правило, не погіршує, а іноді навіть трохи поліпшує якість хліба, зміцнюючи слабку клейковину. Такий самий вплив справляють іони хлору, які містить хлорована вода.

Кількість води в тісті залежить:

- від виду борошна і виробів (найменшу вологість має тісто, призначене для бубличних виробів, найбільшу – для житнього хліба з обойного борошна);
- від вологості борошна (чим сухіше борошно, тим більше води воно поглинає при замішуванні);
- від кількості цукру і жиру, які додаються за рецептурою, розріджують тісто (при внесенні значної кількості цукру і жиру скорочують кількість води, яку додають при замішуванні).

Характеристика солі. Для виробництва хлібобулочних виробів використовують харчову кухонну сіль, яку поділяють за сортами та способом виробітку. У рецептуру хлібобулочних виробів, за винятком дієтичних безсольових сортів, входить

кухонна сіль у кількості від 1 до 2,5 % до маси борошна. Вона поліпшує смак, зміцнює клейковину тіста. Стан дріжджів за наявності солі погіршується, тому що сіль затримує процеси спиртового і молочнокислого бродіння в тісті.

Додаткова сировина

Характеристика молока та молочних продуктів. При виробництві хлібобулочних виробів використовують молоко коров'яче пастеризоване, молоко коров'яче незбиране сухе, молоко коров'яче знежирене сухе, сир кисломолочний, молочну сироватку, сметану, консерви молочні, харчові казецити, сухий молочний харчовий білок, суху білкову суміш та ін.

Характеристика яєчних продуктів. Їх широко використовують у виробництві булочних, сухарних і здобних виробів. Свіжі яйця, яєчний порошок, меланж є якісними білковими збагачувачами, які поліпшують структуру пористості, збільшують об'ємний вихід хліба і трохи сповільнюють його черствіння.

Характеристика жирів. У хлібопеченні використовують жири рослинного (олія гірчична, соняшникова, соєва, бавовняна, кукурудзяна) і тваринного (масло коров'яче) походження. Застосовують також спеціальні жири для кулінарії, кондитерської і хлібопекарської промисловості (суміші жирів, у які входять харчові саломаси, рослинні олії, тваринні жири, емульгатори та інші компоненти), рідкий жир і маргарин.

У покращенні вироби додають 2...5%, у здобні – 5...25 % жиру. Жири при виробництві хлібобулочних виробів підвищують енергетичну цінність продукції, поліпшують їхні смакові якості, збільшують обсяг хліба, підвищують пластичність тіста, водночас вони знижують інтенсивність бродіння тіста.

Характеристика цукру. У хлібопеченні застосовують цукор-пісок і цукрову пудру.

Цукор-пісок додають у тісто при виготовленні булочних і здобних виробів у кількості 2,5...30 % до маси борошна.

Цукрову пудру використовують для оброблення поверхні здобних виробів.

Цукор-пісок впливає на якість тіста і готового хліба таким чином: розріджує тісто, тому треба робити виправлення на кількість внесеної води; додавання його до невеликої кількості (до 8% до маси борошна) прискорює бродіння тіста, а при підвищеному дозуванні – сповільнює, поліпшує смак, аромат, забарвлення хліба, підвищує його енергетичну цінність.

Враховуючи гальмівну дію високих концентрацій цукру на процес бродіння та збільшення його тривалості, цукор вносять не при замішуванні, а після певного часу бродіння.

Характеристика солоду. Солодом називають зерна злаків, що проросли в штучно створених умовах при певній температурі та вологості і піддані спеціальному обробленню. У хлібопекарському виробництві використовують такі види солоду: житній ферментований і неферментований, ячмінний пивоварний і екстракти солодові та ячмінно-солодові. Додають солод у заварні сорти житнього або житньо-пшеничного хліба для поліпшення смаку, аромату і кольору м'якушки, а також у пшеничний хліб, що випікається з борошна з низькою цукроутворювальною здатністю.

Характеристика горіхів. У хлібопеченні горіхи застосовують у очищеному, дробленому вигляді для оброблення поверхні деяких виробів. Використовують ядра мигдалю солодкого, волоського горіха, фундука (ліщини) й арахісу.

Характеристика прянощів. Для ароматизації поліпшених сортів хліба використовують коріандр, імбир, гвоздику, корицю, мускатний горіх, кардамон, ясенець (аніс), перець запашний, ванілін та ін.

Характеристика харчових добавок. Для підвищення харчової цінності та стабілізації якості сировини, прискорення способів приготування тіста, розширення асортименту хлібобулочної продукції, подовження терміну зберігання свіжості виробів широко використовуються харчові добавки. Але їх застосування можливе за умови, що вони не загрожують здоров'ю населення. Допускаються до використання тільки харчові добавки, регламентовані нормативними документами.

У практиці хлібопекарського виробництва широко застосовують:

- поліпшувачі окисної та відновлювальної дії, що регулюють реологічні властивості тіста й інтенсивність протікання біохімічних і колоїдних процесів у ньому;
- ферментні препарати різного принципу дії, що дозволяють регулювати спиртове бродіння в тісті, біохімічні процеси, які відбуваються при бродінні, поліпшувати колір скоринки хліба, підвищувати водопоглинальну здатність тіста, інтенсифікувати дозрівання тіста;
- поверхнево-активні речовини, які стабілізують властивості емульсій, при додаванні в тісто поліпшують його властивості та якість хліба, сприяють більш тривалому збереженню свіжості хліба;
- модифіковані крохмалі, які поліпшують реологічні властивості тіста, структуру пористості та колір м'якушки;
- органічні кислоти (лимонна, оцтова, молочна та ін.), вмістом яких проводиться регулювання кислотності тіста, особливо житнього;
- мінеральні солі, що містять кальцій, магній, фосфор, натрій, марганець та інші ферменти, які активізують дріжджові клітини;
- суху пшеничну клейковину, що регулює реологічні властивості тіста, його водопоглинальну здатність і якість готових виробів.

6.3. Основні стадії виробництва хлібобулочних виробів

Для кожного сорту хліба існує уніфікована рецептура, в якій зазначено кількість солі, дріжджів і додаткової сировини (цукру, жиру та ін.) на 100 кг борошна. На її підставі лабораторія хлібозаводу складає виробничу рецептуру і технологічний режим. У виробничій рецептурі вказується дозування борошна, додаткової сировини, розчинів, напівфабрикатів (закваски, рідких дріжджів, заварки) на заміс однієї порції опари (закваски) і тіста залежно від потужності заводу, його устаткування, прийнятого способу тістоведеження.

Технологічний режим приготування хлібобулочних виробів визначається такими даними: температурою, вологістю, кислотністю, піднімальною силою напівфабрикатів, тривалістю бродіння, наявністю і кількістю обминань, масою шматків тіста, тривалістю і температурним режимом розстоювання та випікання. Рецептуру і технологічний режим перевіряють пробними виробничими випіканнями.

Процес виробництва хлібобулочних виробів складається з таких основних стадій:

- підготування сировини;
- приготування тіста:
 - замішування;
 - бродіння;
 - обминання;
- розділення тіста:
 - поділ тіста на шматки;
 - округлення;
 - розстоювання;
 - формування;
 - остаточне розстоювання;
- випікання хлібобулочних виробів;
- відбраковування й упакування готових виробів.

Підготування сировини

Підготування борошна. Існує два способи транспортування і збереження борошна на підприємствах: тарний, коли борошно перевозять і зберігають у мішках, і безтарний, коли борошно перевозять у спеціальних машинах і зберігають у бункерах.

Нині використовується безтарний спосіб збереження борошна в ємкостях різних конструкцій і розмірів.

Перед подачею борошна для приготування тіста здійснюють:

- підсортування (змішування) окремих партій;
- просіювання (рис. 6.3);
- магнітне очищення.

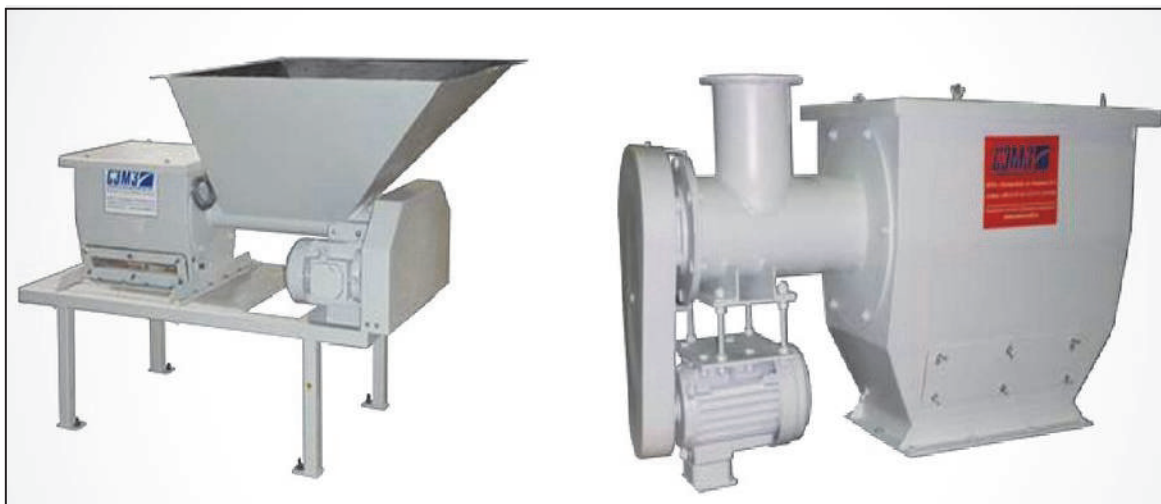


Рис. 6.3. Установки для просіювання борошна

Джерело: <https://deal.by>.

Зазвичай змішують борошно зі слабкою клейковиною і з сильною на спеціальних машинах – борошнозмішувачах.

Для просіювання борошна з метою видалення сторонніх домішок застосовують вібросита чи просіювачі різних конструкцій. Борошно просіюють через сито зі сталевій сітки з отворами визначеного розміру.

Для очищення борошна від залізомагнітних домішок у вихідних каналах машин, що просівають, установлюють магнітні пластини.

Підготування пресованих дріжджів до виробництва полягає в попередньому здрібнюванні і приготуванні однорідної маси (суспензії) у теплій воді температурою 30...35°C.

Тверді жири розтоплюють у бачках з водяною сорочкою і мішалкою. Температура маргарину при цьому не повинна перевищувати 40...45°C, інакше відбудеться розшарування маси на жир і воду, що порушить рівномірний розподіл жиру в тісті.

При підготуванні до виробництва сіль і цукор-пісок розчиняють у воді в бачках з мішалками при температурі близько 40°C до визначеної концентрації розчину, а потім перекачують у спеціальні збірники.

Приготування тіста

У хлібопекарній промисловості застосовують різні способи приготування тіста для пшеничного, житнього хліба, хліба з суміші житнього та пшеничного борошна, які можна визначити як однофазні або багатфазні.

Замішування тіста – це коротка технологічна операція. Тривалість замішування для пшеничного тіста становить 7–8 хв, житнього – 5–7 хв.

Мета замішування – одержати однорідну масу тіста з визначеними структурно-механічними властивостями.

При замішуванні одночасно протікають фізико-механічні і колоїдні процеси.

Колоїдні процеси (процеси набрякання) зв'язані з білками і крохмалем. Білки пшеничного борошна, поглинаючи вологу, різко збільшуються в обсязі й утворюють клейковинний каркас. Усередині нього знаходяться набряклі зерна крохмалю. У результаті механічного перемішування маси відбувається злипання часток у щільну масу, що приводить до утворення тіста.

Тісто після замішування складається з трьох фаз: твердої, рідкої і газоподібної. Від співвідношення цих фаз залежать властивості тіста. Пшеничне тісто еластичне, пружне, а житнє – грузле, пластичне (див. рис. 6.4).

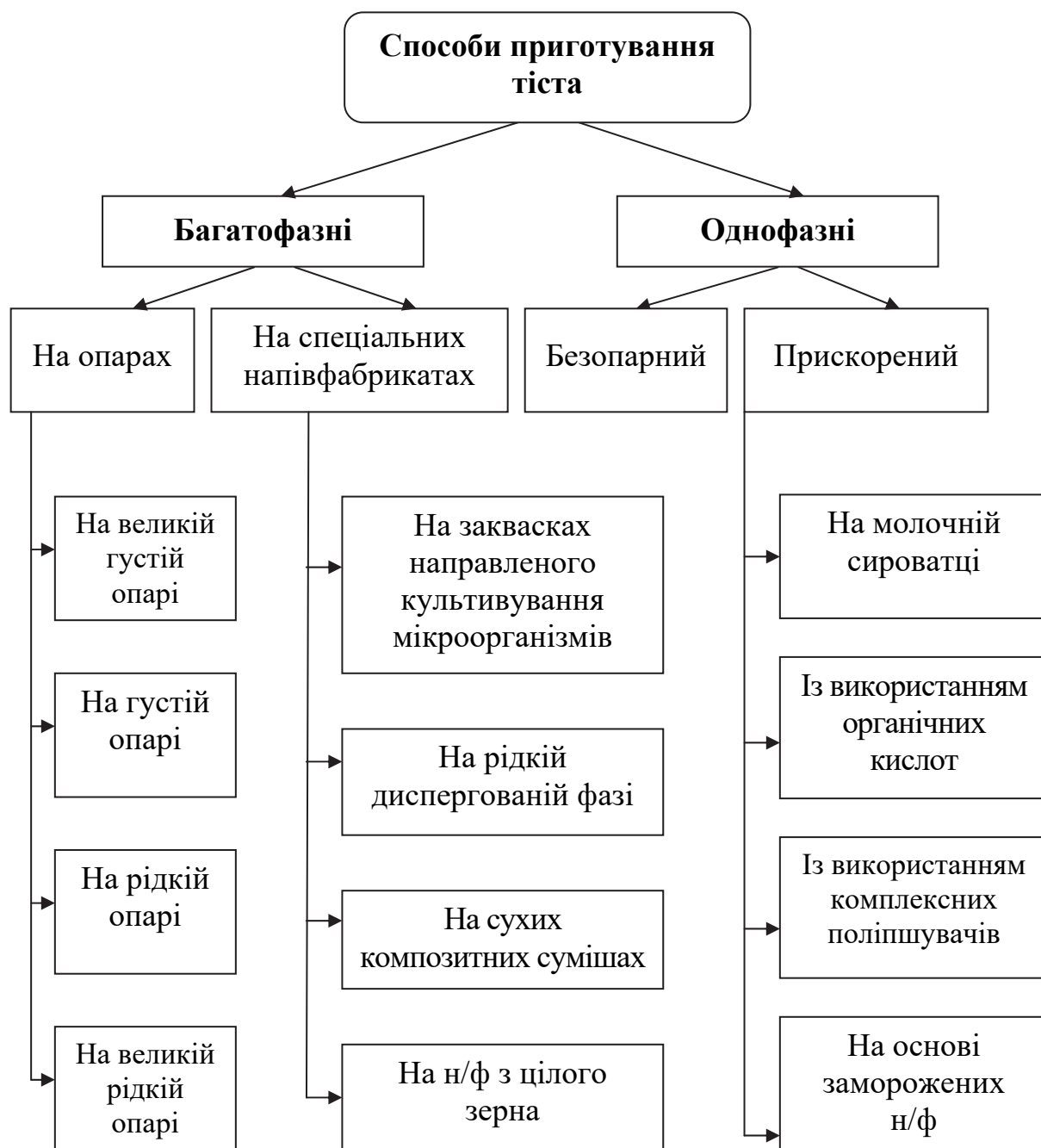


Рис. 6.4. Способи приготування тіста

Джерело: розроблено авторами.

У житньому тісті немає клейковинного каркаса, значна частина білків (до 97%) необмежено набухає, перетворюючись у рідку фазу, до складу якої входять також слиз і велика кількість декстринів, цукрів та інших речовин.

Значний вміст декстринів і цукру в житньому тісті пов'язаний з тим, що крохмаль жита дуже легко й інтенсивно розщеплюється під дією ферментів, тому що в житньому борошні нормальної якості наявні α - і β -амілази на відміну від пшеничного борошна нормальної якості, в якому міститься лише β -амілаза.



Рис. 6.5. Процес замішування тіста

Джерело: <https://chistoprudov.livejournal.com>.

Тверда фаза житнього тіста складається з невеликої кількості білків, що обмежено набухають (2...3 %), крохмалю та часток висівок.

Підвищення кислотності до 10...12° поліпшує його структурно-механічні властивості, робить тісто менш грузлим за рахунок повільного розщеплення крохмалю та зниження процесу утворення декстринів, що надають тісту липкості.

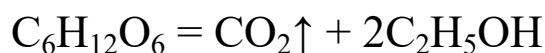
Бродіння тіста – період з моменту його замішування до розподілу на шматки.

Мета бродіння:

- розпушення тіста;
- набуття визначених структурно-механічних властивостей;
- накопичення речовин, які зумовлюють смак і аромат хліба, його колір.

Бродіння тіста містить у собі мікробіологічні (спиртове і молочнокисле бродіння), колоїдні, фізичні та біохімічні процеси.

Спиртове бродіння спричиняється дріжджами, у результаті якого цукор перетворюється в спирт і діоксид вуглецю:



Швидкість бродіння залежить від:

- температури;
- кислотності середовища;
- якості дріжджів.

Підвищений вміст солі, цукру, жиру гальмує газоутворення в тісті. Бродіння прискорюється при додаванні в тісто амілолітичних ферментних препаратів.

Молочнокисле бродіння спричинюється молочнокислими бактеріями, які потрапляють у тісто з повітря з борошном і розщеплюють глюкозу до молочної кислоти.

У пшеничному тісті переважає спиртове, а в житньому тісті – молочнокисле бродіння.

У результаті підвищення кислотності прискорюється набрякання білків, уповільнюється розщеплення крохмалю до декстринів і мальтози, що вкрай важливо при переробленні пшеничного борошна із пророслого зерна і житнього борошна, тому що дозволяє одержати тісто з оптимальними структурно-механічними властивостями. Кислотність тіста є ознакою його дозрівання, а кислотність хліба – один з показників його якості, що контролюється стандартом.

Колоїдні процеси продовжуються в процесі бродіння. Залежно від властивостей борошна можливе обмежене і необмежене набрякання білків.

У борошна із сильною клейковиною майже до кінця бродіння відбувається обмежене набрякання, при цьому властивості тіста поліпшуються. У борошна зі слабкою клейковиною спостерігається необмежене набрякання і тісто розріджується, тому тривалість бродіння тіста з такого борошна повинна бути скорочена.

У результаті фізичних процесів підвищується температура тіста на $1...2^{\circ}\text{C}$ та відбувається збільшення його об'єму за рахунок насичення вуглекислим газом.

Біохімічні процеси, що відбуваються в тісті, впливають на мікробіологічні, колоїдні, фізичні перетворення.

Сутність **біохімічних процесів** полягає в тому, що під дією ферментів борошна, дріжджів і мікроорганізмів відбувається зміни білків і крохмалю.



Рис. 6.6. Процес бродіння тіста

Джерело: <https://baker-group.net>.

При інтенсивному розкладанні білків, особливо в слабкому борошні, тісто розпливається і хліб виходить неякісний.

Інтенсивність протікання процесів залежить від температури. Оптимальна температура для:

- спиртового бродіння – близько 35°C ,
- для молочнокислого – $35...40^{\circ}\text{C}$.

Оптимальна температура бродіння тіста $26...32^{\circ}\text{C}$ (рис. 6.6).

Підвищену температуру використовують для приготування тіста із сильного борошна, тісто зі слабого борошна варто готувати при більш низькій температурі.

Обминання тіста. У процесі бродіння тісто піддається обминанню, тобто короткочасному повторному промішуванню

протягом 1,5–2,5 хв. При цьому відбувається рівномірний розподіл пухирців вуглекислого газу в масі тіста, поліпшується його якість, м'якушка хліба набуває дрібної, тонкостінної і рівномірної пористості.

Способи приготування пшеничного тіста. Пшеничне тісто готують безопарним і опарним способами.

Приготування пшеничного тіста без опари. При безопарному способі тісто замішують у один прийом одразу з усієї сировини, передбаченої рецептурою. Витрата пресованих дріжджів 2...2,5%, тривалість бродіння 2,5 год. У процесі бродіння проводять 2–3 обминання, останнє – за 30–40 хв до оброблення тіста. Перед останнім обминанням додають жир, цукор, яйця у тісто в період бродіння.

Безопарним способом зазвичай готують хліб із пшеничного борошна вищого і I сортів із низькою кислотністю.

Приготування пшеничного тіста на опарі складається з двох етапів: приготування опари і приготування тіста.

Для опари беруть частину борошна та води і всю кількість дріжджів. За консистенцією опара більш рідка, ніж тісто. Тривалість її бродіння 3,5–4,5 год.

На готовій опарі замішують тісто, додаючи частину борошна, що залишилася, води та іншу сировину (сіль і т.д.). Тісто бродить 1–1,5 год.

Опари можуть бути густими (вміст вологи 45...48%) і рідкими (вміст вологи 65...75%).

У результаті опарного способу приготування тіста протікання процесів дозрівання більш глибоке й якість хліба вища (кращий смак, аромат, пористість).

Способи приготування житнього тіста. Виробництво житнього тіста пов'язане з особливостями житнього борошна, що містить у своєму складі α - і β -амілази.

Дія цих ферментів, особливо при випіканні хліба, впливає на якість готового продукту.

У початковий період випікання діють обидва ферменти. Декстрини, які утворюються за рахунок дії α -амілази, у тісті не накопичуються, тому що розщеплюються β -амілазою до мальтози.

Надалі в міру підвищення температури в пекарній камері β -амілаза при 82...84°C інактивується, а α -амілаза продовжує діяти, залишаючись активною до кінця випікання. Температура її інактивації становить близько 130°C, у той час як температура м'якушки хліба не перевищує 95...97°C.

У температурному інтервалі від 82...84°C до 95...97°C за рахунок дії α -амілази в хлібі відбувається процес інтенсивного накопичення декстринів, що додають м'якушці липких властивостей і погіршують якість хліба. Для інактивації α -амілази збільшують кислотність тіста. З цією метою житнє тісто готують на заквасці.

Закваска – це порція зрілого тіста, приготована без солі з активними молочнокислими бактеріями і дріжджами у складі.

Закваски можуть бути густими, менш густими і рідкими, з вмістом відповідно 50, 60 і 70...80 % вологи.

При приготуванні тіста в закваску додають борошно, воду, сіль та інші компоненти, бродіння триває протягом 1–1,5 год при температурі 28...30°C до кислотності 9...12°.

Розділення тіста. Розділювання пшеничного тіста включає такі операції:

- розділення тіста на шматки;
- округлення;
- попереднє розстоювання;
- формування тістових заготовок;
- остаточне розстоювання.

Розділення житнього тіста складається з таких етапів:

- розподіл тіста на шматки;
- формування тістових заготовок;
- остаточне розстоювання.

Відмінність у обробленні житнього і пшеничного тіста зумовлена розходженнями в їхніх властивостях:

- житнє тісто не має клейковинної основи, більш пластичне, липке, тому йому необхідне мінімальне механічне оброблення;
- пшеничне тісто внаслідок своєї пружності і порівняно невеликої адгезії (прилипання) повинне піддаватися інтенсивнішому механічному обробленню.

Розподіл тіста на шматки – це одержання заданої маси хліба. Припустиме відхилення становить $\pm 1,5\%$.

Розподіл здійснюється на тістоділильних машинах за об'ємним принципом. Розрізняють машини зі шнековим та з поршневим і валковим нагнітанням.

Округлення шматків тіста необхідне для згладжування нерівностей на поверхні шматків і створення плівки, що перешкоджає виходу газів з тіста в процесі попереднього розстоювання. Наявність плівки дає рівномірну пористість м'якушці при випіканні.

При виробництві круглих подових виробів ця операція є операцією остаточного формування шматків тіста, після якої вони надходять на остаточне, у даному випадку єдине, розстоювання. При виробництві багатьох видів виробів (батонів, булок, плетених виробів та ін.) із пшеничного борошна вищого, I і II сортів округлення є лише першою операцією формування.

Округлення відбувається у спеціальних машинах різних видів: з конічною, циліндричною і плоскою робочою поверхнею.

Попереднє розстоювання – це короткочасний процес (5–8 хв) у визначених умовах. У результаті послабляються виниклі в тісті при розподілі й округленні внутрішні напруження і відновлюються частково зруйновані окремі ланки клейковинного структурного каркаса. Попереднє розстоювання здійснюється на стрічкових транспортерах або у шафах, у середині яких установлюють систему стрічкових транспортерів чи ланцюговий люльковий конвеєр.

Формування тістових заготовок (див. рис. 6.7) – надання шматкам тіста форми, що відповідає даному сорту виробів. При формуванні тістових заготовок циліндричної форми з житнього тіста використовують стрічкові закатувальні машини, в яких шматочок тіста прокочується між транспортерними стрічками, встановленими одна над одною, що мають зустрічний рух і різні швидкості, або між нерухомою плитою і стрічкою, що рухається.

Для одержання тістових заготовок з пшеничного тіста визначеної форми тісто розкочують у млинець, потім згортають у рулон і прокочують, а іноді ще і подовжують. Таке додаткове оброблення пшеничного тіста поліпшує пористість заготовок.



Рис. 6.7. Формування тістових заготовок

Джерело: <https://freshman-svd.livejournal.com>.

Остаточне розстоювання. Ціль цього процесу – бродіння тіста, яке необхідне для заповнення виробу діоксидом вуглецю, що вилучається в процесі розподілу, округлення і формування.

Якщо випікати хліб без остаточного розстоювання, то він виходить низького об'єму, зі щільною, погано розпушеною м'якушкою, з розривами і тріщинами на скоринці.

У процесі розстоювання формується структура пористості майбутнього виробу. Поверхня тістових заготовок стає гладкою, еластичною і газонепроникною. Тривалість розстоювання коливається від 25 до 120 хв залежно від маси шматків, умов процесу, властивостей борошна, рецептури тіста і ряду інших чинників.

Ця операція проводиться в конвеєрних шафах остаточного розстоювання або в розстійних універсальних агрегатах. Вони можуть бути Г-, П- чи Т-образної форми. Залежно від розміщення ланцюгового конвеєра шафи розділяються на горизонтальні і вертикальні. До ланцюгів з визначеним кроком на шарнірах підвішені люльки. Вони можуть бути одно- і двополичними. В універсальних конвеєрних шафах кількість

люльок коливається від 34 до 76. Для створення оптимальної температури і вологості середовища в шафу остаточного розстоювання вмонтований кондиціонер.

Крім основних етапів оброблення тіста включає допоміжні операції (посадка тістових заготовок в розстійну шафу й їхнє завантаження, надрізання заготовок після остаточного розстоювання, посадка їх у піч (рис. 6.8), здійснювані спеціальними механізмами).



Рис. 6.8. Надрізання тістових заготовок батонів

Джерело: <https://ekskursoid.ru>.

Випікання хліба

Режим випікання залежить від сорту хліба, виду і маси виробу, якості тіста, властивостей борошна, а також від конструкції печі. Вирішальним чинником є маса тістової заготовки. Тривалість випікання коливається від 8–12 хв для дрібних виробів і до 1 год для житнього хліба масою 1 кг (див. рис. 6.9).



Рис. 6.9. Випікання подового хліба

Джерело: <https://propozitsiya.com>.

Процеси, що відбуваються при випіканні хліба. Фізичні процеси. На початку випікання тісто поглинає вологу із середовища пекарної камери; у цей період маса шматка тіста – хліба трохи збільшується.

Потім, після припинення конденсації, починається випарювання вологи з поверхні, що до цього часу прогрівається до 100°C, перетворюючись в суху скоринку. Частина вологи при утворенні скоринки випаровується в навколишнє середовище, а частина (близько 50%) переходить у м'якушку, тому що волога при нагріванні різних продуктів переміщується від більш нагрітої ділянки (скоринки) до менш нагрітої (м'якушки).

Унаслідок цього вміст вологи в м'якушці гарячого хліба на 1,5...2,5 % вище вмісту вологи в тісті. Зневоднена скоринка прогрівається в процесі випікання до 160...180°C, а температура в центрі м'якушки піднімається до 95...97°C. Вище цієї температури м'якушка не прогрівається через її високу вологість (45...50%).

Мікробіологічні і біохімічні процеси. У перші хвилини випікання спиртове бродіння всередині тіста прискорюється і при 35°C досягає максимуму. Надалі бродіння загасає і при 50°C припиняється, тому що дріжджові клітини гинуть, а при 60°C припиняється життєдіяльність кислотоутворювальних бактерій.

Поява кольору скоринки пшеничного хліба, його смак і аромат пов'язані з взаємодією цукру з білками, що утворюють темнозабарвлені речовини – меланоїдини, смакові й ароматичні сполуки.

Колір житнього хліба зумовлений в основному вмістом інших сполук – меланінів, що утворюються в хлібі за участі деяких амінокислот і ферментів.

Колоїдні процеси. При 50...70°C одночасно відбуваються процеси денатурації білків і клейстеризації крохмалю. Білки при цьому виділяють воду, поглинену при замішуванні тіста, ущільнюються, втрачають еластичність і розтяжність. Міцний каркас білків закріплює форму хліба.

Режими випікання. Для більшості пшеничних і житніх виробів режим випікання включає три періоди:

- *I період* випікання протікає при високій відносній вологості (до 80%) та порівняно низькій температурі пароповітряного середовища пекарної камери (110...120°C) і триває 2–3 хв. За цей час тістова заготовка збільшується в обсязі, а пара, конденсуючись, поліпшує стан її поверхні. Наприкінці I періоду необхідне інтенсивне підведення теплоти для підвищення температури до 240...280°C;
- *II період* відбувається при високій температурі і трохи зниженій відносній вологості газового середовища. При цьому утворюється скоринка, закріплюються об'єм і форма виробів;
- *III період* – це завершальний етап випікання. Він характеризується менш інтенсивним підведенням тепла (180°C), що спричиняє зниження втрати маси при випіканні.

Упікання – це втрати маси тіста (%) при випіканні, що виражаються різницею між масою тіста і гарячого хліба, віднесеною до маси тіста. Близько 95% цих втрат приходить на вологу, а інша частина – на спирт, діоксид вуглецю, летючі кислоти та ін. Загальні втрати маси при випіканні становлять 6–14% і залежать від форми хліба: у формового хліба вони менші, ніж у подового. Для зниження втрат збільшують масу хліба, а на завершальному етапі випікання підвищують відносну вологість повітря і знижують температуру в пекарній камері.

Апаратурно-технологічний процес виробництва подового хліба. Подовий хліб – один із масових видів хліба з пшеничного борошна (рис. 6.10).

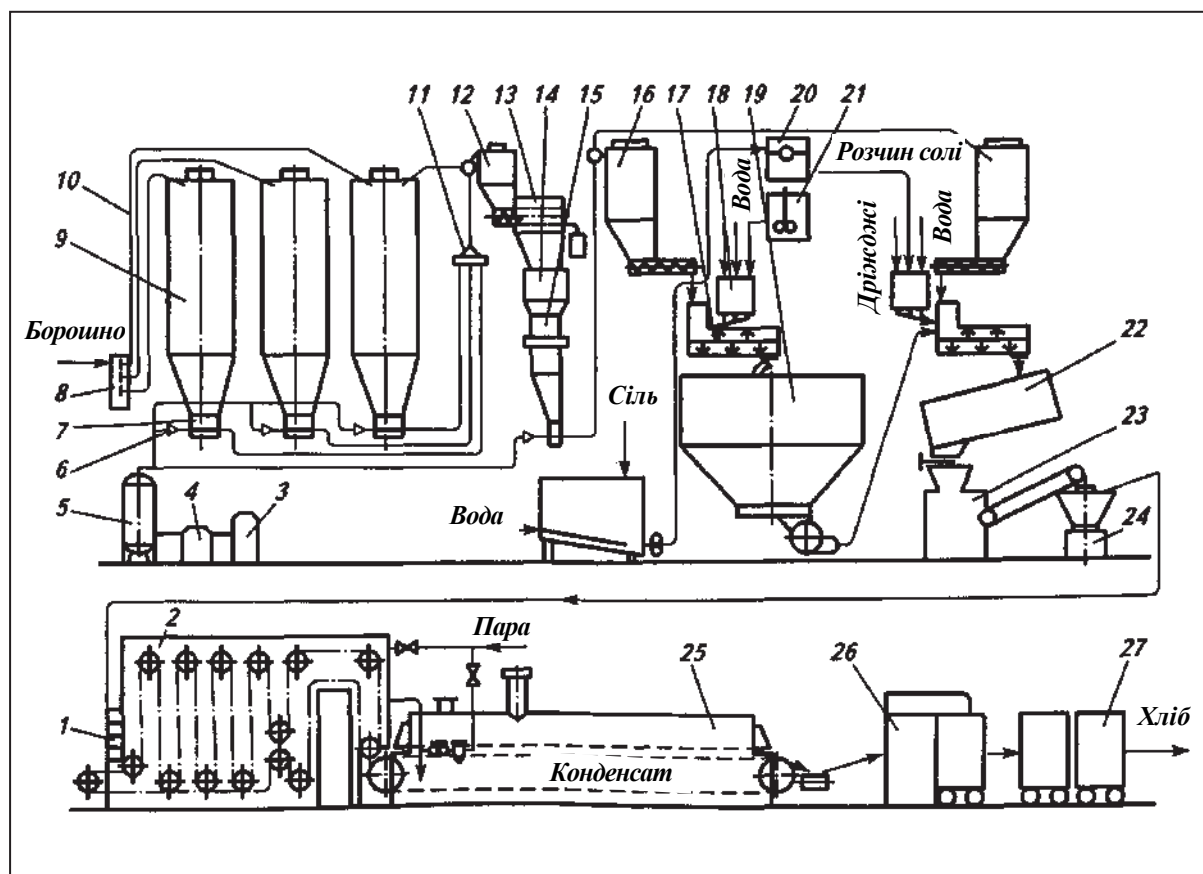


Рис. 6.10. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва подового хліба

Джерело: <https://infourok.ru>.

Борошно доправляють на хлібозавод у автоборошно-возах, які зважують на автомобільних вагах і подають під розвантаження. Для пневматичного розвантаження борошна автоборошновози обладнані повітряним компресором і гнучким шлангом для приєднання до приймального щитка (8). Борошно з ємкості автоборошновозу під тиском по трубах (10) завантажують у силоси (9) на зберігання.

У спеціальних пристроях готують розчини солі і цукру, дріжджову розводку і розплав жиру (маргарину). Ці напів-фабрикати зберігають у витратних ємностях (20 і 21), з яких через дозуючі пристрої вони надходять на замішування. При роботі лінії борошно з силосів (9) вивантажують у бункер (12) з застосуванням системи аерозольтранспорту, який, крім труб, включає в себе компресор (4), ресивер (5) і повітряний фільтр (3). Витрату борошна з кожного силосу регулюють за допомогою роторних живильників (7) і перемикачів (11). Для рівномірного розподілу стисненого повітря при різних режимах роботи перед роторними живильниками встановлюють ультразвукові сопла (6).

Програму витрати борошна з силосів (9) задає виробнича лабораторія хлібозаводу на основі дослідного випечення хліба з суміші борошна різних партій. Таке змішування партій борошна дозволяє вирівнювати хлібопекарські якості рецептурної суміші борошна, що надходить на виробництво. Далі рецептурну суміш борошна очищають від сторонніх домішок на просіювачі (13), забезпеченому магнітними уловлювачами, і завантажують через проміжний бункер (14) і автоматичні ваги (15) у виробничі силоси (16).

У даній лінії для отримання хліба високої якості використовують двофазний спосіб приготування тіста. Перша фаза – приготування опари, яку замішують у тістомісильній машині (17). Під час цієї фази дозують борошно з виробничого силосу (16), а також відтеперовану воду і дріжджову розводку через дозувальну станцію (18). Для замішування опари використовують від 40% до 70% борошна.

З машини (17) опару завантажують у шестисекційний тісто-приготувальний агрегат (19).

Після бродіння протягом 3,0–4,5 год опару з агрегата (19) дозують у другу тістомісильну машину з одночасною подачею решти борошна, води, розчинів солі і цукру, розплав жиру. Другу фазу приготування тіста завершують його бродінням у ємкості (22) протягом 1–2 год. Щільність пшеничного тіста після замішування становить 1200 кг/м^3 , у кінці бродіння – 500 кг/м^3 .

Готове тісто стікає з ємкості (22) в прийомну лійку тістоділильної машини (23), призначеної для поділу порцій тіста однакової маси. Після оброблення порцій тіста в округляючій машині (24) утворюються тістові заготовки кулястої форми, які за допомогою мятникового укладальника (7) розкладають в середину люльок шафи (2).

Розстоювання тістових заготовок проводиться протягом 35–50 хв при відносній вологості повітря 80...85% і температурі 35...40°C. У результаті бродіння структура тістових заготовок стає пористою, обсяг їх збільшується в 1,4–1,5 рази, а щільність знижується на 30...40%. Заготовки набувають рівної гладкої еластичної поверхні. Для запобігання виникненню в тістових заготовках при випіканні тріщин-розривів верхньої кірки в момент перекладання заготовок на печі (25), їх піддають надрізанню або наколюванню.

На вхідній ділянці пекарної камери заготовки протягом 2–3 хв піддаються гігротермічному обробленню зволожувальним пристроєм при температурі 100...160°C і відносній вологості повітря 70...85%. Випікання проводиться при змінному температурному режимі печі 150...250°C протягом 10–60 хв залежно від рецептури і маси порції випеченого хліба.

Випечені вироби за допомогою укладальника (26) завантажують у контейнери (27) і направляють через остигальні відділення в експедицію.

Загальна тривалість приготування хліба від подавання борошна до отримання готової продукції зазвичай становить 9–10 год.

Зберігання хліба

Після випікання хліб направляють у хлібосховище для охолодження, а потім у експедицію для відправлення в торгову мережу. У процесі остигання відбувається перерозподіл вологи всередині хліба, вологість скоринки і шарів, що лежать під нею й у центрі виробу, вирівнюється. У результаті вологообміну всередині виробу і з зовнішнім середовищем маса хліба зменшується на 2...4% порівняно з масою гарячого хліба. Цей вид втрат називається *усушкою*.

Для зниження усушки хліб намагаються якнайшвидше остудити.

При збереженні хліб черствіє, тому що оклейстеризований під час випікання крохмаль з часом старішає – виділяє поглинену ним вологу і крохмальні зерна ущільнюються та зменшуються в обсязі, між ними утворюються повітряні прошарки.

Цілком запобігти черствінню хліба не вдається, але відомі прийоми його уповільнення, наприклад, глибоке заморожування (при 18...30°C) і подальше зберігання в такому вигляді; загортання хліба у вологонепроникну обгортку; додавання молока, сироватки, цукру, жиру та інших компонентів; інтенсивне замішування тіста і тривале випікання хліба.

Ефективним способом збереження свіжості хліба є пакування його в парафінований папір, лакований целофан та ін. Перспективними вважаються пакування, оброблення сорбіновою кислотою, що запобігають пліснявінню хліба і збільшують термін його зберігання.

Контрольні питання

1. Асортимент та класифікація хліба та хлібобулочних виробів.
2. Харчова цінність цієї продукції.
3. Способи підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів.
4. Характеристика видів, типів та сортів борошна, що використовують при виробництві хлібобулочних виробів.
5. Хлібопекарні властивості пшеничного та житнього борошна.
6. Характеристика показників води, що використовується у виробництві.
7. Основні етапи підготування борошна, процеси, які відбуваються в борошні.
8. Процеси, що відбуваються при бродінні дріжджового тіста з пшеничного борошна.
9. Процеси, що відбуваються при бродінні дріжджового тіста з житнього борошна.
10. Способи приготування тіста з пшеничного борошна.
11. Способи приготування тіста з житнього борошна.
12. Характеристика основних етапів розділення пшеничного тіста.
13. Характеристика основних етапів розділення житнього тіста.
14. Характеристика випікання хлібобулочних виробів.
15. Методи контролю якості хлібобулочних виробів.
16. Характеристика хвороб та дефектів хлібобулочних виробів.

Розділ 7

ТЕХНОЛОГІЯ СОЛОДУ, ПИВА І КВАСУ

7.1. Технологія ячмінного солоду

Ячмінний солод є основною сировиною для виробництва пива. Для приготування квасу застосовують житній – житній ферментований солод та діастатичний солод, а для оцукрювання сировини в спиртовому виробництві застосовують зелений солод і ферментні препарати.

Солод – це пророщені зерна різних видів злакових культур у спеціально створених і регульованих умовах. Для одержання солоду використовують переважно ячмінь, жито, рідше рис, пшеницю, овес і просо. Існує свіжопророщений (зелений) солод, у результаті висушування він перетворюється в сухий солод.

Мета солододорощення – накопичення в зерні максимально можливої або певної заданої кількості ферментів.

Приготування солоду складається з таких операцій:

- підготування зерна ячменю;
- замочування зерна;
- пророщування зерна;
- висушування;
- відокремлення паростків;
- дозрівання солоду.

Підготування ячменю складається з очищення та сортування зерна. Ячмінь, який надходить до пивоварень та солодовиробничих підприємств, містить зерно різних розмірів та різні домішки і в такому вигляді непридатний для зберігання та солододорощення. Домішки погіршують якість зерна і створюють умови для його псування, тому зернову масу перед зберіганням очищують. У результаті очищення від основної культури відділяють мінеральні домішки (земля, пісок, пил), органічні домішки (остюки, порожні плівки),

насіння дикорослих рослин, шкідливі домішки (малі, пророслі, биті зерна) і металодомішки. Зерно піддається очищенню двічі: первинному – перед зберіганням і вторинному – безпосередньо перед переробленням.

Необхідність сортування ячменю перед зберіганням зумовлена тим, що зерна різного розміру мають різну водопоглинальну здатність, дрібні зерна інтенсивніше поглинають вологу і в подальшому швидше розвиваються, ніж великі. Для забезпечення однакової вологості при замочуванні і рівномірного розвитку при пророщуванні ячмінь після первинного і вторинного очищення сортують на ситах на три фракції за товщиною зерна: менше 2,2 мм – третій гатунок (кормовий); 2,2–2,5 мм – другий гатунок; більше 2,5 мм – перший гатунок. Ретельне сортування зерна в подальшому дозволяє збільшити продуктивність солодовених апаратів.

Замочування зерна здійснюється з метою активації ферментних систем і появи паростка. Вміст води в ячмені становить 14...15%, а вологість замоченого зерна повинна бути 42...45%. Активні життєві процеси в зародку розпочинаються при вологості 30%, при 38% ячмінь проростає швидко і рівномірно, йде добре розчинення ендосперму і накопичення ферментів спостерігається при вологості 44...48% та вище. Вода, в першу чергу, проникає в зерно з боку зародка, де полов'яна оболонка відкрита. По всій поверхні вода проникає в незначній кількості. З підвищенням вологості починається життєдіяльність зародка і пов'язаний з нею процес дихання. Для нормального дихання зерно потребує постійного контакту з киснем повітря. При невивантаженні кисню настає інтрамолекулярне дихання, продукти якого пригнічують нормальну життєдіяльність зерна. Вуглекислий газ, який накопичується при диханні, розчиняється у воді й, у міру підвищення його концентрації, діє на життєві процеси в зерні. Тому для правильного замочування і забезпечення нормального проростання зерна йому потрібне достатнє насичення водою і повітрям.

Хімічний склад води також впливає на швидкість замочування зерна. Для замочування може використовуватися вода із твердістю не більше 7 мг-екв/л.

При замочуванні зерна проводять такі операції: миття, видалення неповноцінних зерен, дезінфекцію, зволоження з аерацією повітрям з видаленням діоксиду вуглецю.

Різні культури зерна замочуються на різний термін. Однаковий ступінь замочування досягається при температурі води 10...13°C у ячменю за 2 доби, у вівса – за 1,5 доби, у жита – за 1 добу, у проса – за 3 доби. З підвищенням вологості зерна створюються умови на його поверхні для розвитку мікроорганізмів. Тому на початку замочування зерно ретельно миють. Промивну воду після промивання обробляють антисептичними речовинами з метою пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів. Деякі з дезінфікуючих речовин стимулюють життєдіяльність зерна, наприклад, насичений розчин хлорного вапна, слабкий розчин марганцевокислого калію. У процесі замочування зерно набухає і його обсяг збільшується в 1,4–1,45 рази. Зародковий листок та корінець розвиваються і до кінця замочування виходять.

Замочування починається з миття та дезінфекції ячменю. В процесі миття відбувається очищення поверхні зерна від забруднень і видалення мікроорганізмів, що знаходяться на поверхні зерна. Якісне миття забезпечується в результаті відмокання забруднень та інтенсивного перемішування зерна з водою гідравлічним або пневматичним способом. Під час миття на поверхню впливають неповноцінні зерна й органічні домішки, які називають сплавом. Разом з брудною водою сплав надходить у зливну коробку, звідки його видаляють. Для дезінфекції зерна, яку проводять після первинного миття і видалення брудної води, застосовують водні розчини негашеного вапна (1,5–3 кг на 1 т зерна), перманганат калію (10–15 г на 1 м³ води), луг натрію (NaOH), каустичну соду, кислі добавки, перекис водню та ін.

Замочування проводиться трьома способами:

- періодичним повітряно-водним;
- безперервно-поточним у насиченій повітрям воді;
- повітряно-зрошувальним (найбільш прогресивним).

Залежно від температури, яка використовується для замочування, розрізняють такі види замочування:

- *холодне* (температура води нижча 10°C);
- *звичайне* (температура води 10...15°C);
- *тепле* (температура води 20...40°C);
- *гаряче* (температура води 50...55°C).

Найпоширеніше звичайне (нормальне) замочування.

При періодичному повітряно-водному замочуванні зерно перебуває поперемінно то під водою, то без води, чим досягається насичення його водою та киснем повітря. Температура води при замочуванні повинна бути 10...15°C. У спеціальний чан набирають води на половину його обсягу і засипають відсортований та зважений ячмінь. У воді зерно перемішують стисненим повітрям і знімають порожні зерна, що спливли на поверхню (сплав). Потім приступають до промивання зерна, для чого подають у чан воду знизу, а зверху через зливальну коробку стікає брудна вода. Промивання закінчують тоді, коли з верхньої частини чана стікає чиста вода. Після цього зерно заливають водою з дезінфікуючими речовинами для зменшення кількості мікроорганізмів і залишають зерно на кілька годин. Потім через кожні чотири години зерно залишають знову поступово то під водою, то без води, поки не буде досягнутий рівень вологості 42...45%. У процесі замочування зерно продувають повітрям щогодини по 5 хв.

Як зазначалось раніше, тривалість замочування залежить від температури води та сорту зерна. Звичайне замочування триває від 48 до 72 год. При замочуванні втрати зернової партії становлять у середньому 0,8% від сухої речовини зерна.

При використанні періодичного повітряно-водного замочування неможливо рівномірно наситити зерно киснем повітря. Зерно дихає нерівномірно, а це позначається на процесах замочування і пророщення, а також на якості солоду, який замочується. Спосіб замочування в безперервному струмі води і повітря забезпечує постійне та рівномірне дихання зерна.

При роботі із цього способу в барботер замкового чана подають не стиснене повітря, а суміш води та повітря. У перший період замочування не відрізняється від періодичного повітряно-водного способу, тобто зерно перемішують, знімають сплав, промивають. Коли зерно промие, чан наповнюють свіжою водою й у барботер подають одночасно і воду, і повітря з такою швидкістю, щоб поверхня води в чані мала вигляд киплячої рідини. Спосіб дозволяє робити замочування за 36–70 год, а також скоротити процес пророщення до 4,5–6 діб.

Для замочування зерна повітряно-зрошувальним способом над спеціальним чаном повинний бути встановлений спеціальний пристрій для розпилення води. Першу продувку шару зерна кондиціонованим повітрям температурою 12...14°C та вмістом вологи 95...100% проводять через 5–6 год після загрузки апарату. Наступні продувки тривалістю 20–25 хв проводять через 1,5–2 год. Через кожні 2–3 год зерно орошують водою з одночасним перемішуванням.

Вода, яка виходить у розпиленому стані, насичена повітрям. Стікаючи через шар зерна, вода насичує його повітрям, витісняє вуглекислий газ, який скопичується в масі, зволожує зерно, цим забезпечується нормальне дихання зерна при замочуванні. Товщина шару зернової партії повинна бути не більше 1,2 м. При більшій висоті зерно нижніх шарів недостатньо аерується. При правильному замочуванні обсяг зерна збільшується на 35...45%.

Замочування проводять при низьких температурах (10...16°C), тому що при високих температурах зерно швидко насичується водою, однак при цьому підвищується активізація мікробіологічних процесів, розвиток патогенних мікроорганізмів.

Швидкість замочування залежить також від розміру зерен. Крупне зерно замочують довше, чим дрібне. Жорсткість води не повинна перевищувати 7 мг-екв/л, тому що в м'якій воді замочування ячменю відбувається швидше, чим у жорсткій.

Кінець замочування визначають за ступенем вологості або візуально. Так, при слабкому натисканні зерно легко згинається, а квіткова плівка відстає від ендосперму; кінці

зерна не повинні колотися; воно мусить лопатись зі слабким тріском, його легко можна розкусити. При розрізуванні зерна впоперек усередині повинна бути видна невелика біла крапка не замоченого ендосперму; якщо її немає, то зерно є перемоченим.

Більш точно ступінь замочування визначається зважуванням контрольної партії зерна до і після замочування. Для цього намочене зерно поміщають у невелику металеву дірчасту склянку, підвішують у замковому чані разом з усією кількістю зерна. При збільшенні маси зерна після замочування розраховують його вологість (у відсотках). Ступінь замочування для світлого солоду – 41...43%, для темного солоду – 44...47%.

При замочуванні необхідно чітко дотримуватися правильних режимів цих операцій, так як недомочене зерно можна додатково зволожити в солодовні, а вологість перемоченого понизити неможливо. Перемочене зерно погано проростає, у солоді значно підвищується кислотність.

Тривалість замочування при температурі 12°C – 56 год, а при температурі 15°C – 48 год. При більшій температурі зерно закисає.

Пророщування ячменю (солодорушення) (див. рис. 7.1) проводять з метою накопичення в ньому ферментів, розпушування та руйнування стінок зерна для полегшення вилучення крохмалю, білкових та інших речовин при приготуванні сусла. Температура пророщування для світлого солоду 18°C і для темного солоду – до 24°C.

Пророщування здійснюють у солодовнях двох типів: токових і пневматичних, останні з точки зору механізації є більш перспективними. Пневматичні солодовні ящичного типу складаються з прямокутних відкритих ящиків з цегляними або залізобетонними стінками і сітчастим дном на висоті 1–1,8 м від основного дна. Шар зерна становить 0,6–1 м. Знизу регулюють подачу повітря, а зверху – видалення CO₂, що утворюється при диханні зерна. Для запобігання переплетінню корінців солоду застосовують спеціальні перегрібачі.

У перший день ворують 2 рази, температура зерна 12...14°C; на другий і третій день – 3 рази, температура зерна 15...18°C; на четвертий і п'ятий день – по 2 рази, температура зерна 18...20°C.



Рис. 7.1. Процес солодоращення

Джерело: <https://www.pivovar.sk>.

Пророщування закінчують, коли паросток досягне 2/3–3/4 довжини зерна. До цього моменту стінки ендосперму руйнуються під дією цитолітичних ферментів, а сам ендосперм набуває рихлості і крихкості. У непророслому зерні міститься лише β -амілаза, яка розщеплює крохмаль до мальтози, а α -амілаза утворюється при пророщуванні і вона розщеплює молекули крохмалю з утворенням декстринів. Накопичуються також протеїнази і пептидази, які гідролізують зерно з утворенням амінокислот.

При пророщуванні в зерні протікають складні морфологічні і біохімічні перетворення. До морфологічних перетворень належать розвиток зародка із зростанням корінців і пелюсток та порушення клітинної структури ендосперму, до біохімічних – активація ферментів, дихання, перетворення складних речовин у прості.

Корінці повинні мати злегка зів'ялі кінчики і свіжий запах.

Значні зміни відбуваються й у борошністому тілі зерна. Складові стінок ендосперму, які містять в основному некрохмальні полісахариди та білки, гідролізуються, тобто відбувається їхнє розчинення. Це відкриває гідролітичним ферментам шлях до крохмалю і білкам ендосперму. Утворення й активація ферментів у зерні нерозривно пов'язані з життєдіяльністю зародкового корінця. Надалі ферменти продовжують свою діяльність і в умовах, несприятливих для розвитку зародка, тобто за ненааявності кисню або при високих температурах. Цю особливість ферментів використовують для зниження втрат при солододорощенні шляхом гальмування розвитку зародка на кінцевих етапах процесу і досягнення глибоких хімічних змін у зерні.

Ферменти в зерні розподілені нерівномірно, головним чином, у зародку, ендоспермі, що прилягає до щитка, і в периферійних частинах зерна.

Значна кількість ферментів у спілому зерні перебуває в неактивному, пов'язаному з білками стані. При проростанні зерна білки під дією протеолітичних ферментів розщеплюються і пов'язані з ними ферменти переходять у вільний, активний стан. Підвищення ферментативної активності зумовлене також утворенням нових ферментів. На початку солододорощення живлення зародка зерна забезпечується невеликим запасом цукрів, амінокислот, мінеральних та інших поживних речовин, які розчиняються у воді при замочуванні зерна. При проростанні в результаті підвищення активності ферментів починається розщеплення всіх високомолекулярних сполук зерна (крохмаль, білки, ліпіди, некрохмальні полісахариди та ін.) з утворенням простих низькомолекулярних сполук, які витрачаються як на зростання зародка, так і на дихання зерна. Дихання – це найважливіший енергетичний процес, що здійснюється під дією оксидоредуктаз, які каталізують перетворення вуглеводів, а також органічних кислот, ліпідів і азотпоеднувальних речовин.

Залежно від інтенсивності аерації в зерні, яке проростає, крім діоксиду вуглецю завжди утворюється деяка кількість

органічних кислот, спиртів та ефірів, які надають свіжопророщеному солоду специфічний запах, що нагадує запах свіжих огірків (рис. 7.2).

Амілази гідролізують крохмаль із утворенням глюкози, мальтози, мальтотріози й різних декстринів. Одна частина з них одразу витрачається, а інша залишається у вигляді вільних цукрів, які надають солоду солодкуватий смак. Одночасна кількість крохмалю зменшується на 5...10 %.



Рис. 7.2. Чинники, які впливають на приготування солоду

Джерело: розроблено авторами.

Протеолітичні ферменти гідролізують білки і поліпептиди до пептидів і амінокислот. Гідроліз білкових речовин може досягати 50%. У результаті процесів синтезу до кінця солодо-рощення 35...40 % білка стають розчинними. Вміст амінного азоту збільшується в 3–6 разів.

Органічні фосфати під дією фосфатази розщеплюються до неорганічних фосфатів, а ліпіди під дією ліпази – до гліцерину і вищих жирних кислот. Утворення органічних кислот, амінокислот і фосфатів спричиняє підвищення кислотності солоду.

Холодний (12...16°C) спосіб пророщення за всіма показниками переважає над тепловим (вище 20°C). Такий температурний режим забезпечує помірне зростання зародка, максимальне накопичення гідролітичних ферментів і глибокий розпад білкових речовин. При температурах нижче 10°C знижується життєдіяльність зерна, температура ж вище 20°C спричинює безперервне зростання, розчинення та підвищені втрати.

Тривалість пророщування світлого солоду становить 7 діб, а темного – 9 діб, але ферменти накопичуються в основному за перші 5 діб, у подальшому відбувається ферментативний гідроліз. Готовність солоду перевіряють за легкістю розтирання пальцями борошнистої частини ендосперму та за свіжим, огірковим запахом. При порушенні режиму пророщування, або перемочуванні солоду – запах ефірний, а консистенція мастка.

Висушування виконується з метою видалення вологи і накопичування екстрактивних забарвлюючих і ароматичних речовин, які надають солоду специфічний смак, колір і аромат. Вологість солоду знижується з 42...47 % до 2...4 %.

Свіжопророщений солод під час висушування витримує суттєві фізичні, фізіологічні і біохімічні зміни, які залежать від швидкості зневоднювання, температури сушильного агента, вмісту вологи й умов висушування. Фізичні перетворення полягають у зміні вмісту вологи, маси, кольору, аромату та смаку солоду. Залежно від фізіологічних і біохімічних

перетворень у солоді технологія висушування поділяється на три основні фази:

- 1) *фізіологічну*, яка відбувається при 40°C , триває до вмісту вологи 35...30%, паросток не продовжує розвиватись;
- 2) *ферментативну*, яка відбувається при $40...75^{\circ}\text{C}$; при вологості 35...40% припиняється; на цій стадії спостерігається підвищення активності всіх ферментів та інтенсивний гідроліз білків і вуглеводів;



Рис. 7.3. Висушування солоду

Джерело: fermash.com.ua.

При виробництві світлого солоду тривалість ферментної стадії намагаються скоротити для запобігання його потемнінню. Для цього після витримування, швидко знижують вологість солоду до 10%.

При сушінні темного солоду, навпаки, зневоложення проводять повільно знижуючи вологість до 20%.

- 3) *хімічну* стадію, яка настає при температурі більше 75°C , коли ферменти інактивуються, і закінчується при температурі 80°C для світлого солоду і близько 105°C для темного солоду. При цих температурах солод витримують 3–4 год, знижуючи вологість світлого солоду до 3...5 %, темного – до 1,5...2,5%.

Хімічна стадія характеризується утворенням меланоїдинів – темнозабарвлених сполук зі специфічним смаком, кольором і ароматом, що утворюються при взаємодії редукуючого цукру і низькомолекулярних продуктів розпаду білків (амінокислот, пептидів).

У світлому солоді цих речовин мало, хімічної стадії практично немає, тому він має високу ферментативну активність.

У темному солоді цих речовин багато, але ферментативна активність значно нижча, чим світлого солоду в результаті інактивації ферментів під час висушування при високій температурі.

Висушування солоду триває 18–20 год і відбувається воно на односторонніх високопродуктивних сушарках. Шар солоду на решітках – 0,8–1,3 м. Нагріте повітря подається відцентровим насосом знизу і проходить крізь шар продукту, що висушується.

Відокремлення паростків. По закінченні сушіння у сухого солоду відокремлюють паростки, які можуть бути причиною гіркого смаку пива. Паростки відділяють одразу після хімічної фази, тому що внаслідок високої гігроскопічності вони швидко втрачають крихкість і важко відокремлюються від зерна. Паростки відокремлюють на паростковідбивних машинах. Потім солод очищують від пилу і крупки та направляють на пакування.

Дозрівання солоду. Свіжевисушений солод непридатний для перероблення і перед надходженням на виробництво його необхідно витримувати у сховищах не менше 30 діб при температурі до 20°C. Під час зберігання вміст вологи солоду підвищується на 2...3%, у ньому відбуваються сприятливі фізико-хімічні перетворення (збільшується об'єм зерна, вміст азотистих і мінеральних речовин, підвищується активність ферментів та ін.), що сприяє підвищенню якості солоду. Охолоджений і сухий солод при оптимальній температурі та вологості може зберігатися без втрат якості до 2 років. Зберігають солод так, щоб не змішувались партії з різною якістю: за кольором, екстрактивністю, оцукрованою здібністю та іншими показниками.

Якість солоду характеризується вмістом у ньому екстрактивних речовин і тривалістю оцукрювання.

Сухий солод перед подачею для виробництва пива пропускають через полірувальні машини для остаточного видалення паростків, з поверхні солоду видаляють пил, а також полірують (рис. 7.4).

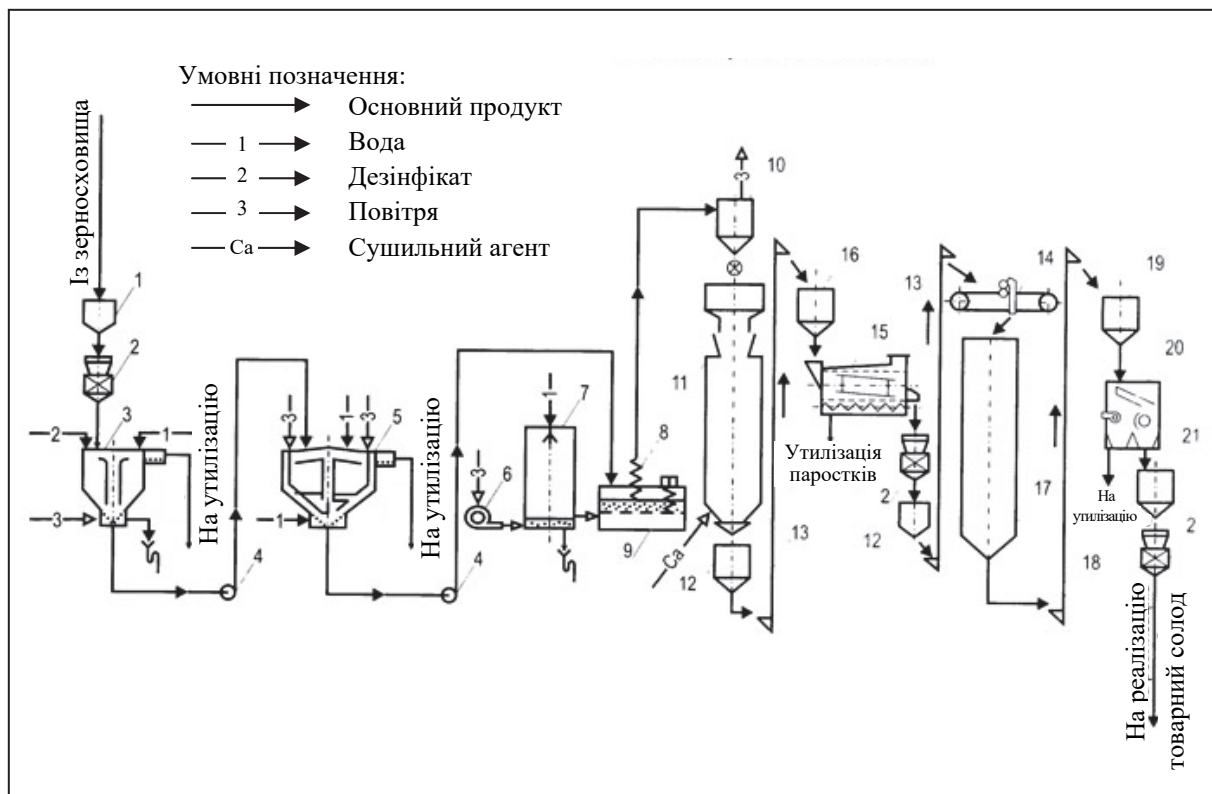


Рис. 7.4. Апаратурно-технологічна схема виробництва солоду:

- 1 – бункер для очищеного зерна; 2 – автоматичні ваги;
 3 – мийний апарат; 4 – відцентровий насос; 5 – апарат для замочування зерна; 6 – вентилятор;
 7 – камера кондиціонування; 8 – механізм для вивантаження солоду; 9 – солодовирощувальний апарат; 10 – бункер для свіжопропорощеного солоду; 11 – вертикальна сушарка солоду;
 12 – нижній бункер сухого солоду; 13 – норія; 14 – конвеєр;
 15 – ростковідвійна машина; 16 – верхній бункер сухого солоду;
 17 – елеватор для зберігання солоду; 18 – норія; 19 – бункер для солоду;
 20 – машина для полірування солоду;
 21 – бункер для товарного солоду

Джерело: <https://svntsvntn.appspot.com>.

Вимоги до якості пивовареного солоду

Світлий і темний солод – це однорідна зернова маса, без пліснявих та інших дефектних зерен. Колір від ясно-жовтого до жовтого, без зеленуватих і темних зерен, зумовлених наявністю цвілі. Запах солодовий. Не допускаються кислий, пліснявий та інші запахи. Смак солодкуватий, без сторонніх присмаків.

Світлий солод залежно від якості поділяють на три класи: високої якості, перший і другий; карамельний – на два: перший і другий; темний і палений солоди на класи не поділяють.

Вміст дрібних зерен у солоді (прохід через сито з отворами $2,2 \times 20$ у відсотках до взятої наважки) стандартом обмежений. Для класу високої якості світлого солоду норма – не більше 3%, для першого і другого класів відповідно 5% і 8%, для темного солоду 8%. Добре розчинений солод повинен мати борошністу структуру, кількість борошнистих зерен для зазначених вище класів повинно бути не менш 85, 80, 80 і 90%.

Дуже важливий технологічний показник – масова частка екстракту, що у сухій речовині солоду тонкого помелу за класами становить 79, 78, 76 і 74%. В умовах виробництва не менше значення має такий показник, як різниця масових часток екстракту в сухій речовині солоду тонкого і грубого помелу, що характеризує повноту розчинення ячменю. Норма для класів світлого солоду становить: для високої якості – не більше 1,5%; першого класу – 1,6...2,5%; другого класу – не більше 4,0% і не нормується для темного.

Вміст білка у світлому солоді повинний бути не більше 11,5...12,0% і не нормується в темному. У солоді високого класу більше відношення масової частки розчинного білка до загального в сухій речовині солоду (число Кольбаха). Цей показник характеризує ступінь протеолітичного розчинення та нормується в солоді високого класу – 39...41%. У світлому солоді нормативна тривалість оцукрювання сусла становить 15, 20, 25 хв. Для темного солоду цей показник не регламентований. Ступінь розчинення і правильність сушіння солоду регламентують норми «кольоровості» лабораторного сусла. У стандарті нормовані кислотність сусла і його прозорість.

Карамельний солод відрізняється темнішим кольором поверхні та зрізів зерен, інтенсивнішим ароматом, солодкуватим або кавовим ароматом і смаком, без пригорілих і гірких присмаків. Технологічні показники темного солоду допускаються трохи нижче, ніж у світлого. Для першого і другого класів карамельного солоду масова частка екстракту в сухій речовині становить 75% і 70%. Число карамельних зерен у цьому типі, що характеризують правильність сушіння, повинно бути не менше 93% для першого і 25% для другого класів.

Гігієнічними вимогами безпеки та харчової цінності продуктів установлені граничні рівні вмісту в солоді токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів і нітрозамінів (0,015 мг/кг).

7.2. Виробництво спеціальних солодів

Технологія солоду для спиртового виробництва. Для одержання солоду, що використовується у спиртовій промисловості, використовують ячмінь, жито, пшеницю, овес, просо.

Зерно сортують, миють, дезінфікують хлорним вапном (300–400 г на 1 т зерна) замочують до вологості 38...40%, для чого витримують зерно в замочувальних препаратах 3–4 год у воді й 2–3 год без води та пророщують. Зерно ворущать 2 рази за добу з обов'язковим попереднім зрошенням водою.

У спиртовому виробництві застосовують свіжопророщений солод, який попередньо подрібнюють. Основним показником якості такого солоду є ферментативна активність.

Технологія спеціальних солодів для виробництва полісолодових екстрактів. Для їх виробництва використовують ячмінь, пшеницю, кукурудзу, горох, овес, ячмінний пивоварний солод.

Зерно сортують, миють, дезінфікують і замочують до вмісту води 42...47%.

Зерно пророщують за такими режимами: пшениця при 16...18°C проростає 4–5 діб, овес при 16...18°C за 6–7 діб, кукурудза при 20...25°C до 18–20 діб. Далі продування кондиційованим повітрям, ворущіння і додаткове зрошування через кожні 6–8 год.

Пророщений солод висушують підігрітим повітрям з поступовим підвищенням температури від 40°C до 75°C протягом 20–25 год до вологості 5...7%. Охолоджують і відправляють на паростковідбивну машину, потім на фасування.

Технологія житнього (ферментованого і не ферментованого) солоду. Жито замочують повітряно-зрошувальним способом до вологості 48...52%. Температура води 17...20°C. Пророщують 3–4 доби при температурі 14...18°C з періодичним ворущінням і перекопичуванням.

Готовність свіжопророщеного (не ферментованого) солоду визначається специфічним запахом, довжиною коріння (1,5–2 розміри зерна) і паростка (0,5 розміру зерна). Висушують 18 год до вологості 8...10% при температурі 70°C.

Для отримання ферментованого солоду свіжопророщений солод піддають ферментації, для чого солод додатково зволожують до 55% і залишають для ферментації на 48–72 год. Через 36–48 год у результаті ферментації температура в шафі солоду підвищується до 60...65°C. За цей період у солоді накопичується значна кількість цукру та амінокислот, з яких при висушуванні утворюються ароматичні і барвникові речовини.

Ферментований солод висушують 24 год з поступовим підвищенням температури сушильного агента від 50°C до 90°C і зменшенням вмісту води від 50% до 6...8%.

7.3. Технологія пива

Пиво – це слабоалкогольний напій, одержаний із солоду і не пророщених зернових культур (ячменю, пшениці, кукурудзи, рису, тритікале та ін.), спиртовим зброджуванням охмеленого сусла пивними дріжджами. Воно не тільки вгамовує спрагу, а й підвищує тонус організму, поліпшує тонус речовин та засвоюваність їжі. Пиво – досить складна система органічних та неорганічних кристалоїдів і колоїдів у слабкому водно-спиртовому розчині. До його складу входять більш як 400 сполук, що визначають високу якість і необхідність для людини цього продукту.

Якість пива у ринкових умовах повинна повністю задовольняти вимоги споживача. Це смак та аромат цього благородного напою, хмельова приємна гіркота та колір, пінність, стійкість піни та самого напою при зберіганні. Найціннішими у пиві є гіркі речовини: ефірна олія та поліфеноли хмелю, які надають йому своєрідної приємної гіркоти; аромат і смак сприяють піноутворенню та біологічній стійкості.

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

Установлено, що при споживанні невеликої кількості пива лікується гастрит і виділяється соляна кислота шлункового соку, які поліпшують травлення й апетит та чинять сечогінну дію.

Пиво – цінний напій для здорових людей літнього віку. Воно чинить позитивну дію на фізіологічний та психологічний стан людини (заспокійливу, судинорозширювальну, сечогінну та снотворну дію, поліпшує душевний стан).

Пиво містить понад 30 мінеральних речовин і мікроелементів, які в основному солодового походження. Вміст спирту в пиві не перевищує 10% об., екстрактивних речовин – від 3% до 10%, з яких 80% становлять вуглеводи, а 70% – декстрини.

Поряд із декстринами пиво містить невелику кількість мальтози і зовсім мало глюкози. Значна кількість екстрактивних речовин представлена білковими сполуками і продуктами їхнього гідролізу: альбумозами, пептидами, амідами та амінокислотами. У пиві наявні гіркі, дубильні та барвні речовини, а також органічні кислоти – молочна, бурштинова, щавелева, яблучна.

Дуже важливо, що пиво містить біологічно активні речовини, у тому числі вітаміни: В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), РР (нікотинова кислота). У пивних дріжджах у значній кількості наявний вітамін В₁.

Залежно від виду дріжджів, що використовуються, пиво буває низового і верхового бродіння.

Основною сировиною для виробництва пива є зерно (в основному ячмінь), хміль, вода і дріжджі.

7.3.1. Характеристика сировини для виробництва пива

Пиво за кольором поділяють на світле, напівтемне і темне. Світле пиво – це пиво з 0,4–1,5 колірних одиниць, напівтемне – 1,6–3,5 і темне – 3,6 од. і більше.

Світле пиво готують зі світлого солоду з додаванням дробленого ячменю, рисової січки, цукру.

Темні сорти пива готують із темного солоду з додаванням карамельного і барвного солодів, які надають більш інтенсивного забарвлення, солодового аромату і солодкуватого смаку.

Залежно від екстрактивності (масової частки сухих речовин) початкового сусла пиво поділяють на 16 груп: 8-, 9-, 10%-е світле; 11-, 12-, 13-, 14-, 15-, 16-, 17-, 18-, 19-, 20-, 21-, 22-, 23% світле, напівтемне і темне.

За способом оброблення пиво поділяють на пастеризоване і непастеризоване. Пастеризоване пиво характеризується

підвищеною біологічною стійкістю, що одержується в результаті теплового оброблення.

Основною сировиною для виробництва пива є ячмінь, з якого отримують різні види солоду, хміль та його екстракти, вода, дріжджі, цукор та ін.

Ячмінь для пивоваріння повинен мати певні якісні показники. Його показники при солододорощенні повинні становити 90...95%, вміст екстрактивних речовин 65...85% (чим вона вища, тим вищий вихід пива). Екстрактивність – це сумарна кількість сухої речовини, що переходить у розчин при обробленні подрібненого зерна ферментами солоду. Ферменти солоду в процесі варіння сусла переводять у розчинений стан і білки. Цінність пивоварного ячменю значною мірою залежить від вмісту крохмалю (повинен бути не менше 60 %), а також від кількості білків (не більше 10%), тому що збільшення білка призводить до зниження екстрактивності ячменю, а в подальшому – до помутніння пива, появи в пиві нехмелевої білкової гіркоти.

Замість ячменю в пивоварінні застосовують рис і кукурудзу, але без пророщування, в основному для виробництва світлого пива. Рис використовують у вигляді рисової січки, яка містить багато крохмалю і мало білків; кукурудзу знежирюють.

Хміль – традиційна і найдорожча сировина для виробництва пива. Він надає пиву специфічний гіркий смак та аромат, сприяє видаленню з сусла деяких білків, є антисептиком, підвищує піностійкість пива. Існує два основних види хмелю – гіркий і ароматичний. У пивоварінні використовують переважно хмелеві шишки ароматичного хмелю, що містять лупулін, до складу якого входять 10...20% гірких та ароматичних речовин (кислот, смол, ефірних олій, дубильних речовин).

Також у пивоварінні використовують висушені хмелеві шишки, молотий, гранульований, брикетований хміль, різні хмелеві екстракти.

Хміль та хмелепродукти зберігають у сухому, темному приміщенні з температурою $0...2^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря не вище 70%.

Вода є основним компонентом пива (80...90%). Вона не повинна мати стороннього смаку і запаху, повинна бути мікробіологічно чистою, мати певну твердість. Для світлих сортів пива використовується м'яка вода з твердістю до 3 мг еквівалента солей Ca і Mg, для темних – помірно тверда вода – 4–5 мг/ еквівалент.

Оптимальною для пива є вода, в якій відношення концентрації іонів кальцію до загальної лужності води (показник лужності) не менше 1, співвідношення іонів кальцію і магнію (Ca і Mg) становить від 1:1 до 3:1. Твердість води та її сольовий склад регулюють застосуванням різних способів підготування води: реагентний, іонообмінний, електродіалізний, мембранний.

Для видалення неприємного запаху воду дезодорують пропусканням крізь колонку, заповнену активованим вугіллям.

Ферментні препарати. Використовують при застосуванні більш 20% несоложеної сировини в кількості від 0,001% до 0,075% до маси сировини, що переробляється.

Застосовують амілолітичні (Амілосубтілін, Амілорізін ПХ та ін.), протеолітичні (Протосубтілін) та інші ферменти.

Амілолітичні препарати застосовують при затиранні при підвищеній кількості несоложеної сировини і низькій якості вихідного сусла. Вони суттєво підвищують вихід екстракту та поліпшують якість сусла.

Протосубтілін використовують при підвищених кількостях несоложеної сировини та для поліпшення якості сусла з неякісних солодів, а також для ліквідації колоїдних помутнінь у пиві.

7.3.2. Основні етапи виробництва пива

Технологічна схема виробництва пива включає операції:

- виробництво солоду;
- приготування пивного сусла;
- бродіння і доброджування сусла;
- освітлення і розлив пива.

Про першу стадію приготування пива – виробництво солоду – вже йшлося.

Виробництво пивного сусла

Друга стадія приготування пива – приготування охмеленого сусла – відбувається у варильному відділенні. Процес варіння здійснюється з метою більш повного видобутку і розчинення сухих екстрактивних речовин солоду, хмелю, створення сприятливих умов для переведення у розчинний стан крохмалю, білка, клітковини та інших складових сировини шляхом її ферментативного гідролізу під впливом ферментів солоду.

Приготування сусла складається з таких операцій:

- дроблення солоду;
- затирання солоду і несолодових матеріалів, їх оцукрювання;
- фільтрування затору;
- кип'ятіння сусла з хмелем;
- відокремлення хмельової дробини.

Дроблення солоду (див. рис. 7.5). Солод завантажують у апарат для зволоження до 30% і направляють на чотирьох-, або шестивальцьові дробарки для подрібнення з мінімальним руйнуванням оболонок. Подрібнення солоду відбувається для того, щоб вміст солодового зерна (субстрату) був доступний для дії ферментів. Велике значення має якість помелу. Грубий помел стає причиною підвищення втрат екстракту в дробині, а дуже дрібний помел може затримати процес фільтрування затору. Подрібнений солод характеризується таким складом : лузга 12...20%, крупна крупка 20...35%, дрібна крупка 25...50%, борошно 15...20%.



Рис. 7.5. Дроблення солоду

Джерело: <https://e-strannik.livejournal.com>.

Екстрактивні здатності в різних часток солоду різні: екстрактивність лузги до загального виходу становить близько 6%, неповністю (приблизно 11%) виділяються живильні речовини з великої крупки, найбільшу (32,5%) кількість екстракту сусли дають дрібна крупка й особливо борошно. Чим менш розчиненим і менш борошністим вийшов солод, тим більш інтенсивному механічному здрібнюванню його піддають.

Затирання солоду і несолодових матеріалів. Затирання – це змішування в заторному чані подрібнених зернових матеріалів з водою з температурою 37...40°C у співвідношенні 1:4. Зернові матеріали містять 60% солоду і 40% несолодових матеріалів (частіше кукурудзяне, або ячмінне борошно і крупку).

Суміш подрібненого солоду з водою називається *затором*, нерозчинені речовини – *дробиною*, а розчин, вивільнений від дробини, – *суслom*. Розчинені речовини сусла називаються *екстрактом*.

Мета затирання – екстрагування розчинних речовин солоду і несолодової сировини та перетворення під дією ферментів нерозчинних речовин у розчинні з подальшим переведенням їх у розчин. У заторному чані подрібнені зернопродукти змішуються з водою при 37...40°C при увімкненій мішалці. Затирання проводять способом *настоювання* або *відварювання* (рис. 7.6).

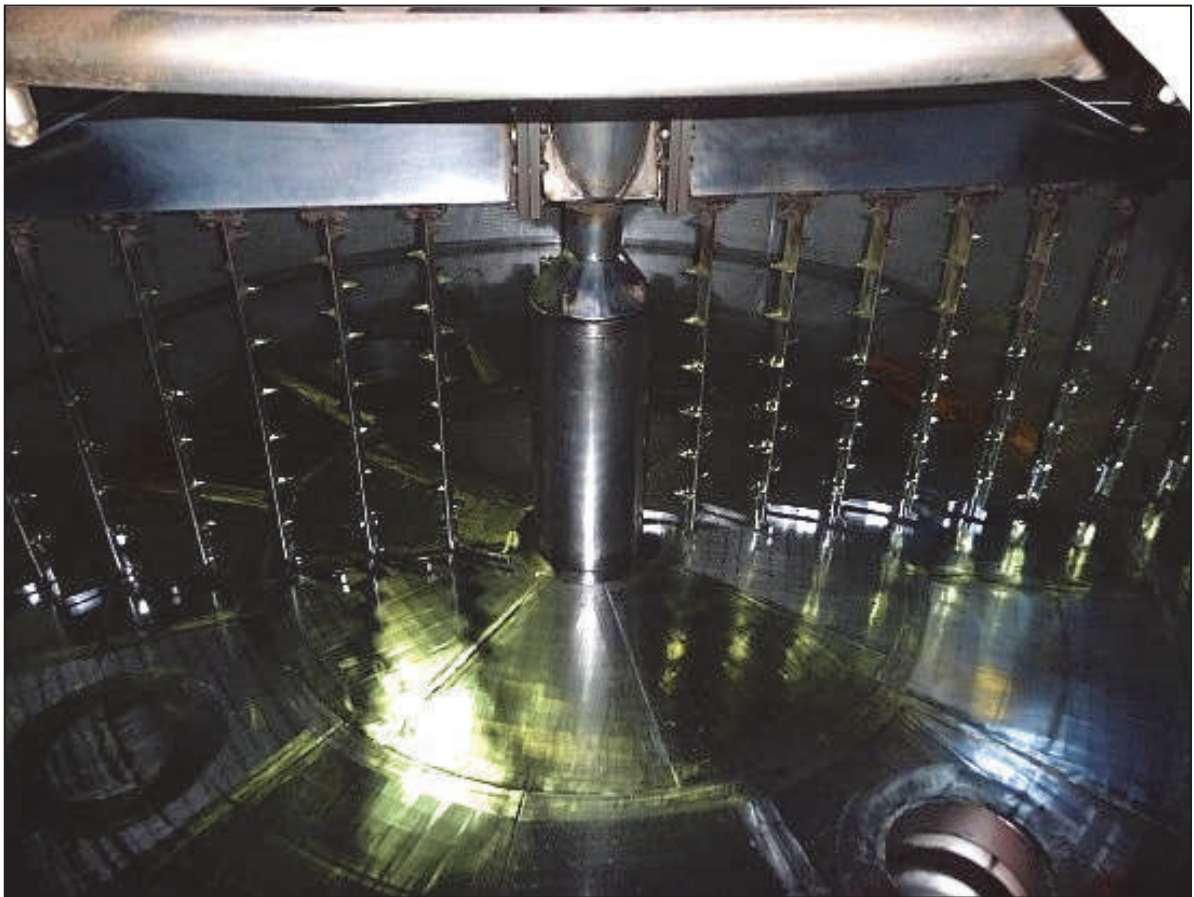


Рис. 7.6. Чан для затирання солоду

Джерело: <https://world-of-whisky>.

Спосіб настоювання полягає у поступовому нагріванні затору від 40° С до 70° С зі швидкістю 1° С за 1хв і витримуванні при кожній температурі (40° С, 52° С, 63° С і 70° С) 30 хв.

Далі затор нагрівають до 72°C і витримують до повного оцукрювання, яке контролюють пробою на йод. Потім оцукрений затор підігрівають до $76...77^{\circ}\text{C}$ і направляють на фільтрування.

Отримане цим способом сусло багате на ферменти, мальтози й амінокислоти, але містить мало декстринів і тому сильно зброджується. Однак вихід екстракту при відварочному способі вищий. Це зумовлене тим, що при відварочних способах затор піддають не тільки ферментативному, але й фізичному впливу (кип'ятінню).

Сутність відварочного способу полягає в тому, що окремі частини затору кип'ятять, а потім змішують із іншою частиною затору, поступово підвищуючи його температуру до 75°C . При кип'ятінні крохмальні зерна з великих частинок дроблених зернопродуктів переходять у розчин, клейстеризуються та піддаються дії ферментів.

На перших стадіях затирання у розчин переходять вуглеводи, частково білки та продукти їх гідролізу, пектинові, дубильні і гіркі речовини, ферменти і мінеральні солі. Основні компоненти зернопродуктів крохмаль і білки нерозчинні. Тому їх переведення у розчинний стан здійснюється в результаті направленої дії відповідних ферментів.

Гідроліз крохмалю починається при солодощенні. При затиранні крохмаль проходить три стадії: клейстеризацію, розрідження й оцукрювання.

Схематично гідроліз крохмалю має такий вигляд:

*Крохмаль – Амілодекстрини – Еритродекстрини –
Ахродекстрини – Мальтодекстрини – Мальтоза – Глюкоза.*

Процес оцукрювання контролюється за йодною реакцією, тому що крохмаль і декстрини утворюють різний колір з йодом:

- крохмаль та амілодекстрини – синій;
- еритродекстрини – червоно-бурий;
- арходекстрини та інші продукти гідролізу колір йодного розчину не змінюють.

Основні чинники, які впливають на вихід екстракту і його склад:

- співвідношення *фермент : субстрат*;
- тривалість процесу;
- температура;
- рН затору.

Зазвичай на затирання 100 кг зернопродуктів витрачають 350–500 л води. Оптимум рН для дії ферментів залежить від температури середовища. Як правило, з підвищенням температури підвищується й рН-оптимум. Так, для спільної дії амілаз при температурі затору 65° С рН = 5,6.

Оцукрений затор – це суспензія, яка складається з двох фаз: рідкої (пивне сусло) і твердої (пивна дробина). Принципова технологічна схема виробництва пива наведена на рис. 7.7.

Фільтрування затору. Ціль фільтрування – відділення пивного сусла від дробини. Фільтрування затору поділяється на дві стадії: власне фільтрування першого (основного) сусла і вилужуванні – вимивання екстракту, що затримується дробиною. Сусло і промивні води повинні бути прозорими, щоб уникнути ускладнень при подальших технологічних операціях і погіршення якості пива.

Фільтрування першого сусла – це в основному фізичний процес. А при вилужуванні дробини водою відбувається конвективна дифузія, а також різні хімічні процеси, головним чином, обмінні реакції. Зі зниженням концентрації сусла його рН зростає від 5,7 до 6,2, що зумовлює збільшення розчинення кремнієвої кислоти, поліфенольних, дубильних, гірких та інших речовин оболонки зернопродуктів. Це змінює колір пива, що може стати причиною погіршення його смаку.

На швидкість фільтрування впливають склад і висота фільтруючого шару. При фільтруванні фільтруючим шаром є шар дробини, що утворюється при відстоюванні затору. На швидкість фільтрування суттєво впливає температура, яка повинна бути не вище 78° С, щоб уникнути інактивації α -амілази. Остання завершує дооцукрювання залишків крохмалю. Крім того, більш висока температура сприяє збільшенню розчинності продуктів гідролізу білка, поліфенольних та інших речовин, що впливає на стійкість пива.



Рис. 7.7. Принципова схема виробництва пива

Джерело: розроблено авторами.

Кип'ятіння сусла з хмелем. Після фільтрації відфільтроване сусло надходить у котел для варіння сусла з хмелем. Процес відбувається під тиском 0,02...0,03 МПа протягом 1,5–2 год. Мета кип'ятіння – стерилізація сусла, стабілізація й ароматизація його складу гіркими речовинами хмелю. За цей час випарюється надлишкова кількість води, екстрагуються гіркі речовини хмелю, який додається у кипляче сусло в подрібненому вигляді або у вигляді екстракту. Кількість хмелю, що додається, залежить від сорту пива. Крім того, за допомогою кип'ятіння упарюється сусло до встановленої для кожного сорту концентрації, відбувається інактивація ферментів, коагуляція білків. Аромат сусла набуває в результаті розчинення в ньому специфічних складових хмелю та хімічної взаємодії між цукрами і продуктами розпаду білків (реакція меланоїдіноутворення). Стерилізацією сусла та руйнуванням ферментів досягається стабільність хімічного складу сусла, що необхідно для забезпечення чистого шумування й одержання стійкого продукту. Закінчення варіння встановлюють за масовою часткою сухих речовин, які визначають у охолодженій пробі сусла цукрометром, наявності в суслі великих пластівців коагульованих білків і прозорості гарячого сусла.

На процеси, що відбуваються при кип'ятінні сусла із хмелем, істотний вплив справляють його тривалість, рН і склад води, концентрація сусла.

При тривалому кип'ятінні сусла із хмелем розчин насичується гіркими кислотами, що спричиняє зміну рН сусла. Це стає причиною випадання їх у осад. Коагуляція білків найповніше проходить при рН=5,2 за наявності сульфатів і хлоридів. Дубильні речовини хмелю прискорюють коагуляцію білків.

Відокремлення хмелевої дробини. Після закінчення кип'ятіння охмелене сусло надходить у хмелевіддільник. Хмелева дробина затримується на ситі, сусло проходить крізь нього і відцентровим насосом перекачується в збірник для охолодження й освітлення. Потім хмелеву дробину промивають гарячою водою для додаткового вилужування екстрактивних речовин хмелю. Промивні води приєднуються до сусла в сусловарильному апараті.

Охолодження й освітлення сусла. Мета охолодження й освітлення сусла – зниження температури до 6...16°C (залежно від способу бродіння), насичення його киснем повітря й осадження зважених часток.

У охолоджуваному суслі залишаються коагульовані білки, які перебувають у стані тонких суспензій. При зниженні температури вони осаджуються.

Протягом усього процесу охолодження сусло поглинає кисень повітря, яке при температурі вище 40°C витрачається на окиснення органічних речовин сусла, що спричиняє потемніння сусла, зниження хмелевого аромату і хмелевої гіркоти (рис. 7.8).

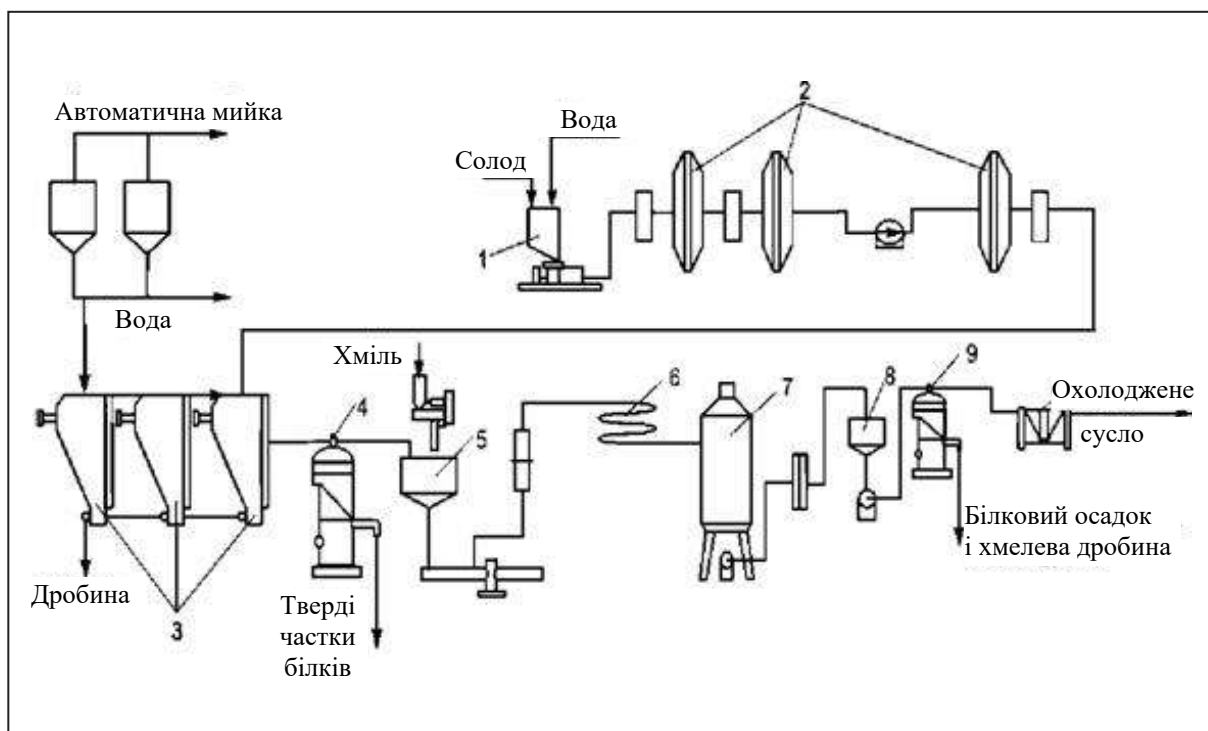


Рис. 7.8. Установа для безперервного виробництва сусла:
 1 – заторний апарат; 2 – теплообмінники; 3 – промивник дробини; 4, 9 – сепаратори; 5 – змішувач; 6 – теплообмінник;
 7 – вакуум-апарат; 8 – збірник сусла; 10 – холодильник

Джерело: <https://picua.org>.

Розчинення кисню в суслі починається при температурі 40°C і прискорюється при перемішуванні, збільшенні площі та тривалості контакту, зниженні концентрації сусла. Одночасно відбуваються окиснювальні процеси і сусло насичується киснем.

Сусло температурою 20...40°C є сприятливим середовищем для мікрофлори, що інфікує, тому його охолоджують у дві стадії. Першу стадію від 90°C до 60°C проводять протягом 2 год для забезпечення максимального осадження великих суспензій, а другу – від 60 до 6...16°C.

Після охолодження до 6...16°C сусло аерують повітрям безпосередньо в трубопроводі або апараті попереднього бродіння. Початкова концентрація охолодженого пивного сусла, його кислотність і колір повинні відповідати виду пива.

Бродіння і дозброджування сусла

Основний процес, у результаті якого сусло перетворюється у пиво, – це **спиртове бродіння**. При цьому хімічний склад сусла суттєво змінюється і воно перетворюється в смачний ароматний напій. Зброджування пивного сусла проходить у дві стадії: основне бродіння і дозброджування. На першій стадії відбувається інтенсивне зброджування цукрів сусла, у результаті якого утворюється молоде (мутне) пиво, яке має своєрідні смак та аромат, і ще непридатне до вживання. При дозброджуванні, цукри, що залишилися, повільно зброджується, пиво набуває характерних органолептичних властивостей, освітлюється й насичується оксидом вуглецю, тобто відбувається його дозрівання і пиво перетворюється в товарний продукт.

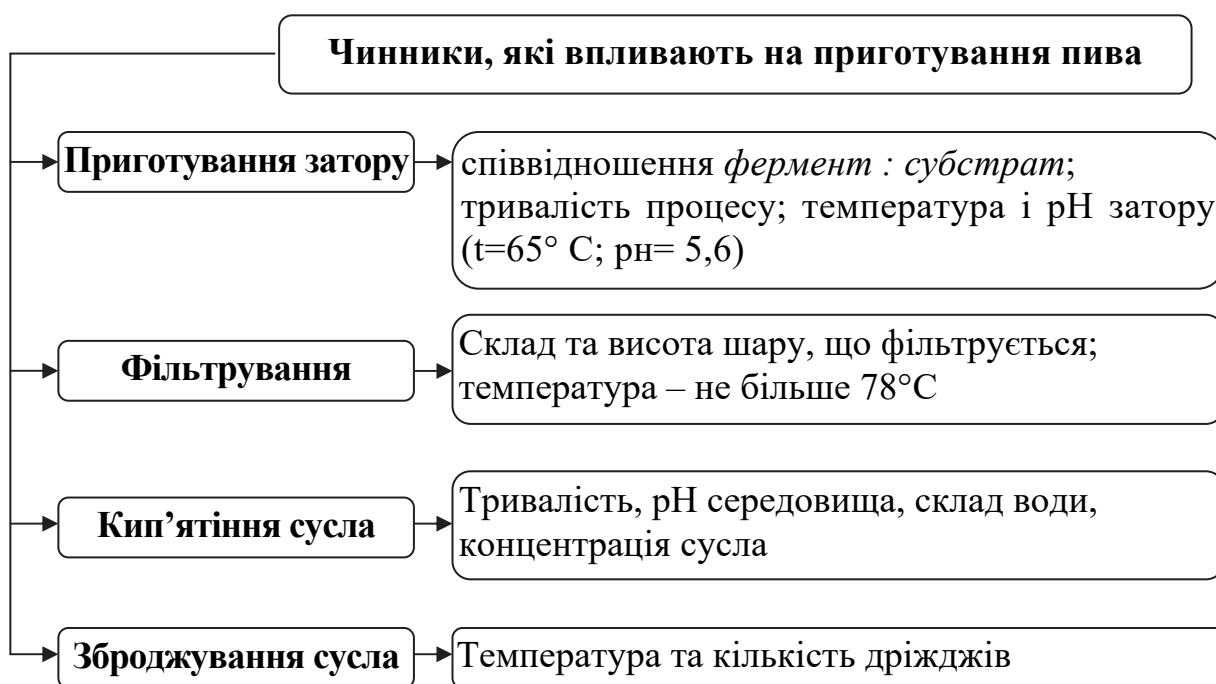
Дріжджі, що використовуються для виробництва пива, повинні відповідати таким вимогам: мати високу бродильну активність, добре утворювати пластівці й освітлювати пиво в процесі бродіння, надавати пиву чистий смак і приємний аромат.

Підготування чистої культури дріжджів до бродіння полягає у накопиченні їх біомаси в умовах мікробіологічної стерильності в кількості, необхідній для початку процесу бродіння. Крім чистої культури широко використовують насінні дріжджі – дріжджі, які осіли наприкінці основного бродіння.

Найважливіший процес при основному бродінні – біохімічне перетворення вуглеводів, що зброджуються, в етиловий спирт і оксид вуглецю. Поряд з основними продуктами бродіння утворюються вторинні та побічні продукти, які значною мірою визначають органолептичні показники пива.

Утворення спирту супроводжується виділенням у середовище тепла, яке необхідно відвести для підтримання заданих температурних умов.

На перших етапах бродіння відбувається енергійне розмноження дріжджів, що зумовлене повноцінністю поживного середовища. У міру збідніння середовища, накопичення продуктів бродіння, створення надлишкового тиску, швидкість розмноження дріжджів зменшується.



У результаті основного бродіння сусло перетворюється в молоде пиво, яке ще не є товарним продуктом. Тому його направляють на дозброджування і дозрівання. При дозброджуванні протікають в основному ті самі процеси, що й при основному бродінні, але повільніше. Оксид вуглецю, що виділяється в процесі дозброджування, розчиняється і зв'язується в пиві, що зумовлює до його насичення оксидом вуглецю.

При дозріванні пива відбуваються різні окислювально-відновні реакції, у результаті яких зникають характерні для молодого пива присмак дріжджів і хмелева гіркота.

При дозброджуванні пиво освітлюється. Це спричинене випаданням у осад дріжджів, які адсорбують на собі білкову каламуть й інші суспензії. Так само відбуваються коагуляція й осадження хмелевих смол, білкових і дубильних речовин.

Найбільший вплив на хід бродіння виявляють температура та кількість дріжджів. Розрізняють холодне ($7...9^{\circ}\text{C}$) і тепле ($12...14^{\circ}\text{C}$) бродіння. Норма введення дріжджів залежить від способу бродіння. Сусло повинне бути оцукреним, містити достатню кількість азотистих речовин та правильне співвідношення цукрів і нецукрів. рН сусла не повинно перевищувати 5,8. Найкраще зброджується сусло з початковою концентрацією цукрів 10...12%.

Основне бродіння проводять у відкритих або закритих бродильних апаратах періодичним, напівбезперервним і безперервним способом. При періодичному бродінні пивне сусло температурою $5...7^{\circ}\text{C}$ направляється в бродильний апарат.

Пивне сусло зброджують протягом 7–11 діб залежно від концентрації початкового сусла. На третю добу допускається підвищення температури до $8...100^{\circ}\text{C}$ з подальшим поступовим зниженням до $4...5^{\circ}\text{C}$.

Дозброджування пива здійснюють при температурі від 0 до 2°C у закритих апаратах під надлишковим тиском 0,03–0,06 МПа. При дозброджуванні контролюють тиск у апараті, органолептичні показники і ступінь посвітління пива. Тривалість дозброджування залежить від сорту пива і коливається від 1 доби для пива «Жигулівське» до 90 діб для пива «Портер».

Освітлення пива. Пиво фільтрують через фільтрувальні установки різної конструкції. При цьому з пива видаляються дріжджові клітини, що перебувають у зваженому стані, білкові і поліфенольні речовини, хмелеві смоли, солі важких металів і різні мікроорганізми.

При фільтруванні пиво втрачає деяку частину діоксиду вуглецю, тому перед розливом його піддають карбонізації шляхом продувки через пиво діоксиду вуглецю. Після карбонізації витримують 6–8 год у збірниках, а потім направляють на розлив.

Розлив пива. На сучасних заводах пиво розливають у пляшки місткістю 0,33 л і 0,5 л з темного скла на автоматизованих лініях.

Пиво розливають також у банки, виготовлені зі спеціальної листової жерсті й алюмінієвих дисків. Заповнюють і закривають банки також на автоматичній лінії.

Якісне пиво повинне бути прозорим. Однак із часом воно каламутніє. Помутніння може бути фізико-хімічного і біологічного характеру. До помутнінь фізико-хімічного характеру належать білкове, клейстерне й оксалатне.

Причина виникнення білкового помутніння – високомолекулярні денатуровані білкові речовини, які не виділилися в процесі готування пива. Клейстерне помутніння виникає внаслідок недостатнього гідролізу крохмалю в процесі затирання, оксалатне викликається утворенням кристалів щавлевокислого кальцію. Помутніння біологічного характеру пов'язане з розвитком мікроорганізмів.

Підвищення колоїдної стабільності досягається використанням ферментних препаратів, сорбентів з ферментними препаратами і магнітним обробленням, а біологічної – шляхом пастеризації пива при температурі 63...82°C протягом 10–30 хв.

Склад та якість пива

Фізико-хімічні та органолептичні властивості визначаються складом пива. Пиво складається з метаболітів спиртового шумування і незброджених екстрактивних речовин. Ці речовини в комплексі визначають повноту смаку пива. Готове пиво

містить 2,5...5% екстрактивних речовин: 80...85% – цукрів, 6...9% – азотистих речовин, 5...7% – гліцерину, 3...4% – мінеральних речовин, 2...3% – гірких, поліфенольних і барвників, 0,7...1% – органічних нелетучих кислот, вітаміни та ін.

Основні метаболіти спиртового бродіння – летучі сполуки. Вони визначають смак і аромат пива. Це насамперед етиловий спирт, діоксид вуглецю і побічні продукти – вищі спирти, альдегіди, органічні кислоти, ефіри та ін. (усього 136 сполук).

Споживні властивості пива характеризуються насамперед його органолептичними показниками: смаком, кольором, ароматом, прозорістю, пінистістю і стійкістю піни. Пиво повинно мати чистий смак і аромат збродженого солодового напою із хмелевою гіркотою і хмелевим ароматом без сторонніх запахів і присмаків. Напівтемне і темне пиво характеризується солодовим смаком із присмаком карамельного або паленого солоду. У пиві з екстрактивністю початкового сусла 15% і більше може відчуватися винний присмак.

Об'ємна частка спирту у світлому пиві залежно від екстрактивного початкового сусла (8...23%) повинна бути не менш 2,8...9,4%, кислотність – 1,0...5 к. од. Незалежно від екстрактивності початкового сусла колір світлого пива повинен бути 0,4...1,5 од., масова частка двоокису вуглецю – не менш 0,33%, висота піни – не менше 30 мм, піностійкість – не менш 2 хв, стійкість непастеризованого пива – не менш 8 діб, пива холодного розливу – до 6 міс.

Об'ємна частка спирту в напівтемному пиві залежно від екстрактивності початкового сусла змінюється від 3,9 до 9,4%, у темному – від 3,9 до 9,1%, кислотність напівтемного пива – від 1,6 до 5 к. од., темного – 2,1...5,5 к. од., колір напівтемного пива – від 1,6 до 3,5 і темного – 3,6 од. і більше.

7.4. Технологія квасу

Промисловість випускає різноманітний асортимент квасу і напоїв із хлібної сировини.

Із загальної кількості безалкогольних напоїв, що виробляються у нашій країні, приблизно 30% становлять квас і напої з хлібної сировини.

За технологічними прийомами, що значною мірою визначають склад кінцевого продукту, квас можна поділити на дві групи: квас, що одержують з використанням процесу бродіння, і квас та напої, які одержують купажуванням. Найбільшим попитом користується квас, що одержують шляхом бродіння, зокрема квас хлібний.

7.4.1. Характеристика сировини для виробництва квасу

Квас – напій темно-коричневого кольору з приємним ароматом житнього хліба і кисло-солодким смаком, що одержують шляхом комбінованого незавершеного спиртового і молочнокислого бродіння з подальшим купажуванням з цукровим сиропом. Наявність у ньому незначної кількості спирту (0,4–0,6 мас. %) ніскільки не знижує фізіологічного значення цього напою для здоров'я людини. При такому низькому вмісті спирту квас називають безалкогольним напоєм. Хлібний квас добре втамовує спрагу, освіжає і піднімає тонус людини.

У 100 мл квасу утримується (г): води – 93,4; білків – 0,2; вуглеводів – 5; золи – 0,2; органічних кислот (у перерахуванні на лимонну) – 0,3; спирту – 0,6. Біологічно активні речовини квасу представлені вітамінами, амінокислотами і кислотами. Перші в основному представлені водорозчинними вітамінами групи В (В₁ і В₂) і ніацином (РР).

Цукор різних видів (фруктоза, глюкоза, мальтоза і сахароза) в хлібному квасі перебуває в співвідношенні 1 : 0,8 : 3 : 2. З кислот квасу превалюють молочна й оцтова. Особливу цінність

представляє молочна кислота, що має бактерицидні властивості, тобто здатність пригнічувати ріст і життєдіяльність гнильних бактерій у кишківнику людини. Крім того, молочнокислі бактерії сприятливо діють на процеси травлення. Енергетична цінність хлібного квасу в перерахуванні на 1 л становить лише 250 ккал.

У процесі незавершеного комбінованого спиртового і молочнокислого бродіння, крім спирту, молочної й оцтової кислот, утворюється діоксид вуглецю, а також летучі речовини, що утворюють аромат: складні ефіри, альдегіди й інші домішки. Ароматні речовини і меланоїдини – продукти взаємодії амінокислот і цукру, що утримуються у вихідній сировині квасу, формують органолептичні показники квасу.

Квас поділяють на хлібний квас бродіння і газований квас, який одержують купажуванням і розливають у пляшки. До першого належить квас бродіння, квас для гарячих цехів і квас для холодника. Як сировину використовують концентрат квасного сусла (ККС), який отримують на основі зернової сировини, і цукровий сироп. До квасу бродіння належать також квас з добавками виноградного або яблучного сусла.

Хлібні кваси бродіння – хлібний і квас для холодника становить більше 90% загальної кількості квасу і напоїв, приготованих на хлібній сировині.

До газованого квасу належить не тільки квас, що отримують на основі ККС, смакових і ароматичних добавок, але і квас, що виробляють на основі специфічних концентратів квасу.

Виробництво хлібного квасу бродіння і квасу для холодника складається з таких основних стадій: підготування сировини, одержання житнього солоду або концентрату квасного сусла, готування квасного сусла, бродіння сусла і купажування квасу.

Квас (див. рис. 7.9) одержують на основі житнього й ячмінного солодів, житнього й ячмінного борошна, квасних хлібців або концентрату квасного сусла. При купажуванні квасу використовують цукровий сироп. Для деяких сортів квасу застосовують концентрати яблучного або виноградного соку, ряд смакових і ароматичних добавок. Для готування квасу використовують воду тільки питного призначення.

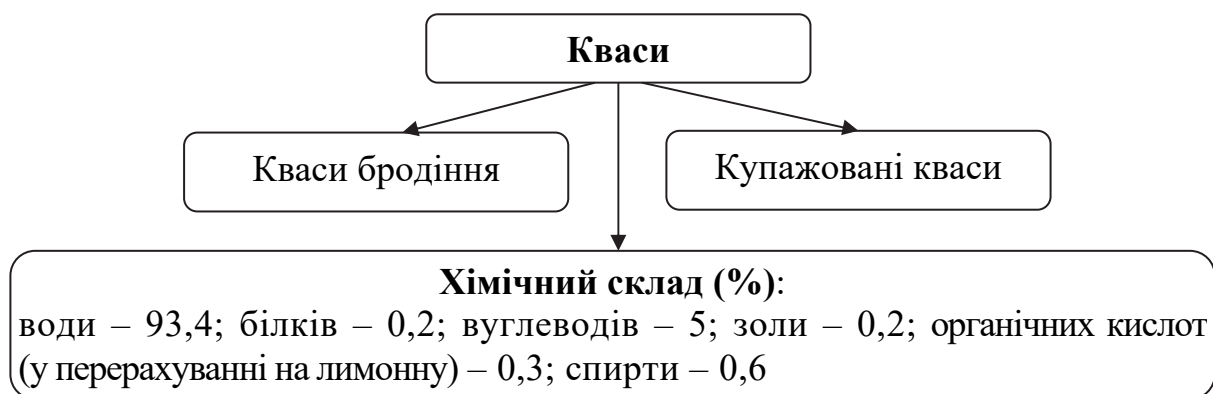


Рис. 7.9. Кваси

Джерело: розроблено авторами.

Для приготування квасу використовують житній солод двох видів: ферментований і неферментований. Перший солод одержують зі свіжопророщеного солоду, який піддають ферментації (пряжіння) при підвищеній температурі (50...55° С) для накопичення барвних і ароматичних речовин. Пряжіння солоду в пневматичних шафах триває 5 діб (рис. 7.10).

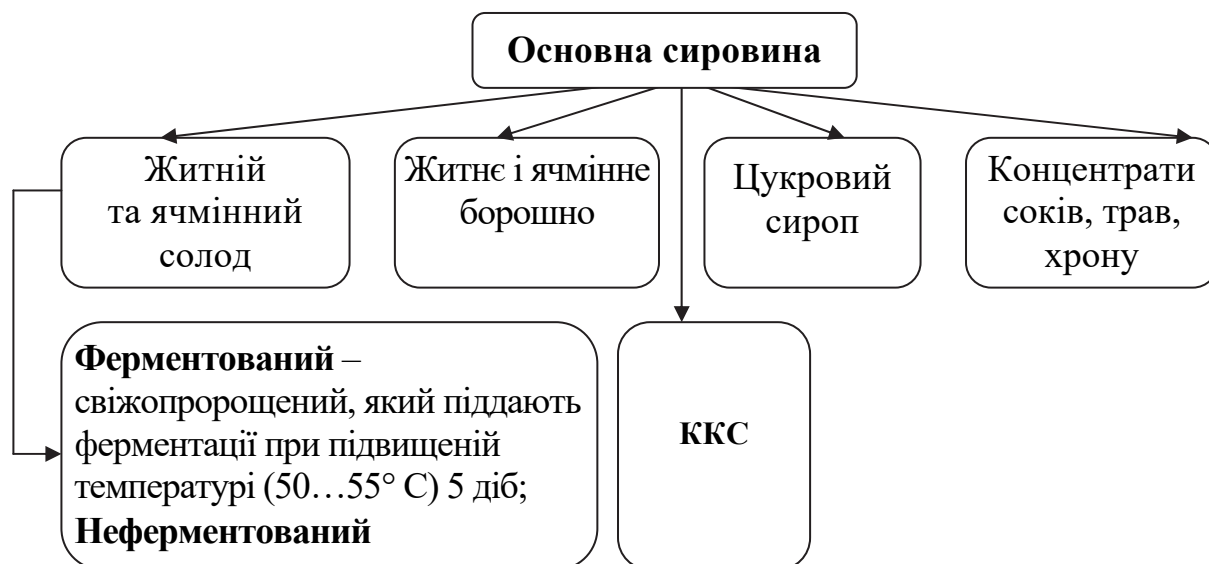


Рис. 7.10. Основна сировина

Джерело: розроблено авторами.

Ферментований солод містить велику кількість меланоїдинів, що зумовлюють його специфічний смак і аромат житнього хліба. Останнім часом більшість цехів і заводів з виготовлення квасу використовують ККС, що виробляється на спеціалізованих підприємствах. За сучасною технологією, одержують з житнього ферментованого (2–3-добової ферментації, сухого або невисушеного), житнього неферментованого або ячмінного солоду, ячмінного, житнього або кукурудзяного борошна. Співвідношення різних видів сировини: солод житній ферментований (42...50%), солод житній неферментований (20...28%), жито або ячмінь несолодові (25...30%). При використанні несолодової сировини у вищевказаній кількості додають ферментні препарати, що мають амілолітичну, протеолітичну і цитолітичну активністю в заданому співвідношенні.

Відповідно до вимог концентрат квасного сусла – це в'язка густа рідина темно-коричневого кольору, кисло-солодкого смаку з ароматом житнього хліба, розчинна у воді. Продукт містить 70 ± 2 мас. % сухих речовин; його кислотність знаходиться в межах 16...40 мол 1 Н їдкого натру на 100 г концентрату.

Гарантійний термін зберігання всіх концентратів 8 міс. із дня вироблення.

Для спеціальних сортів квасу бродіння, крім ККС, використовують вакуумоване сусло з винограду або яблук. Цукровий сироп для квасу бродіння і газованого квасу, що розливаються в пляшки, одержують з цукру-піску або рідкого цукру.

В окремі види квасу, що розливаються в пляшки, додають настої трав, цитрусових, а також хрону. Широко використовують спиртові настої м'яти перцевої і полиню гіркого. Використовують також цілі і мелені плоди кмину, квітки і листки чебрецю, хміль. Зазначені добавки формують смак і аромат різних сортів квасу.

У виробництві квасу для створення заданої кислотності використовують лише харчові кислоти: молочну, лимонну, оцтову; аскорбінову кислоту застосовують для вітамінізації деяких напоїв на хлібній сировині.

7.4.2. Технологія концентрату квасного сусла

Концентрат квасного сусла (ККС) виробляється на спеціалізованих заводах, що дозволяє збільшити випуск, поліпшити і забезпечити якість органолептичних і фізико-хімічних показників квасу.

ККС – це приготоване з житніх зернопродуктів і упарене у вакуум-апараті сусло, яке після ароматизації і стерилізації піддають тепловому обробленню. ККС одержують двома способами: із сухих солодів і несолодженої сировини, зі свіжепророслого житнього солоду і житнього борошна.

Одержання ККС із сухих солодів і несолоджених матеріалів. Технологічною інструкцією не встановлені загальні рецептури для виробництва ККС, а надаються лише рекомендаційні співвідношення по екстрактивних речовинах.

Зважаючи на це, рецептурне закладання зернопродуктів розраховується відповідно до характеристик сировини, яка переробляється, і втрат сухих речовин у процесі виробництва ККС. Втрати сухих речовин на діючих підприємствах становлять 15...25%. Загальна кількість солодженої житньої сировини повинна становити не менше 32% від загальних екстрактивних речовин. Для зниження втрат поживних речовин і прискорення процесів затирання і фільтрування затору застосовують ферментні препарати, що містять амілолітичні, протеолітичні і цитолітичні ферменти.

Технологія одержання ККС складається з таких стадій: приготування і розпарювання сусла, теплового оброблення концентрату.

Відповідно до рецептури сировину зважують на вагах і подають у розвідні чани. Якщо солод і несолоджена сировина надходять у неподрібненому вигляді, то спочатку їх подрібнюють на дробарці.

Для підготування несолодженої сировини до впливу ферментів солоду і ферментних препаратів її піддають розварюванню. В одному з розвідних чанів змішують дроблену сировину з водою у співвідношенні 1:4 при температурі 20...25°C,

додаючи для розрідження затору 10% діастатичного солоду (житнього неферментированого або ячмінного) від загальної кількості. Замість солоду допускається застосовувати ферментний препарат амілосубтилін Г1ОХ у кількості 0,01% від маси несолоджених матеріалів.

Отриману суспензію несолодженої сировини перекачують у ємкість, де її нагрівають до 70°C і витримують протягом 20–30 хв для розрідження. В інших розвідних чанах окремо готують суспензію житнього ферментованого й ячмінного солодів з водою при гідромодулі 1:4 (рис. 7.11).



Рис. 7.11. Технологія приготування ККС

Джерело: розроблено авторами.

Розріджену несолоджену частину затору з метою клейстеризації кип'ятять протягом 30 хв або розварюють під тиском 0,4 МПа. Розварену масу விடுவார்கள் у заторний чан, у який попередньо переводять суспензію житнього ферментованого солоду, охолоджують до 45...48°C, потім перекачують суспензію з ячмінного солоду і додають ферментні препарати в кількості 0,025–0,05% від маси сировини, що переробляється. Далі об'єднаний затор витримують при температурних паузах, оптимальних для гідролізу білків і крохмалю (хв): при 43...45° С – 60–70; при 52...53° С – 30–40; при 62...63° С – 60–90; при 70...72° С – 40–70 (до повного оцукрювання по йодній пробі);

при 76...78° С – 5–10. Оцукрений затор перекачують на розподіл і освітління у фільтр-чан або фільтр-прес. Затор можна також розділяти на центрифугах і сепараторах.

З метою коагуляції білкових речовин, стабілізації хімічного складу і стерилізації сусла його рекомендується кип'ятити протягом 1–1,5 год із подальшим відділенням скоагульованих білкових речовин у сепараторі або гідроциклоні. Освітлене сусло з масовою часткою сухих речовин 12...14% концентрують у випарних і вакуум-випарних апаратах до вмісту сухих речовин 68...70%. Для збагачення випарного концентрату ароматичними речовинами, а також для забезпечення мікробіологічної чистоти і високої стійкості при зберіганні проводять термооброблення в конверторах при температурі 105...112° С у продовж 30–40 хв. При виборі режиму термооброблення ККС необхідно враховувати, що колір концентрату не повинен перевищувати 15см³ 1 М розчину йоду на 100 г продукту, тому що при вищій колірності знижується інтенсивність зброджування квасного сусла. Встановлено, що при обробленні кількість вільних амінокислот зменшується прямо пропорційно тривалості цієї технологічної стадії, що пояснюється витратою їх на утворення меланоїдинів. По закінченні оброблення для припинення реакції меланоїдиноутворення температуру концентрату за 20–30 хв необхідно знизити до 60...70°С.

Одержання ККС зі свіжоприготовленого житнього солоду і житнього борошна. Основа цієї технології – максимальне використання ферментів свіжопророщеного солоду для ензиматичного розщеплення біополімерів з метою збільшення їх екстракції із зернової сировини. Особливістю цього способу є те, що він виключає стадію ферментації і сушіння свіжопророщеного солоду.

У процесі ферментації та сушіння солоду відбуваються гідроліз високомолекулярних вуглеводів, білків і некрохмальних полісахаридів і накопичення низькомолекулярних продуктів, перетворення яких у процесі меланоїдиноутворення визначає смак, колір і аромат готового продукту.

Результати ферментації і сушіння солоду (гідроліз біополімерів при затиранні та меланоїдиноутворенні при термообробленні ККС) можуть бути досягнуті більш ефективно безпосередньо при виробництві квасного сусла, за розробленою технологією одержання ККС зі свіжопророщеного житнього солоду та житнього борошна із застосуванням циторозиміну або ксилаваморину П10Х.

Основні переваги зазначеного способу:

- виключення стадій ферментації, підсушування і сушіння солоду дозволяє зберегти всі комплекси ферментів;
- процес меланоїдиноутворення, який формує повноту смаку, аромат і колір концентрату квасного сусла, відбувається на кінцевій стадії його виробництва при термообробленні в певних умовах;
- з енергетичної точки зору немає потреби підігрівати масу зерна і витратити значні обсяги повітря.

Транспортоване зі складу жито подається в зерноочисну машину для очищення від бур'янистих домішок і сортування. Потім зерно зважують і направляють у чан для замочування, яке проводять повітряно-водяним або повітряно-зрошувальним способом до вологості 42...44%.

Пророщування проводять протягом 3 діб при температурі в шарі зерна 12...15° С. У процесі пророщування солод періодично ворують і при необхідності зволожують. Потім його підігрівують парою до 40° С і витримують при цій температурі 5–6 год. На наступному етапі солод подрібнюють і передають на затирання.

При дробленні свіжопророщеного солоду в дробарку подають воду в співвідношенні 1:3 – 1:4 по масі. Отримане солодове молочко із дробарки надходить у збірник.

Для приготування затору в чан заливають воду температурою 45° С. При безперервній роботі мішалки в нього закладають житнє борошно, що попередньо розварюють у предзаторному казані.

Після ретельного розмішування борошна в заторний чан при температурі 40...42° С і безупинно працюючій мішалці подають солодове молочко та цитолітичний ферментний

препарат. Сировина задається у такому співвідношенні: 50% житнього борошна, 50% – свіжопророслого житнього солоду з перерахуванням на сухі речовини борошна, 0,2% – ферментні препарати циторозимину ПХ або 0,03–0,05% ксилаваморину П10Х від маси сухої речовини солоду і борошна.

Воду в затор вводять із розрахунку одержання сусла концентрацією 14...16%. При 40...42° С затор витримують 1–1,5 год. Потім температуру затору підвищують до 50...52° С і витримують протягом 1–1,5 год. Для оцукрювання крохмалю температуру підвищують до 62...63° С і витримують 30 хв, потім підвищують температуру до 73...75° С і витримують 20–30 хв, далі перевіряють повноту оцукрювання.

Для коагуляції білків по закінченні оцукрювання затор 2 год кип'ятять, а потім перекачують насосом у фільтр-прес для відділення квасної гущі.

Освітлене сусло надходить у збірник сусла, а дробина – в інший збірник, у якому вона промивається водою. Перші промивні води насосом перекачуються в збірник, а наступні, які містять 2,5–3,0 мас % сухих речовин, використовують для приготування чергових заторів.

Відфільтроване сусло надходить у вакуум-апарат, де воно випарюється. Далі концентроване сусло витримується при 105...112° С і тиску 0,75 МПа з метою накопичення ароматичних речовин і барвників.

Якісні показники ККС. ККС – це грузла густа рідина темно-коричневого кольору, кисло-солодкого смаку з незначною гіркотою й ароматом житнього хліба. Масова частка сухих речовин $70,0 \pm 2,0\%$, титрована кислотність 16–40 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 г концентрату. Гарантійний термін зберігання ККС 12 міс. від дня вироблення.

7.4.3. Технологія квасів бродіння

Технологія хлібного квасу бродіння і газованого квасу на хлібній сировині, що розливаються в пляшки, має свої особливості.

В основі технології квасу бродіння лежать анаеробні процеси незавершеного спиртового і молочнокислого бродіння.

Теплота, що виділяється під час бродіння, видаляється з апарату через теплообмінники, куди надходить холодоагент. Бродіння відбувається при 30° С.

Для квасу бродіння «Русский» і «Виноградний» використовують виноградне вакуум-сусло із вмістом сухих речовин 75%, при цьому витрати ККС скорочують на 50%.

«Яблучний» і «Столовий» квас містять яблучний екстракт, що використовують для часткової заміни ККС.

Зброджування цукру в квасному суслі в кількості 0,6...0,8% не може забезпечити інтенсивного бродіння, тому перед бродінням у сусло вводять 25% цукру від загальної маси, що витрачається для готування квасу.

Шляхом купажування забродженого квасного сусла з цукровим сиропом одержують цільовий продукт – хлібний квас бродіння, який відповідає вимогам державного стандарту.

Одержання квасу з використанням процесу бродіння. Технологічний процес виробництва квасу бродіння складається з таких стадій: розведення культур мікроорганізмів, готування цукрового сиропу і квасного сусла, зброджування сусла, купажування і розливу квасу. Основну частину квасу бродіння готують на основі ККС.

Технологічна схема одержання хлібного квасу (див. рис. 7.12): певну кількість ККС розводять водою в апараті попереднього розведення, що обладнаний мішалкою і паровою сорочкою. Отриманий розчин пастеризують з метою підвищення стійкості і мікробіологічної чистоти квасу. Розведений ККС пастеризують, прохолоджують. Потім розчин ККС розбавляють холодною питною водою до вмісту сухих речовин 1,6...2% і перемішують, після чого готують основне квасне сусло концентрацією 2,8...3,2%.

Для цього до розчину додають розрахункову кількість цукрового сиропу (25% загальної кількості). Далі квасне сусло перемішують і направляють на аналіз у лабораторію. Після перевірки сусло надходить на бродіння.

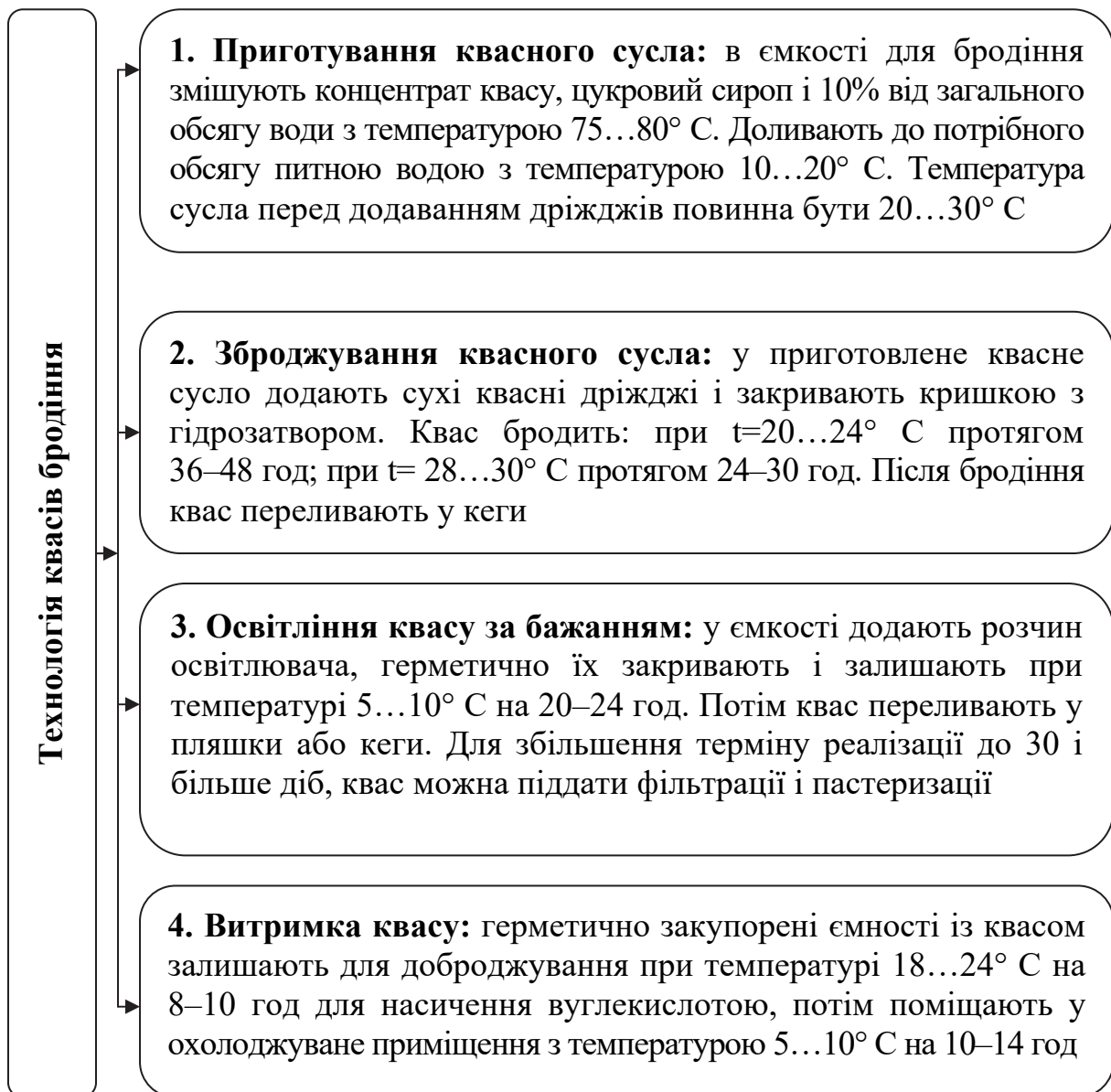


Рис. 7.12. Структурна схема технології квасів бродіння

Джерело: розроблено авторами.

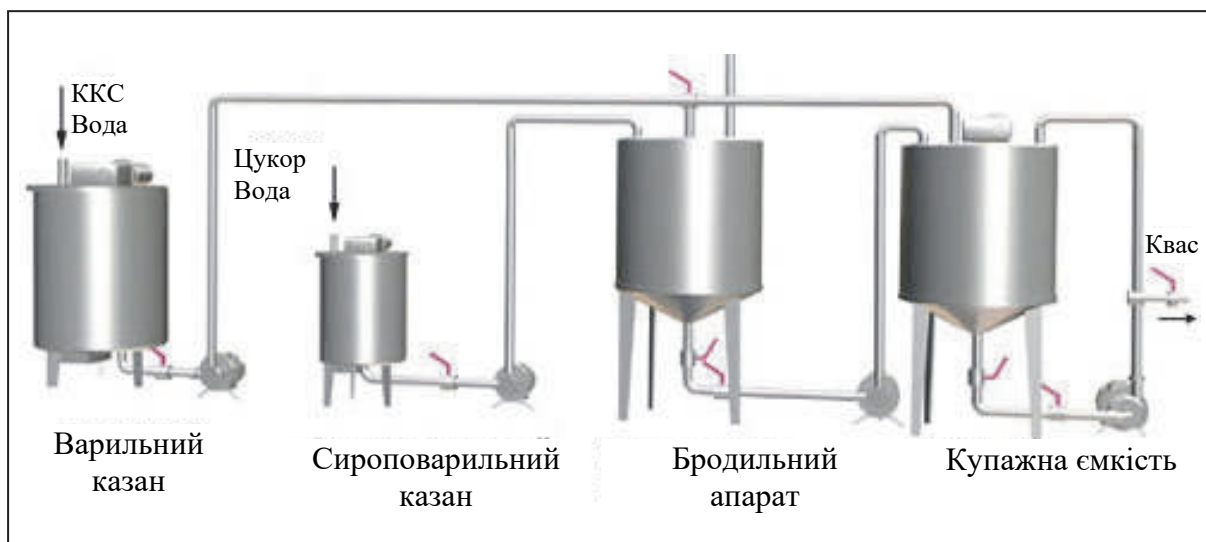


Рис. 7.13. Лінія виробництва квасу з ККС методом бродіння

Джерело: <https://promtu.ru>.

Основне квасне сусло готують у бродильно-купажних апаратах, а також у спеціальних бродильних апаратах (рис. 7.13). У цих самих апаратах, обладнаних системою охолодження, у зброджуване сусло вносять дріжджі і молочнокислі бактерії, вміст сухих речовин доводять до 1,8...2,2%, а кислотність – не нижче 2 мл 1 н. розчину лугу на 100 см³ квасу.

Із забродженого й охолодженого до температури 2...7°C квасного сусла шляхом осадження видаляють щільний осад, що утворився із дріжджів і частково молочнокислих бактерій, після чого приступають до купажування квасу. Для купажування хлібного квасу в заброджене сусло вводять залишок розрахункової кількості білого цукрового сиропу (75%) з вмістом сухих речовин 60...65% і перемішують. Потім обов'язково проводять контроль органолептичних властивостей продукту.

Квас бродіння готують на білому цукровому сиропі концентрацією 60...65%, а інші напої, в тому числі і квас на хлібній сировині, – на інвертованому цукровому сиропі, який містить фруктозу і глюкозу.

Апаратурно-технологічна схема виробництва квасу бродіння представлена на рис. 7.14.

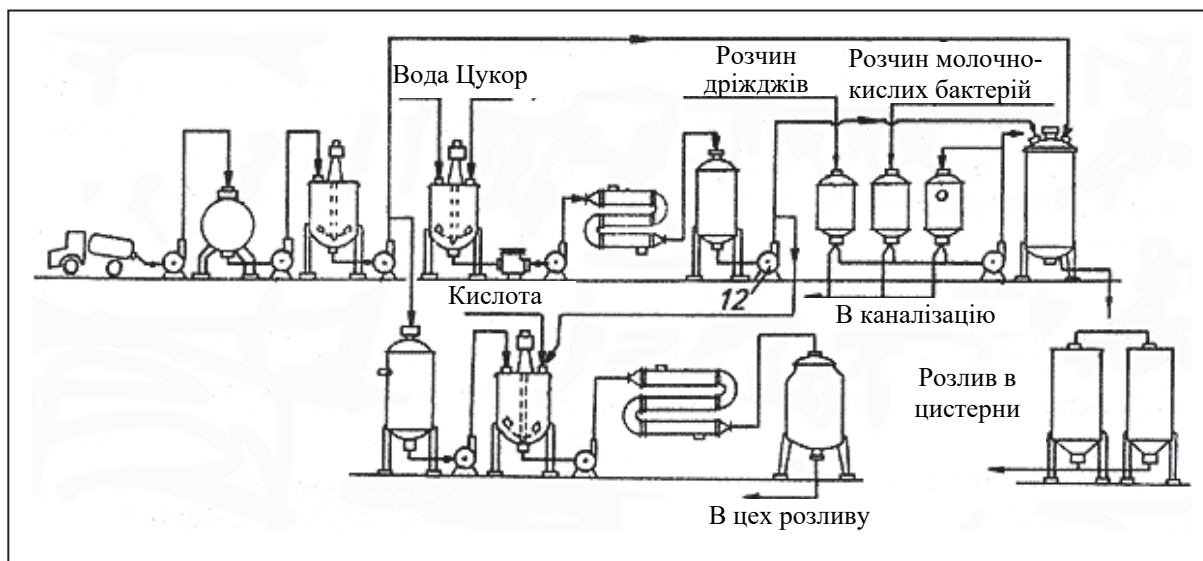


Рис. 7.14. Апаратурно-технологічна схема виробництва квасу бродіння

Джерело: <https://picua.org>.

7.4.4. Технологія купажованих квасів

При купажуванні квасу хлібного, квасу для холоднику, квасу «Виноградного» до забродженого сусла додають іншу кількість (75%) цукрового сиропу. Отриману суміш перемішують.

У купаж хлібного квасу для «гарячих» цехів крім залишку цукрового сиропу із вмістом сухих речовин 65% вносять при постійному перемішуванні розчини солей: хлорид кальцію, хлорид калію і фосфат калію, а також розчин аскорбінової кислоти. Солі й аскорбінову кислоту розбавляють квасом у співвідношенні 1:10. При готуванні квасу із хлібної сировини безпосередньо перед купажуванням визначають його кислотність. Якщо вона нижча припустимої, то її підвищують, додаючи у квас молочну або лимонну кислоту.

Купажування квасу і перемішування середовища залежно від місткості ємкості триває 1,5–6,5 год, а зброджування

сусла – 10–18 год. Заброджене сушло охолоджують з 30° С до 4...6° С протягом 6–10 год. Втрати сухих речовин при бродінні і купажуванні становлять 1...0,5%.

Після перевірки якості заводською лабораторією готовий квас при температурі не вище 12° С надходить на розлив. За аналогією з пивом квас розливають у ізотермічних умовах у автотермоцистерни, ізотермічні автоцистерни і бочки. При такому способі розливу втрати становлять 0,8%. Гарантійний термін зберігання квасу бродіння 2 доби. За цей час вміст спирту в квасі зростає до 1...1,2%, а вміст сухих речовин знижується до 4,2–4,6 г/100 г квасу.

Виробництво квасів і напоїв методом купажування. Технологія квасу і напоїв на хлібній сировині, що розливаються в пляшки, відрізняється від розглянутої раніше технології квасу бродіння. В основі технології квасу і напоїв лежить процес купажування компонентів напоїв, зумовлених їх рецептурами, з подальшим змішуванням отриманого купажованого сиропу з деаерованою водою, насиченою діоксидом вуглецю при низькій температурі. Технологія складається з таких стадій: підготування води, приготування інвертованого цукрового сиропу і колеру, підготування ККС та інших видів сировини, готування купажованого сиропу, змішування купажованого сиропу і води з одночасною карбонізацією, підготування посуду, розливу, закупорки і бракеражу продукції, її етикетування, облік і укладання в ящики.

Суміш купажованого сиропу з ККС, інвертованого цукрового сиропу і води, насиченої діоксидом вуглецю, називають хлібним квасом пляшкового розливу.

Технологія виробництва інших квасів і напоїв на хлібній сировині пляшкового розливу в основному ідентична розглянутим вище. Відмінність полягає лише в готуванні купажованих сиропів.

У купаж квасу «Кминний», крім описаних раніше компонентів, вносять розмелений кмин, квасу «М'ятний» – водний розчин меду і настій м'яти, а квасу «Литовський» – водний розчин меду, екстракт хмелю і розмелений кмин (див. рис. 7.15).



*Рис. 7.15. Лінія виробництва газованих напоїв,
квасів купажованих*

Джерело: <https://sebek23.ru>.

Хлібний квас і напої на хлібній сировині є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, які спричиняють ослизнення, оцтовокисле скисання та інші види псування продуктів. Для запобігання цим недолікам напоїв необхідно ретельно дотримуватись технологічних норм і санітарного режиму виробництва і здійснювати систематичний мікробіологічний контроль.

Контрольні питання

1. Особливості підготування сировини для виробництва солоду.
2. Технологія, режими пророщування солоду.
3. Умови, режими сушіння солоду.
4. Характеристика сировини для одержання пива.
5. Підрібок і дроблення солоду та несолододженої сировини.
6. Одержання пивного сусла.
7. Зброджування пивного сусла і дозброджування пива.
8. Освітління і розлив пива.
9. Хлібний квас: характеристика, сировина.
10. Технологічна схема виробництва квасу.
11. Способи приготування квасного сусла.
12. Зброджування квасного сусла і купажування квасу.
13. Вимоги до якості й умов реалізації квасу.

Розділ 8

ТЕХНОЛОГІЯ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ, ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНИХ ВИРОБІВ

8.1. Технологія спирту

Етиловий спирт – це прозора безбарвна рідина з пекучим смаком і характерним запахом. Спирт – гігроскопічний, леткий, змішується з водою в різних співвідношеннях; добрий розчинник. Його застосовують у харчовій, фармацевтичній, парфумерній промисловості, а також у лакофарбній, хімічній та інших галузях промисловості.

Етиловий спирт одержують двома способами: мікробіологічним і хімічним. Перший спосіб полягає в зброджуванні цукру в спирт дріжджами родини сахароміцетів.

Мікробіологічним шляхом одержують етиловий ректифікований (очищений) спирт, який застосовується для харчових і медичних цілей. Залежно від ступеня очищення спирт етиловий ректифікований виготовляють таких сортів: «Пшенична сльоза», «Люкс», «Екстра», «Вищої очистки» за ДСТУ 4221:2003 «Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови». Для його виробництва використовують крохмалевмісну рослинну сировину: зерна злакових культур (пшениця, кукурудза, жито, ячмінь, тритікале), а також цукровмісну сировину – цукробурякову, тростинну мелясу.

Хімічний спосіб передбачає синтез спирту із етилену сірчаноокисотною гідратацією. Для виробництва гідролізатного і сульфітного етилового спиртів використовують нехарчову сировину гідролізати деревини, соломи, бавовняної лузги і сульфітних лугів (відходів сульфітноцелюлозного виробництва). Етиловий спирт, одержаний хімічним шляхом, не використовують у харчовій промисловості.

Головний споживач ректифікованого етилового спирту – харчова промисловість. Спирт використовують для виробництва

лікеро-горілчаних виробів, плодово-ягідних вин, оцту, харчових ароматизаторів та ін.

Об'єми виробництва – 45...5% харчового спирту виробляють із зерна (рис. 8.1) і 38...45% – з меляси.



Рис. 8.1. Принципова технологічна схема виробництва спирту з крохмалевмісної сировини

Джерело: розроблено авторами.

Зернові культури належить до крохмалевмісної сировини. Залежно від культури в зерні міститься 46–55 % крохмалю і 9–16% білків.

Меляса є відходом бурякоцукрового виробництва. Це густа, і непрозора рідина коричневого і темно-бурого кольору, солодка на смак з гірким присмаком. У ній міститься не менше 75% сухих речовин, у т. ч. не менше 43% сахарози; рН меляси 6,5...8,5.

Підготування крохмалевмісної сировини до виробництва. Підготування зерна полягає в очищенні від домішок на повітряно-ситовому і магнітному сепараторах, подрібненні сировини і розбавленні подрібненої маси (помел) водою до заданого вмісту сухих речовин. Зерно подрібнюють на молоткових дробарках. Чим більший ступінь подрібнення сировини, тим вона швидше розварюється при більш м'якому режимі.

Розділ 8. ТЕХНОЛОГІЯ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ, ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНИХ ВИРОБІВ

Подрібнене зерно (помел) надходить у змішувач, де змішується з теплою водою (на 1 кг помелу додають 2,5–3,5 л води).

Ця операція називається приготуванням замісу. Заміс підігрівається до 45...55°C і подається на розварювання.

Підготування оцукрювальних матеріалів. Для оцукрювання крохмалю на спиртових заводах використовується солод у вигляді солодового молока і ферментні препарати, які одержують з культур грибів і бактерій (рис. 8.2).

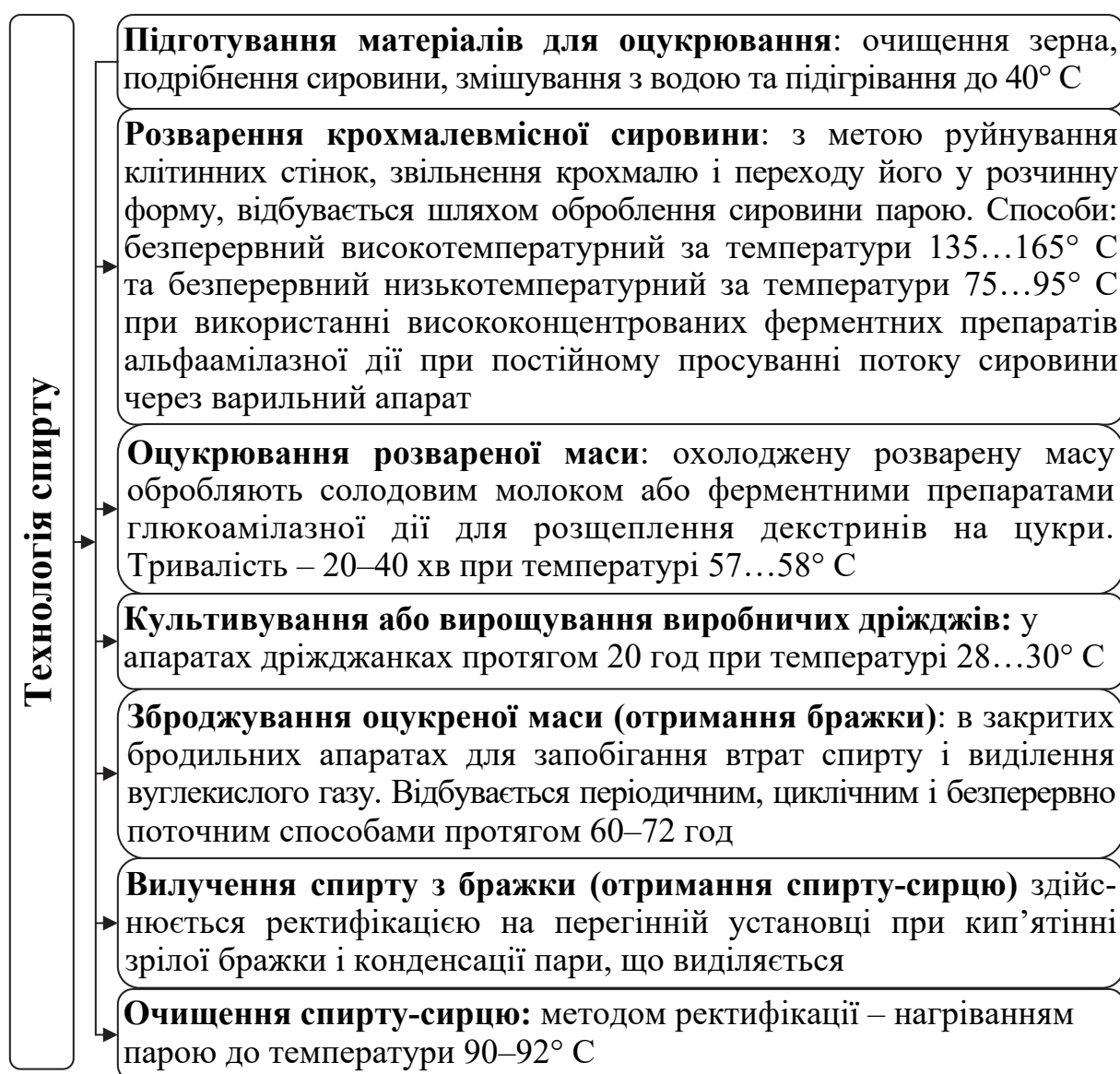


Рис. 8.2. Технологія спирту

Джерело: розроблено авторами.

Розварювання крохмалистої сировини здійснюється з метою руйнування клітинних стінок, звільнення крохмалю з клітин і переходу його у розчинну форму, декстринізації крохмальних ланцюжків. Розварювання відбувається шляхом оброблення сировини паром під тиском (рис. 8.3).



Рис. 8.3. Установка розварювання та оцукрювання зернової сировини

Джерело: <https://kramtp.info>.

При розварюванні відбуваються складні фізичні, хімічні і фізико-хімічні зміни. При тепловому обробленні в процесі розварювання відбуваються інтенсивне набрякання крохмалю, його клейстеризація і перехід у розчинну форму за рахунок інтенсивного поглинання води. При виході розвареної маси з варильного апарату тиск знижується до атмосферного, що спричиняє перетворення води, яка міститься у клітинах, у парі. Об'єм пари набагато більший об'єму води. Різке збільшення об'єму призводить до розриву клітинних стінок і перетворення її в однорідну масу.

Процес розварювання супроводжується збільшенням вмісту цукру і декстринів. Висока температура на стадії розварювання зумовлює протікання процесів меланоїдиноутворення

(взаємодії цукру з амінокислотами) та інших, що призводить до зменшення кількості цукру, який зброджується.

Розварювання здійснюється такими способами: безперервним високотемпературним за температури 135...165° С та безперервним низькотемпературним за температури 75...95° С при використанні висококонцентрованих ферментних препаратів альфаамілазної дії.

Оцукрювання крохмалевмісної сировини. При оцукрюванні охолоджену розварену масу обробляють солодовим молоком, або ферментними препаратами для розщеплення декстринів до цукрів. Тривалість процесу 20–40 хв при температурі 57...58° С.

Культивування дріжджів. Для спиртового зброджування використовують спеціальні раси і штами дріжджів, які мають комплекс ферментів, під дією яких цукор сусла перетворюється в етиловий спирт і діоксид вуглецю.

Спочатку дріжджі розмножують за методом чистої культури в стерильних умовах. Потім їх культивують за методом природно чистої культури, коли створюються оптимальні умови для розвитку дріжджів і несприятливі для сторонніх мікроорганізмів, у першу чергу, бактерій.

Поживним середовищем для розмноження дріжджів є сусло, яке містить усі необхідні для живлення та розвитку речовини. Для пригнічення розвитку сторонніх мікроорганізмів сусло підкислюють сірчаною або молочною кислотою. Культивування дріжджів триває в апаратах дріжджанках протягом 20 год при температурі 28...30°С, після чого готові виробничі дріжджі направляють на стадію бродіння.

Зброджування сировини

Зброджування оцукреної маси починається з моменту введення до неї виробничих дріжджів (див. рис. 8.4). Під дією ферментів дріжджів мальтоза розщеплюється до глюкози, яка зброджується в спирт і діоксид вуглецю. При цьому утворюються вторинні, побічні продукти бродіння: вищі спирти, кислоти, ефіри.



Рис. 8.4. Ємкості для збродження оцукреної сировини

Джерело: <https://n-biz86.ru>.

У процесі бродіння сусла виділяється дві стадії: основне бродіння та доброджування.

На першій стадії відбувається інтенсивне розмноження дріжджів та інтенсивне зброджування цукру. Ця стадія супроводжується бурхливим виділенням вуглекислого газу. На другій стадії йде повільне доброджування цукру.

Процес бродіння проводять у закритих бродильних апаратах для запобігання втратам спирту і виділення вуглекислого газу у виробничні приміщення.

Бродіння сусла відбувається періодичним, циклічним і безперервно поточним способами, протягом 60–72 год. Більш досконалим і ефективним є безперервно поточний метод, який здійснюється на установці, яка складається з двох дріжджанок, зброджувача і 8–10 бродильних апаратів, послідовно з'єднаних трубами. Дріжджанки і зброджувачі призначені для приготування необхідної кількості виробничих дріжджів.

Бродіння відбувається в апаратах при температурі: в першому – 26...27° С, в другому – 27°С і третьому – 29 – 30° С, в решті апаратів – 27...28° С протягом 60 год.

Особливості одержання спирту з меляси. Меляса містить необхідні для життєдіяльності дріжджів речовини: 50% сахарози, органічні кислоти, азотисті речовини, продукти розщеплення сахарози та ін.

Підготування меляси до зброджування включає знезаражування (антисептування) для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів; збагачення поживними речовинами (у вигляді азотного і фосфорного живлення для накопичення біомаси дріжджів), підкислення до величини рН, оптимальної для життєдіяльності дріжджів і одержання мелясного сусла (рис. 8.5). Мелясу витримують 8–12 год у спеціальних ємкостях при перемішуванні насосами.



*Рис. 8.5. Принципова технологічна схема
виробництва спирту з меляси*

Джерело: розроблено авторами.

Через великий вміст у мелясі сухих речовин (75...80%) зброджування дріжджами не відбувається, тому її розбавляють водою до відповідної концентрації сухих речовин (мелясне сусло). Мелясне сусло з вмістом сухих речовин 21...22% подають у апарати для розмноження дріжджів (дріжджогенератори). Процес вирощування дріжджів в дріжджогенераторах відбувається 6–8 год за температури 30...32° С при постійному аеруванні середовища.

Потім у анаеробних умовах за температури 30° С у бродильній батареї, яка складається з 9–10 бродильних апаратів протягом 18–20 год відбувається зброджування сусла (рис. 8.6). Процеси приготування мелясного сусла, вирощування виробничих дріжджів, зброджування відбуваються за безперервними способами. Готова зріла бражка подається на стадію вилучення спирту та його очищення.

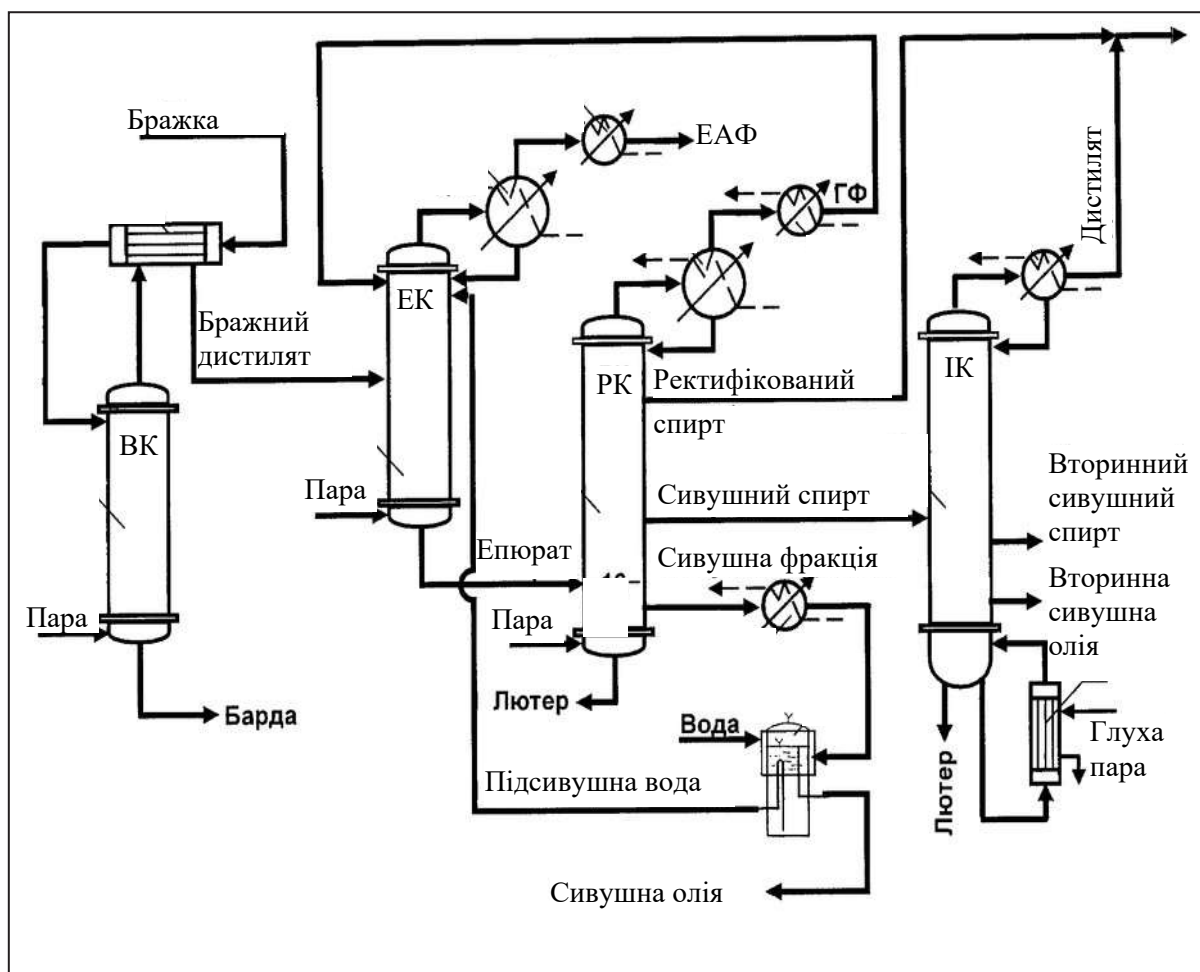


Рис. 8.6. Схема брагоректифікаційної установки:

ВК – бражна колона; ЕК – елюаційна колона;

РК – ректифікаційна колона; ІК – колона остаточного очищення

Джерело: <https://picua.org>.

Готова зріла бражка подається на сепаратори для відокремлення дріжджів, які використовуються для виробництва хлібопекарських дріжджів.

Вилучення спирту з бражки і його очищення

Зріла бражка містить етиловий спирт (8,0...11,5 об.%), незброжений цукор (0,2...0,45%), мінеральні речовини, леткі сполуки (ефіри, спирти, альдегіди, кислоти).

Для виділення спирту з бражки і його очищення застосовується брагоректифікація. Ректифікацією називається процес розділення суміші, яка складається з двох або більше компонентів, що кип'ятять при різних температурах.

Одержання спирту-сирцю з бражки та його очищення від домішок здійснюється на брагоректифікаційній установці колонного типу. Перший етап проводять у бражній колоні при кип'ятінні зрілої бражки і конденсації пари, що виділяється (рис. 8.7).



Рис. 8.7. Ректифікаційний цех спиртзаводу

Джерело: <https://arktal.livejournal.com>.

Барда, що одержується при цьому, виводиться з перегінного апарату і йде на корм тваринам.

Далі спирт-сирець надходить у куб ректифікаційної колонки та нагрівається парою до 90...92° С і в паровому стані заповнює ректифікаційну колонку, де здійснюється його ректифікація. Спочатку відбирають ті домішки, що киплять при низькій температурі – ефіри, альдегіди, потім другий і третій ґатунки спирту. В середині процесу йде відбір спиртів 1 і вищого ґатунку. Після відбору спирту 1 ґатунку, йдуть 2 і 3 ґатунки, і в кінці виділяються сивушні олії (0,4%), до складу яких входять аміловий, ізоаміловий, пропіоновий та інші спирти.

Залежно від ступеня очищення спирт етиловий ректифікований для харчових цілей випускається «Пшенична сльоза», «Люкс», «Екстра», «Вищої очистки». В ректифікованому спирті міститься етилового спирту не менше 96,0 об. %, домішок – 0,1 г/л; вищого ґатунку – 96,2 об. %, домішок 0,05 г/л; екстра – не менше 96,5 об. %, і не більше 0,01 г/л домішок.

8.2. Технологія горілки

Горілка – міцний алкогольний напій, який виготовляють змішуванням ректифікованого спирту і води з подальшим обробленням активованим вугіллям і фільтруванням. Більшість горілок містять 40 об. % спирту, але відрізняються залежно від добавок, що додаються для пом'якшення смаку, а також якістю спирту і води. Для виробництва горілок використовується тільки етиловий спирт вищого ступеня очищення та спирт екстра.

Технологічна схема виробництва горілок складається з таких операцій:

- приймання ректифікованого спирту;
- підготування води;
- приготування водно-спиртової суміші;
- фільтрування водно-спиртової суміші;
- оброблення водно-спиртової суміші активованим вугіллям;
- фільтрування;
- доведення горілки до стандартної міцності;
- розлив горілки.

Розділ 8. ТЕХНОЛОГІЯ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ, ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНИХ ВИРОБІВ

Ректифікований спирт, що використовують для виготовлення горілки, приймають за об'ємом з одночасним визначенням вмісту етилового спирту.



Рис. 8.8. Способи підготування води

Джерело: розроблено авторами.

Підготування води (рис. 8.8). Особливе значення мають твердість води та її сольовий склад. Загальна твердість води для лікєро-горілчаних виробів не повинна перевищувати 1 мг·екв/л, тобто використовується м'яка вода. Вимоги щодо твердості води викликані тим, що у водно-спиртових сумішах

розчинність солей кальцію і магнію, які в основному зумовлюють твердість води, менша ніж у питній воді. При змішуванні спирту з водою розчинність солей кальцію і магнію знижується тим більше, чим вища міцність розчину і ці солі утворюють осад, який спричиняє помутніння.

Утворення осаду на стінках пляшок призводить до втрати товарного виду горілок.

Великий вплив на показники якості води справляють домішки, які містяться в концентраціях, що перевищують граничні, тобто мінімально відчутні. Катіони магнію надають воді горіховий присмак, катіони заліза – залізистий, катіони міді – мідний. Гази аміак і сірководень зумовлюють характерний затхлий запах і смак води.

У воді можуть міститись пісок і глина, що погіршують її прозорість і засмічують трубопроводи. У весняно-літній період року в воді підвищується вміст кремнієвої кислоти, її солей і гумусних речовин, які перебувають в тонкодисперсному стані та утворюють стійкі розчини, які погано освітлюються. Підвищений вміст у воді захисних солей заліза також змінює її колір і погіршує смак.

Тому для поліпшення якості води застосовують такі способи її підготування:

- танення і фільтрування;
- коагуляцію;
- дезодорацію;
- пом'якшення.

Танення і фільтрування здійснюється з метою звільнення води від важких твердих частинок. Фільтрують воду через кварцовий пісок, графіт та ін.

З метою звільнення води від частинок, що перебувають у колоїдному стані і не відокремлюються при фільтруванні, воду обробляють речовинами, які спричиняють збільшення колоїдних частинок унаслідок злипання та випадіння їх у осад. Цей процес називається коагуляцією. Речовинами, що зумовлюють коагуляцію, є сульфат алюмінію, сульфат заліза, їх додають з розрахунку 25–30 г коагулянту на 1 л води.

Дезодорація води проводиться для усунення неприємних запахів та присмаків. Найбільш поширеними способами дезодорації є озонування, оброблення активованим вугіллям та перманганатом калію. Для видалення закисних солей заліза застосовується аерація води та її оброблення на катіонітових установках.

Пом'якшення води здійснюється з метою видалення з неї солей кальцію і магнію. Відомі три способи пом'якшення води: термічний, хімічний (реагентний) та іонообмінний.

Термічний спосіб пом'якшення води базується на зниженні розчинності діоксиду вуглецю при підвищенні температури, що призводить до утворення карбонату кальцію, який випадає в осад. Пом'якшення води хімічним способом полягає в переведенні розчинних у воді кальцієвих солей при додаванні гашеного вапна в нерозчинну сіль.

Найбільш поширеним способом пом'якшення води є її іонообмінне оброблення води за допомогою іонітів.

Приготування водно-спиртової суміші. Для приготування водно-спиртової суміші для горілки ректифікований спирт змішують з підготовленою пом'якшеною водою (див. рис. 8.9). Ця суміш називається **сортвою**.

Її готують міцністю 40...45 об. % у герметичних апаратах-змішувачах. Для приготування сортвок різної міцності користуються спеціальними таблицями, за якими визначається необхідна кількість води. До сортвоки додають добавки, що передбачаються для даного виду горілки (цукрові сиропи, розчини лимонної кислоти, оцтового натрію, гідрокарбонату натрію, перманганату калію).

Фільтрування водно-спиртової суміші. Далі сортвоку фільтрують з метою видалення важких частинок, крізь чистий кварцовий пісок, рідше – пористі керамічні плитки. Існують способи безперервного фільтрування на одно-, двопотокових фільтрах з тривалістю циклу 4–5 і 7–8 міс. відповідно.



*Рис. 8.9. Установка приготування
водно-спиртової суміші*

Джерело: <https://techdrinks.info>.

Оброблення водно-спиртової суміші активованим вугіллям забезпечує видалення домішок, що надають їм неприємного запаху і смаку. За рахунок високої адсорбуючої здатності активованого вугілля, а також окислювальної дії на спирт і його домішки досягається значне покращення дегустаційних якостей горілки. В лікєро-горілчаному виробництві використовують активоване вугілля, яке одержується обвуглюванням без доступу повітря березової або букової деревини з подальшим обробленням перегрітою водяною парою. Оброблення сортовки активованим вугіллям здійснюють у циліндричній колонці з шаром вугілля 4 м при певній швидкості. Швидкість регулюють залежно від активності вугілля. Відновлення (регенерація) вугілля після його експлуатації і зниження адсорбційних та окислювальних властивостей здійснюється шляхом оброблення водяною парою при температурі 110...115° С. Для регенерації вугілля його також пропарюють при температурі близько 200° С у колонці, або прокаляють у спеціальних печах.

Фільтрування горілки, доведення до стандартної міцності. Після оброблення активованим вугіллям сортовку фільтрують, для видалення дрібних домішок і доведення суміші до прозорого з блиском стану на піщаних фільтрах.

Профільтрована горілка подається у збірники, де її перемішують і перевіряють міцність. За потреби її доводять до необхідної міцності додаванням спирту або води. Готову горілку, яка відповідає вимогам стандарту, направляють на розлив.

Розлив і оформлення (рис. 8.10) здійснюють на автоматичних лініях, що складаються з автоматів, які виймають пляшки з ящиків, пляшкомильної машини, розливочного і закупорювального апаратів, бракеражного напівавтомата й автомата для складання в ящики.



*Рис. 8.10. Лінія розливу
та упаковування горілки*

Джерело: <https://painedmarcus.blogspot.com>.

8.3. Технологія лікero-горілчаних виробів

Лікero-горілчані вироби – це міцні спиртові напої, що одержуються змішуванням (купажуванням) ректифікованого спирту вищого очищення, пом'якшеної води, спиртованих соків, морсів, напоїв, ароматного спирту, цукрового сиропу. Ці напої характеризуються значним вмістом цукру (табл. 8.1), специфічним ароматом, кольором і смаком.

Таблиця 8.1

Класифікація лікero-горілчаних виробів

Назва напоїв за групами	Вміст спирту, об.%	Цукор, г/л
Лікери міцні	35...45	32...50
Лікери десертні	25...30	35...50
Креми	20...23	49...60
Наливки	8...20	28...40
Наливки солодкі	16...25	8...30
Бальзами та гіркі наливки	25...60	—
Пунші	15...20	33...40
Напої десертні	12...16	14...30
Наливки напівсолодкі	20...40	2...10

Технологія лікero-горілчаних виробів складається з операцій:

- приготування напівфабрикатів;
- підготування сировини;
- купажування;
- фільтрування;
- витримка;
- розлив.

Підготування сировини і приготування напівфабрикатів.

Для виробництва лікero-горілчаних виробів використовують харчовий етиловий ректифікований спирт вищого очищення, свіжі і сушені плоди та ягоди, ароматичні трави, корені, кору, квітки, насіння і бруньки пряних рослин, шкірки цитрусових плодів, цукор, пом'якшену питну воду та ін. (див. рис. 8.11).



*Рис. 8.11. Лінія виробництва
лікero-горілчаних виробів*

Джерело: <https://zootehnik.su>.

До напоїв входять також лимонна кислота, спиртові розчини ефірних олій (трояндова, м'ятна, апельсинова, лимонна, анісова, тминна та ін.), природні та синтетичні барвники. З природних харчових барвників застосовують: палений цукор, чорничний морс, барвник з мезги червоних сортів винограду, буряковий і чайний барвники, барвники з листя кропиви, ягід бузини, смородини. Для виробництва деяких лікero-горілчаних виробів використовують коньяк, портвейн, темне пиво, натуральний мед. Різноманітний асортимент лікero-горілчаних виробів зумовлений застосуванням при їх приготуванні спиртованих морсів, соків, настоїв, ароматичних спиртів, які одержуються більше ніж із 100 видів рослинної сировини. Ці продукти є напівфабрикатами лікero-горілчаних виробів.

Спиртований сік – це сік плодів або ягід, законсервований ректифікованим етиловим спиртом до міцності 25 об. %. Додавання спирту до соків спричинює утворення осаду малорозчинних у водно-спиртовій суміші речовин (пектинових, білкових, дубильних та ін.). Відстоювання й освітлення соків триває 10–30 діб. Відстояний прозорий спиртований сік зливають і зберігають при температурі до 15° С не більше 12 міс. Готові спиртовані соки повинні бути прозорими, без помутніння й осаду, мати характерні для фруктів і ягід забарвлення, смак і аромат.

Спиртований морс одержують настоюванням свіжої або сушеної плодово-ягідної сировини з водно-спиртовим розчином. Доброякісну, відсортовану, вимиту, подрібнену плодово-ягідну сировину завантажують в чани, заливають водно-спиртовим розчином міцністю 40...45 об. %, заливають і настоюють ще 6–14 діб. Зберігають при температурі до 15° С 12 міс. Спиртовані морси з сушеної сировини зберігають 6 міс.

Спиртовані настої – це водно-спиртові витяжки з ефірної, масляної й ароматичної сировини. Відсортовану, зважену сировину подрібнюють, заливають водно-спиртовим розчином міцністю 50...70 об. % і настоюють при періодичному помішуванні 5–14 діб. Зливають перший настій. Сировину вдруге запивають водно-спиртовим розчином міцністю 40...60 об. % і знов настоюють 5–4 діб. Настої першого і другого змивів використовують як напівфабрикати, а із сировини, що залишилася, вилучають спирт.

Ароматичні спирти одержуються перегонкою пряної рослинної сировини, яка залита водно-спиртовим розчином міцністю 50...60 об. %. Ароматичні спирти виробляють з свіжої, сушеної ефіроолійної сировини, настоїв, морсів, спиртових соків. Ароматичний спирт – це прозора рідина міцністю 60...80 об. % з приємним запахом, що властивий натуральному аромату сировини. Зберігають ароматичний спирт у приміщенні з низькою температурою в закритій посудині.

Цукор уводять у лікero-горілчані вироби у вигляді сиропу з концентрацією 65,8...73,2%. Для запобігання кристалізації сахарози здійснюють її часткову інверсію лимонною кислотою.

Купажування – приготування суміші з окремих складових, що відбувається відповідно до затвердженої рецептури. Здійснюється в апаратах циліндричної форми при ретельному перемішуванні.

Середня тривалість приготування купажу становить (хв): гірких – 60–90; солодких – 90–120, лікерів – 120–180.

Фільтрування купажу здійснюється на фільтр-пресах з азбестоцелюлозними прокладками під тиском 200–250 кПа. Для одержання однорідного за смаком і ароматом напою його необхідно витримати протягом 24 год. Лікер «Бенедиктин» і всі бальзами витримують 72 год.

Витримка. Деякі лікери витримують (піддають старінню) у дубових діжках або бутах. При цьому значно покращується якість лікерів: аромат стає більш тонким, смак – м'яким. Підвищення якості лікерів досягається при тривалій витримці (від 6 міс. до 2 років) залежно від складу купажу. В процесі витримки лікерів відбуваються складні окислювально-відновні реакції спиртів, дубильних, барвних та інших речовин з ароматичними властивостями. Тривалу витримку в дубових діжках можна замінити інтенсивним перемішуванням (гомогенізацією) в апаратах без доступу повітря при надлишковому тиску 15 МПа протягом 3 год. Таке оброблення дозволяє одержати лікери, які за смаком і ароматом не поступаються лікерам, що витримувались у діжках.

Розлив готових виробів відбувається на автоматичних лініях у скляні пляшки, а також у фігурні пляшки, фарфоровий і керамічний посуд різної форми.

Зберігаються лікero-горілчані вироби при температурі 10...12° С від 2 до 8 міс. Лікери і наливки – 6–8 міс., бальзами – 6 міс., гіркі настоянки, що виробляються на настоях з перцю, смакових і барвних речовин – до 3 міс.

Оцінювання якості готових лікєро-горілчаних виробів проводиться за органолептичними і фізико-хімічними показниками (прозорість, якість, колір, відсутність помутніння, запах і смак, які оцінюють на дегустації).

Контрольні питання

1. Загальна характеристика етилового спирту.
2. Характеристика процесу отримання етилового спирту мікробіологічним засобом.
3. Характеристика сировини для виробництва спирту.
4. Характеристика процесу підготування сировини для виробництва спирту.
5. Засоби розмножування дріжджів.
6. Характеристика процесу зброджування сировини.
7. Особливості підготування меляси до зброджування.
8. Характеристика процесу вилучення спирту з бражки.
9. Способи очищення бражки.
10. Загальна технологія виробництва горілки.
11. Способи підготування води для лікєро-горілчаного виробництва.
12. Технологія лікєро-горілчаних виробів.

Розділ 9

ТЕХНОЛОГІЯ ВИНА І КОНЬЯКУ

9.1. Характеристика виноградних вин

Виноградні вина – це алкогольні напої, які виробляються в процесі спиртового бродіння виноградного соку. При виготовленні вин у їх рецептуру не дозволяється додавати ніяких речовин, крім дозволених Держстандартом у цій галузі. За прийнятою класифікацією (табл. 9.1, рис. 9.1) усі вина поділяються на два типи: тихі вина і вина, які містять вуглекислий газ.

Таблиця 9.1

Класифікація вин

Категорія та група вин	Вміст спирту, об. %	Вміст цукру, г/100 мл
Тихі вина		
Столові вина:		
Сухі	9...14	Не більше 0,3
Напівсухі	9...12	Не більше 2,5
Напівсолодкі	9...12	Не більше 8,0
Міцні вина: типу Херес, Портвейн, Мадера та ін.	17...20	1,5...12
Ароматизовані вина: міцні, десертні	12...18	5...35
Вина з діоксидом вуглецю		
Шампанські вина: екстра-брют, брют, сухе, напівсухе, напівсолодке, солодке	10,5...12,5	0,3...10
Ігристі вина: білі, рожеві	9...13,5	6...12
Газовані вина: шипучі	9...12	3...8

Джерело: розроблено авторами.

Столові вина отримуються при бродінні свіжого виноградного соку без додавання спирту. Сухі вина виробляються з повним зброджуванням цукру сировини дріжджами. В готовому вині цукор неаявний.



Рис. 9.1. Класифікація вин

Джерело: розроблено авторами.

Напівсолодкі столові вина одержують у результаті неповного зброджування цукру шляхом зупинки бродіння (охолодженням, оклеюванням, пастеризацією) в момент, коли в суслі під час бродіння залишається 3...8% цукру.

Напівсолодкі столові вина одержують також шляхом купажу сухих виноматеріалів і консервованого виноградного сусла. За кольором розрізняють білі, рожеві, червоні столові вина.

Міцні вина одержують шляхом неповного зброджування виноградного соку і зупинки бродіння при додаванні ректифікованого спирту.

Ароматизовані вина одержують купажуванням виноградних виноматеріалів, ректифікованого спирту, настою ароматичних трав, квіток, коренів рослин. Для їх виготовлення використовують полин, м'яту, коріандр, зубрівку, липовий цвіт, березові бруньки, квасці, корицю та ін. До групи ароматизованих вин належать **вермути**.

Вина, що насичені діоксидом вуглецю, поділяються на ті, які насичені природним шляхом при бродінні в герметичному посуді під тиском (ігристі, шампанське), і ті, які штучно насичені способом сатурації (шипучі вина) (рис. 9.2).

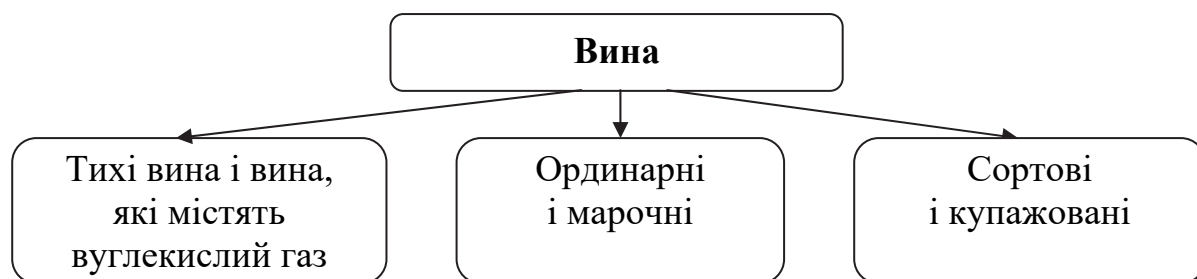


Рис 9.2. Вина

Джерело: розроблено авторами.

Вина випускають сортові і купажовані. Сортівні вина одержують в основному з одного сорту винограду (кількість домішок інших сортів не повинна перевищувати 15%). Купажовані вина готують з декількох сортів винограду.

Залежно від якості виноградні вина поділяються на **ординарні** і **марочні**. Ординарними називають вина, що випускають без витримки, але не раніше ніж через 3 міс. після перероблення. Марочні вина – витримують від 1,5 до 4 років, при витримці у пляшках 3 роки і більше вони належать до колекційних.

Сировина для виноградних вин

Для виробництва якісного вина використовується достиглий, здоровий, свіжий, або підв'ялений виноград певних сортів. На якість вина суттєво впливає те, які частини виноградного грона використовують у технологічному процесі. Гроно винограду складається із ягід і гребня. Сік винограду містить 10...30% цукрів (глюкоза, фруктоза, сахароза), 0,5...1,7 % органічних кислот, 0,1...0,9% білкових речовин, 0,1...0,3 % і пектинових речовин, 0,1...0,5% мінеральних речовин, вітаміни (С В, РР), ароматичні речовини та ін. Ягода винограду займає 93...97% маси грона і складається зі шкірки, м'якоті та насіння. Шкірка становить 9...11% від маси виноградної ягоди, в ній містяться клітковина, органічні кислоти, барвникові та дубильні речовини. Крім того, клітини шкірки, що стикаються з м'якоттю, містять ароматичні речовини (які становлять 85...99% від маси ягоди), цукор, кислоти, азотисті речовини, мікро- і макро-елементи, ефірні олії та ін. Насіння становить 3% від маси ягоди, містить клітковину, дубильні речовини, олії, ванільні смолисті речовини. Гребені становлять 3...7% від маси грона і містять в основному дубильні речовини та впливають на якість вина, надають йому терпкого смаку. При тривалому контакті гребенів з соком вино набуває неприємного смаку.

9.2. Технологія вина

9.2.1. Технологія виноградного суслу

Велика кількість типів і марок виноградних вин пов'язана з численною кількістю вирощуваних сортів винограду, з особливими в кожному виноробному регіоні екологічними умовами, а також національними традиціями технології суслу і вина. У багатьох державах світу нараховуються десятки тисяч назв французьких, іспанських, німецьких, італійських, югославських,

угорських, болгарських, молдавських, російських, українських, грузинських, середньоазіатських та інших вин. У кожного з них своя історія, свої індивідуальні органолептичні властивості, свої традиційні місцеві оригінальні технологічні прийоми перероблення винограду і зброджування суслу. Спрощення технології до стандартних рішень і типових схем часто позбавляє вино його основних властивостей: оригінальності та якості. Разом з тим технічне переоснащення галузі, розвиток засобів механізації, автоматизації і комп'ютеризації виробництва постійно вимагають постійного вдосконалення технологічних процесів як на стадії технології суслу, так і стадії його зброджування. Тож конче потрібно кваліфіковано поєднувати сучасні досягнення науки і техніки в галузі виноробства з класичними прийомами.

Виробництво виноградних вин складається з таких основних стадій: отримання виноградного суслу, оброблення і витримки вин. Усі технологічні схеми перероблення винограду на сусло зводяться до двох основних: білим способом і червоним способом.

Білим способом переробляють виноград як білих, так і кольорових сортів, цілими гронами або з попереднім подрібненням. Отримані виноматеріали мають білий або рожевий колір. Технологія перероблення винограду білим способом (див. рис. 9.3) передбачає ряд прийомів, які виключають надмірний перехід у сусло екстрактивних і барвних речовин шкірки, які погіршують якість білих вин. Цим способом одержують білі натуральні вина, шампанські, коньячні і хересні виноматеріали.

Виноград повинен бути перероблений протягом 4 год після його збирання, не пізніше.

При переробленні винограду будь-якого кольору **червоним способом** виноматеріали мають переважно червоний або рожевий колір, іноді – жовтий. При переробленні винограду червоним способом намагаються вилучити з твердих елементів виноградного грона якомога більше екстрактивних, барвних,

фенольних і ароматичних речовин. Для цього використовують різні прийоми: після подрібнення винограду сусло настоюють на меззі або проводять її нагрівання, спиртування, бродіння сусла на меззі. Температура бродіння 26...30° С.

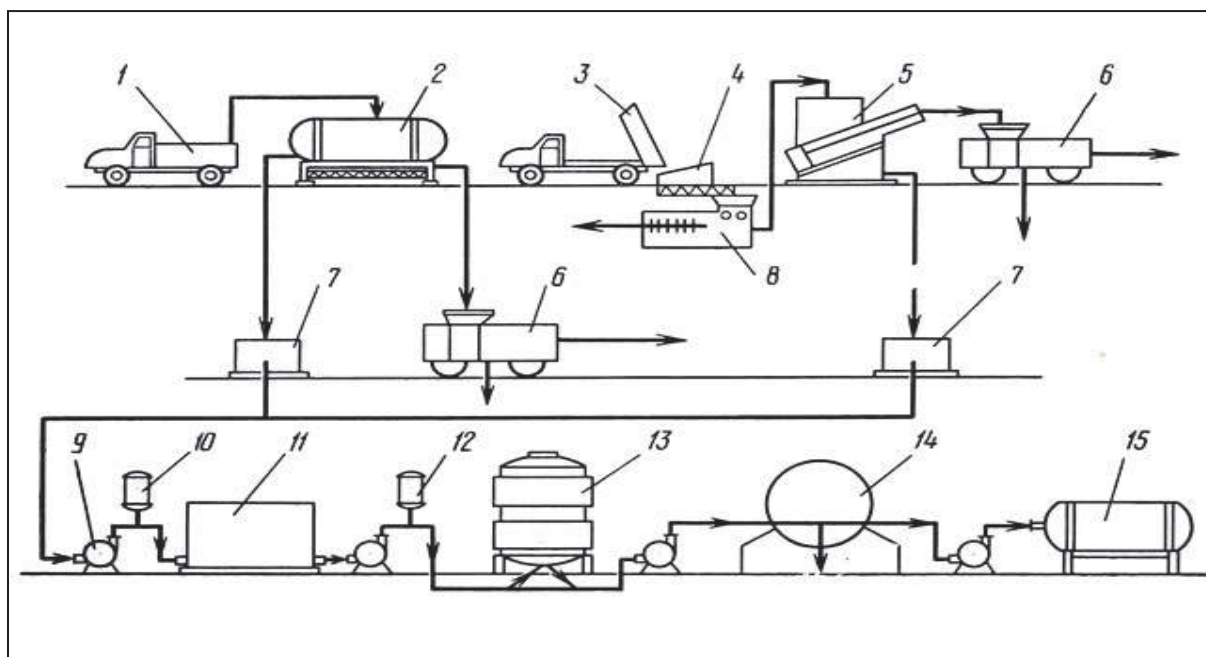


Рис. 9.3. Апаратурно-технологічна схема перероблення винограду на виноматеріали для білих вин:

- 1, 3 – автомашини; 2 – кошиковий прес;
- 4 – бункер-живильник; 5 – стікач безперервної дії;
- 6 – прес безперервної дії; 7 – суслозбірник;
- 8 – дробарка-гребневідділювач; 9 – насос;
- 10 – дозатор діоксиду сірки;
- 11 – резервуари для відстоювання;
- 12 – дріжджовий апарат;
- 13 – резервуари для бродіння;
- 14 – резервуари для витримки на дріжджах;
- 15 – резервуари для зберігання виноматеріалів

Джерело: <https://tenxkk.appspot.com>.

Червоним способом готують червоні натуральні вина, спеціальні міцні вина (Портвейн, Мадера, Марсала), десертні вина, деякі марки рожевих і жовтих вин (див. рис. 9.4).

12, 13 – резервуари для доброджування й освітлення
виноматеріалів; 14 – резервуар для зберігання виноматеріалів

Подрібнення винограду – одна з найбільш відповідальних операцій у технологічному процесі приготування виноматеріалів. Певною мірою ця операція визначає якість одержуваного сусла і вина, особливо білого столового.

325

Однак у результаті інтенсивного руйнування клітинної структури відбувається збагачення сусла шматочками тканини виноградної ягоди, колоїдами, фенольними і екстрактивними речовинами, що призводить до зниження якості білих столових і шампанських виноматеріалів. Тому процес руйнування контролюється оптимальним його виходом з 1 т винограду. Пресуванням покращується якість сусла, але знижується продуктивність вин заводів (не застосовується). Із сучасних розробок запропоноване оброблення винограду електроплазмолізом, вібраційне оброблення, оброблення ультразвуком, які підвищують соковіддачу. Але їх вплив на якість продукції ще не з'ясований (рис. 9.5).

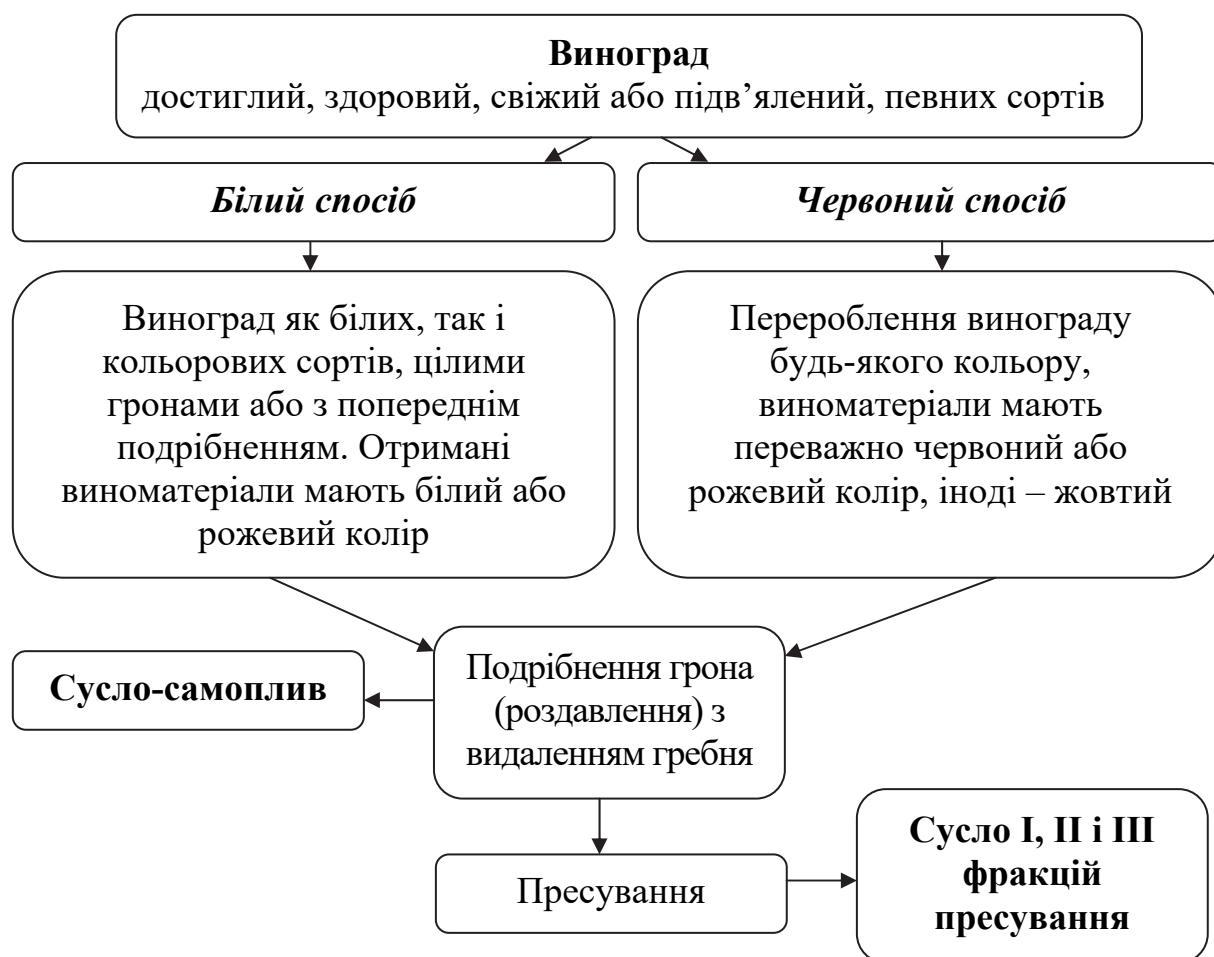


Рис. 9.5. Способи перероблення винограду

Джерело: розроблено авторами.

Для поліпшення якості сусла має значення запобігання його окислюванню, що можна досягти подрібненням винограду в анаеробних умовах в атмосфері CO_2 , або азоту. Але цей метод потребує подальшого дослідження. Для роздавлювання ягід винограду і подальшого відділення їх від гребенів застосовують дробильно-гребневідокремлювальні машини – дробарки валкові і дробарки ударно-відцентрові.

Гребневідокремлення. Відділення гребенів від ягід винограду може виконуватися одночасно з подрібненням, до подрібнення або після нього.

За прийнятою нині технологією перероблення винограду для білих столових виноматеріалів передбачається обов'язкове відділення гребенів, за винятком технології приготування вин кахетинського типу, за якою бродіння проводиться на меззі з гребенями.

Якщо гребені зелені, недоспілі, то вони додають вину трав'янистий гребеневий присмак. Тому недостатньо доспілі гребені, а також гребені винограду, ушкодженого грибковими хворобами, підлягають обов'язковому видаленню.

Надлишок фенольних речовин, що переходять із гребенів у сусло, додає вину підвищену терпкість і брутальність, позбавляє його тонкості і гармонійності. Вина, отримані з відділенням гребенів зазвичай м'які, оксамитові і тонкі. Однак у ряді випадків гребені роблять і корисний вплив на смак вина. Гребеневий присмак у молодих виноматеріалах, зумовлений бродінням із гребенями, при витримці зм'якшується. Терпкість і масивність смаку, що надаються винам підвищеною кількістю фенольних речовин, характерні для кращих вин Кахетії.

Відділення сусла-самопливу від мезги. Для одержання найбільш якісних фракцій сусла і збільшення продуктивності пресового устаткування на винзаводах застосовуються стікачі різноманітних конструкцій періодичної і безперервної дії.

Настійники-стікачі дозволяють здійснювати настоювання і підброджування мезги для ароматичних сортів винограду, ферментацію мезги, відділення сусла-самопливу в кількості 45–50 дал/т і самовільне вивантаження мезги, що стекла, в прес, розміщені нижче рівня розвантажувального люка.

Пресування мезги. Після відбору сусла-самопливу на стікачах мезга надходить у прес безперервної дії для відділення пресових фракцій сусла, що не йдуть на приготування білих столових і шампанських виноматеріалів, а направляються на приготування міцних вин. Пресове устаткування відрізняється розманітністю і представлене двома основними великими групами: устаткування періодичної і безперервної дії (рис. 9.6).



Рис. 9.6. Пневматичний прес

Джерело: <https://megapredmet.ru>.

Освітлення сусла. Наступною технологічною операцією при виготовленні білих столових вин є освітлення виноградно сусла. Основним способом освітлення сусла є його відстоювання і декантація освітленої частини. При відстоюванні видаляються із сусла каламуть, частково мікроорганізми, окисні ферменти і зважені частки тканин виноградної ягоди, що негативно впливають на смакові якості вина.

Для проходження відстоювання потрібний визначений час, протягом якого може відбутися мимовільне заброджування сусла, і процес відстоювання буде порушений.

Для запобігання заброджуванню сусла при відстоюванні необхідно знижувати температуру сусла до 10...12° С і додавати діоксид сірки в дозах 50–75 мг/дм³. Відстоювання продовжується 14–16 год, після чого освітлене сусло перекачується в бродильний резервуар, звідки відбирається проба для аналізу на цукор і титровану кислотність.

Вино з добре відстояного сусла, як правило, має сильний аромат, гармонічний смак, кращу прозорість, підвищену стабільність.

Оброблення сусла бентонітом особливо доцільне при приготуванні білих столових і напівсолодких вин. Для прискорення і поліпшення освітлення та зменшення вмісту в суслі і вині азотистих речовин рекомендується проводити оброблення їх бентонітом у дозах 10–13 г/дм³. Особливе значення оброблення сусла бентонітом набуває в роки сильного зараження винограду сірою гниллю, коли в суслі багато оксидаз, що спричиняють побуріння у білих столових винах.

Ферментація сусла і мезги. Хімічний склад соку виноградної ягоди відрізняється від хімічного складу сусла тим, що в процесі перероблення винограду в сусло переходять речовини з м'якоті, шкірочки, насіння, а в деяких випадках і з гребенів. Сусло одержує доступ до кисню повітря і відбуваються біохімічні (ферментативні) зміни речовин сусла до початку бродіння. Академік А.І. Опарін запропонував цю стадію у виноробстві називати стадією ферментації.

Відомі нині ферментативні реакції в суслі можна поділити на гідролітичні й окислювально-відновні. Окисні процеси відбуваються під дією поліфенолоксидази, пероксидази, аскорбіноксидази, оксидази діоксималеїнової кислоти, флавопротеїнових оксидаз, дегідрогеназів органічних кислот та ін. Поліфенолоксидаза, що відіграє першорядну роль при окислюванні сусла, адсорбована на твердих частинах ягоди.

Окислювання фенольних і барвних речовин вільним киснем відбувається в основному при зіткненні сусла з мезгою. Уповільнення процесів окислювання сусла досягається зменшенням аерації, швидким відділенням від мезги, ретельним освітленням сусла, внесенням антиоксидантів (SO_2), інактивацією поліфенолоксидази (нагріванням вище 60°C або адсорбцією її при обробленні бентонітом) та ін.

Поліфеноли під дією поліфенолоксидази окислюються до хінонів. Наявна в суслі аскорбінова кислота відновлює хінони знову до поліфенолів. Після окислювання всієї аскорбінової кислоти в суслі накопичується деяка кількість хінонів, що можуть окислюватися далі і давати продукти конденсації, що мають бурувато-коричневий колір. При цьому сусло буріє і при подальшому зброджуванні дає вино зниженої якості. Введення в сусло діоксиду сірки може запобігти цьому процесу. Діоксид сірки необхідно вводити якомога раніше в сусло або мезгу. Розчин SO_2 може вводитися у виноград ще до подрібнення.

У першу чергу, окислюванню піддаються фенольні і барвні речовини, в результаті цього окислювально-відновний потенціал середовища підвищується з 283 до 388 мВ уже через кілька годин перебування мезги на повітрі.

У процесі настоювання на меззі фенольні речовини переходять у сусло. Збагачення сусла відбувається до визначеного періоду – протягом 20 год. Подальше настоювання веде до зменшення фенольних речовин унаслідок їхнього окислювання, конденсації і випадання в осад, а також зворотної адсорбції на меззі. У свіжовичавленому суслі через 70 год після відділення від мезги (що простояло без бродіння) кількість фенольних речовин знижується на 40%.

При роздавлюванні або руйнуванні клітин шкірочки виноградної ягоди змінюється спрямованість ферментативних процесів у ній. У цілій ягоді процеси синтезу переважають над процесами розпаду. З руйнуванням ягоди починається посилення гідролізуючої дії ферментів, що досягає максимуму через визначений час, синтезуюча здатність при цьому спадає.

У зв'язку з такою декомпенсацією ферментного апарата ягоди відбуваються значні зміни в кількості і складі поліфенолів, часткове розщеплення фенольних речовин, посилена деградація запасних і складних плазмових білків з утворенням водорозчинних протеїнів, поліпептидів і амінокислот, зміна кількості пектинових та інших речовин. Отже, чим вищим буде ступінь подрібнення ягід винограду, тим повніше буде відбуватись ферментація мезги.

При переробленні з мезгою необхідно прагнути до сильного подрібнення мезги. І, навпаки, якщо ми хочемо одержати неферментоване сусло, то необхідно обмежувати ступінь подрібнення мезги і час перероблення. Ідеальним у цьому випадку буде пресування винограду цілими гронами.

Пектин виноградної ягоди під дією ферментів пектинестерази і полігалактуранази розщеплюється на легкорозчинну моногалактуранову кислоту, метиловий спирт та інші продукти.

Найбільша кількість пектинових речовин локалізовано в шкірці винограду. Під дією пектолітичних ферментів вони переходять у сусло і відбувається їхнє руйнування. У результаті цього полегшується процес пресування, збільшується і прискорюється соковіддача. Для проходження процесів ферментації потрібний визначений час. Зазвичай одно-, дводобове настоювання на меззі забезпечує нормальне проходження ферментації. Але це порушує потоковість виробництва. Для прискорення процесів ферментації можна додавати гребені або мезгу, попередньо ферментовані, чи вносити пектолітичні ферментні препарати, отримані з різних продуцентів. Пектолітичні ферментні препарати в числі інших ферментів містять пектинестеразу і полігалактураназу, які розщеплюють пектин виноградного сусла на легкорозчинну моногалактуранову кислоту та інші сполуки.

В'язкість соку внаслідок розщеплення пектину зменшується і поліпшується фільтраційна здатність.

За даними досліджень загальне збільшення виходу сусла в результаті дії пектолітичних ферментних препаратів становить від 2 до 15%. А за деякими науковими даними загальний вихід

сусла збільшується в середньому на 2...3%, а кількість сусласамопливу підвищується на 10...15% внаслідок зменшення пресових фракцій. Швидкість фільтрації сусла при дії пектолітичних ферментних препаратів на мезгу протягом 16–18 год зростає в 6–8 разів. При ферментації мезги збільшується вміст у суслі ефірних олій, екстрактивних, фенольних і барвних речовин. Вина, отримані з мезги, обробленої пектолітичними препаратами, у молодому віці, як правило, якісніші, ніж вина контрольні.

При витримці такі вина дозрівають значно швидше, іноді набуваючи буро-коричневого забарвлення мезги. Muskatний аромат знижується. Отже, оброблення мезги пектолітичними ферментними препаратами поліпшує процес відділення й освітлення сусла, але надалі може спричиняти посилення процесів окислювання в молодому вині. Тому молоді виноматеріали повинні піддаватися відповідному обробленню, щоб зняти цю післядію пектолітичних ферментів.

Більш помітний вплив на енергію бродіння здійснює ступінь освітленості сусла. Внаслідок оброблення ферментним препаратом сусло якісно освітлюється і бродіння протікає більш плавно, без сильного спінювання, температура піднімається не дуже високо, що особливо важливо при зброджуванні у великих ємкостях.

На практиці використовують комплексні схеми оброблення виноматеріалів. У результаті всіх видів оброблення прискорюється видалення з молодих вин нестійких колоїдних сполук. Крім того, видаляються або запобігаються можливі помутніння в готових винах, причиною яких можуть бути їх хвороби і недоліки. Оброблені і витримані виноматеріали не завжди за своїми кондиціями (вміст цукру, спирту, кислотність) задовольняють вимоги готових вин. Для забезпечення кондиційності вин використовують егалізацію, асамблювання, купажування.

Егалізація – змішування молодих вин одного сорту для забезпечення їх однорідності. **Купажування** – змішування вин із різних сортів винограду, вин різних типів, виноматеріалів та інших компонентів (спирту, вакуум-сусла). **Асамблювання** – об'єднання малих партій готового вина в великі в межах одного

сорту, але отриманих з різних виноградників. По закінченні встановленого терміну витримки вина розливають у пляшки (рис. 9.7).

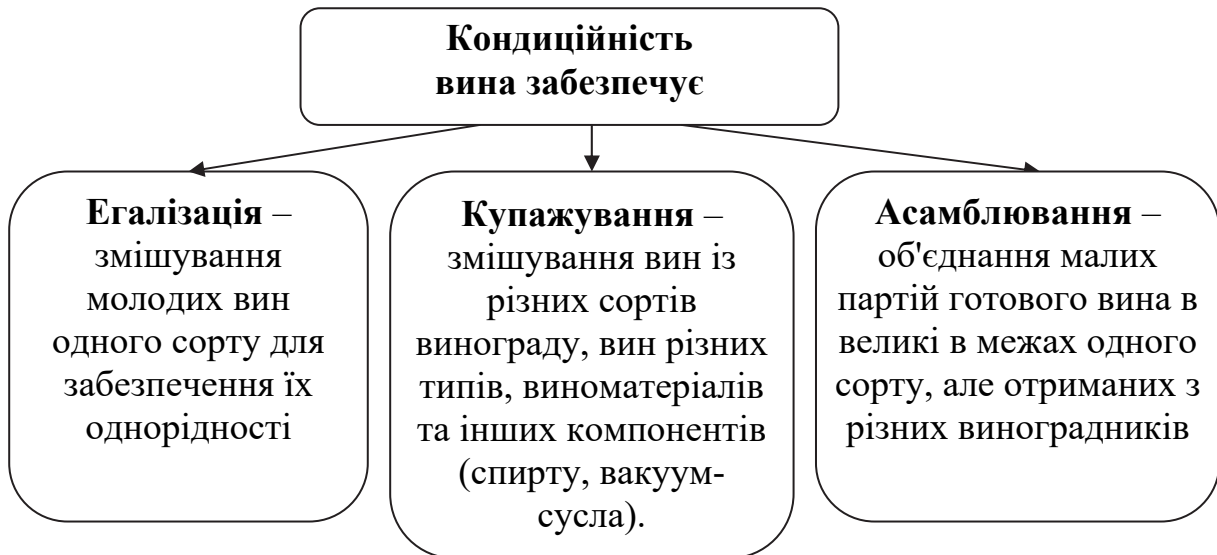


Рис. 9.7. Кондиційність вина

Джерело: розроблено авторами.

9.2.2. Особливості технології окремих груп вин

Натуральні вина отримують повним або частковим зброджуванням цукру, який міститься в суслі, без додавання спирту. При повному виброджуванні цукру отримують сухі вина (див. рис. 9.8).

Столові вина. Білі столові вина одержують за такою технологічною схемою (див. рис. 9.9):

- подрібнення винограду і відокремлення гребнів;
- стікання і пресування мезги;
- освітлення сусла;
- бродіння;
- зняття вина з осаду;
- оброблення і витримка вина.

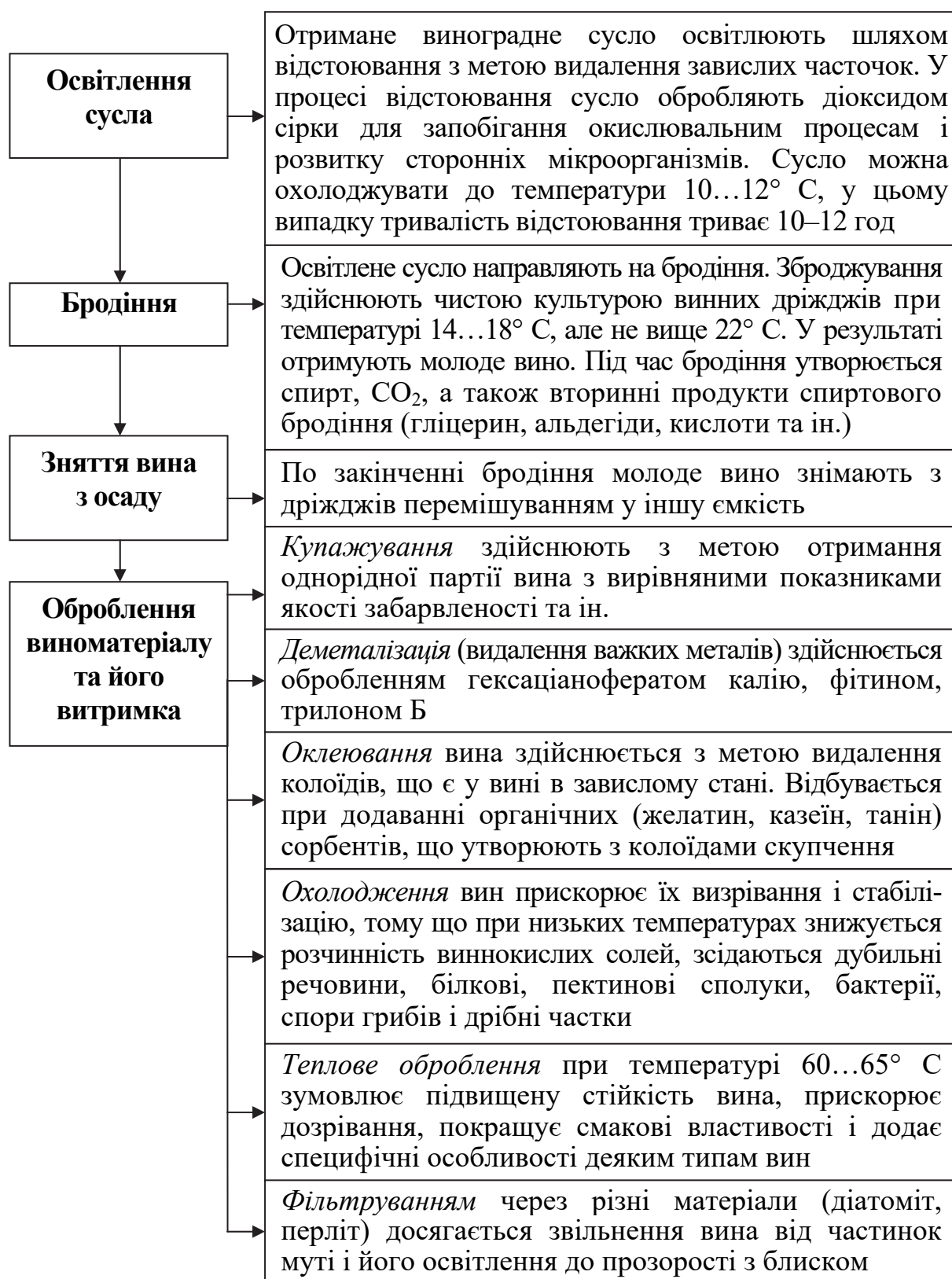


Рис. 9.8. Принципова схема отримання вина

Джерело: розроблено авторами.

Подрібнення винограду і відокремлення гребнів здійснюють на валкових дробарках – гребневідокремлювачах. Одержують пом'ятий виноград, який через перфоровану поверхню потрапляє у збірник і за допомогою шнека виводиться з машини та направляється в стікач.

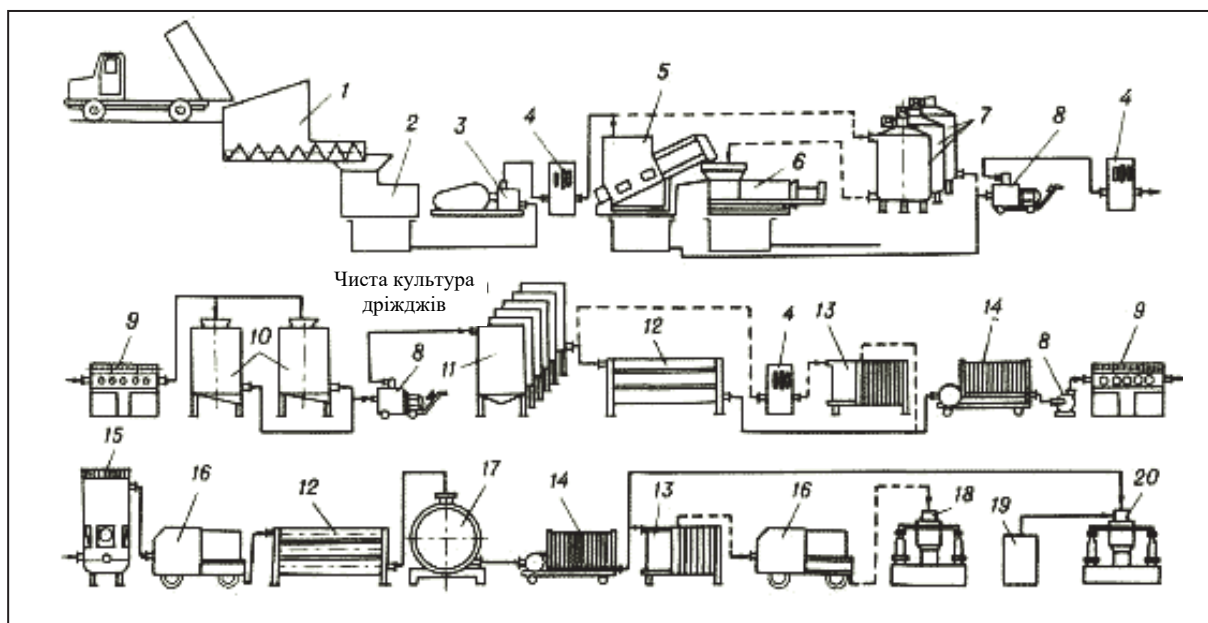


Рис. 9.9. Апаратурно-технологічна схема приготування столових вин:

1 – бункер-живильник; 2 – валкова дробарка; 3 – мезгонасос;
4 – сульфитодозатор; 5 – стікач; 6 – прес; 7 – резервуари для настоювання сусла на меззі; 8 – насос; 9 – дозатор інгредієнтів;
10 – установка для освітлення сусла; 11 – бродильна установка;
12 – ультраохолоджувач; 13 – пастеризатор; 14 – фільтр;
15 – освітлювач вина в потоці; 16 – діатомітовий фільтр;
17 – ємкість для витримки на холоді; 18 – установка для гарячого розливу вина; 19 – балон з CO_2 ; 20 – установка для стерильного розливу вина

Джерело: <https://twlwonna.appspot.com>.

Вилучення соку відбувається спочатку на стікачах, де відокремлюють сусло самопливу, що йде на виготовлення високоякісних білих столових вин. Подальше видалення соку здійснюється на пресах періодичної або безперервної дії. Процес пресування чергується з перемішуванням сировини.

Одержане сусло містить велику кількість зважених частинок, тому для звільнення його від обривків шкірки і шматочків м'якоті сусло витримують у відстійних резервуарах 20–24 год. Водночас додають в сусло SO_2 , з розрахунку 75...120 мл/г з метою знищення мікроорганізмів, що містяться в суслі. Під час відстоювання сусла відбувається його освітлення. Перед освітленням сусла його можна охолоджувати до температури 10...12°C, у цьому випадку тривалість відстоювання триває 10–12 год. Далі освітлене сусло із відстійних резервуарів подається на бродіння, яке здійснюється періодичним або безперервним способами у діжках, бутах, металічних або залізобетонних резервуарах.

При періодичному способі бродіння сусло перекладають в бродильну ємкість, додають винні дріжджі (2% від об'єму) і залишають на бродіння при температурі 15...20°C.

У перші декілька діб відбувається розмноження дріжджів і починається повільне бродіння. Потім настає період бурхливого бродіння, який характеризується інтенсивним виділенням CO_2 , і триває 8–10 діб. Далі швидкість бродіння поступово знижується і починається третій період бродіння – доброджування або тихе бродіння, яке триває 2–3 тижня. У цей період утворення CO_2 зменшується, дріжджі поступово зсідуються на дно, відбувається освітлення молодого вина. Під час бродіння утворюється спирт, CO_2 , а також вторинні продукти спиртового бродіння (гліцерин, альдегіди, кислоти та ін.), що відіграють важливу роль у створенні смаку й аромату вина. По закінченні бродіння молоде вино знімають з дріжджів перемішуванням в іншу ємкість. Далі молоде вино піддають обробленню і витримці.

Оброблення і витримка вина. Молоде вино (виноматеріал) не має тих якостей, які властиві зрілим винам, тому всі типи вин піддають комплексному обробленню:

- купажуванню;
- деметалізації;
- оклеюванню;
- обробленню теплом і холодом;
- фільтруванню.

Купажування здійснюють з метою отримання однорідної партії вина з вирівняними показниками якості забарвленості та ін. Деметалізація (видалення важких металів) здійснюється обробленням вин гексаціанофератом калію, фітином, трилоном Б. Ці сполуки взаємодіють з небажаними компонентами вина, утворюють періодичні осаді і видаляють метали з вина, що забезпечує підвищення стабільності та покращення смаку вина.

Оклеювання вина здійснюється з метою видалення з вина колоїдів, що є у вині в завислому стані. Оклеювання відбувається при додаванні органічних (желатин, казеїн, танін) сорбентів, що взаємодіють з колоїдами вина та утворюють скупчення у вигляді пластівців. При зсіданні пластівців вони захоплюють за собою завислі речовини, що надають вину помутніння і сторонніх смаків та запахів.

Охолодження вин прискорює їх визрівання і стабілізацію, тому що при низьких температурах знижується розчинність виннокислих солей, зсідуються дубильні речовини, білкові, пектинові сполуки, бактерії, спори грибів і дрібні завислі частки.

Теплове оброблення при температурі 60...65°C зумовлює підвищену стійкість вина, прискорює дозрівання, покращує смакові властивості і додає специфічні особливості деяким типам вин.

При фільтруванні через різні матеріали (діатоміт, перліт) досягається звільнення вина від частинок мути і його освітлення до прозорості з блиском.

Для одержання червоних столових вин забезпечують досить тривалий контакт сусла для більш повного вилучення з нього барвних, дубильних і ароматичних речовин. Одержані при обробленні винограду вичавки завантажують у резервуари при температурі 28...32°C, де і відбувається бродіння плаваючою «шапкою». «Шапка» утворюється за рахунок спливання на поверхню й ущільнення під час бродіння шкірок винограду. З метою якісного вилучення з неї барвників і дубильних речовин «шапку» періодично 3–4 рази на добу перемішують. Коли молоде вино досягне необхідного кольору його відокремлюють від мезги й останню пресують.

Білі сухі натуральні вина характеризуються ніжним тонким букетом і смаком без грубості і терпкості (тон окисленості не допускається), колір – світлий, солом'яно-жовтий. Одними з кращих білих натуральних вин, які випускаються в країнах СНД є Рислінг, Алиготе, Піно, Фетяска, Цинандалі.

Для виробництва марочних вин використовують тільки сушло-самоплив. Представники вин кахетинського типу – Тібаані, Телаві, Кахеті, Шуамта.

Червоні сухі вина мають темно-рубіновий або гранатовий колір з червоними або фіолетовими тонами для молодих вин, з віком з'являються цибульні, цегляні відтінки. Смак повний, терпкуватий, кислотність помірна, аромат сортовий з фруктовими відтінками. Виноград переробляють червоним способом.

Натуральні напівсухі і напівсолодкі вина отримують при частковому зброджуванні цукрів сусла, або мезги, або купажуванням сухих виноматеріалів з консервованим сушлом без внесення спирту. Ці вина – біологічно нестійкі: можуть забродити, в них легко розвиваються мікроорганізми. Особливості виробництва напівсухих і напівсолодких вин: зупинка бродіння в потрібний момент для отримання вина з необхідним вмістом цукру і спирту, стабілізація виноматеріалів у ході технологічного оброблення і витримки, а також розлитого в пляшки готового вина. Використовують виноград білих, рожевих, червоних сортів цукристістю 20...22%. Зупинку бродіння проводять різними способами: сульфитацією (введення діоксиду сірки), термічним обробленням (теплом або холодом), підтримкою низьких температур при бродінні для накопичення CO₂. Стабільність натуральних готових вин, які містять цукор, забезпечують шляхом пляшкової пастеризації або гарячого розливу.

Для білих напівсухих і напівсолодких вин характерний колір від світло-солом'яного до темно-золотистого, червоних – від світло-червоного до темно-червоного, рожевих – від світло-рожевого до світло-червоного. Смак і букет легкі, гармонійні, без тонів окисленості і сторонніх присмаків та запахів. У букеті відчуються плодові або квіткові тони, сортовий аромат. У червоних винах у смаку відчувається терпкість.

Спеціальні вина – міцні, десертні і лікерні. При їх виготовленні до виноградного сусла під час бродіння або в купаж у вторинному виноробстві додають спирт та інші інгредієнти.

До **міцних вин** належать вина типу Портвейну, Мадери, Хересу, Марсали; до десертних – вина токайського типу, мускатні, Кагор. Для виробництва міцних і десертних вин використовують виноград з високим вмістом цукру 24...26% і вище. При їх виготовленні застосовують прийоми, направлені на затримку нормального протікання бродіння на визначеній стадії, щоб зберегти в вині ту чи іншу кількість цукру. Поширеним способом зупинки бродіння є спиртування – введення в зброджене сусло спирту. При цьому в вині зберігається необхідна кількість цукру й одночасно необхідна міцність. При виготовленні десертних вин спиртування проводять не тільки спиртом-ректифікатом, але й за допомогою містеля. Крім того, використовують такі спеціальні прийоми як настоювання сусла на меззі з подальшим нагріванням, спиртуванням мезги. Ці операції забезпечують розчинення в суслі ароматичних і барвних речовин, які знаходяться в клітинах шкірки.

Вина типу Портвейну і Мадери. Походять портвейн і мадера з Португалії. В виробництві даного типу вин використовують різні сорти винограду: як білі, так і червоні, з цукристістю 180–240 г/дм³. Перероблення проводять червоним способом з бродінням або нагріванням мезги. При концентрації цукру 100–120 г/дм³ бродяче сусло спиртують до міцності 18,5–19 об. %. Особливою стадією є **портвейнізація** вина, яка полягає в тепловому обробленні вина в недолитих на 1–2 дм³ бочках, розміщених на сонячних майданчиках протягом одного літнього сезону або в термокамерах при температурі відповідно 28...30° С і 35...45° С (рис. 9.10, 9.11).

При виготовленні мадери також проводять термічне оброблення – **мадеризацію**. Її відмінність від портвейнізації полягає в більш довготривалій витримці і при доступі кисню повітря до вина. Молоде вино нагрівають у бочках на сонячних майданчиках при температурі 28...35° С, а в скляних оранжереях при 40...45°С або в камерах, які штучно обігріваються при 45...70°С. Тривалість витримки залежить від температури і становить від 2–3 літніх сезонів до 6–7 міс. Бочки недолиті вином на 40–50 дм³.

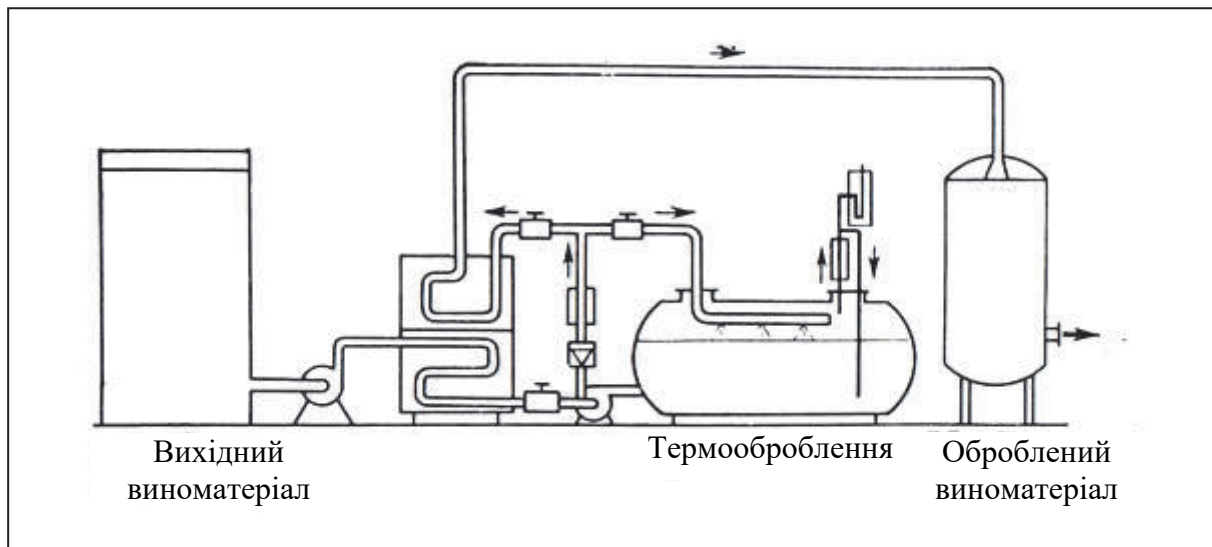


Рис. 9.10. Схема прискореної портвейнізації

Джерело: <https://tenxkk.appspot.com>.



Рис. 9.11. Класична портвейнізація виноматеріалів

Джерело: <https://www.max-foto.info>.

Формування смаку і букета вина типу Мадери і Портвейну зв'язано з окислювальними процесами, які протікають при нагріванні вина і доступі кисню, тільки в випадку Мадери протікають глибше.

Вина типу Херес. Херес, відоме вино Іспанії, виготовляють з винограду хересних сортів (Педро Хіменес і Паломіно – в Іспанії; Клеврет, Серсіаль, Воскеат, Чілар, Піно білий – у країнах СНД) з цукристістю 18...23 %.

Виноград переробляють білим способом. Отриманий виноматеріал спиртують до міцності 16,5 об. %. Одна із особливостей у виробництві Хереса – гіпсування. Гіпс вносять або в мезгу, або у виноматеріал, що надає готовому вину специфічний смак (солонуватість, характерну гіркоту) і забезпечує прозорість і стійкість вина. Проводять також *хересування* – витримку вина в неповних бочках під плівкою спеціальних хересних дріжджів. У результаті їх життєдіяльності, а також протікання окисно-відновних процесів вино набуває особливий смак і букет.

За технологією, прийнятою в Іспанії, Херес витримують під плівкою дріжджів у бочках за системою солера. Бочки встановлюють в 3 або 4 яруси. Нижній ряд називається солера, інші ряди – кріадера. Вино переміщується один раз у рік зверху вниз, і в ряду «солера» знаходиться найстаріше, зріле вино, яке йде на реалізацію.

Ще одна особливість у виробництві Хереса – теплове оброблення вина в повних бочках в соляріях (3–4 місяці) або термокамерах (30 діб) при температурі 40...45° С. Завершальна стадія – витримка протягом 1,5–5 років.

Вина типу Марсала. Це міцне, темно-бурштинового кольору вино, смак пекучий, злегка смолистий. Виготовляють із білих і червоних сортів винограду Катарратто та Інзолія.

Марсала – купажне вино, яке отримують змішуванням у різних співвідношеннях трьох вихідних виноматеріалів: основного білого виноматеріалу, спиртованого (сіфоне) і сульфітованого сусла (котто). Потім купаж спиртують до потрібної міцності, освітлюють, стабілізують, обробляють теплом, витримують у дубових бочках.

Вина токайського типу. Батьківщина цих вин – Угорщина, район м. Токай. Виготовляють їх з винограду сортів Фумінт, Гарш Лавелю і рідше – Мускат білий. Використовують перезрілий, а також ув'ялений або заізюмлений виноград, уражений

грибом. Введення у вино вакуум-сусла, спирту і виноматеріалів з інших районів країни заборонено.

Вина типу Малага. Малага – лікерне купажне вино, його батьківщина – Іспанія. Вино готують із суміші виноматеріалів і сусла різної міцності, вмісту цукру і кольору. Витримку малаги проводять у повних бочках не менше 2 років.

Вина типу Кагор. Батьківщина цього вина – Франція. Належить до десертних червоних вин. Технологія має такі особливості: використовують червоні сорти винограду Сапераві, Каберне та інші з цукристістю 22...26%. Переробляють червоним способом з нагріванням мезги до 55...75° С. Після самоохолодження сусло підброджують на меззі з подальшим спиртуванням до потрібної міцності.

Мускатні вина. Використовують ароматичні мускатні сорти винограду. Існує дві технології: західноєвропейська і південнобережна. Особливості першої – збирання винограду здійснюють при цукристості 25...40%. Після подрібнення мезгу настоюють, потім пресують. Отримане сусло зброджується до накопичення об'ємної частки спирту 5...10%. Далі спиртують до необхідної міцності. Витримують в бочках 2–3 роки. Такі мускати мають м'який, оксамитовий смак, виражений сортовий аромат.

Кращими вважають південнобережні технології виготовлення Мускату. В основі – максимальне накопичення ефірних олій винограду і запобігання їх окисленню. Для цього використовують підв'ялений виноград, але без заізюмлення ягід. Мезгу сульфітують у помірних дозах, спиртування сусла проводять на початку бродіння, вино витримують 2 роки в умовах обмеженого доступу кисню.

Ароматизовані вина належать до аперитивів. Готують на основі вина або спирту. На базі вина – найбільш відомі вермути. Сировиною є виноматеріали, спирт етиловий ректифікований, цукор (у вигляді цукрового сиропу), лимонна кислота, колер і екстракти або настої рослинної сировини (поліні, коріандру, душиці, цедри цитрусової, звіробою, м'яти та ін.).

Ароматизовані вина виготовляють купажуванням оброблених виноматеріалів, настоїв інгредієнтів рослинної сировини, цукрового сиропу, спирту, колеру. В складі купажу частка вина 80%.

Приготовлений купаж оклеюють, обробляють холодом, фільтрують і направляють на відпочинок, а потім на розлив. Загальна тривалість оброблення до розливу становить від 2 міс. до 1 року.

При виробництві італійських вермутів як ароматичні добавки використовують рослини альпійських лугов. Найбільш відомі італійські фірми «Мартіні і Россі», «Рікадонна», «Чінзано», «Ганчіа», «Карпано». Виготовляють вермути і в інших країнах. Відмінність зарубіжних ароматизованих вин від вітчизняних полягає в тому, що в них менше використовують трав, в основному корені, кору, пряності.

9.2.3. Застосування пектолітичних ферментних препаратів у виноробстві

Препарат вноситься в прийомний бункер на виноград, або у мезгу при подрібненні, або у ферментатор у вигляді ретельно розмішаної суспензії, приготованої на суслі. Час контакту мезги з препаратом рекомендується не менше 1,5–2 год.

Точне дозування і рівномірна подача суспензії ферментного препарату можуть бути забезпечені спеціальними дозаторами різних типів. За відсутності дозаторів суспензія вноситься вручну.

При виборі необхідної дози препарату для даного району і визначеної групи сортів винограду варто попередньо проводити пробне оброблення в умовах лабораторії.

Доза внесених пектолітичних ферментних препаратів коливається залежно від районів вирощування і сортів винограду, пори року, технології перероблення. При тривалому контакті сусла з мезгою (24 год і більше) варто вибирати мінімальні дози – 0,017%, у деяких випадках навіть 0,008% препарату активністю 3000 од./г.

Деякі сорти, особливо зі слизуватою м'якоттю (Ноа, Ізабелла, Лідія в Молдові і Закарпатті), що важко віддають сік, вимагають підвищених доз препарату (0,07...0,08%). При переробленні білих сортів винограду для одержання шампанських і столових виноматеріалів оптимальною дозою потрібно вважати 0,033–0,04% (доза наведені для препарату активністю 3000 од./г).

Температурний оптимум дії пектолітичних ферментних препаратів 37...40° С. Однак спеціально підігрівати мезгу в процесі ферментації, якщо цього не вимагає прийнята для даного типу вина технологічна схема, не потрібно. Пектолітичні препарати ефективні і при температурах 15...20° С. При використанні пектолітичних ферментних препаратів рекомендується доза сульфитації 100–150 мг/дм³ сусла.

При ферментації сусла і мезги відбувається руйнування білка і поліпептидів винограду. Ці процеси протікають під дією різних природних протеолітичних ферментів. У результаті цього вміст розчинних протеїнів винограду знижується в кілька разів. Процес природного протеолізу, що проходить при ферментації сусла і мезги, можна прискорити, вносячи протеолітичні ферментні препарати, що одержують із плісень.

Виноробна промисловість фактично не має досвіду щодо застосування протеолітичних ферментних препаратів, проводилися лише окремі дослідження на випадкових препаратах. Але перспективи щодо застосування протеолітичних ферментних препаратів у виноробстві дуже великі.

Метод ензиматичного впливу з метою видалення білків із сусла і вина може бути ефективно використаний. Протеолітичний ферментний препарат вносився в сусло в кількості 0,0005% після сульфитації з розрахунку 100 мг/дм³. Після відстоювання сусло знімалося з осаду і зброджувалося. Вміст білка в отриманих виноматеріалах був незначним, що збільшувало їхню стабільність.

Так, різні закордонні фірми («Ново Нордіск» (Данія), «Ербсле Гай-зенхайм» (Німеччина) та її представники в Україні ООО «Делер Україна», у Росії фірма «Євротрейд» та інші) пропонують широкий спектр ферментних препаратів пектолітичної, протеолітичної, цитолітичної дії.

Ці ферментні препарати збільшують вихід сусла, забезпечують стабільність вин проти різних видів помутнінь, поліпшують якість продукції.

9.3. Виробництво вин, насичених діоксидом вуглецю

До цієї групи вин належать: **шампанське ігристе вино, шипучі вина.**

Шампанські вина одержують шляхом повторювального алкогольного бродіння в герметичній ємкості під тиском шампанських виноматеріалів. Шампанські вина відрізняються тонким букетом, чистим, гармонійним, освіжаючим смаком, мають блідо-солом'яне забарвлення з відтінком від зеленуватого до золотистого.

Технологія шампанського передбачає одержання виноматеріалів і шампанізацію:

- купаж виноматеріалів;
- приготування тиражної суміші;
- розлив тиражної суміші у пляшки (тираж);
- бродіння;
- зведення осаду на корок (ремюаж);
- видалення осаду (дегоржаж);
- додавання експедиційного лікеру і закупорювання;
- витримка й оформлення пляшок.

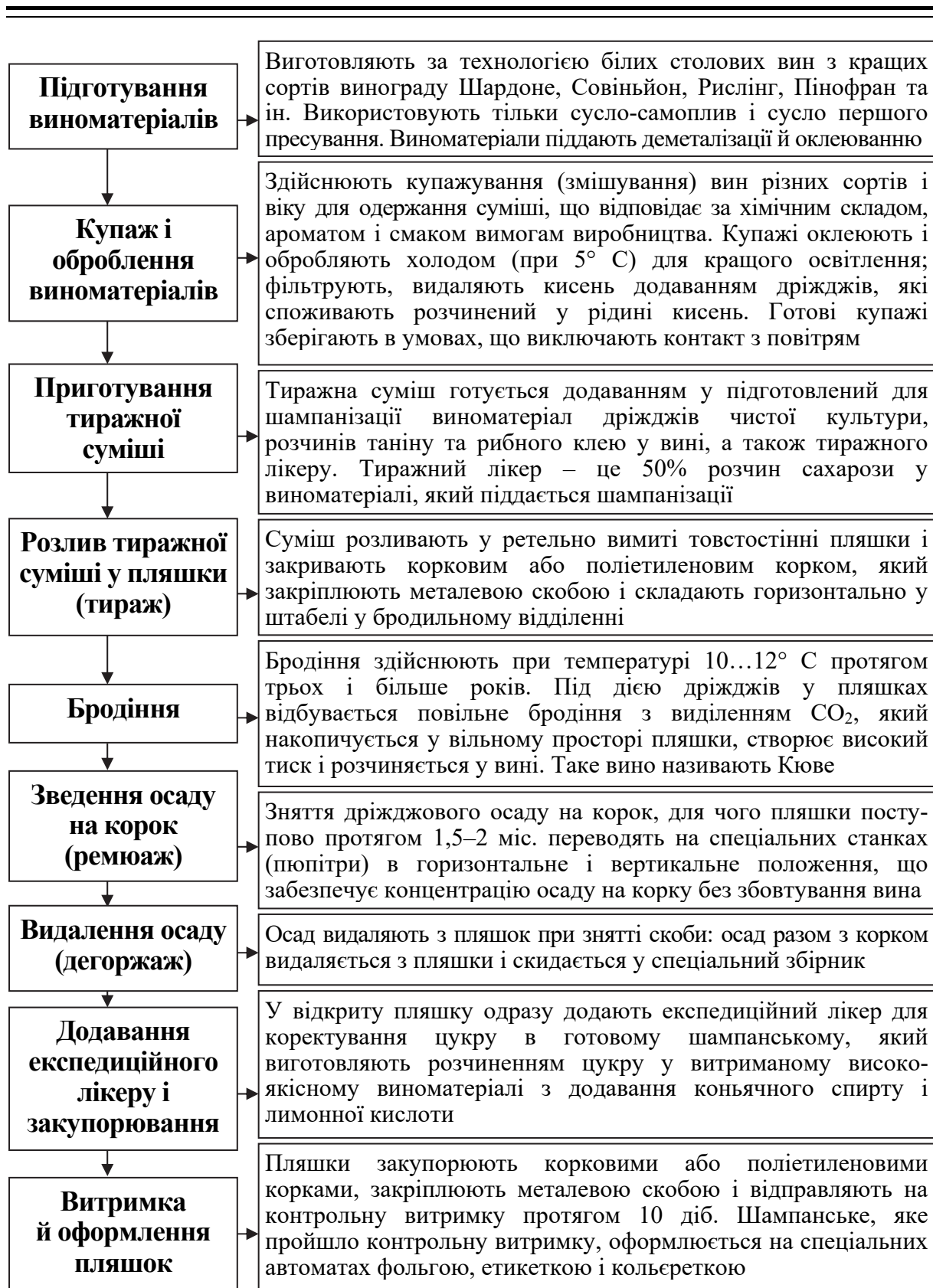
Технологічна схема виробництва шампанського пляшковим способом. Шампанські виноматеріали виготовляють за технологією білих столових вин з кращих сортів винограду Шардоне, Совіньйон, Рислінг, Пінофран та ін. (рис. 9.12, 9.13). Виноград повинен бути одного сорту, достиглий, здоровий, свіжий з цукристістю 17...20% і кислотністю 8...11 г/л.

Використовують тільки сусло-самоплив і сусло першого пресування з загальним виходом не більше 50 дал (декалітрів) з 1 т винограду. Бродіння здійснюється при високій температурі, що сприяє кращому освітленню і збереженню букета. Молоді вина знімають з осаду й об'єднують у однорідні партії.



Рис. 9.12. Способи шампанізації

Джерело: розроблено авторами.



9.13. Пляшковий спосіб шампанізації

Джерело: розроблено авторами.

Виноматеріали піддають деметалізації й окислюванню. Після витримки здійснюють купажування (змішування) вин різних сортів і віку для одержання суміші, що відповідає за хімічним складом, ароматом і смаком вимогам виробництва. Купажі оклеюють та обробляють холодом (при 5° С) для кращого освітлення; фільтрують, піддають видаленню кисню. Для цього у купаж додають дріжджі, які споживають розчинений у воді кисень. Готові купажі до передачі на шампанізацію зберігають в умовах, що виключають контакт з повітрям.

Шампанізація полягає у природному насиченні вина CO_2 шляхом повторного алкогольного бродіння і впливу на складові вина ферментативних, хімічних і фізико-хімічних процесів, що відбуваються при витримці шампанського.

Існує три способи шампанізації: пляшковий (рис. 9.14), резервуарний (періодичний) і безперервний.



Рис. 9.14. Ремюаж (пляшковий спосіб шампанізації)

Джерело: [https://https://nadezhda.ru](https://nadezhda.ru).

Тиражна суміш готується додаванням у підготовлений для шампанізації виноматеріал дріжджів чистої культури, розчинів таніну та рибного клею у вині, а також тиражного лікеру. Тиражний лікер – це 50% розчин сахарози у виноматеріалі, який піддається шампанізації. Суміш розливають у ретельно вимиті товстостінні пляшки і закривають корковим або поліетиленовим корком, який закріплюють металевою скобою і складають горизонтально у штабелі в бродильному відділенні. Бродіння здійснюють при температурі 10...12°C протягом трьох і більше років. Під дією дріжджів у пляшках відбувається повільне бродіння з виділенням CO₂, який накопичується у вільному просторі пляшки, створює високий тиск і розчиняється у вині.

Таке вино називають Кюве. Під час витримки Кюве CO₂ взаємодіє з речовинами вина і переходить у зв'язану форму. CO₂ у зв'язаній формі забезпечує тривале і повільне виділення бульбашок CO₂ з вина, що налите у бокали. Це визначає ігристі і пінисті властивості шампанського, його смакові й ароматичні властивості. У початковому періоді витримки Кюве відбувається розмноження дріжджів і вони споживають азотисті речовини. При відмиранні дріжджових клітин відбувається їх автоліз (розпад під дією власних ферментів), що спричиняє збагачення вина амінокислотами, вітамінами та іншими продуктами, що беруть участь у формуванні специфічних властивостей шампанського. Для одержання прозорого вина після витримки здійснюють зняття дріжджового осаду на корок, для чого пляшки поступово протягом 1,5–2 міс. переводять на спеціальних станках (пюпітри) в горизонтальне і вертикальне положення, що забезпечує концентрацію осаду на корку без збовтування вина. Потім осад видаляють з пляшок. При знятті скоби осад разом з корком видаляється з пляшки і скидається у спеціальний збірник. У відкриту пляшку одразу додають експедиційний лікер для коректування цукру в готовому шампанському. Експедиційний лікер виготовляють розчиненням цукру у витриманому високоякісному виноматеріалі з додавання коньячного спирту і лимонної кислоти. Потім пляшки

закупорюють корковими або поліетиленовими корками, закріплюють металевою скобою і відправляють на контрольну витримку протягом 10 діб.

Шампанське, яке пройшло контрольну витримку, оформлюється на спеціальних автоматах фольгою, етикеткою і кольєреткою.

Більш інтенсивним методом одержання шампанського є **резервуарний спосіб**. Друге алкогольне бродіння шампанських виноматеріалів здійснюється у великих герметичних резервуарах з пристроями для перемішування, охолодження, підігрівання, контролю.

У резервуар подають одночасно тиражний і експедиційний лікери, купажну суміш виноматеріалів, спеціальні раси дріжджів. Бродіння триває 23–24 доби при температурі 15° С до досягнення потрібного рівня вмісту цукру і тиску 0,5 МПа. Далі вино охолоджують до 5° С з метою припинення бродіння, відстоюють 48 год і після фільтрування розливають у пляшки (рис. 9.15).

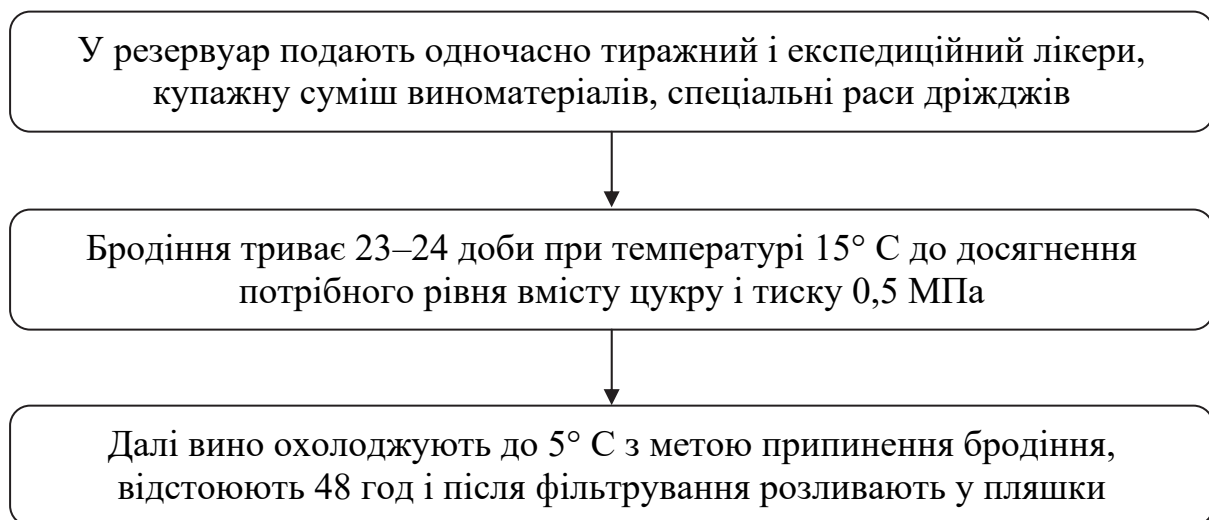


Рис. 9.15. Резервуарний спосіб шампанізації

Джерело: розроблено авторами.

Основний спосіб одержання шампанського – **безперервна шампанізація в потоці**, що здійснюється на лініях шампанізації.

Лінія складається з 7–8 послідовно сполучених апаратів місткістю по 500–1000 дал, холодильників, термосів-резервуарів, резервуарів для експедиційного лікеру, біогенератора, фільтра і приймальних апаратів. Підготовлений безкисневий купаж нагрівають до 50...60° С, вносять тиражний лікер до досягнення цукристості 2,2%, охолоджують, фільтрують, уводять дріжджі і направляють у бродильні апарати через біогенератор. Завантаження здійснюють з інтервалом 2–3 доби. Після виброджування до потрібного рівня за допомогою CO₂ створюють тиск 0,5 МПа і встановлюють безперервний потік суміші, що зброджується. Шампанізацію ведуть при температурі 15° С. З останнього бродильного апарату вино надходить у біогенератор, де збагачується продуктами життєдіяльності дріжджів. Вино після біогенератора охолоджують до 3...4° С і витримують у термосі-резервуарі 24 год. Потім у вино додають експедиційний лікер і фільтрують, витримують у приймальних апаратах не менше 6 год і розливають. Термін приготування шампанського цим методом становить 3 тиж.

Ігристі вина одержують шляхом повторного алкогольного бродіння сухих і міцних виноматеріалів у герметичній посудині за технологіями, затвердженими для кожного вина.

Шипучі газовані вина одержують шляхом штучного насичення CO₂ освітлених вин. Уведений CO₂ тільки розчиняється у вині, але не взаємодіє зі складовими вина. Це зумовлює швидке і численне виділення CO₂ при відкриванні пляшки. Шипучі вина мають неприємну гостроту, властиву газованим напоям.

9.4. Технологія коньяків

Коньяк – міцний алкогольний напій зі специфічним кольором, букетом і смаком. Він одержується при перегонці молодих виноградних вин з подальшою витримкою у дубових діжках, або в емальованих металевих резервуарах з дубовою клепкою не менше 3 років.

Історична поява коньяку зв'язана зі звичайними життєвими проблемами людини, що характеризуються будь-якими знаменними подіями. Так, ще в другій половині XVI ст. виноградарі Франції з департаменту Шаранта почали робити багато різних виноградних вин і реалізовувати на батьківщині, а також експортувати їх в Англію, скандинавські та інші країни. Слабоалкогольні напої почали псуватися в дорозі й у підвалах виноторговців, не витримуючи великих термінів збереження і тривалих перевезень, що до того ж були трудомісткими й економічно не вигідними. Єдиний вихід з цього положення – це перегонка вин у спеціальних апаратах. Отриманий виноробами Шаранти в 1641 р. таким способом напій був менш об'ємним, більш міцним, не псувався в дорозі і, головне, швидко завоював популярність у багатьох країнах світу. У такий спосіб був винайдений коньячний спирт, а розведений водою його варіант назвали брендевейн. Цим і характеризується технологічна близькість і хімічна подібність двох популярних напоїв – коньяку і бренді.

Удосконалювати технологію і робити коньяк уперше почали в місті Cognac (департамент Шаранта, Франція), звідки й походить його назва.

Підвищення якісних показників коньяку, тобто позитивний ефект при тривалій його витримці в дубових бочках також був виявлений випадково. Під час війни між Англією і Францією за іспанську спадщину було припинене транспортування коньячних спиртів у Англію, що вимушено спричинило тривале збереження коньячного спирту в дубових бочках.

У результаті цього відбулося значне поліпшення смакових якостей, аромату, букета і кольору напою. Цей технологічний прийом у подальшому стали спеціально використовувати при виготовленні коньяку.

У ті часи коньяк витримували, перевозили і продавали винятково в дубових бочках, і лише з 1860 р. його стали розливати в спеціальні скляні пляшки, закупорювати і наклеювати етикетки з докладною інформацією для споживача про походження цього шляхетного напою.

Щоб закріпити пріоритет створення коньяку за Францією в 1909 р. був виданий спеціальний декрет, за яким устанавлювалися географічні межі території, виноградна горілка якої має право називатися коньяком. З'явилося і міжнародне законодавство про контрольовані назви за походженням напою. Так, коньяком може називатися алкогольний напій, створений на основі спиртів, отриманих у Франції в департаментах Шаранта, Шаранта-Марітім і частини департаментів Дордоне і Де-Севр. Міцні напої інших країн світу зі спирту, отриманого дистиляцією виноградних вин, можуть називатися коньяками тільки при реалізації на внутрішньому ринку, в усіх інших випадках вони називаються бренді, арманьяк і віньяк.

Виробництво коньяку в країнах СНД виникло в 80–90-і рр. ХХ ст. Практично одночасно з'явилися коньячні заводи в регіонах України, Закавказзя, Молдавії й Росії. Планомірний розвиток коньячного виробництва в колишньому СРСР почався з 1936 р., коли були затверджені єдині технологічні правила. Вироблялося тоді 3 марки ординарних коньяків і 73 назв марочних.

Терміни, визначення і класифікація коньяків

Нині при виробництві коньяків згідно з стандартами використовуються такі терміни і визначення.

Коньячна барда (віннас) – залишок після перегонки виноматеріалів і виділення сирцю або коньячного спирту. Барда містить багато компонентів вихідного вина і використовується для одержання виннокислого вапна, оцту, добрив, біогазу, корму для тварин, гліцерину і фурфуролу.

Запашні води – купажний матеріал, що використовують у коньячному виробництві для зм'якшення смаку й ароматизації ординарних коньяків.

Одержують запашні води в результаті добору фракції міцністю 15...20% наприкінці чи простої фракційної перегонки. Витримують запашні води в дубових бочках або емальованих резервуарах з дубовою клепою при температурі 35...40° С.

Коньячний виноматеріал – сировина для коньячного спирту, одержана з винограду за схемою приготування білих натуральних вин. Об'ємна частка етилового спирту становить не менше 8%.

Коньячний спирт – напівфабрикат для виробництва різних типів коньяків. Одержують коньячний спирт із виноградного вина (коньячний виноматеріал) шляхом перегонки, фракціонування (молодий коньячний спирт) і витримки (дозрівання) у дубових бочках.

Коньяк старий (КС) – коньяк, виготовлений з коньячних спиртів середнього віку не менше 10 років.

Оклеювання коньяків – технологічний прийом, який використовують для поліпшення освітлення коньяку й усунення неприємної брутальності в смаку. Для оклеювання коньяків використовують желатин, риб'ячий харчовий клей і яєчний білок.

Сироп цукровий – один з важливих компонентів купажу коньяку, використовується у технологічному процесі для доведення заданих кондицій по цукристості і зм'якшення смаку. Цукровий сироп у коньячному виробництві готують у такий спосіб: у зм'якшеній киплячій воді розчиняють цукор (для цього використовують спеціальний емальований реактор),

з розрахунку 1 кг на 0,5 дм³ води. Отриманий цукровий сироп з масовою часткою сухих речовин 65,8% спиртують коньячним спиртом до міцності 40%, а потім додають лимонну кислоту. Зберігають не менше одного року.

Термічне оброблення коньяку – технологічний процес, призначений для одержання розливостійкого коньяку, стійкого до помутнінь при збереженні в пляшках. У термін визначеного часу здійснюють оброблення коньяку холодом (при оптимальній мінусовій температурі), а потім фільтрують без зміни температури.

Залежно від тривалості і способів витримки коньячних спиртів коньяки поділяють на **ординарні, марочні і колекційні**. За напрямом використання коньяки поділяють на коньяки, реалізовані в пляшках, і коньяки оброблені, що призначаються для відвантаження з метою розливу на інших спеціальних підприємствах або промпереробки. В окрему групу виділяють **коньяки (бренді)**, що направляють на експорт.

Згідно з стандартами коньяки поділяють на такі групи.

Коньяки ординарні. У цю групу входять коньяки таких назв за марками: «три зірочки» (витримка не менше 3-х років); «чотири зірочки» (не менше 4-х років); «п'ять зірочок» (не менше 5-ти років). До коньяків спеціальних назв належать коньяки з витримкою не менше 4-х років. Об'ємна частка спирту в ординарних коньяках становить 40...42%, вміст цукру 0,7...1,5%.

Марочні коньяки, виготовлені з коньячних спиртів з витримкою в дубових бочках не менше 6-ти років.

Марочні коньяки, у свою чергу, поділяють на такі групи.

Коньяк витриманий (КВ) – група марочних коньяків, вироблених з коньячних спиртів 6–7-літньої витримки. Коньяки групи КВ («Дербент», «Коктебель», «Таврія», «Тисса», «Молдова» та ін.) більш високої якості, ніж коньяки ординарні «три-п'ять зірочок», але більш низького, ніж коньяки групи КВВЯ. Міцність коньяків групи КВ становить 40...42%, вміст цукру 0,7...1,2%.

Коньяк витриманий вищої якості (КВВЯ) – група марочних коньяків, які виробляють із коньячних спиртів 8–10-літньої витримки. Для виробництва коньяків групи

КВВЯ використовують добірні коньячні спирти. В ароматі таких коньяків смолисто-ванільні тони приємно поєднуються зі складним букетом витримки.

До групи КВВЯ належать коньяки «Україна», «Одеса», «Кубань», «Вайнах», «Грими», «Ністру», «Дойна», «Баку» та ін.

Об'ємна частка виноградного спирту в коньяках КВВЯ становить 40...45%, цукру 0,7...2,5%.

КС – коньяки старі, витримані не менше 10-ти років, об'ємна частка спирту становить 40...57%.

ОС – виробляються з коньячних спиртів середнього віку не менш 20-ти років.

Марочні коньяки мають власні назви, об'ємна частка етилового спирту в них становить 42...57%, вміст цукру 0,7...2,5%.

Колекційні коньяки – це готові марочні коньяки, додатково витримані в дубових бочках або бутах не менше 3-х років.

Коньяки «Бренді» – коньяки, що відправляються на експорт. Виготовляють такі ординарні коньяки за марками: «три зірочки», «чотири зірочки», «п'ять зірочок», а також коньяки спеціальних назв і марочні за групами: КВ, КВВЯ, КС.

Технологія коньячних спиртів

Технологія коньяку – це сукупність таких основних технологічних процесів: одержання коньячного виноматеріалу; перегонка на коньячний спирт; витримка (дозрівання) коньячних спиртів; приготування купажних матеріалів і купажування; оклеювання коньяку; зняття з клею; відпочинок коньяку; оброблення холодом; фільтрація; розлив та оформлення продукції.

Для виробництва коньячних виноматеріалів використовують високоврожайні сорти білого, рожевого або червоного винограду. Основними сортами є Плавай, Ркацителі, Цолікаури, Сильванер та інші з вмістом цукру не менше 15% і титрованої кислотності не нижче 5 г/дм³.

Аромат винограду для виробництва коньячних виноматеріалів повинен бути нейтральним або легким квітчасто-фруктовим. Перероблення винограду проводять за схемою приготування білих натуральних вин, але без застосування сірчистої кислоти.

Біотехнологічний процес бродіння сусла проводять при температурі 16...25° С.

Коньячний виноматеріал (молоде вино) повинний містити: етилового спирту – не менше 8%, титрованих кислот – не менше 4,5 г/дм³, летючих кислот – не більше 1,3 г/дм³, загальної сірчистої кислоти – не більше 15 мг/дм³, наявність дріжджів – до 2%.

Коньячні виноматеріали, що надходять на дистиляцію, підлягають перегонці на різних апаратах: періодичної і безперервної дії. У першому випадку одержують коньячний спирт менш очищений від різних домішок, але більш ароматичний; у другому випадку якісні показники спирту нижчі, тому що він більше звільнений від летучих домішок.

При використанні апаратів періодичної дії в процесі простої перегонки коньячних виноматеріалів одержують спирт-сирець міцністю 27...33 об. % і коньячну барду як відходи виробництва. Потім виділяють першу фракцію запашних вод, а спирт-сирець піддають подвійній фракційній перегонці, відбираючи щораз із трьох фракцій середню. У результаті такої перегонки одержують коньячний спирт I і II сорту міцністю 62...70%. Наприкінці добору кінцевої фракції виділяють запашні води, що за хімічним складом поступаються запашним водам, отриманим при перегонці виноматеріалів. З коньячного спирту I сорту виготовляють марочні коньяки, II сорту – ординарні.

При застосуванні безперервно діючих установок при перегонці коньячних виноматеріалів утворюються чотири фракції: основна, середня (коньячний спирт), хвостова і запашні води. Отриманий коньячний спирт непридатний для виробництва коньяку через високий ступінь очищення. Його можна використовувати тільки при купажуванні з запашними водами або старими коньячними спиртами.

У країнах СНД і в Україні як апарати періодичної дії використовують однозгонні апарати, що оснащені колоною, яка концентрує, і дефлегматором з водяним охолодженням, а також двоєгонні апарати, оснащені кульовим дефлегматором з повітряним охолодженням.

У таких апаратах у результаті однократної перегонки виноматеріалу одержують послідовно основну, середню і кінцеву фракції дистиляту. Основну фракцію, що відбирається в кількості до 3% від вмісту безводного спирту в сировині, що переганяється, направляють на ректифікацію; середню фракцію, з об'ємною часткою спирту 65...70%, відбирають як коньячний спирт, а кінцеву фракцію повертають у сировину, що переганяється.

На апаратах шарантського двозгонного типу в результаті перегонки коньячного виноматеріалу одержують спочатку коньячний спирт-сирець з об'ємною часткою спирту 22...32%, що потім піддають повторній перегонці з одержанням коньячного спирту і виділенням кінцевої та основної фракції.

Кінцеву фракцію відбирають після одержання коньячного спирту при об'ємній частці спирту в спиртовому ліхтарі 45...50% і повертають у коньячний виноматеріал, що переганяється, чи спирт-сирець коньячний. Основну фракцію, що відбирається в кількості 1...3% на початку перегонки спирту-сирцю, виділяють і направляють на ректифікацію.

Для більш ефективного виділення небажаних вищих спиртів з основною фракцією добір останньої доцільно робити при первинній перегонці коньячних виноматеріалів. Відповідно до французької технології, об'ємна частка спирту в коньячному спирті-сирці повинна бути не нижче 28%, а в спирті коньячному не нижче 71%. З метою одержання високоспиртуозного коньячного спирту-сирцю роблять добір необхідної кількості кінцевої фракції при першій перегонці коньячного виноматеріалу.

При фракційній перегонці спирту-сирцю добір хвостової фракції роблять при об'ємній частці спирту в спиртовому ліхтарі 58...60%, що забезпечує одержання високоякісного коньячного спирту.

Технологія коньячних спиртів методом подвійної згонки і використання для її реалізації апаратів шарантського типу характеризуються тим, що в умовах простої бездефлегмаційної

перегонки забезпечують безперешкодний перехід у дистилят усіх летучих домішок, що містяться в сировині, яка переганяється. Таким чином, склад і якість одержаних за цією технологією спиртів залежить від складу й якості вихідних коньячних виноматеріалів.

У цілому при високій якості коньячного спирту, отриманого на апаратах шарантського типу, вони мають низьку продуктивність, спричиняють високі втрати спирту при перегонці і вимагають великих енергетичних витрат на одиницю кінцевих продуктів.

Ефективною технологією й апаратурою для одержання коньячного спирту є розроблення в цьому напрямі ІВіВ «Магарач». Першу перегонку коньячних виноматеріалів проводять на високопродуктивних і енергозберігаючих апаратах безперервної дії. Отриманий коньячний спирт-сирець змішують з виноматеріалом до об'ємної частки спирту 30...32% і піддають повторній фракційній перегонці на апаратах шарантського типу за французькою технологією. Цей спосіб порівняно з класичною технологією дозволяє одержати високоякісні коньячні спирти при високій продуктивності апаратів і зниженні питомих витрат на 30...40%.

Одержувані на апаратах шарантського типу коньячні спирти, не зважаючи на їхню високу собівартість, використовуються в основному для виробництва марочних коньяків, а на апаратах безперервної дії – для виробництва ординарних коньяків.

Науково і на практиці обґрунтовано, що склад і якість коньячних виноматеріалів, отже, і коньячних спиртів залежать не стільки від типу перегінної установки, яка використовується, скільки від ґрунтово-кліматичних умов, у яких виростають сорти винограду, що використовуються в коньячному виробництві.

Витримка коньячних спиртів

Молодий коньячний спирт – це безбарвна малоароматична і різка на смак рідина. Для забезпечення необхідних органолептичних якостей його направляють на витримку в дубових бочках або емальованих ємкостях, що заповнені деревиною дуба у вигляді брусків або стружки.

Витримка коньячного спирту в дубових бочках проводиться при оптимальній температурі 15...20°C і відносній вологості навколишнього середовища (повітря в приміщенні) 75–90%.

Коньячні спирти, витримані в дубових бочках, направляються в основному на виробництво марочних коньяків, а в емальованих цистернах, заповнених деревиною дуба, – на виробництво ординарних коньяків.

Витримку і збереження коньячних спиртів проводять у спеціальних приміщеннях, що належать до категорії вибухо- і пожежонебезпечних.

При витримці молодих коньячних спиртів у старих бочках або в апаратах із старою клепою на деяких заводах роблять попереднє збагачення спирту компонентами деревини дуба шляхом уведення в нього дубових стружок або проведення термічного оброблення деревини дуба в наявності коньячного спирту. Якщо молодий коньячний спирт витримується в емальованих апаратах з новою дубовою клепою (бруски або стружки), тоді збагачений необхідною кількістю екстрактивних речовин коньячний спирт витримується в старих дубових бочках або апаратах зі старою клепою.

Перед витримкою коньячного спирту в нових дубових бочках вони двічі обробляються холодною водою, що змінюється через 3–4 дні, потім гострою парою протягом 20–30 хв і обполіскуються гарячою та холодною водою.

Оброблені і заміряні бочки місткістю 50...100 дал монтують на стелажах з підвищеною кількістю ярусів, потім заливають їх коньячним спиртом з недоливом не більше 2% і оформляють спеціальні акти закладки спирту на витримку. В актах записують такі дані: дата заливу спирту в бочку, походження спирту,

номер егалізації, об'ємна частка коньячного спирту і кількість у декалітрах безводного спирту всієї партії. Аналогічні дані заносять у таблички (паспорти), які прикріплюються до кожного штабеля партії.

При витримці молодого коньячного спирту в апарат із клепою, остання попередньо обробляється так: дворазове замочування водою зі зміною через 3–4 дні, 20–30-хвилинне оброблення гострою парою, ополіскування гарячою, а потім холодною водою. Рекомендується термічне оброблення клепок (обробляється не більше 50% клепок, що використовується), при якому протягом 5–7 діб при вільному доступі повітря клепка витримується в зоні 105...125°C до появи легкого коричневого кольору з подальшим обробленням холодною водою.

Оброблена клепка укладають в апарати з розрахунку питомої поверхні близько 800 см²/дал безводного спирту, заповнюють апарат коньячним спиртом, який пройшов через мірник, з недоливом не більше 2% і заносять дані по кожному апарату в спеціальний журнал. У журнал записують: походження спирту, дата заливу коньячним спиртом, номер егалізації, об'ємна частка спирту, кількість у декалітрах і декалітрах безводного спирту.

Компоненти деревини дуба істотно впливають на формування ароматичних і смакових характеристик коньячних спиртів та готових коньяків. У початковий період витримки більш інтенсивно екстрагуються дубильні речовини (таніни), що надають коньячним спиртам зайву терпкість і присмак «зеленого дуба». В міру витримки коньячних спиртів до 3–4 років дубильні речовини окисляються, у результаті чого смак спирту стає більш м'яким і оксамитовим. Одночасно з таніном інтенсивно екстрагуються целюлози і геміцелюлози, у процесі окисних перетворень яких утворюються різні цукри. Спочатку утворюється мальтоза, потім ксилоза, на 5–6-му році витримки – арабіноза, а при тривалому періоді витримки – глюкоза.

Усе це сприяє зм'якшенню смаку коньячних спиртів.

Одним з найбільш значних компонентів деревини дуба є лігнін, що екстрагується коньячним спиртом по мірі його витримки. Окисні перетворення лігніну утворюють ароматичні альдегіди: синаповий, коніфериловий і ванілін. Саме вони і додають коньячним спиртам приємні смолисті ванільні та ванільно-шоколадні тони.

Найбільш ефективним способом прискореного дозрівання коньячних спиртів є термічне оброблення деревини дуба до легкого покори́чневіння; безперервне перемішування спирту в процесі витримки, а також багаторазове чергування нагрівання й охолодження збагаченого екстрактивними речовинами коньячного спирту.

Таким чином, основними хімічними процесами, що протікають при дозріванні коньячних спиртів, є окислювально-відновні процеси, ефіроутворення і випарювання через пори деревини бочок.

У результаті багаторічної витримки коньячний спирт набуває колір від світло-бурштинового до золотавого, смак облагороджується, цілком усувається неприємна пекучість, розвивається тонкий букет, міцність знижується.

Купажування й основні компоненти для купажу

Після витримки коньячного спирту проводять **купажування**, що полягає в змішуванні у визначених пропорціях витриманих коньячних спиртів, спиртованих вод, запашних вод, цукрового сиропу і колеру.

Спиртовані води застосовують для зниження міцності коньячного спирту. Готують спиртовані води шляхом розведення коньячних спиртів середнього для даної марки коньяку віку зм'якшеною водою до міцності 20...25%.

Для приготування коньяку, тобто для зниження міцності коньячного спирту, використовується також **зм'якшена вода**, яку готують з питної води шляхом дистиляції або оброблення іонообмінним способом до твердості 0,36 ммоль/дм³.

Для підсилення аромату і зм'якшення смаку коньяку в купаж вносять **запашні води**.

Цукровий сироп застосовують для зм'якшення смаку коньяків. Готують цукровий сироп розчиненням цукру в зм'якшеній воді з подальшим внесенням витриманих коньячних спиртів до об'ємної частки спирту 40% і лимонної кислоти.

Для надання коньякам більш інтенсивного забарвлення в купаж вносять **колер**, який готують шляхом термічної карамелізації при температурі 180...200°C. Колер рекомендується спиртувати витриманим коньячним спиртом до міцності 25...30%.

Перераховані вище компоненти для купажу використовують тільки при одержанні ординарних коньяків. При виробництві марочних коньяків поряд з коньячним спиртом у купаж уводять тільки спиртовані води і цукровий сироп.

Незважаючи на те, що коньяк – відносно стійкий напій, однак при тривалому зберіганні в ньому спостерігається помутніння і випадання осадів (кальцієвих, колоїдних і білкових). Тому для досягнення стабільної прозорості купажі піддають обробленню оклеювальними матеріалами: риб'ячим клеєм, желатином, яєчним білком або бентонітом, деметалізаторами (жовтою кров'яною сіллю, фітином), холодом при температурі 8...12° С протягом 5–10 діб. Після цього коньяки фільтрують, дають їм відпочити (ординарні на термін не менше 3 міс., марочні групи КВ – не менше 6 міс., КВВЯ і КС – не менше року), знову фільтрують і направляють на розлив у пляшки, що перед розливом обполіскують коньяком.

Поряд з коньяком вітчизняною промисловістю випускаються різні коньячні напої, що наготовляють з невитриманих коньячних спиртів. За різними характеристиками, кондиціями і кольором вони відповідають ординарним коньякам. **Технологія коньячних напоїв** полягає в тому, що молодий коньячний спирт або готовий купаж пропускають у потоці через дубову деревину, попередньо оброблену спеціальним способом.

До складу купажу коньячних напоїв входять молодий коньячний спирт, дистильована, або зм'якшена вода, цукровий сироп і колер. Екстракція купажною сумішшю різних компонентів деревини триває 15–20 днів при температурі 20...25° С. Надалі коньячний напій фільтрують і розливають у пляшки.

Міцні алкогольні напої «Бренді»

Бренді – міцний алкогольний напій, що є продуктом дистиляції виноградного вина і зброджених плодово-ягідних соків. Слово *vgrandie* у перекладі з голландського означає перепалене і перегнане вино.

Зважаючи на спосіб приготування і міцність виділяють три різновиди бренді: міцне бренді, бренді граппа і власне бренді.

Міцне бренді – об’ємна частка спирту 80...90%, одержують перегонкою зброджених соків і вичавок. Використовують такі бренді в невеликих кількостях для витримки, попередньо розбавивши дистильованою водою, а також для приготування кріплених вин.

Бренді граппа – об’ємна частка спирту 70...80%, виробляють зі збродженої пресованої мезги, яку потім піддають дворазовій перегонці; витримку не проводять і після розведення дистильованою водою вживають як готовий алкогольний напій.

Власне бренді має об’ємну частку спирту 57...72%, готують з вина або зброджених соків шляхом дистиляції з подальшою витримкою готового продукту. Такий вид бренді дуже поширений у світі і залежно від вихідної сировини, способу дистиляції, умов витримки може мати кілька технологічних варіантів виробництва і відповідні національні назви: «Слив’янка» (основна сировина сливи), «Кальвадос» (основна сировина – яблука), «Чача» (основна сировина – вичавки винограду), «Ракія» (основна сировина – сливові і виноградні вичавки), «Вільям» (основна сировина – груша), «Кирш» (основна сировина – вишня), «Бука» (основна – сировина інжир), «Саке» (основна сировина – рис), «Брюно» (основна сировина – чорнослив) та ін.

Чітких меж асортименту алкогольних напоїв, які належать до класу бренді, нині не існує. Під словом *Бренді* у багатьох країнах світу мають на увазі коньяки, горілки, настойки, так як в основу технологій більшості цих напоїв покладений принцип дистиляції – поділ багатокомпонентних рідких сумішей на фракції, що відрізняються за складом.

Контрольні питання

1. Класифікація і склад виноградних вин.
2. Принципова схема виробництва виноградних вин.
3. Перероблення винограду й отримання виноматеріалів.
4. Оброблення виноматеріалів. Витримка і розлив вин.
5. Особливості одержання шампанських виноматеріалів. Методи шампанізації.
6. Історичні умови виникнення та розвитку коньячного виробництва у світі.
7. Що таке коньячна барда і запашні речовини?
8. Групи марочних і ординарних коньяків.
9. Що таке коньячний виноматеріал і коньячний спирт?
10. Коньяки типу Бренді.
11. Які сорти винограду використовуються для виробництва коньячних виноматеріалів?
12. Характеристика коньячних виноматеріалів.
13. Періодичний спосіб перегонки коньячних виноматеріалів.
14. Безперервний спосіб перегонки коньячних виноматеріалів.
15. Витримка коньячних спиртів.
16. Роль компонентів деревини дуба у формуванні якісних показників коньяку.
17. Способи прискорення дозрівання коньячних спиртів.
18. Органолептичне оцінювання коньяків.
19. Фальсифікація коньяків.
20. Недоліки коньяків.
21. Дегустаційне оцінювання коньяків.

Розділ 10

ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРУ І ЦУКРИСТИХ РЕЧОВИН

10.1. Технологія цукру білого кристалічного

Характеристика сировини для виробництва цукру.

В Україні як сировину для промислового виробництва цукру використовують цукрові буряки, які є дворічною рослиною. На першому році розвитку рослини з насіння виростає соковитий коренеплід, що містить сахарозу. На другому році з кореня утворюються цвітоносні пагони, на яких розвиваються листки і квітки. З квіток утворюються коробочки, в яких досягає насіння. Для промислового перероблення використовують коренеплоди першого року розвитку.

Орієнтовний хімічний склад цукрових буряків наведено на рис 10.1.

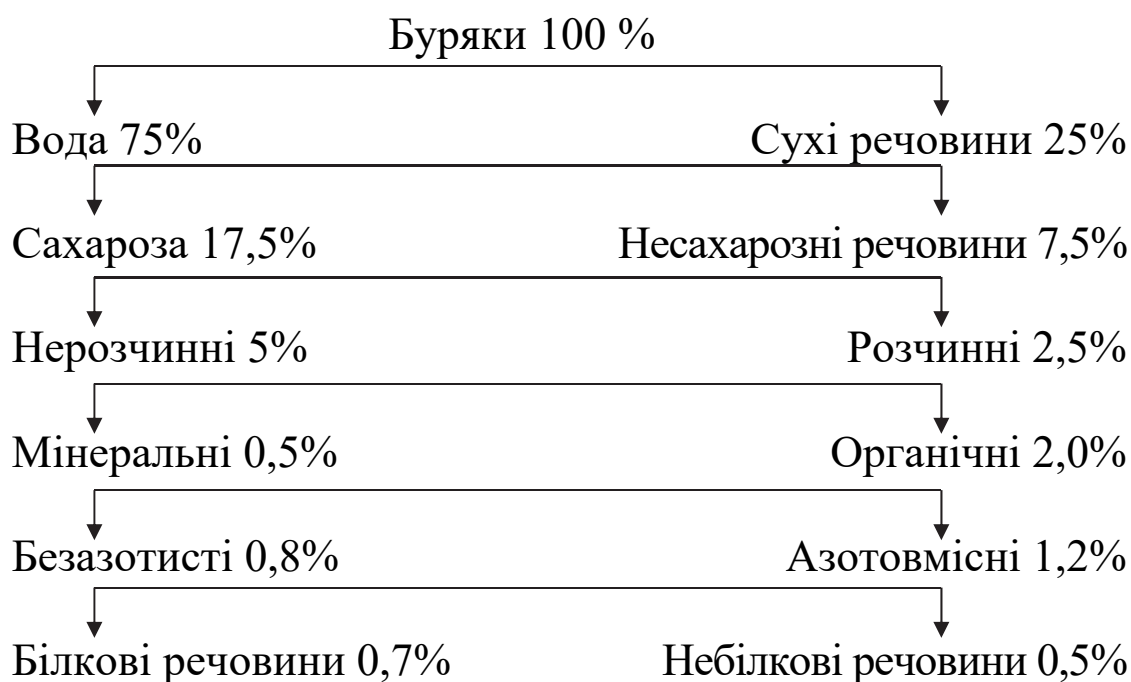


Рис. 10.1. Середній хімічний склад цукрових буряків, %

Джерело: розроблено авторами.

Для визначення якості продуктів цукрового виробництва введено показник «чистота» (Ч), який показує вміст сахарози (Сх) у сухих речовинах (СР) розчину у відсотках:

$$\text{Ч} = \frac{\text{Сх}}{\text{СР}} \times 100\%$$

До складу нерозчинних несахарозних речовин цукрових буряків входять клітковина (целюлоза і геміцелюлоза) та пектинові речовини. Останні при підвищенні температури до 80° С та в лужному середовищі можуть переходити в розчин і сповільнювати процеси фільтрування соку. Ці властивості пектинових речовин ураховують при розробленні технологічних режимів перероблення цукрових буряків.

Розчинні несахарозні речовини негативно впливають на протікання технологічних процесів при виробництві цукру, тому їх необхідно максимально видалити в процесі очищення соку.

Мінеральні речовини надходять у рослину із ґрунту. Найважливіше значення серед них мають катіони калію та натрію, які є сильними мелясоутворювачами і визначають втрати сахарози в мелясі.

До органічних безазотистих речовин належать інвертний цукор, пектинові речовини, що входять до складу соку бурякової тканини, органічні кислоти, жир, сапонін та ін.

Азотовмісні речовини, які входять до складу білків, є нешкідливою частиною азотовмісних речовин для виробництва цукру, оскільки вони коагулюють при нагріванні та при дії катіонів кальцію в процесі виробництва і видаляються із соку з осадом. Інші азотовмісні речовини – бетаїн, амідні кислот, солі амонію та амінокислоти не видаляються в процесі виробництва і переходять у мелясу, збільшуючи вміст у ній сахарози і, відповідно, зменшуючи вихід готової

продукції – кристалічного цукру. Вихід кристалічного цукру становить 11...12% до маси буряків, які перероблюються.

Як зазначено вище, при виробництві цукру значні проблеми створюють розчинні несахарозні речовини, що входять до складу бурякової тканини, оскільки вони в процесі екстрагування з неї сахарози переходять у розчин і заважають подальшим технологічним процесам отримання якісного цукру. На їх видалення спрямована сучасна технологія перероблення цукрових буряків.

Технологічні стадії перероблення цукрових буряків.
Цукровий завод – це велике підприємство, оснащене сучасним обладнанням, що працює за схемою з безперервними технологічними процесами. Середнє за потужністю підприємство переробляє на добу близько 6 000 т цукрових буряків. Виробництво цукру є сезонним. Сезон закінчується після повного перероблення заготовленої сировини.

Виробництво цукру з цукрових буряків включає такі основні технологічні стадії:

- очищення буряків від домішок (землі, піску, камінців, залишків гички);
- мийка буряків та визначення їх маси;
- подрібнення буряків з отриманням бурякової стружки та отримання дифузійного соку;
- очищення дифузійного соку вапном та діоксидом вуглецю від несахарозних речовин;
- згущення очищеного соку за рахунок випарювання води і отримання сиропу;
- викристалізовування сахарози з сиропу, відділення кристалічного цукру від міжкристального розчину, висушування отриманого цукру та його пакування.

До додаткових процесів бурякоцукрового виробництва належать отримання вапна та вапняного молока, сатураційного та сульфітаційного газів, пресування, висушування та брикетування жому.

Цукрові буряки, що надходять на завод для перероблення, містять 8...10% механічних домішок (гичка, бур'яни, пісок, камінці, земля та ін.), які необхідно відділити, а буряки помити. Для видалення механічних домішок установлюють уловлювачі легких домішок та каменеуловлювачі. Перед миттям цукрових буряків відділяють забруднену воду. Відділення механічних домішок продовжується у бурякомийці, яка оснащена відповідними пристроями.

Після миття буряки направляють на автоматичні ваги для зважування з метою обліку перероблених буряків та для організації контролю виробництва, і далі на перероблення.

Сахарозу з буряків вилучають способом екстракції, який полягає в протитечійному обробленні бурякової стружки гарячою водою. При цьому сахароза та розчинні несахарозні речовини переходять (дифундують) у воду, в результаті чого їх вміст у буряковій стружці зменшується, а у воді – збільшується під дією градієнта концентрації. З підвищенням температури дифузія розчинних речовин із стружки підвищується, тому процес екстракції сахарози проводять при температурі 68...70° С. Підвищення температури вище вказаної небажане, оскільки в розчин може перейти частина пектинових речовин, які з нерозчинного стану (протопектину) перетворюються в розчинний (гідратопектин) і будуть сповільнювати процеси фільтрування соку.

Буряковий сік знаходиться у вакуолях клітин рослини, які покриті шаром протоплазми. Протоплазма є напівпроникною, тому що вона пропускає молекули води, в обох напрямках, але не випускає з клітин молекули розчинених речовин.

При нагріванні до температури 60...70° С в білковій протоплазмі утворюються щілини, через які можуть дифундувати молекули розчинених речовин, розміри яких менші за розміри щілин у протоплазмі. Частина розчинених несахарозних речовин, розміри молекул яких більші за розміри щілин у протоплазмі, залишаються в клітинах і не переходять у дифузійний сік, у результаті чого чистота дифузійного соку буде вищою за чистоту клітинного соку. Це явище називається ефектом очищення соку при екстракції сахарози з бурякової клітини. Схема протитечійного вилучення сахарози з бурякової стружки показана на рис. 10.2.

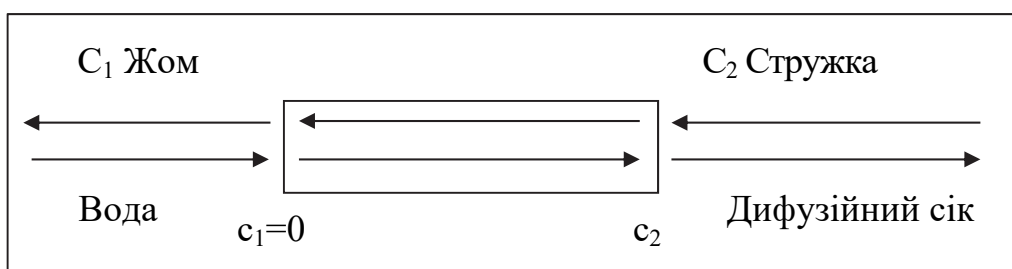


Рис.10.2. Схема протитечійного вилучення сахарози з бурякової стружки

Джерело: розроблено авторами.

Бурякова стружка з концентрацією сахарози C_2 подається в екстрактор. Протитечійно стружці рухається гаряча вода. В процесі екстракції сахароза переходить у воду і утворюється дифузійний сік. Висолоджена стружка (жом) виходить з екстрактора з концентрацією сахарози C_1 .

Концентрація сахарози в дифузійному соку c_2 дорівнює:

$$c_2 = C_2 - C_1$$

Вміст сахарози в жомі – 0,3%, чистота дифузійного соку – 85...86 %, вміст сухих речовин у дифузійному соку – 14...16%. Жом направляють на жомові преси, відпресовують і подають на зберігання або в жомосушильне відділення для висушування. Жомопресову воду після відділення мезги та відстоювання повертають у екстрактор для повторного використання.

Дифузійний сік відділяють від піску та мезги і направляють на очищення.

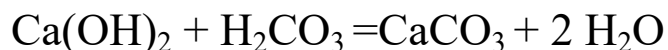
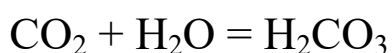
У дифузійний сік, крім сахарози, переходить значна кількість несахарозних речовин, які мають різні хімічні властивості. Вони суттєво сповільнюють процес кристалізації сахарози і збільшують вміст сахарози в мелясі. Встановлено, що одна частина несахарозних речовин утримує від кристалізації і переводить в мелясу 1,5 частин сахарози. Для видалення цих речовин застосовують вапно CaO у вигляді вапняного молока Ca(OH)_2 – цей процес називається *дефекація* (або *вапнування*) з подальшим обробленням соку сатураційним газом CO_2 (сатурація). CaO і CO_2 утворюються при випалюванні вапняку CaCO_3 у вапновипалювальних печах при температурі 1200°C .

Сучасна технологічна схема очищення дифузійного соку включає холодну прогресивну переддефекацію, комбіновану холодно-гарячу основну дефекацію, першу сатурацію і додаткову гарячу дефекацію перед другою сатурацією. Оброблення вапном і сатураційним газом дифузійного соку в два ступені пов'язане з тим, що різні несахарозні речовини, які перейшли в дифузійний сік, мають різні хімічні властивості і видалення їх із соку відбувається за різних значень рН і температури.

За цією схемою дифузійний сік після відділення мезги подається у переддефекатор, де прогресивно (з поступовим підвищенням рН соку) змішується з суспензією соку другої або першої сатурації та вапняним молоком до рН 10,8...11,6.

Під дією вапна відбувається нейтралізація кислот соку, коагуляція речовин колоїдної дисперсності і високомолекулярних сполук (ВМС) та осадження важкорозчинних солей кальцію. Загальні витрати вапна на переддефекацію становить 0,2...0,3% до маси буряків.

Із переддефекатора сік самопливом переливається в апарат холодної основної дефекації, де змішується з вапняним молоком в кількості 1,0...1,8% CaO до маси буряків (до рН 12,2...12,3), витримується 20 хв, потім нагрівається до температури 85...90° С і проводиться гаряча основна дефекація протягом 10 хв. При цьому відбуваються реакції розкладання несахарозних речовин та подальше осадження аніонів кислот, які утворюють з Ca²⁺ нерозчинні солі. З дефекатора сік подається на першу сатурацію, де обробляється сатураційним газом CO₂ до рН 10,8...11,6. При взаємодії CO₂ з водою утворюється вугільна кислота H₂CO₃, яка при взаємодії з гідроксидом кальцію утворює дрібнокристалічний карбонат кальцію CaCO₃, на поверхні якого адсорбуються розчинені несахарозні речовини.



На першій сатурації не все вапно перетворюють у CaCO₃, частину його залишають у соку для того, щоб не знизити рН нижче оптимального і не допустити розчинення (пептизації) осаджених на переддефекації несахарозних речовин. Далі сік першої сатурації, що містить сатураційний

осад (частки CaCO_3 з адсорбованими на їх поверхні несахарозними речовинами та коагулянт, який утворився на попередній дефекації), розділяють на фільтрах-згущувачах на дві фракції: фільтрований сік першої сатурації та згущену суспензію. Цю суспензію направляють на вакуум-фільтри, видаляють осад, а сік разом з фільтрованим соком після вакуум-фільтрів обробляють вапняним молоком (в кількості 0,2...0,3% CaO до маси буряків), нагрівають до температури 92...95° С, проводять додаткову дефекацію для остаточного розкладання несахарозних речовин і подають на другу сатурацію, де сатурують до лужності 0,02...0,03% CaO (рН 9,0...9,5). Принципова технологічна схема очищення дифузійного соку наведена на рис. 10.3.

Після другої сатурації сік фільтрують для видалення осаду і сульфітують газом SO_2 , який отримують при спалюванні сірки, до рН 8,5...8,8 з метою зменшення забарвленості соку та упередженням утворенню забарвлених речовин при випарюванні води з соку. Суспензію соку другої сатурації повертають у переддефекатор, а сульфітований сік нагрівають до температури 126° С і згущують під розрідженням (при тиску, нижчому за атмосферний) для зниження температури кипіння соку з метою зменшення втрат сахарози від термічного розкладання у випарній установці до отримання сиропу з вмістом сухих речовин 65%.

До нього додають розчин цукру другої і третьої кристалізації в очищеному соку другої сатурації (клеровку). Цю суміш сульфітують до рН 7,8...8,2 для зменшення в'язкості та знебарвлення забарвлених речовин, нагрівають і подають у продуктове відділення для отримання кристалічного цукру.

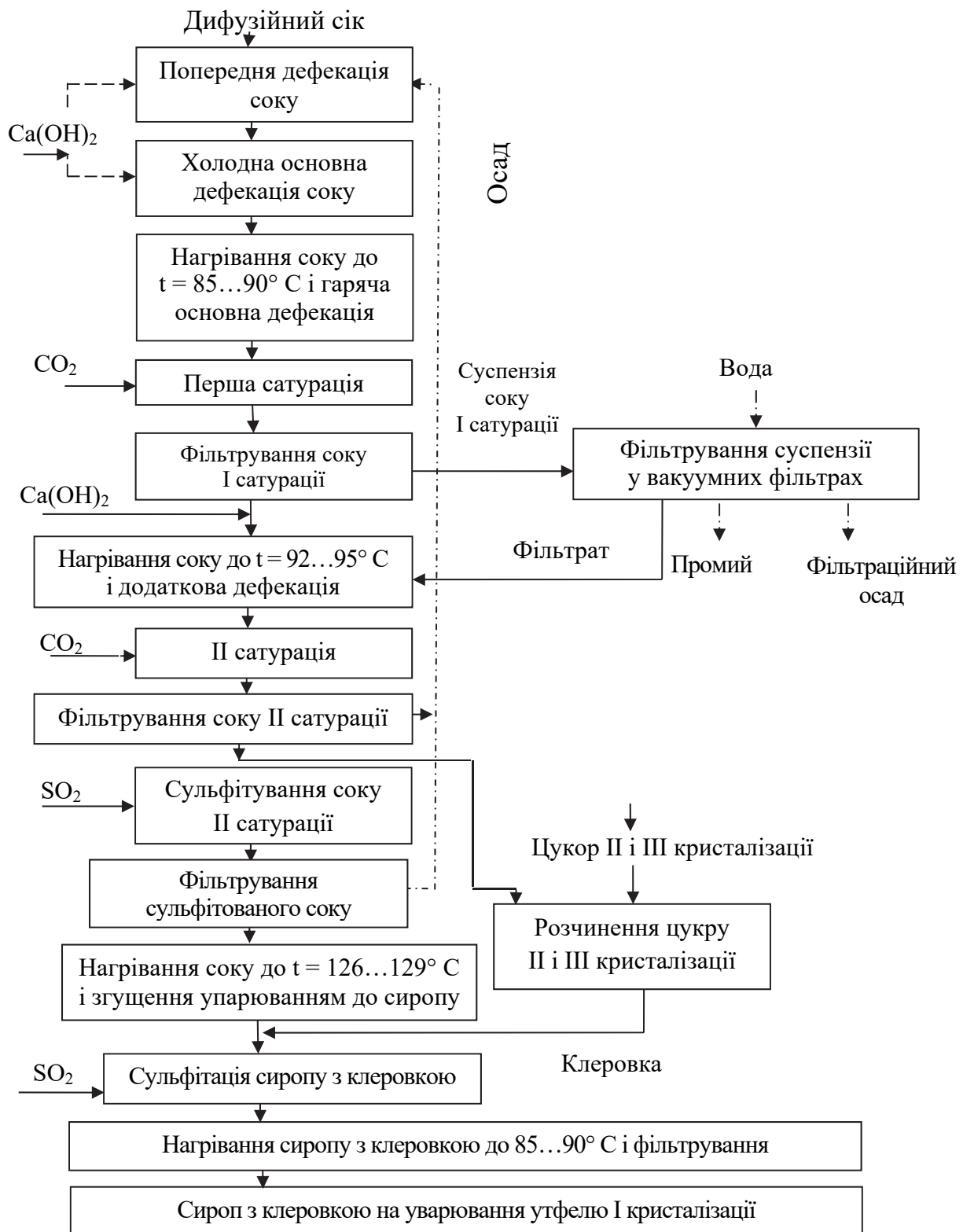


Рис.10.3. Принципова технологічна схема очищення дифузійного соку

Джерело: розроблено авторами.

Виділення сахарози в кристалічному вигляді можливе лише з перенасичених розчинів. Перенасичений розчин сахарози можна отримати подальшим випаровуванням води з насиченого розчину або охолодженням насиченого розчину.

Для оцінювання ступеня перенасичення введено поняття коефіцієнта перенасичення, який показує у скільки разів більше розчинено сахарози в одній частині води перенасиченого розчину порівняно з насиченим за тієї самої температури.

Кристалізація сахарози включає дві стадії: на першій стадії утворюються центри кристалізації, протягом другої стадії відбувається нарощування цих центрів кристалізації до отримання кристалів заданого розміру з певною швидкістю. В певному інтервалі перенасичення (1,0...1,2), який називають метастабільною зоною, центри кристалізації не утворюються, а сахароза може викристалізовуватися лише на кристалах, які внесені в розчин ззовні. В розчинах, які мають коефіцієнт перенасичення 1,3 і більше та називаються лабільними (нестійкими), кристали не лише зростають, а й самовільно утворюються нові центри кристалізації. В інтервалі коефіцієнта перенасичення 1,2...1,3 є проміжна зона, в якій нові кристали хоч і утворюються, але дуже повільно.

Різниця концентрацій у перенасиченому та насиченому розчинах є рушійною силою процесу кристалізації. Регулюючи перенасичення розчину сахарози, можна створити умови, за яких швидкість росту кристалів, що є у розчині, буде максимальною, а швидкість утворення нових кристалів – мінімальною.

Практично на цукрових заводах у сироп, згущений до лабільного стану, вводять тонко подрібнену цукрову пудру (або пасту), яка є «затравкою» для утворення в усьому об'ємі розчину нових центрів кристалізації. Цей процес називають «заведенням кристалів». Потім проводять нарощування кристалів, підтримуючи коефіцієнт перенасичення в оптимальному інтервалі.

Відповідно до представленої схеми (див. рис. 10.4) сироп з клеровкою (розчином жовтого цукру другої кристалізації та рафінованого жовтого цукру третьої кристалізації) уварюють у вакуум-апаратах першої кристалізації й отримують утфель першої кристалізації (суміш кристалів цукру з міжкристальним розчином). Відокремлення кристалів від міжкристального розчину відбувається на центрифугах під дією відцентрової сили. Після відділення міжкристального розчину (перший відтік) кристали цукру промивають гарячою водою, при цьому отримують другий відтік. Відтоки утфеля першої кристалізації уварюють у вакуум-апаратах другої кристалізації й отримують утфель другої кристалізації. Отриманий утфель направляють на центрифуги другої кристалізації й одержують жовтий цукор другої кристалізації і два відтоки, які уварюють у вакуум-апаратах третьої кристалізації й отримують утфель третьої кристалізації. В ньому містяться всі несахарозні речовини, які надійшли в продуктове відділення разом з сиропом, тому він має високу в'язкість, яка сповільнює процес викристалізовування сахарози з міжкристального розчину. Для більш повного вилучення сахарози з міжкристального розчину утфеля третьої кристалізації цей процес проводять у утфелемішалках при поступовому охолодженні утфеля до температури 40...45° С. протягом 24–32 год. Перед центрифугуванням утфель нагрівають на 5...7° С для зменшення в'язкості. Після центрифугування отримують жовтий цукор третьої кристалізації, який не промивають, і відтік – мелясу, яка містить 46...48% сахарози, чистота меляси – 56...60%. Вона є побічною продукцією бурякоцукрового виробництва і використовується для виробництва етилового спирту, лимонної кислоти, амінокислот та інших цінних продуктів.

Жовтий цукор третьої кристалізації має на поверхні кристалів низькоякісну плівку меляси, для заміни якої на більш високоякісну плівку проводять афінацію, для чого його змішують з першим відтоком утфеля першої кристалізації й

отримують афінаційний утфель. При центрифугуванні афінаційного утфеля отримують афінований жовтий цукор третьої кристалізації, який разом з жовтим цукром другої кристалізації розчиняють фільтрованим соком другої сатурації й отримують клеровку, яку разом з сиропом направляють на сульфітацію та отримання утфеля першої кристалізації. Афінаційний відтік повертають на уварювання утфеля третьої кристалізації.

Робота продуктового відділення регулюється шляхом підтримання певних значень чистоти меляси та утфеля третьої кристалізації, характерних для даного заводу, а також чистоти утфеля першої кристалізації для забезпечення отримання цукру стандартної якості. Принципова технологічна схема продуктового відділення цукрового заводу представлена на рис.10.4.

За мікробіологічними показниками цукор для окремих споживачів (виробництво продуктів дитячого харчування, молочних консервів та біофармацевтичної промисловості) повинен відповідати вимогам, які наведені в табл. 10.1, 10.2.

Таблиця 10.1

Мікробіологічні показники

Назва показника	Значення
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів: колоній утворюючих одиниць (КУО) в 1 г, не більше ніж	1,0·03
Плісняві гриби. КУО в 1 г, не більше ніж	1,0·10
Дріжджі. КУО в 1 г, не більше ніж	1,0·10
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1 г	Не допускають
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	Не допускають

Джерело: розроблено автором.

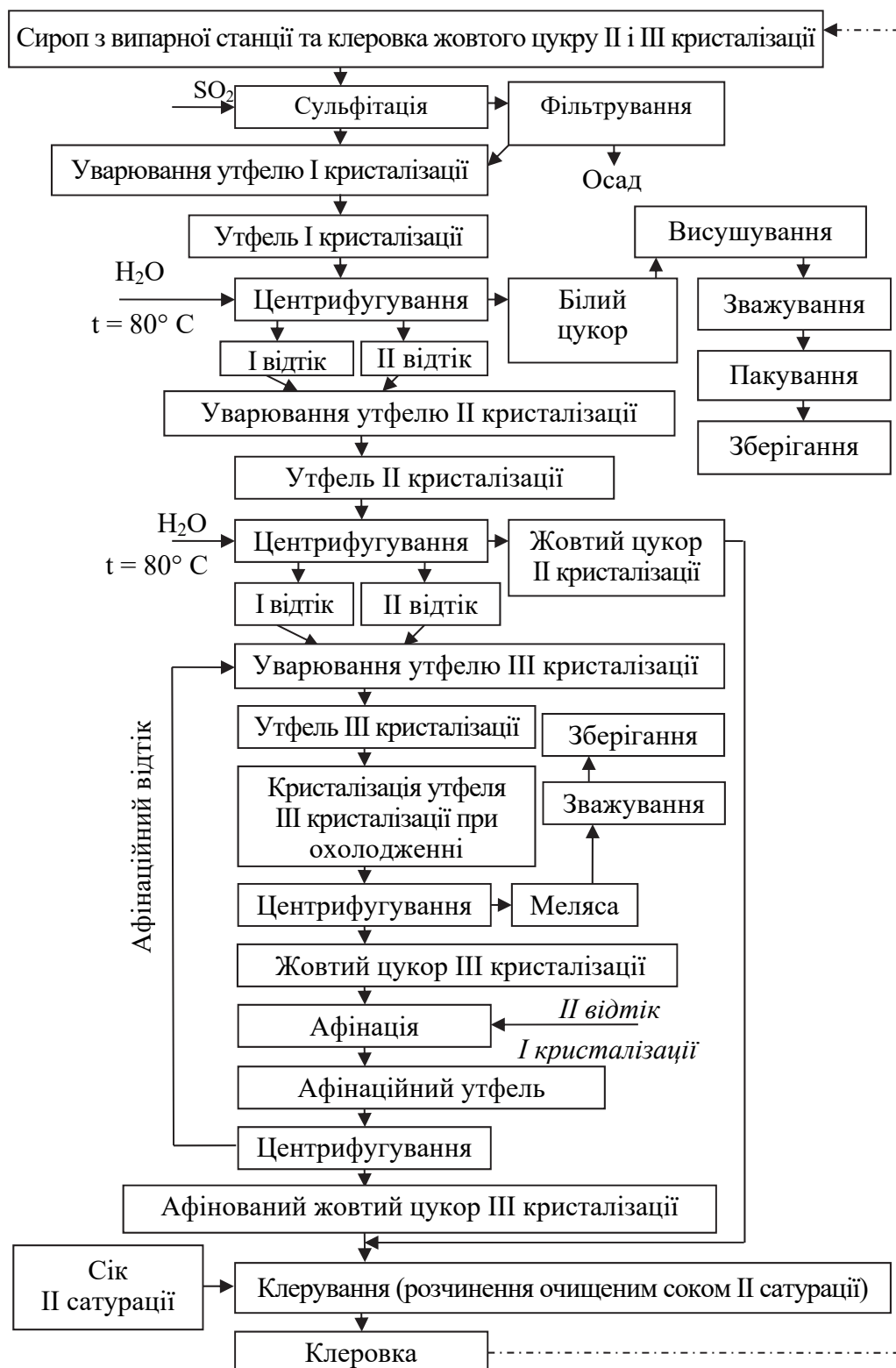


Рис. 10.4. Трьохкристалізаційна схема продуктового відділення цукрового заводу

Джерело: розроблено автором.

Таблиця 10.2

Фізико-хімічні показники білого цукру

Назва показника	Значення за категоріями кристалічного цукру, сахарози для шампанського і цукрової пудри			
	1	2	3	4
Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж	99,7	99,7	99,61	99,5
Масова частка редукуючих речовин (у перерахунку на суху речовину), %, не більше ніж	0.04	0,04	0,05	0,065
Масова частка вологи, %, не більше ніж:				
кристалічного цукру	0,1	0,1	0,14	0,15
сахарози для шампанського	0,1	0,1	—	—
цукрової пудри	0,2	0,2	0,2	—
Масова частка золи (у перерахунку на суху речовину), %, не більше ніж:				
%	0,027	0,04	0,04	0,05
балів 1 бал ~ 0,0018 %	15,0	—	—	—
Забарвленість у розчині, не більше ніж:				
одиниць ICUMSA	45,0	60,0	104,0	195,0
балів 1 бал = 7,5 од. ICUMSA	6	8	—	—
ум. од.	—	—	0,8	1,5
Масова частка феродомішок, %, не більше ніж:	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Величина окремих часток феродомішок, у найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж	0,5	0,5	0,56	0,5

Джерело: розроблено автором.

Білий цукор зберігають у сухих провітрюваних складах при відносній вологості повітря 70%.

10.2. Технологія рафінаду

Метою рафінування цукру-піску або тростинного цукру-сирцю є максимальне видалення домішок і отримання практично чистої сахарози (вміст домішок у рафінаді допускається не більше 0,1%). Цукор-рафінад виробляють у такому асортименті: грудковий – пресований швидкорозчинний, грудковий пресований з властивостями литого, грудковий пресований у дрібній упаковці (дорожний), рафінований цукор-пісок та рафінадна пудра.

За органолептичними показниками цукор-рафінад, рафінований цукор-пісок та рафінадна пудра повинні відповідати таким вимогам: колір білий, чистий без сторонніх домішок, смак солодкий без стороннього присмаку і запаху як в сухому цукрі, так і в його водному розчині, розчинність у воді повинна бути повною, розчин повинен бути прозорим.

Основним процесом рафінування є відділення сахарози від несахарозних речовин шляхом її перекристалізації, але кінцевий вміст несахарозних речовин у цукрі-рафінаді залежить від їх концентрації у вихідному розчині, тому розчини цукру очищають за допомогою адсорбентів, які адсорбують на своїй поверхні забарвлені речовини. Як адсорбенти використовують активоване вугілля, іоніти та карбонат кальцію. Кристалізація порівняно з адсорбцією є більш потужним способом очищення, оскільки при цьому в міжкристальному розчині залишаються майже всі мінеральні та органічні домішки.

На рис. 10.5 наведена структурна схема виробництва цукру-рафінаду з двома рафінадними кристалізаціями.

За цією схемою цукор-пісок розчиняють гарячою водою до концентрації сиропу, відділяють від механічних домішок фільтруванням, знебарвлюють адсорбентами, ще раз фільтрують і уварюють у вакуум-апараті. При цьому отримують утфель першого рафінаду, центрифугують. Кристали цукру пробілюють клерсом (сиропом, отриманим із цукру високої якості), підсиненим ультрамарином або індигокарміном і отримують рафінадну кашку з вологістю близько 2%.

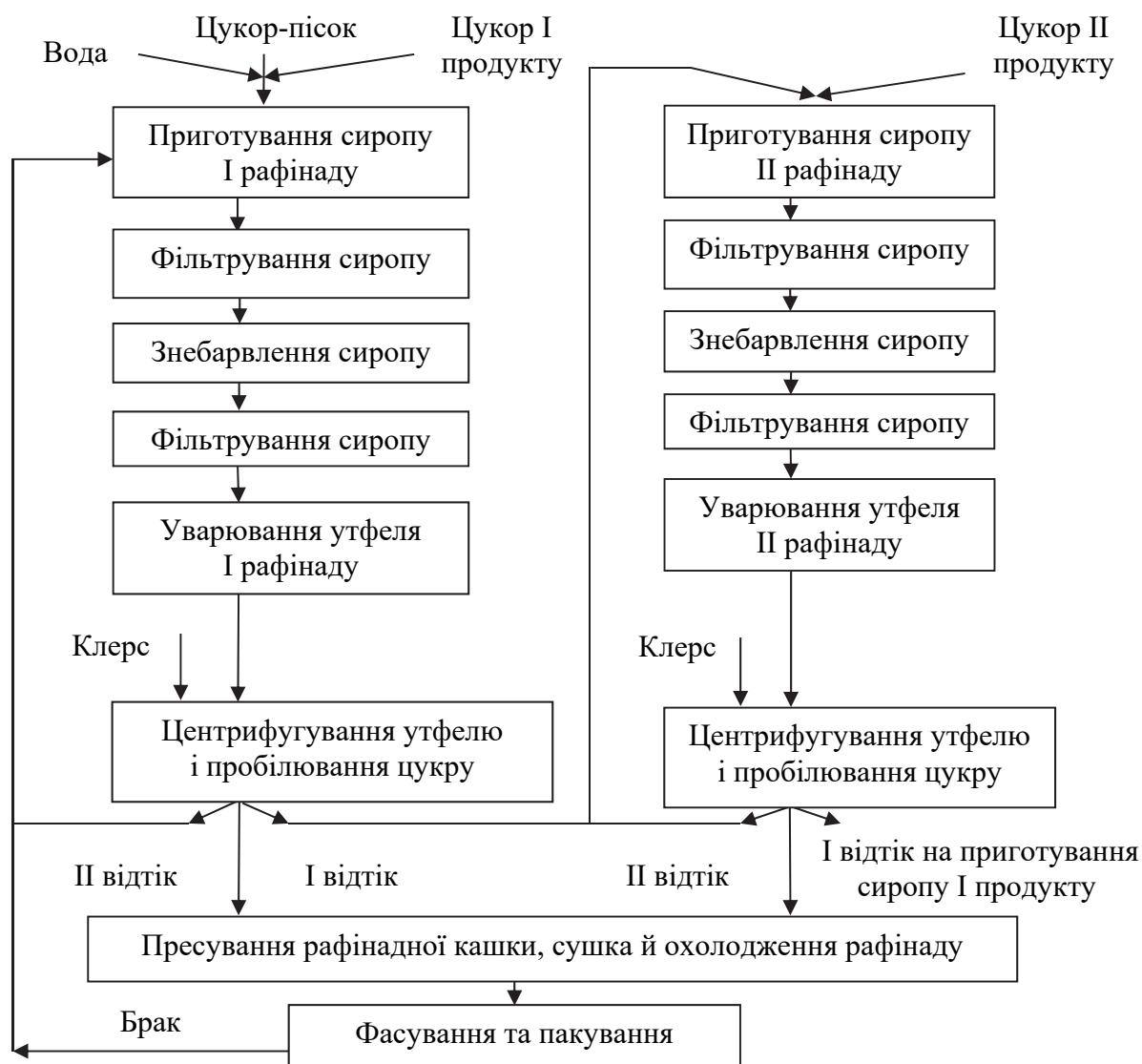


Рис. 10.5. Технологічна схема виробництва рафінаду
Джерело: розроблено автором.

Другий відтік після центрифуги повертають у сироп першого рафінаду, а з першого відтоку готують сироп другої рафінадної кристалізації, який очищають і уварюють за аналогією першим рафінадом, та отримують рафінадну кашку.

Рафінадну кашку першого і другого рафінаду змішують, пресують з отриманням шматочків рафінаду на пресах і висушують. Другий відтік другого рафінаду повертають на

приготування сиропу другого рафінаду, а перший відтік направляють на уварювання утфеля першого продукту. Знецукрення першого відтоку другого рафінаду проводять у три ступені, отримуючи жовтий цукор першого, другого, і третього продукту та рафінадну патоку. Цукор першого продукту використовують для приготування сиропу першого рафінаду, цукор другого продукту – для приготування сиропу другого рафінаду, а цукор третього продукту – для приготування сиропу першого продукту.



Рис. 10.6. Процес сушіння і охолодження цукру-рафінаду

Джерело: <https://www.skyscrapercity.com>.

Вихід цукру-рафінаду становить 98,5% до маси введеної сахарози, а втрати сахарози (1,5%) складаються із втрат у рафінадній патоці – 0,9%, з фільтраційним осадом – 0,1% та 0,5%, зумовлених термохімічним розкладанням сахарози та життєдіяльністю мікроорганізмів (рис. 10.6).

10.3. Інші види цукристих речовин

Сахароза для шампанського. Розмір кристалів повинен бути в межах 1,0–2,5 мм, чистота – 99,7%, вологість не більше 0,1%, масова частка редукуючих речовин – 0,04%, золи – не більше 0,027%, кольоровість – не більше 45 ум. міжнар. од. ICUMSA. Сировиною для виробництва сахарози для шампанського використовують кристалічний цукор, кольоровість якого не більше 104 од. ICUMSA. Для отримання такого цукру утфель центрифугують у вертикальних циклічних центрифугах, кристали сахарози ретельно промивають чистою гарячою водою, пропарюють сухою парою і досушують на повітрі.

Цукрова пудра – це подрібнені кристали білого цукру, розміром не більше 0,2 мм, вологість якого перед подрібненням повинна бути не більше 0,1%. Перед фасуванням для запобігання склеюванню кристалів дозволяється додавати до 2% крохмалю до маси продукту.

Помадний цукор. Для отримання вологого помадного цукру змішують білий цукор і глюкозу у співвідношенні 9:1, розчиняють у воді, згущують до перенасичення й охолоджують при перемішуванні. При цьому утворюються дрібні кристали і продукт перетворюється в білосніжну пасту. Сухий помадний цукор готують з суміші дрібних кристалів сахарози та інвертного цукру з додаванням води до консистенції помадки. Використовують помадний цукор у кондитерській промисловості.

Желюючий цукор отримують з пектину (0,8%), лимонної кислоти (0,6%), рафінованого цукру (98,2%) і води (0,4%). Окремі компоненти попередньо подрібнюють і ретельно перемішують. Желюючий цукор використовують для виготовлення мармеладу.

Швидкорозчинний цукор. При виготовленні швидко-розчинного цукру цукрову пудру подають у струмінь вологого

повітря, при цьому поверхня часток пудри покривається плівкою з розчиненого цукру, утворюючи м'які агломерати. При висушуванні волога видаляється, а агломерати набувають пористої структури з дуже великою площею поверхні, але при цьому він залишається мало гігроскопічним. Якщо такий цукор висипати в мірний циліндр з водою, то він розчиняється вже в процесі осадження.

Жовтий цукор містить 96% сахарози і близько 4% різних інгредієнтів – амінокислот, мікроелементів, вітамінів, органічних кислот. Вважають, що такий цукор менше впливає на зуби, що, в свою чергу, не спричинює карієс.

Цільний цукор. Для його отримання цукрові буряки подрібнюють, бланширують, віджимають сік, згущують його до сиропу, а потім висушують при розпилюванні й отримують порошок.

Кандіс – це крупні монокристали цукру розміром 8–10 мм.

Ратнісноу – це кристали цукру, покриті плівкою з рисового крохмалю в суміші з рослинною олією.

Кулерка – це карамелізований цукор.

Останні три види цукрів використовують для виготовлення оригінальних кондитерських виробів.

Контрольні питання

1. З яких моносахаридів складається дисахарид сахароза?
2. Як утворюється сахароза в цукрових буряках?
3. Навести хімічний склад цукрових буряків.
4. Навести технологічні стадії перероблення цукрових буряків.
5. Як здійснюється екстракція сахарози з бурякової тканини?
6. Як проводиться очищення дифузійного соку?
7. Чому вапняне молоко подається в трьох точках технологічної схеми, а не в одній?
8. Що таке дефекація та сатурація дифузійного соку?
9. З якою метою проводиться кристалізація сахарози?
10. Навести трьохкристалізаційну схему продуктового відділення цукрового заводу.
11. Як і з якою метою проводиться афінація жовтого цукру III кристалізації?
12. Навести асортимент цукру-рафінаду.
13. У чому полягає адсорбційне очищення розчинів сахарози?
14. Навести послідовність технологічних процесів при виробництві рафінадів.
15. Навести показники виходу рафінаду та втрат сахарози в процесі його виробництва.
16. Навести показники якості сахарози для шампанського та цукрової пудри.
17. Навести показники якості та сферу використання помадного та желуючого цукру.
18. Яке призначення жовтого та цільного цукор?
19. Які види спеціальних цукрів використовують для виготовлення оригінальних кондитерських виробів?

Розділ 11

ТЕХНОЛОГІЯ КРОХМАЛЮ ТА КРОХМАЛЕПРОДУКТІВ

11.1. Технологія картопляного крохмалю

Картопля як сировина для виробництва крохмалю. Картопля належить до групи бульбоплідних, розмножується вегетативно і культивується як однолітня рослина. Розмножується картопля бульбами. За часом дозрівання сорти картоплі поділяються на ранньо-, середньо- і пізньодозріваючі. Для виробництва крохмалю використовують середньо- і пізньодозріваючі сорти. Вегетативний період технічних сортів картоплі становить 90–150 діб. Вміст крохмалю в картоплі становить 15...20%.

Хімічний склад картоплі залежить від якості ґрунту, кліматичних умов, добрив, що застосовуються в процесі вегетації, ступеня зрілості та ін. Середній хімічний склад картоплі представлено на рис. 11.1.

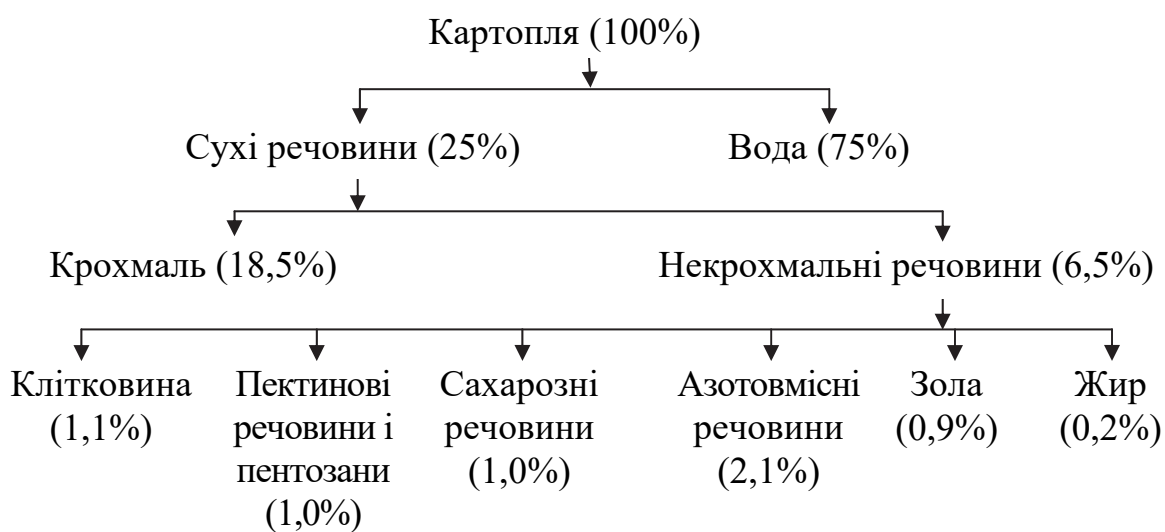


Рис 11.1. Середній хімічний склад картоплі

Джерело: розроблено авторами.

Сахарозні речовини, що містяться в клітинному соку картоплі – це глюкоза, фруктоза і сахароза. Збільшення вмісту сахарозних речовин можливе за рахунок гідролізу крохмалю, що призводить до його втрат у виробництві. Крім того, до складу картоплі входить глюкоалкалоїд соланін, який в малих дозах поліпшує смак і засвоюваність картоплі, а в великих є органічною отрутою. Картопля з вмістом соланіну понад 20 г у 100 кг непридатна для споживання.

Азотовмісні речовини поділяються на білкові і небілкові. У виробництві розчинні білкові речовини виводяться з соковими і промивними водами, а нерозчинні виводяться з мезгою.

Зола представлена переважно катіонами К та аніонами P_2O_5 . Розчинна частина золи виводиться з водами, а нерозчинна – з мезгою. Частина золи може залишатися в крохмалі, погіршуючи його якість.

Картопля містить вітаміни А, В₁, В₂, В₆, С, РР, що підвищує її біологічну цінність.

Технологічна схема виробництва картопляного крохмалю. Технологічний процес виробництва крохмалю із картоплі включає такі операції:

- підготування картоплі до перероблення;
- зважування картоплі;
- подрібнення картоплі на тертках;
- виділення з картопляної кашки клітинного соку;
- відділення і промивання грубої мезги;
- згущення крохмальної суспензії з метою виділення сокової води (сильно розбавленого клітинного соку);
- рафінування крохмальної суспензії (виділення та промивання дрібної мезги та піску);
- промивання крохмалю (очищення від залишку сокової води і тонких волокон мезги);
- зневоднення крохмалю;
- сушіння крохмалю;
- просіювання і магнітна сепарація крохмалю;
- пакування сухого крохмалю.

Технологічна схема картопляного крохмалю включає зазначені вище технологічні операції від підготування сировини та її перероблення до отримання сухого крохмалю.

Картопля, заготовлена для перероблення, зберігається у стаціонарних складах або буртах (спеціально оформлені купи трикутної або трапецієподібної форми). Необхідно передбачити активне вентилявання картоплі при зберіганні (оскільки відбувається процес дихання картоплі з виділенням тепла), яке необхідно відвести в теплий період зберігання. В холодний період бурти накривають спеціальними покривними матеріалами. Температура в початковий період повинна бути близько 15° С, у подальшому – близько 3° С.

На завод для перероблення картоплю транспортують по гідротранспортеру, в якому відбувається її часткове відмивання. Відділення легких та важких домішок відбувається у спеціальних відділювачах. Потім картоплю відмивають у мийках та зважують на автоматичних вагах для обліку виробництва. Зважену картоплю подрібнюють на тертках і відокремлюють клітинний сік. Мезгу промивають і отримують крохмальне молоко, яке направляють на рафінування (очищення), а мезга направляється на пресування, висушування і на виготовлення кормів для худоби. Очищений від піску та мезги сирий крохмаль зневоднюється, висушується і подається на пакування та зберігання (див. рис. 11.2).

Сорти картопляного крохмалю: екстра, вищий, перший, другий. Екстра та вищий повинні бути білого кольору з кристалічним блиском, першого сорту – білий, другого – білий з сіруватим відтінком. Кількість вкраплень допускається: для сорту екстра – 60 на 1 дм², зольність – 0,3%; для вищого – 280 на 1 дм² і зольність 1%. Відносна вологість у складах при зберіганні крохмалю – 70%.

Картопляний крохмаль характеризується високою здатністю до клейстеризації та утворення драглів і тому широко використовується в кулінарії та кондитерській промисловості, а також для виготовлення модифікованих крохмалів.

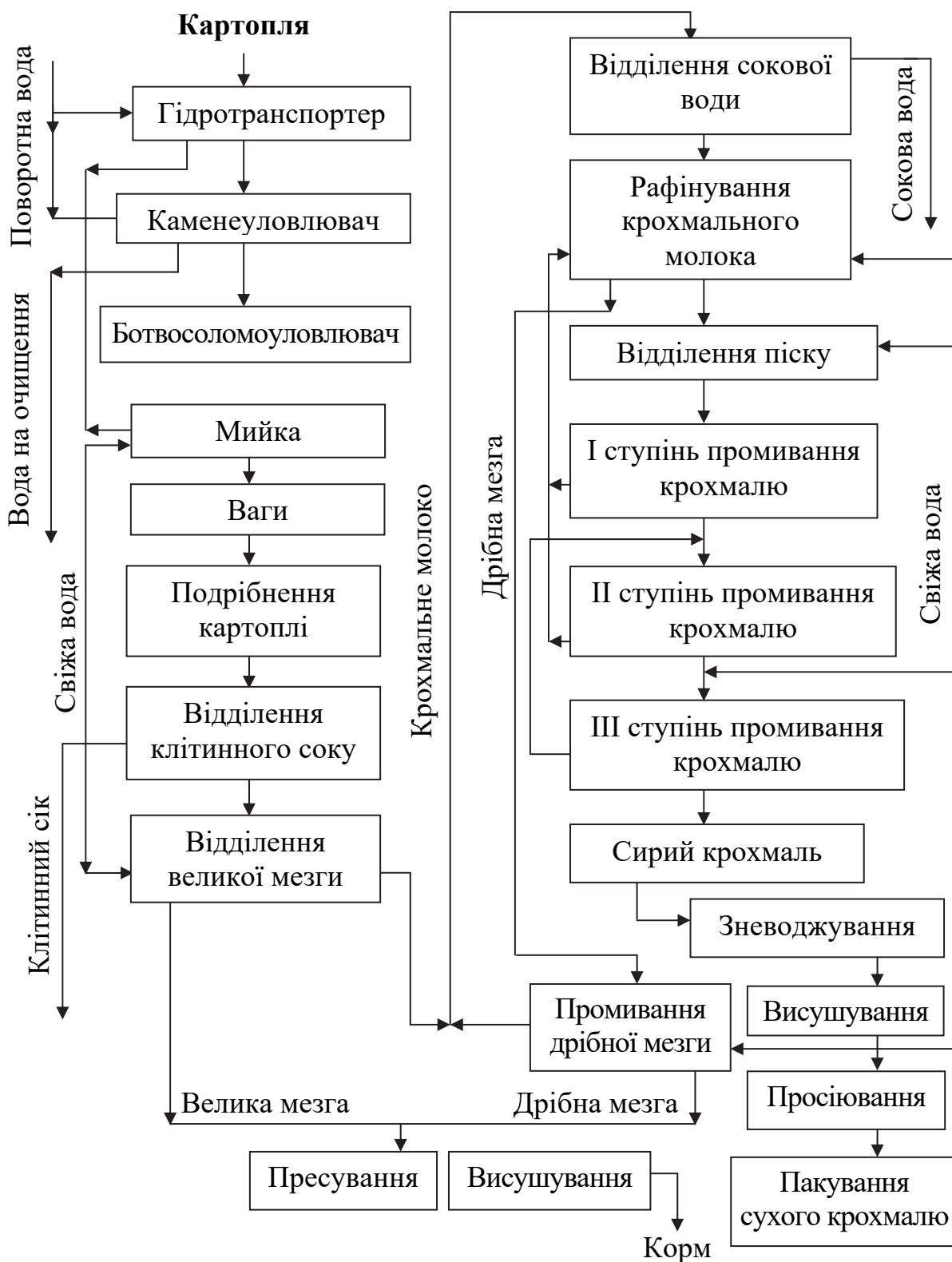


Рис. 11.2. Технологічна схема виробництва картопляного крохмалю
 Джерело: розроблено авторами.

11.2. Технологія кукурудзяного крохмалю

Кукурудза належить до родини злакових. Вона має товсте вузлувате стебло висотою до 3 м. На стеблі розміщується кілька качанів. У качані кукурудзи 75...85% маси належить зерну, а 15...25% стрижневі качана. Урожайність кукурудзи досягає 5 т з 1 га і навіть більше. Вегетаційний період становить 90–150 діб. Відомо понад 10 тис. сортів і гібридів кукурудзи. Для промислового перероблення на крохмаль відповідно до ГОСТ 13634–90 застосовують такі сорти кукурудзи: зубоподібна жовта, зубоподібна біла, кремениста жовта, кремениста біла, півзубоподібна жовта, півзубоподібна біла.

Середній хімічний склад кукурудзи включає такі компоненти (у відсотках) на 100% сухих речовин:

Крохмаль 68,0...74,0
Сирий білок 9,0...12,0
Жир 4,0...6,5
Сахарозні речовини 2,0...3,0
Пентозани 4,0...6,0
Зола 1,0...2,0
Інші речовини 2,5...3,0

Кукурудза може надходити на завод у зерні або в качанах. Зберігати кукурудзу в качанах краще, ніж у зерні, що пов'язане з можливістю вентильовання.

Технологічний процес виробництва кукурудзяного крохмалю починається з замочування зерна розчином сірчистої кислоти, концентрація якої 0,25%, для пом'якшення ендосперму та зменшення зв'язків між ендоспермом та зародком, який містить кукурудзяну олію. Температура при замочуванні зерна становить 48...50° С, термін процесу – 48–50 год.

Протягом замочування частина сухих речовин зерна переходить у розчин і утворюється екстракт, який відбирають і використовують у виробництві кормів для худоби. Зародок втрачає майже 85% неорганічних і близько 60% білкових речовин.

Вологість його в кінці замочування становить близько 60%, вологість ендосперму – 28...45%. Замочене зерно подрібнюється на дискових дробарках в дві стадії. Перша стадія – це грубе подрібнення зерна, при якому зародок залишається практично неушкодженим і його відокремлюють від кашки на гідроциклоннах. Після другої, більш ретельної, стадії подібнення зерна зародок також відділяється. Відділений зародок промивають, висушують і направляють на преси для отримання кукурудзяної олії.

Після відокремлення зародка проводять тонке подрібнення кашки для звільнення зерен крохмалю. Отримана кашка містить вільний крохмаль, зв'язаний крохмаль (до 17%), рідку фазу, що містить розчинні речовини, частки мезги різного розміру і нерозчинний білок (глютен).

Спочатку за допомогою дугових сит відокремлюють мезгу, промивають її від залишків крохмалю до вмісту його не більше 4,5% до маси сухих речовин. Мезгу відпресовують до вологості 65% і направляють для виготовлення кормів для худоби.

У рідкій фазі залишається крохмале-білкова суспензія, яку розділяють на сепараторах в декілька стадій. Відокремлений білок (глютен) згущують і направляють на виготовлення кормів, а крохмаль кілька разів промивають від мезги, піску та залишків глютену (див. рис. 11.3 і 11.4).

Промитий крохмаль має такий склад (у %) сухих речовин: крохмаль – 98,4...98,7; білок – 0,3...0,5; розчинні речовини – 0,05...0,14; зола – 0,1...0,15; жир – 0,15...0,7; інші речовини – 0,05...0,1. Такий крохмаль направляють на виготовлення різних крохмалепродуктів (крохмальної патоки, глюкози, модифікованих крохмалів). Сирий крохмаль містить до 50% вологи. Зберігати такий крохмаль неможливо, в ньому швидко розвиваються мікроорганізми, підвищується кислотність і він набуває затхлого запаху. Тому його направляють у сушильне відділення для висушування до стандартного вмісту вологи.

Розділ 11. ТЕХНОЛОГІЯ КРОХМАЛЮ ТА КРОХМАЛЕПРОДУКТІВ



Рис. 11.3. Принципова технологічна схема виробництва кукурудзяного крохмалю

Джерело: розроблено авторами.



Рис. 11.4. Гідроциклонна установка для промивання крохмалю від глютену

Джерело: <https://www.sergey-osetrov.narod.ru>.

При виробництві сухого крохмалю проводять такі операції: механічне зневоднення сирого крохмалю, висушування, просіювання сухого крохмалю, пакування та зберігання готової продукції. Вологість сухого крохмалю за відносної вологості повітря 75% становить для картопляного крохмалю – 20%, для кукурудзяного – 13%.

11.3. Технологія модифікованих крохмалів

Особливості будови полімерної молекули крохмалю дають змогу змінити його властивості в результаті фізичних, хімічних впливів або їх комбінованої дії. Крохмаль, властивості якого змінені в результаті спеціального оброблення називають модифікованим. Модифіковані крохмалі поділяють на дві групи:

- а) розщеплені – властивості яких змінені в результаті деполімеризації поліцукридних ланцюгів;
- б) заміщені – властивості яких змінені в результаті приєднання хімічних радикалів або спільної полімеризації з іншими високомолекулярними сполуками.

Основні перетворення, що їх зазнає крохмаль у процесі названих видів оброблення, такі:

- розщеплення поліцукридних компонентів крохмалю зі збереженням або без збереження зернистої структури;
- збільшення кількості наявних або утворення нових функціональних груп;
- перебудова структури поліцукридних ланцюгів що супроводжується розщепленням поліцукридів крохмалю;
- втрата зернами крохмалю початкової структури і набуття нової після дегідратації;
- взаємодія гідроксильних груп крохмалю з різними хімічними речовинами з утворенням ефірних зв'язків і приєднанням їх залишків;
- одночасна полімеризація глюкози та інших мономерів з утворенням нових сполук.

Залежно від виду оброблення, будови і властивостей одержані модифіковані крохмалі класифікуються відповідно до схеми наведеної на рис. 11.5.

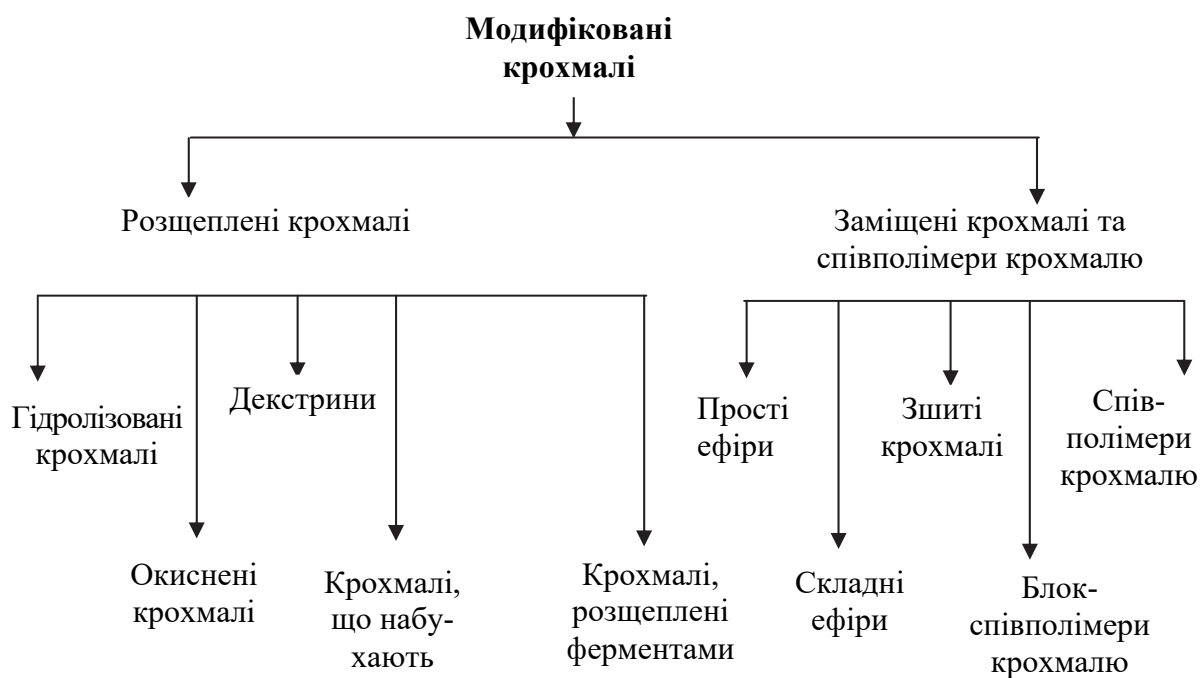


Рис. 11.5. Класифікація модифікованих крохмалів

Джерело: розроблено авторами.

Розщеплені крохмалі отримують шляхом оброблення їх кислотами, окисниками, ферментами, деякими солями, а також термічною і хімічною діями. При цьому відбувається розщеплення глікозидних, а інколи й інших валентних зв'язків, за рахунок чого зменшується розмір молекул крохмалю.

Клейстери розщеплених крохмалів мають нижчу в'язкість, вищу прозорість і підвищену стабільність при зберіганні. За високої концентрації гарячі клейстери розщеплених крохмалів мають низьку в'язкість, тому ці крохмалі називають рідкокиплячими.

Висока концентрація клейстерів з низькою в'язкістю підвищує ефективність їх використання в технологічних процесах виробництва хлібобулочних, кондитерських виробів, паперу, текстильних виробів та ін.

Для кислотної модифікації крохмалю застосовують соляну або сірчану кислоти. Крохмальну суспензію нагрівають до температури 45...50° С. Витрати кислоти – 1–3% до маси крохмалю. При цьому відбувається зміна структури крохмалю і його властивостей, знижується в'язкість клейстера, підвищується розчинність крохмалю і прозорість клейстерів, а після охолодження концентрованих клейстерів утворюються стійкі драгли.

Кукурудзяний крохмаль, модифікований кислотою, використовують: у текстильній промисловості – для шліхтування основи й оброблення як бавовняних, так і змішаних тканин; у паперовій промисловості – для проклеювання паперу з метою підвищення його зносостійкості і покращання якості друку; у харчовій промисловості – для виготовлення желейних цукерок, східних солодоців.

Окиснені крохмалі. Для отримання модифікованих крохмалів цього типу використовують як окисники гіпохлорити, перманганати, перекиси, йодну кислоту та її солі та інші сполуки. Під час дії на крохмаль окисників відбувається гідролітичне розщеплення глікозидних зв'язків, окиснення спиртових груп у карбонильні, а потім – у карбоксильні. Ступінь окиснення залежить від витрат реагенту й умов проведення реакції. За своїми властивостями окиснені

крохмалі подібні до крохмалів, модифікованих кислотою, і відрізняються здатністю утворювати стійкі драглі.

До окиснених крохмалів належать модифікований гелеутворювальний крохмаль, який виготовляють обробленням картопляного або кукурудзяного крохмалю перманганатом калію в кислому середовищі. Його використовують для виготовлення желейних кондитерських виробів та як стабілізатор морозива, а також у харчоконцентратній, молочній і текстильній промисловостях.

Використання окисненого крохмалю в хлібопекарському виробництві сприяє поліпшення фізичних властивостей тіста. Введення в тісто до 5 кг окисненого крохмалю на 1 т борошна уможлиблює збільшення об'ємного виходу хліба на 9–18%. При цьому поліпшується структура пористості хліба, мякушка стає еластичнішою, хліб повільніше черствіє.

Окиснений перманганатом калію крохмаль використовують як заміник агару і пектину в кондитерських виробках та агароїду для стабілізації морозива.

Набухаючі крохмалі отримують кількома способами: клейстеризацією з подальшим висушуванням отриманого клейстеру в тонкому шарі; нагріванням за умов обмеженої кількості вологи або при механічному обробленні (наприклад, у екструдері) за низької вологості сировини.

Технологічний процес отримання набухаючих крохмалів складається з таких операцій: підготування сировини та її зволоження, іноді з обробленням хімічними реагентами; клейстеризація крохмалю; утворення тонкого шару клейстеру; висушування клейстеру; подрібнення і просіювання готового порошкоподібного продукту.

У харчовій промисловості набухаючі крохмалі використовують для виробництва загущених продуктів харчування, страв швидкого приготування, як компоненти сухих сумішей для кексів, пудингів, у виробництві збивних кондитерських виробів, м'ясних напівфабрикатів та ін.

Заміщені крохмалі. Глюкозні залишки поліцукридного ланцюга крохмалю мають ряд таких реакційно здатних груп,

як кінцеві редукуючі та спиртові біля другого, третього і шостого вуглецевих атомів. Здатність цих груп вступати в реакції заміщення з різними органічними і неорганічними сполуками використовують у промисловості для виробництва ряду модифікованих крохмалів, які належать до групи заміщених, і включають в себе прості та складні ефіри та зшиті крохмалі. Зшиті крохмалі отримують в результаті введення між двома поряд розміщеними поліцукридними ланцюгами поперечного зв'язку або містка. Ці крохмалі називають також поперечнозв'язані.

Уведення в молекулу поліцукридів крохмалю невеликої кількості радикалів дає можливість змінити властивості крохмалю: підвищити в'язкість і стабільність клейстерів, ліквідувати їх тягучість і знизити адгезійні властивості, підвищити стабілізувальну дію, затримуваність на волокнах целюлози, бавовни і штучних волокнах, підсилити плівкоутворювальну здатність та ін. Далі розглянемо деякі види заміщених крохмалів.

Ефіри крохмалю і солей фосфорної кислоти. Серед ефірів крохмалю і солей фосфорної кислоти виділяють моно- і дикрохмалефосфати. Монокрохмалефосфати – це ефіри, в яких одна гідроксидна група глюкозного залишку етерифікована однією з кислотних груп залишку фосфорної кислоти або її солей.

Дикрохмалефосфати – це ефіри, в яких відбулась взаємодія гідроксидів глюкозних залишків різних ланцюгів з двома кислотними групами фосфорної кислоти або її солей.

Монокрохмалефосфати утворюють стабільні клейстери, які відрізняються високою прозорістю, стійкістю до заморожування і розморожування. Дикрохмалефосфати також утворюють стабільні клейстери, стійкі до нагрівання і механічної дії. Ці клейстери мають низьку прозорість і нетягучу короткокраплинну консистенцію.

Фосфатний крохмаль використовують у виробництві борошняних кондитерських виробів, для виготовлення майонезів, підлив, кремів, соусів, дитячих і дієтичних продуктів, для стабілі-

зації та згущення харчових продуктів, які зберігають у замороженому вигляді. Дикрохмалефосфати використовують як загусники і стабілізатори консервованих продуктів, які підлягають стерилізації.

Ацетильовані крохмалі. Для виготовлення ацетильованих крохмалів використовують льодяну оцтову кислоту, оцтовий ангідрид та інші реагенти. Ацетильований крохмаль не є хімічно однорідною сполукою, а сумішшю продуктів з різними властивостями.

Крохмаль ацетилюють нагріванням суміші 25–100 частин льодяної оцтової кислоти з 100 частинами крохмалю і витримуванні при температурі 100° С протягом 5–13 год. Кількість ацетильованих груп у такому модифікованому крохмалі буде 3...6%. Отриманий ацетат крохмалю має зернисту форму, нерозчинний у холодній воді, але добре розчинний у гарячій (95...100° С). Залишки кислоти відділяють від ацетату крохмалю промиванням холодною водою. Отриманий продукт висушують.

У харчовій промисловості ацетати крохмалю низького ступеня заміщення використовують як загусники. Вони зберігають свої властивості за низьких значень рН, високих температур, стійкі до механічного впливу. Такі крохмалепродукти утворюють стійкі у зберіганні, заморожуванні та розморожуванні клейстери.

Зшиті крохмалі. При дії на крохмаль формальдегіду, хлорокису фосфору, епіхлоргідрину і триметафосфату натрію між поліцукридними ланцюгами молекул крохмалю утворюються поперечні зв'язки. Останні два реагенти використовують для виробництва зшитих крохмалів з метою використання у харчових продуктах. Уведення поперечних зв'язків сприяє зміцненню клейстерів крохмалю, підвищує їх стійкість до механічної дії, теплового оброблення, знижує розчинність. Збільшення кількості поперечних зв'язків може зробити крохмаль нерозчинним у воді під час нагрівання. До зшитих крохмалів належить дикрохмалефосфат.

Зшиті крохмалі використовують у харчовій, паперовій, текстильній та інших галузях промисловості з метою підви-

щення стійкості поліцукридних ланцюгів проти руйнування від теплової або механічної дії.

Виробництво декстринів. Декстрини – це продукт неповного гідролізу крохмалю в процесі термічного оброблення за наявності каталізаторів або без них, коли в крохмалі зменшується довжина ланцюга глюкозних залишків. У результаті кислотного гідролізу розрив може відбуватися у будь-якій ланці ланцюга, тому декстрини є різноманітною сумішшю вуглеводів різного ступеня полімерізації – від глюкози і мальтози до амілодекстринів.

Як каталізатори, що прискорюють термічну деструкцію крохмалю, використовують леткі кислоти (наприклад, соляну), луги, солі (наприклад, алюмінієво-калієві галуни). В процесі розщеплення полісахаридів зростають їх редукувальна здатність, розчинність і знижується в'язкість клейстерів. Утворення поперечних зв'язків стабілізує властивості розчинів декстринів. Залежно від умов оброблення крохмалю можна приготувати декстрини з різними ступенями розщеплення крохмалю: розрізняють білі, палеві (світло-жовті) та жовті декстрини.

Як сировина для отримання декстринів використовують сухий картопляний або кукурудзяний крохмаль. Декстрин виробляють за технологічною схемою, наведеною на рис. 11.6.

Сухий крохмаль підкисляють у мішалках соляною кислотою в кількості 0,15...0,5% в перерахунку на газоподібну НС1 до маси сухих речовин крохмалю. Кислоту подають у вигляді водного розчину 1:3 за об'ємом. Термін перемішування становить близько 30 хв.

Для отримання декстрину білого крохмаль витримують при температурі 125...130° С протягом 2,75–3 год, палевого – відповідно 155° С і 3,25 год, жовтого – 165° С і 3,5 год. Залежно від дозування кислоти, виду крохмалю, термінів підкислення і відлежування, температури і терміну оброблення, сорт декстрину може змінюватися, тому в кожному окремому випадку умови оброблення уточнюються.

Використовують декстрини як клеючі речовини у харчовій, поліграфічній, текстильній та інших галузях промисловості.

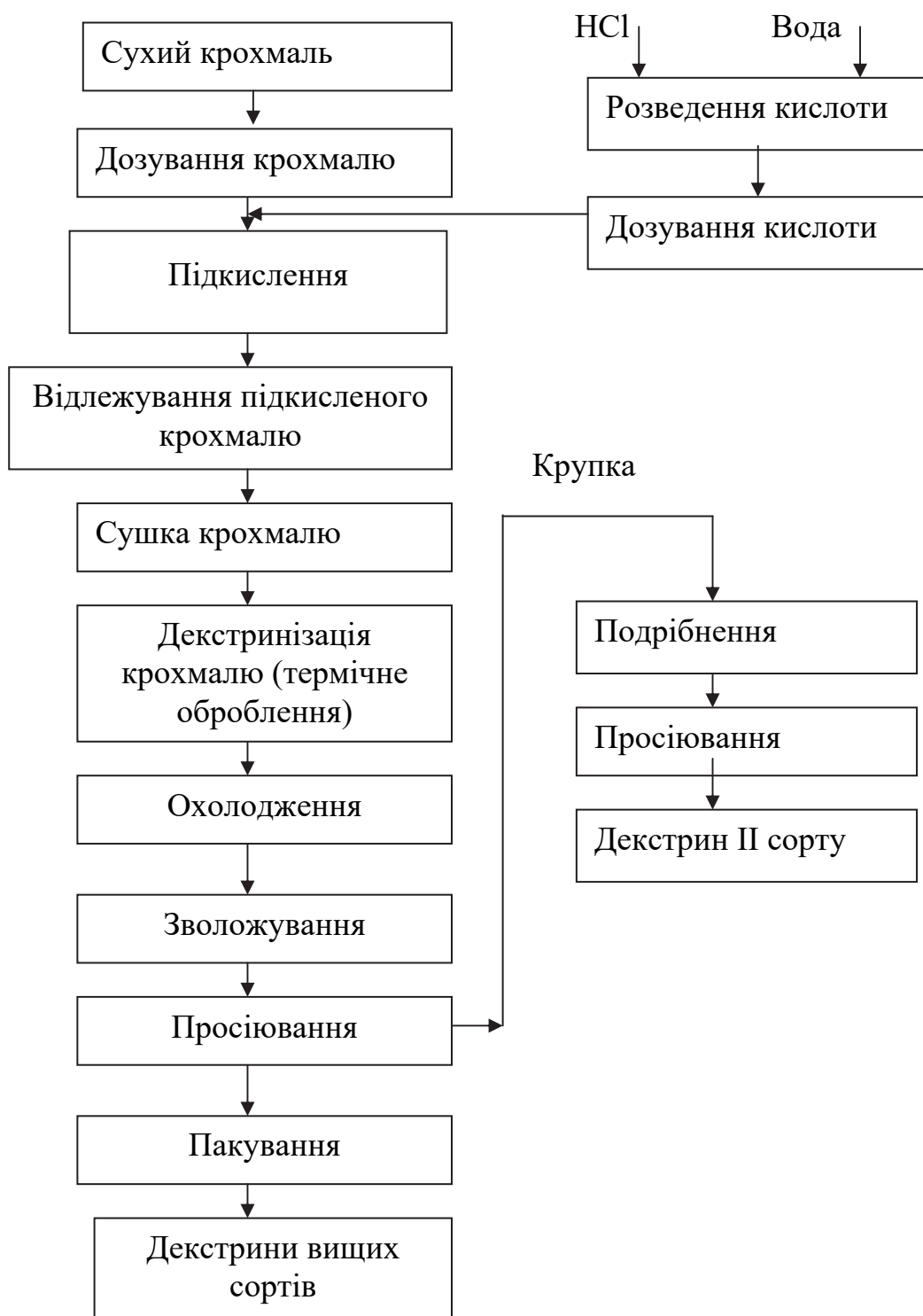


Рис. 11.6. Технологічна схема виробництва декстринів

Джерело: розроблено авторами.

11.4. Технологія крохмальної патоки

Крохмальна патока – продукт неповного гідролізу крохмалю розбавленими кислотами або амілолітичними ферментами. Це безкольорова або злегка жовтувата, прозора, солодка, дуже в'язка рідина, що містить близько 78...80% СР. Солодкість патоки, що має 34...44% редукуючих речовин в 3–4 рази менша за солодкість сахарози. Залежно від призначення патоку виробляють з різним ступенем зцукрювання крохмалю, тобто з різною кількістю редукуючих речовин у перерахунку на глюкозу в 100% СР: карамельна низько зцукрена (КН) – 30...34%, карамельна нормально зцукрена вищого сорту (КВ) – 38...42%, карамельна нормально зцукрена першого сорту (КІ) – 34...44% і глюкозна високо зцукрена (ГВ) – 44...60%. Мальтозна патока, отримана ферментативним гідролізом крохмалю, містить близько 45% редукуючих речовин до маси сухих речовин.

Високо зцукрену патоку використовують в основному в хлібопекарській промисловості для поліпшення якості та збільшення терміну зберігання тістечок, кексів та інших борошняних виробів, у консервному виробництві для виготовлення варення, лікерів (як антикристалізатор), у виробництві вин, алкогольних і безалкогольних напоїв, у виробництві морозива, халви, східних солодошів та ін.

Карамельну патоку використовують для виробництва карамелі.

У крохмале-патоковому виробництві застосовуються технологічні схеми виробництва крохмальної патоки з гідролізом крохмалю:

- а) соляною кислотою;
- б) кислотами і ферментами;
- в) за схемою *фермент–фермент*.

Технологічний процес виробництва патоки з кислотним способом гідролізу крохмалю включає в себе такі основні операції:

- підготування крохмалю до гідролізу;
- кислотний гідроліз крохмалю;
- нейтралізація кислоти в рідких сиропах;

- очищення сиропів від нерозчинних домішок (механічна фільтрація);
- знебарвлення рідких сиропів активованим вугіллям;
- упарювання сиропів;
- знебарвлення густих сиропів активованим вугіллям;
- згущення сиропів до показників патоки;
- охолодження патоки;
- зберігання готової патоки.

Для виробництва патоки останнім часом як каталізатори використовують ферментні препарати різного походження.

Ферментативний гідроліз принципово відрізняється від кислотного, оскільки дія кожного ферменту чітко обмежена і специфічна. Так, амілолітичні ферменти розщеплюють крохмаль, розбавляють і зцукрюють його, а протеолітичні ферменти розщеплюють тільки білки.

Вплив трьох основних видів амілолітичних ферментів на крохмаль можна зобразити такою схемою:

Крохмаль $\xrightarrow{\alpha\text{-амілаза}}$ Декстрини + мальтоза;

Крохмаль $\xrightarrow{\beta\text{-амілаза}}$ Глюкоза + мальтоза+декстрини;

Крохмаль $\xrightarrow{\text{Глюкоамілаза}}$ Глюкоза.

Промислове використання мають α -амілаза пліснявих грибів і бактерій та β -амілаза, що міститься у нативних і пророслих зернах злакових. Препарати глюкоамілази отримують в основному з пліснявих грибів.

Сиропа нейтралізують содою періодичним або безперервним способом. У процесі гідролізу крохмалю жир переходить у вільний, так званий гідролізний жир. Частки жиру взаємодіють з нерозчинними частками білка сиропу. Жир і білок перешкоджають очищенню сиропу, тому їх видаляють на сепараторах.

Після відокремлення жиру-білкових домішок сироп фільтрують. Інтенсивність забарвлення сиропів і кількість розчинних домішок у них залежить від чистоти сиропу і правильності проведення процесів гідролізу і нейтралізації. Тому сиропи після фільтрації очищають адсорбентами, до яких належить активоване вугілля, іонообмінні смоли. Принципова технологічна схема виробництва крохмальної патоки представлена на рис. 11.7.

Мета такого очищення – видалити забарвлені й азотовмісні речовини, зольні елементи, знизити кислотність і ліквідувати нехарактерні запахи та присмаки. Для згущення рідких сиропів використовують випарні установки, які працюють під розрідженням при понижених температурах. Концентрацію сиропу за вітчизняними схемами підвищують від 35...40% до 52...55%, а за іноземними – до 75...80% СР. Густий сироп спрямовують на очищення, а потім – на уварювання до концентрації патоки у вакуум-апаратах

Температура патоки, яку випускають із вакуум-апарата, становить 60...70° С, її швидко випускають із вакуум-апарата і протягом 1–1,5 год охолоджують до температури 40...45° С. і, після зважування, викачують в ємкості для зберігання або відвантажують споживачам.

За органолептичними і фізико-хімічними показниками патока повинна відповідати вимогам, наведеним у табл. 11.1 Для патоки із вмістом редукуючих речовин 30...37% допускається випадання в осад декстринів, що надає їй білого кольору, позбавляє прозорості. Патока із вмістом редукуючих речовин понад 37% повинна бути прозорою, допускається легка опалесценція. Льодяник після уварювання карамелі повинен бути прозорим, без темних плям і прожилків.

Патоку зберігають на заводі у металевих ємкостях, розрахованих на кількість, що отримують протягом 1–1,5 міс. роботи підприємства. Для зменшення в'язкості перед відвантажуванням патоку нагрівають до температури 45° С.

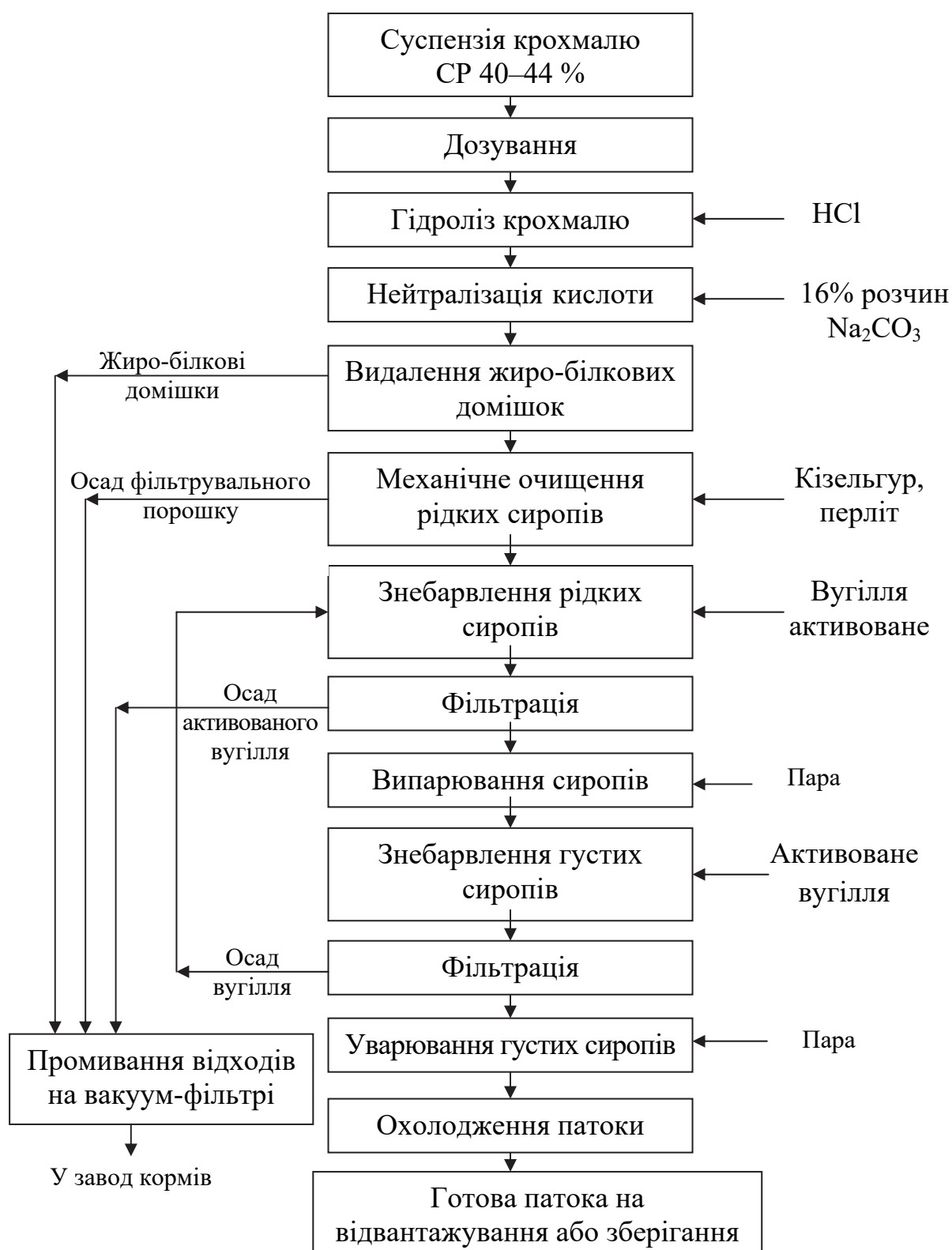


Рис.11.7. Принципова технологічна схема виробництва крохмальної патоки з кислотним способом гідролізу крохмалю

Джерело: розроблено авторами.

Таблиця 11.1

**Характеристика і нормативні
показники патоки**

Показники	Карамельна низької цукрена (КН)	Карамельна сорту		Глюкозна висока зцукрена (ГВ)
		вищого (КВ)	першого (КІ)	
Вміст сухих речовин, %, не менше	78,0	78,0	78,0	78,0
Вміст РР (у перерахунку на СР), %	30...34	38...42	34...44	44...60
Вміст золи (у перерахунку на СР), %, не більше	0,4	0,4	0,45	0,55
Кислотність патоки, мл 0,1 Н розчину NaOH на СР, не більше:				
картопляної	25	25	27	—
кукурудзяної	12	12	15	—
рН, не нижче	4,6	4,6	4,6	4,6
Температура карамельної проби, °С	155	145	140	—
Прозорість	Прозора Допускається невелика опалесценція. Льодяник після уварювання карамелі повинен бути прозорим			
Смак і запах	Властивий патоці, без стороннього присмаку і запаху			
Колір	—	Від безбарвного до блідо-жовтого, характерного для кольору меду	Від блідо-жовтого до темно-жовтого, характерного для кольору меду	—

Закінчення табл. 11.1

Показники	Карамельна низькоз цукрена (КН)	Карамельна сорту		Глюкозна високо зцукрена (ГВ)
		вищого (КВ)	першого (КІ)	
Наявність вільних мінеральних кислот	Не допускається			
Наявність механічних домішок	Не допускається			

Контрольні питання

1. Характеристика полімерної молекули крохмалю.
2. Технологічна схема виробництва картопляного крохмалю.
3. Характеристика сортів крохмалю.
4. Для чого проводять замочування кукурудзяного зерна?
5. Технологічна схема виробництва кукурудзяного крохмалю.
6. Мета замочування кукурудзяного зерна.
7. Стадії технологічного процесу виробництва кукурудзяного крохмалю.
8. Що таке модифіковані крохмалі? Які їх види?
9. Розщеплені крохмалі: їх властивості та застосування.
10. Окиснені крохмалі: їх властивості та застосування.
11. Технологічний процес отримання набухаючих крохмалів.
12. Заміщені крохмалі: їх властивості та застосування.
13. Методи отримання ацетильованих крохмалів та їх застосування.
14. Технологія отримання декстринів, їх види.
15. Технологія отримання крохмальної патоки, її види.
16. Основні технологічні показники карамельної та глюкозної патоки.

ГЛОСАРІЙ

Ацидоценоанабіоз – консервант – молочна кислота – виробляється в результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій.

Бланшування – оброблення сировини гарячою водою або парою.

Бомбаж – підвищення тиску в консервних банках, коли обидві кришки їх спучуються.

Варення – це продукт, приготований зі свіжих або швидкозаморожених плодів, ягід (у деяких випадках з овочів та інших видів сировини), зварених в цукровому або цукрово-паточному сиропі з додаванням або без додавання лимонної або винної кислоти, прянощів (ванілін, кориця, кардамон).

Виморожування олії – видалення воску та воскоподібних речовин.

Відбілювання олії – видалення барвних речовин.

Відволожування – витримування в спеціальних засіках зволоженого зерна.

Гідратація олії – видалення фосфоліпідів.

Гідротермічне оброблення (кондиціонування) – цілеспрямована дія води і тепла.

Дезодорація олії – видалення речовин, що зумовлюють смак і запах.

Дефекація (або вапнування) – видалення з дифузійного соку несахарозних речовин вапном CaO у вигляді вапняного молока Ca(OH)_2 .

Дистиляція – видалення розчинника з місцели відгонкою.

Ексгаустування – процес видалення повітря зі скляної банки з продуктом перед її герметизацією.

Екстракція – розчинення жиру в органічних розчинниках (бензин, хлороформ та ін.).

Заморожування – застосовують як для зберігання сировини з метою подальшого її консервування, так і як самостійний спосіб консервування.

Зернівка – одиничне зерно.

Зернова маса – сукупність будь-якої кількості індивідуальних зерен і різних включень.

Знепліднювальна стерилізація – метод, заснований на пропусканні під тиском рідкого продукту через фільтри, розмір пор яких менше розміру клітин мікроорганізмів.

Клеровка – розчин цукру другої і третьої кристалізації в очищеному соку другої сатурації.

Клерс – сироп, отриманий із цукру високої якості.

Компоти – це консерви, отримані з цілих або нарізаних плодів, ягід, баштанних культур одного або декількох видів, залитих цукровим сиропом, або розчинами натуральних цукрозамінників (глюкозо-сахарозною патокою), або плодовим соком з додаванням харчових кислот.

Культура – ботанічний рід зерна (наприклад, пшениця, жито та ін.).

Купажування – змішування продуктів.

Летальний час – час, необхідний для знищення мікроорганізмів при даній температурі стерилізації.

Лужна рафінація, або нейтралізація, – оброблення олії лугами для видалення залишкової кількості жирних кислот.

Маринування – підвищення кислотності середовища в продукції за рахунок уведення оцтової кислоти.

Місцела – розчин жиру в розчиннику.

М'ятка – олійний матеріал з новою структурою, отриманий у результаті руйнування структури насіння.

Недоруш – не зовсім обрушене насіння.

Нейтралізація олії – видалення вільних жирних кислот.

Осмажування – оброблення сировини в гарячій рослинній олії.

Осмоанабіоз – допоміжний принцип консервування, який забезпечує сприятливе середовище для дії молочнокислих бактерій шляхом уведення солі.

Партія – будь-яка кількість зерна, однорідного за якістю.

Пасерування – легке, менш тривале обсмажування овочів для виробництва овочевих заправних і обідніх консервів.

Пастеризація – теплове оброблення, що проводиться при температурі нижче 100° С.

Переестерифікація – один із основних методів модифікації молекулярного (тріацилгліцеринового) складу жирової сировини.

Плівчастість зерна – вміст квіткових плівок у плівчастих злаків і плодових оболонок у гречки, виражений у відсотках до маси зерна.

Рушанка – суміш, яку одержують у результаті лущення насіння, складається з цілого ядра, оболонки, часток ядра (січки), жирового пилу.

Саломас – гідрогенізований (твердий) жир, виробляється з соняшникової, кукурудзяної, бавовняної й арахісової олії.

Сатурація – оброблення дифузійного соку сатураційним газом CO₂.

Сепарування – розділовий процес, який дозволяє одержати два самостійних продукти.

Сипкість – рухливість зернової маси.

Сік – це рідкий продукт, отриманий з доброякісних стиглих свіжих або збережених свіжими завдяки охолодженню плодів і/або овочів, призначений для безпосереднього споживання або для промислового перероблення.

Стерилізація – це теплове оброблення при 100°С і вище, що проводиться з метою знищення мікроорганізмів.

Сульфітація – консервування плодових напівфабрикатів діоксидом сірки, сірчистою кислотою або її солями.

Сушіння – консервування плодово-овочевої продукції в результаті часткового або повного зневоднення, або підвищення концентрації субстрату до таких меж, при яких немає умов для нормального обміну речовин як в клітинах самого продукту, так і в клітинах мікробів.

Термоанабіоз – принцип консервування, що дозволяє зберегти продукцію тривалий час (до року) після ферментації без її переокисання і зниження якості.

Термостерилізація – заснована на дії високих температур, при яких припиняється життєдіяльність клітин мікроорганізмів і сировини.

Тиндалізація – повторна стерилізація.

Тип помелу – кількість сортів борошна (продукції), яка виробляється із зерна базисної якості, а також норми загального виходу цієї продукції і співвідношення в ньому виходу борошна окремих сортів.

Утфель – суміш кристалів цукру з міжкристальним розчином.

Хімічне консервування – застосування хімічних речовин, які мають бактерицидні і фунгіцидні властивості, для запобігання розвитку мікроорганізмів у плодово-овочевих продуктах.

Шпаруватість – наявність у зерновій масі міжзернових шпар, заповнених повітрям.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Грабовська О. В. Технології крохмалю і крохмалепродуктів / О. В. Грабовська. – Київ : НУХТ, 2019. – 314 с.
2. Загальні технології харчових виробництв : підручник / В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, М. М. Калакура та ін. – Київ : Ун-т «Україна», 2010. – 814 с.
3. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива : підруч. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за спеціальністю «Технологія бродильних виробництв і виноробства» / В. А. Домарецький. – Київ : Інкос, 2004. – 424 с.
4. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва : підруч. для студ. вищ. навч. закл., що навчаються за спеціальністю «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» / В. І. Дробот. – Київ : Логос, 2002. – 365 с. – С. 364–365.
5. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / С. В. Іванов, В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський та ін. ; за заг. ред. С. В. Іванова. – Київ : НУХТ, 2012. – 487 с.
6. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів : навч. посіб. / Г. М. Лисюк, О. В. Самохвалова, З. І. Кучерук, О. М. Постнова ; за заг. ред. Г. М. Лисюк. – Суми : Унів. кн., 2009. – 464 с.
7. Мерко І. Т. Наукові основи і технологія переробки зерна : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / І. Т. Мерко, В. О. Моргун. – Одеса : Друк, 2001. – 348 с.
8. Новікова О. В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів : навч. посіб. / О. В. Новікова. – 2-ге вид., перероб. і допов. – Київ : Ліра-Київ, 2018. – 540 с.

9. Найченко В. М. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів : навч. посіб. / В. М. Найченко, І. Л. Заморська. – Умань : Вид. «Сочінський», 2010. – 328 с.
10. Основи харчових технологій : навч. посіб. / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Т. С. Маціпура та ін. – Харків : ХДУХТ ; Факт, 2016. – Ч. 1. – 152 с.
11. Технологія продукції харчових виробництв : навч. посіб. / Ф. В. Перцевий, Н. В. Камсуліна, М. Б. Колеснікова та ін. – Харків : ХДУХТ, 2006. – 318 с.
12. Пузік Л. М. Технологія зберігання і переробки зерна : навч. посіб. / Л. М. Пузік, В. К. Пузік. – Харків : ХНАУ, 2013. – 312 с.
13. Рева Л. П. Фізико-хімічні основи технологічних процесів очищення дифузійного соку у виробництві цукру : монографія / Л. П. Рева. – Київ : НУХТ, 2012. – 371 с.
14. Рибіцький Г. С. Технологія зберігання сільськогосподарської продукції / Г. С. Рибіцький, І. С. Сухолотюк, В. Я. Плахотін. – Київ : НМЦ «Укоопосвіта», 1996. – 140 с.
15. Скрипников Н. Технологія переробки плодів і ягід / Н. Скрипников. – Київ : Вища шк., 1994.
16. Технологія спирту / В. О. Маринченко та ін. – Вінниця : Поділля, 2003. – 496 с.
17. Технологія крохмалю та крохмалепродуктів / Е. Ф. Ліпець та ін. – Київ : НУХТ, 2002. – 157 с.
18. Технологічні властивості зерна, борошна і тіста : монографія / О. М. Сафонова, Л. М. Тіщенко, Т. В. Гавриш та ін. – Харків : Апостроф, 2012. – 252 с.
19. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б. Л. Флауменбаум, А. Т. Безусов, В. М. Сторожук, Г. П. Хомич. – Одеса : Друк, 2006. – 400 с.

Навчальне видання

ГНІЩЕВИЧ Вікторія Альбертівна,
КРАВЧЕНКО Михайло Федорович,
ШТАНГЕСВА Надія Іванівна

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

ТОМ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОДУКТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Підручник

Редактор Т. І. Корнієнко
Дизайн обкладинки Н. Ю. Слінкіна
Комп'ютерне верстання Г. В. Поліщук

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 21,29. Тираж 80 пр. Зам. 222-19.

Видавець і виготовлювач

Київський національний торговельно-економічний університет
вул. Кіото, 19, м. Київ-156, Україна, 02156

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 7656 від 05.09.2022