

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**Кафедра харчової
біотехнології і хімії**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з курсу

**«Фізико-хімічні і біологічні основи
технології галузі»**

для студентів всіх форм навчання
напряму підготовки 6.051701
«Харчові технології та інженерія»

ТЕРНОПІЛЬ
2013

УДК 664.844 + 664.854
ББК 36.91
К 65

Укладач *к.пед.н., доц. Назарко І.С.*

Відповідальний за випуск *к.пед.н., доц. Назарко І.С.*

Рецензент *к.тех.н., доц. Мельнічук О.Є.*

Конспект лекцій з курсу «Фізико-хімічні і біологічні основи технології галузі» розглянуто і затверджено на засіданні кафедри харчової біотехнології і хімії. Протокол № 9 від 23 квітня 2013 року

Конспект лекцій з курсу «Фізико-хімічні і біологічні основи технології галузі» схвалено і рекомендовано до друку методичною комісією ФХМ Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Протокол № 8 від 16 травня 2013 року

К 65 Конспект лекцій з курсу «Фізико-хімічні і біологічні основи технології галузі» для студентів всіх форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / укладач Назарко І.С. / Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. – 156 с.

УДК 664.844 + 664.854
ББК 36.91

ЗМІСТ

Вступ	6
-------------	---

Розділ 1. Теоретичні основи консервування

Тема 1. Зберігання харчових продуктів методом консервування

Лекція № 1	8-12
1.1. Значення консервованих харчових продуктів	8
1.2. Історія виникнення консервів	8
1.3. Завдання сучасної консервної промисловості	9
1.4. Технологічні процеси харчових виробництв	11
Запитання для самоконтролю	12

Тема 2. Технологічні особливості сировини

Лекція № 2-3	13-28
2.1. Залежність технологічної обробки від властивостей сировини	13
2.2. Хімічні особливості сировини	14
2.2.1. Органічні речовини (вуглеводи, ліпіди, білки, органічні кислоти, фенольні сполуки, ферменти, вітаміни, ароматоутворюючі речовини)	15
2.2.2. Неорганічні речовини (вода, мінеральні речовини)	20
2.3. Біологічні особливості сировини	22
2.4. Біофізичні методи обробки рослинної сировини	25
Запитання для самоконтролю	28

Тема 3. Теоретичні основи методів консервування

Лекція № 4-6	29-49
3.1. Причини та види псування харчових продуктів	29
3.2. Класифікація методів консервування	31
3.3. Біоз як спосіб короткочасного зберігання сировини	32
3.4. Методи консервування на принципі анабіозу	32
3.4.1. Фізичні	33
3.4.2. Хімічні	37
3.4.3. Біохімічні	39
3.5. Методи консервування на принципі абіозу	41
3.5.1. Теплова стерилізація	41
3.5.2. Холодна стерилізація	42
3.5.3. Хімічна стерилізація	46
Запитання для самоконтролю	49

Розділ 2. Обробка сировини

Тема 4. Попередня обробка сировини

Лекція № 7-8	50-61
4.1. Зберігання сировини до переробки	50
4.2. Транспортування сировини	52
4.3. Характеристика процесів попередньої обробки сировини	54
4.4. Миття сировини	54
4.5. Інспекція, сортування та калібрування сировини	57
4.6. Очищення сировини	58
4.7. Подрібнення та різання	59
4.8. Попередня теплова обробка	60
Запитання для самоконтролю	61

Тема 5. Техніка теплової обробки сировини

Лекція № 9	62-71
5.1. Бланшування сировини	62
5.2. Обжарювання сировини	63
5.3. Будова і принцип роботи паромасляних печей	66
5.4. Особливості обжарювання	68
Запитання для самоконтролю	71

Тема 6. Тара для консервного виробництва

Лекція № 10-11	72-83
6.1. Види консервної тари	72
6.2. Особливості металевої тари	73
6.3. Особливості скляної тари	77
6.4. Особливості полімерної тари	80
6.5. Інші види тари	82
Запитання для самоконтролю	83

Тема 7. Завершальна обробка сировини

Лекція № 12-13	84-97
7.1. Підготовка тари до фасування	84
7.2. Фасування консервів	86
7.3. Екстаусування та деаерація	88
7.4. Герметизація тари	91
7.5. Завершальна обробка готової продукції	94
7.6. Види та причини браку	95
Запитання для самоконтролю	97

Розділ 3. Стерилізація

Тема 8. Мікробіологічні та теплофізичні основи стерилізації

Лекція № 14-15	98-114
8.1. Основні параметри процесу стерилізації	98
8.2. Вибір температури стерилізації	100
8.3. Вибір часу стерилізації	103
8.4. Мікробіологічні фактори стерилізації	104
8.5. Теплофізичні фактори стерилізації	107
8.6. Ротаційна стерилізація	112
Запитання для самоконтролю	114

Тема 9. Техніка стерилізації консервів

Лекція № 16-17	115-129
9.1. Тиск у консервній тарі при стерилізації	115
9.2. Будова автоклаву	116
9.3. Стерилізація в автоклавах	119
9.4. Стерилізація паром	121
9.5. Стерилізація у воді з протитиском	122
9.6. Автоклави нових конструкцій	124
9.7. Техніка асептичного консервування	128
Запитання для самоконтролю	129

Тема 10. Вплив стерилізації на зміну якості консервованих продуктів

Лекція № 18	130-137
10.1. Вплив стерилізації на якість консервів	130
10.2. Закономірності термічної деградації харчових речовин	130
10.3. Реологічний показник якості консервів	134
10.4. Оцінка режимів стерилізації	135
Запитання для самоконтролю	137

Додатки	138
До теми 2 А1-А2	138
До теми 3 Б1-Б4	140
До теми 4-5 В1-В2	144
До теми 6 Г1-Г3	146
До теми 8 Д1-Д2	149
До теми 9 Е1	153
До теми 10 Ж1-Ж2	155
Рекомендована література	156

Вступ

Уже більше 200-х років консервовані продукти користуються підвищеним попитом населення. Це, зокрема: зелений горошок, томатний сік, томатна паста і соуси, закусочні овочеві, м'ясні, рибні та фруктові (соки, компоти, варення, джеми) консерви. Консервовані продукти при використанні новітніх технологій і обладнання мають високу харчову цінність, яка складається з органолептичної оцінки, біологічної та енергетичної цінності, а також доброякісності.

Існує багато способів консервування (сушіння, використання природного та штучного холоду, уварювання з цукром, соління, маринування тощо), проте найнадійнішим – є зберігання продуктів у герметичній тарі за допомогою теплової обробки. Процес консервування дозволяє зберегти продукти на певний термін часу. При зберіганні консервів не потрібні низькі температури; компактність консервів і їх стандартна маса полегшують транспортні та торгові операції. При виробництві консервів створюються передумови для найповнішого та комплексного використання сировини і впровадження безвідходної технології.

Фізико-хімічні і біологічні основи технології галузі – це дисципліна, яка читається у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на факультеті «Машинобудування і харчових виробництв» для спеціалістів-технологів і є основою вивчення інших технологічних дисциплін. Вона займається науковим описом операцій та процесів консервних виробництв, вивченням поведінки сировини при технічній обробці. «Фізико-хімічні і біологічні основи технології галузі» є базовою дисципліною, яка визначає становлення сучасного кваліфікованого фахівця-технолога, сприяє розвитку наукового та інженерного мислення у студентів, умінню визначати оптимальні режими консервування сировини та зберігання готової продукції.

Даний посібник складений у відповідності з програмою курсу для підготовки фахівців-технологів, що навчаються за напрямом 6.051701 «Харчові технології та інженерія». Він містить 10 основних тем, які висвітлені у 18 лекціях, що об'єднані у 3 розділи.

У першому розділі «**Теоретичні основи консервування**» висвітлено питання: історії виникнення консервів; суть процесу консервування; завдання сучасної консервної промисловості; хімічні та біологічні особливості сировини; розглянуто причини та види псування харчових продуктів; наведена порівняльна характеристика методів консервування (на принципах біозу, анабіозу, абіозу), їх переваги та недоліки.

Другий розділ «**Обробка сировини**» розкриває суть та особливості основних підготовчих процесів консервування: зберігання, транспортування, миття, інспекція, сортування та калібрування, очищення, подрібнення, попередня теплова обробка; специфіку різних видів консервної тари; особливості фасування, герметизації та завершальної обробки готової продукції.

Третій розділ «**Стерилізація**» присвячений розгляду питань про мікробіологічні та теплофізичні основи стерилізації; техніку теплової стерилізації консервів; роботу і принцип дії автоклавів різних типів; оцінку режимів стерилізації за різними показниками.

Текстовий матеріал посібника супроводжується схемами, таблицями, формулами. До кожної теми поданий перелік основних термінів, роз'яснення яких наведено у тексті лекцій. Після кожної теми подані запитання для самостійної перевірки знань студентів з метою самоконтролю. Посібник доповнений додатками для глибшого розуміння теоретичного матеріалу.

ЛЕКЦІЯ №1

ТЕМА 1. Зберігання харчових продуктів методом консервування

Основні терміни: 1)консерви, 2)консервування, 3)консервна промисловість.

1.1. Значення консервованих харчових продуктів

Термін зберігання свіжоприготовлених харчових продуктів дуже нетривалий, і, як правило, вимірюється декількома годинами. Псування продуктів, в основному, викликається діяльністю мікроорганізмів. **Консерви¹** – це продукти, закупорені в герметичну тару, зберігання яких забезпечується тепловою обробкою (*стерилізацією* або *пастеризацією*). При такому способі консервування ті м/о, які знаходились усередині консервної банки, гинуть, а нові збудники, що знаходяться у навколишньому середовищі, завдяки герметичній упаковці усередину банки потрапити не можуть.

Таким чином, теоретично консерви можуть зберігатися необмежений час. Підтвердженням цього є такі факти: вкінці ХХ століття спеціалісти дегустували музейні зразки м'ясних консервів, виготовлені під час Другої світової війни і навіть наполеонівських війн. Експерти визначили, що якість консервів задовільна.

Консервовані продукти мають велике значення, адже дають змогу:

- зберегти продукти на певний термін часу;
- значною мірою скоротити витрати праці та часу на приготування їжі в домашніх умовах;
- урізноманітнити меню у громадському харчуванні;
- забезпечити протягом року населення тими продуктами, які ростуть тільки в теплий період року (плоди та овочі).

1.2. Історія виникнення консервів

Консервування як метод зберігання харчових продуктів від псування виникло ще на ранніх етапах розвитку людства. Його поява пов'язана з потребою подовжити використання добутих або створених продуктів харчування (риби, птиці, дичини, плодів, овочів, м'яса, молока). Так з'явилися найпростіші *способи консервування* харчових продуктів – сушіння, соління, квашення, охолодження. Консерви ж у сучасному розумінні цього слова, з'явилися лише на початку ХІХ ст.

Спосіб теплової стерилізації харчових продуктів був запропонований **Ніколаєм Аппером** більше двохсот років тому. Але й в теперішній час залишається одним із найрозповсюдженіших і економічно вигідних. **Н.Аппер**

не був відомим вченим, він був кухарем, постачальником двору французького герцога Христіана IV, проте на десятки років випередив рівень науки свого часу.

Під час наполеонівських війн виникла потреба армії та флоту в харчових продуктах, які були б готові до споживання, а не лише сушені та солені. Тому був оголошений конкурс на розробку кращого методу зберігання харчових продуктів. У цьому конкурсі прийняв участь Аппер, який представив приготовлені ним консерви – закупорені у пляшки і банки продукти, стерилізовані на водяній бані. Урядова комісія підтвердила ефективність технології запропонованої **Н.Аппером**. Однак, видатний хімік **Ж.-Л.Гей-Люссак**, який був членом цієї комісії, зробив неправильний висновок про те, що консерви зберігаються через відсутність у банках кисню. І лише через півстоліття, завдяки працям **Л.Пастера** стало відомо, що псування харчових продуктів викликається впливом не повітря, а мікроорганізмів.

Тим не менше, за винайдення методу консервування Апперу було присуджено нагороду в 12 000 франків, яку він витратив на організацію виробництва консервів на промисловій основі. Він експериментував, консервуючи всі види м'яса, птиці, риби; усі види і сорти овочів, ягід, фруктів, грибів; зернові, пиво, вина, каву, вершки, молоко, яйця тощо. А витративши усі кошти на вдосконалення свого методу помер у бідності в 1841 р. у віці 91 року.

Відкриття **Н.Аппера** у консервній промисловості посідає таке ж місце, як і відкриття **Л.Пастера** у мікробіології та медицині. Датою започаткування процесу «консервування» вважається ***1810 рік***, коли вийшла книга **Н.Аппера** «Мистецтво зберігати харчові продукти тваринного і рослинного походження на довгі роки». Хоча основи методу і його практичне здійснення датується кількома роками раніше.

Після відкриття **Н.Аппера** почався серійний випуск консервів у скляній тарі. Проте, вже через рік в Англії була винайдена жерстяна консервна банка, що дозволило інтенсифікувати консервне виробництво. В США перша консервна фабрика почала працювати у 1820 р. в Бостоні, а в Україні – у 1867р. в Одесі. Сьогодні Україна має розвинену галузь переробки фруктів та овочів у консервовані продукти (3-3,8 млрд. облікових банок).

1.3. Завдання сучасної консервної промисловості

Існує багато способів консервування харчових продуктів, що застосовуються в харчовій промисловості: сушіння, використання природного та штучного холоду, уварювання з цукром, соління, маринування та інші.

Проте найнадійнішим – є зберігання їх у герметичній тарі за допомогою теплової обробки. Саме так оброблені та фасовані продукти називаються – **консервами**¹. Це продукти високого ступеня кулінарної готовності і є незамінними харчовими продуктами у побуті та громадському харчуванні; для постачання експедицій; в туристичних походах та надзвичайних ситуаціях, у харчуванні космонавтів. При зберіганні консервів не потрібні низькі температури; компактність консервів і їх стандартна маса полегшують транспортні та торгові операції. При виробництві консервів створюються передумови для найповнішого та комплексного використання сировини і впровадження безвідходної технології.

Консервовані продукти увійшли в раціон харчування і користуються підвищеним попитом населення. До них відносяться: зелений горошок та томатний сік; томатна паста і соуси; фруктові консерви – соки, компоти, варення, джеми тощо; широкий асортимент закусочних овочевих, м'ясних та рибних консервів. Цілу галузь складає виробництво багатокomпонентних консервів цільового призначення – дитячого, дієтичного і профілактичного харчування. Консервовані продукти при використанні новітніх технологій і обладнання володіють високою харчовою цінністю, яка складається з органолептичної оцінки, біологічної та енергетичної цінності та доброякісності.

Консервування² (від лат. зберігати) – це обробка харчових продуктів для запобігання біологічного псування і подовження терміну зберігання. Консервування дозволяє вирішувати такі проблеми харчової промисловості, як:

- створення та збереження запасів сировини та харчових продуктів;
- рівномірний розподіл продуктів харчування між регіонами;
- ліквідація «сезонної» нестачі продуктів харчування;
- ознайомлення з національними стравами або харчовими продуктами з інших країн.

Консервна промисловість³ – одна із найголовніших галузей харчової промисловості, яка дає змогу значно скоротити витрати с/г продукції і тим самим поліпшити постачання населення продовольством. Консервне виробництво пов'язане з використанням найрізноманітнішої і дуже нестійкої сировини рослинного і тваринного походження.

Завдання сучасної консервної промисловості:

- випуск високоякісної продукції зі збереженням натуральних властивостей сировини;
- подовження терміну зберігання і розширення асортимету продукції;
- комплексне використання сировини;

- удосконалення обладнання для зниження собівартості продукції;
- впровадження безвідходних технологій;
- інтенсифікація виробництва.

Значно ускладнюють завдання, що стоять перед консервною промисловістю, багатокомпонентність і широкий асортимент продукції, суворі вимоги до стерильності консервів, а також прагнення до максимального збереження натуральних властивостей сировини. Серед харчових виробництв консервне має найбільшу кількість схем технологічного процесу та використовує найрізноманітнішу сировину.

1.4. Технологічні процеси харчових виробництв

Технологічний процес починається з надходження сировини на підприємство, а виробництво полягає в обробці сировини до одержання запланованого готового продукту. **Мета технологічної обробки** – перетворити нестійку сировину в стійкі харчові продукти, випускати багатокомпонентні продукти різних видів та асортименту. Характер технологічної обробки визначають залежно від виду сировини, причин її псування, очікуваного продукту, який необхідно одержати. Приклади основних технологічних процесів подано у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Основні технологічні процеси

Процес	Приклад
1. Механічні	транспортування, сепарування, фільтрування, центрифугування, інспектування, сортування, калібрування, очищення, сульфитація.
2. Теплообмінні	нагрівання, випікання, обжарювання, бланшування, розварювання, копчення, охолодження, заморожування, сушіння.
3. Змішування	перемішування, збивання, гомогенізація, емульгування.
4. Дезінтегрування	подрібнення, різання, розмелювання, протирання.
5. Формування продукції	брикетування, концентрування.
6. Покриття продукції	глазурування, панірування, покриття шаром льоду.
7. Кінцевої обробки	фасування, екстагування (деаерація), закупорювання, етикетування, пакування, складське зберігання готової продукції.

Термін «консервне виробництво» є збірним поняттям і включає в себе зовсім не схожі виробництва рибних, м'ясних, овочевих та фруктових консервів. Різниця між ними обумовлена різними властивостями сировини. Разом з тим, кожна з чотирьох груп містить дуже різні виробництва. Наприклад, виробництво фруктових соків не має нічого спільного з виробництвом компотів, варення, джему, повидла. Навіть у кожній групі консервів є значні відмінні особливості. Наприклад, технологія абрикосового соку з м'якоттю немає нічого спільного з технологією освітлених соків з яблук і винограду. Є своя диференціація і в технології освітлених соків. Те саме стосується овочевих, рибних і м'ясних консервів. Великі відмінності є і в обладнанні різних виробництв.

В той же час в окремих консервних виробництвах є загальні подібні риси. Кожне з цих виробництв включає ряд *спільних технологічних процесів*:

- попередня теплова обробка;
- застосування консервної тари;
- стерилізація консервів у герметично закупореній тарі.

Науковим обґрунтуванням цих загальних операцій і процесів різних консервних виробництв займається самостійна дисципліна «Фізико-хімічні і біологічні основи технології галузі». Вона є підґрунтям для наукової дисципліни «Технологія консервування харчових продуктів», яка являє собою різновид хімічної технології органічних речовин. У процесі зберігання, переробки і консервування в сировині протікають складні біохімічні процеси, які при порушенні технології можуть викликати погіршення харчової цінності продуктів харчування і навіть їх псування. Тому важливо знати технологічні та біохімічні особливості сировини, яка реагує на зовнішні впливи у процесі переробки, як жива біологічна система. Побудова та організація технологічного процесу можливі тільки з урахуванням технологічних особливостей сировини.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке консерви? Яке їх значення?
2. Як був винайдений спосіб теплової стерилізації харчових продуктів? Хто є його засновником?
3. Що таке консервування?
4. Які є способи консервування харчових продуктів?
5. Які завдання стоять перед сучасною консервною промисловістю?
6. Назвіть основні технологічні процеси різних консервних виробництв.
7. Подібність та відмінність між різними консервними виробництвами.

ЛЕКЦІЯ №2-3

ТЕМА 2. Технологічні особливості сировини

Основні терміни: 1)каротин, 2)макронутрієнти, 3)мікронутрієнти, 4)осмос, 5)плазмоліз, 6)осмотичне збезводнення, 7)зворотний осмос, 8)біофізична теорія соковіддачі, 9)електроплазмоліз.

2.1. Залежність технологічної обробки від властивостей сировини

Спосіб обробки сировини, її перетворення у готову продукцію залежить від фізичних, хімічних, біологічних властивостей сировини та її здатності змінюватися у потрібному напрямку під впливом різних факторів. Залежність способу обробки від **фізичних властивостей сировини** можна показати на прикладі *зеленого горошку*. Оскільки солодкість горошку пов'язана з густиною, то розділення партії сировини на сорти проводять за допомогою флотаційних машин, заповнених експериментально підібраними сольовими розчинами. Завдяки цьому, важкі, менш солодкі зерна тонуть, а легкі, які містять більше цукру і менше крохмалю, спливають на поверхню.

Спосіб обробки може визначатися особливостями **хімічного складу сировини**. Характерним прикладом є технологія *виноградного соку*. Так, технологія усіх видів фруктових соків, окрім виноградного, побудована таким чином, що готову продукцію можна одержати дуже швидко (приблизно через 3-4 години після подачі сировини в цех на переробку). У винограді є кисла виннокалієва сіль (винний камінь), яка погано розчиняється у соку і з часом випадає на дно пляшки у вигляді кристалічного осаду (чим погіршує товарний вигляд готової продукції). Щоб запобігти цьому явищу, в технології виноградного соку включений процес багатотижневого відстоювання готового соку, у тому числі на холоді, до розливу його в тару.

Іншим прикладом впливу **хімічного складу сировини** на побудову технологічного процесу є одержання плодових та овочевих *соків з м'якоттю*. Наприклад, абрикосовий, томатний та подібні їм соки одержують протираючи цілі попередньо розм'якшені нагріванням плоди на протиральних машинах або екстракторах. Внаслідок цього готова продукція має вигляд непрозорої, мутної рідини, яка містить до 50 % плодової маси (м'якоті). Такий вибір технології пов'язаний з тим, що харчова цінність абрикосів та томатів визначається не лише вмістом і гармонійним поєднанням цукрів, органічних кислот, мікроелементів, поліфенолів, ароматичних та інших харчових речовин, але й наявністю каротину.

Каротин¹ (провітамін А) – це ненасичений вуглеводень складу $C_{40}H_{56}$ з 11 ненасиченими зв'язками, нерозчинний у воді, а, відповідно, у клітинному соку,

який зафіксований на м'якоті. Тому технологія натуральних соків з м'якоттю різко відрізняється від способів виробництва яблучного та виноградного соків, які одержують відділенням на пресах клітинного соку від подрібненої плодової маси. Інакше, м'якоть з каротином потрапляла би у відходи виробництва.

Залежність способу обробки від **біологічних властивостей сировини** пов'язана з тим, що матеріал тканини є живий. Наприклад, при зберіганні овочів та фруктів на заводах потрібно враховувати, те, що вони дихають, а тому необхідно створити оптимальні умови для нормального дихання. Важливо враховувати й те, що рослинна тканина не випускає соку до тих пір, поки вона жива. Тому для одержання більшої кількості соку при вичавлюванні, ще до початку пресування цю тканину необхідно зруйнувати.

2.2. Хімічні особливості сировини

Усі живі організми обмінюються з навколишнім середовищем речовиною та енергією, тому потребують постійного надходження поживних речовин у вигляді продуктів харчування. Речовини служать, з одного боку, **будівельним матеріалом** для відновлення і побудови нових тканин замість старих, що постійно руйнуються, а з іншого – **енергетичним матеріалом**, який підтримує і зберігає теплоту тіла і перетворює теплову енергію в механічну роботу, в тому числі і в роботу внутрішніх органів. Усі процеси руйнування супроводжуються **виділенням енергії**, а процеси побудови – **накопиченням енергії**.

Групи харчових речовин

I. **Органічні** – це вуглеводи, ліпіди, білки, органічні кислоти, фенольні речовини, ферменти, вітаміни.

II. **Неорганічні** – вода, мінеральні солі.

У свою чергу, за роллю у харчуванні органічні та неорганічні речовини поділяються на **групи нутрієнтів** (від лат. «nutritio» – харчування):

1. **Макронутрієнти**² (білки, ліпіди, вуглеводи) виконують структурне (білки) та енергетичне (вуглеводи і ліпіди) забезпечення організму. Їх вміст становить від 1г.

2. **Мікронутрієнти**³ (вітаміни, органічні кислоти, фенольні речовини, мінеральні солі) – мають виражену біологічну дію на різні функції організму. Їх вміст складає мілі- та мікрограми, однак це незамінні харчові речовини, необхідні для нормальної життєдіяльності організму. Недостатнє надходження мікронутрієнтів з їжею спричиняє дефіцит незамінних біологічно активних речовин і розвиток багатьох захворювань.

2.2.1. Органічні речовини

Вуглеводи

Вуглеводи представляють велику групу органічних сполук, що зустрічаються головним чином у сировині рослинного походження (фруктах та овочах). Представниками вуглеводів є: **моносахариди** (глюкоза, фруктоза), **дисахариди** (сахароза, лактоза, мальтоза), **полісахариди** (крохмаль, целюлоза, пектинові речовини, геміцелюлози, інулін, глікоген). При окисленні 1г вуглеводів в організмі виділяється 16,7 кДж теплоти. Необхідність дорослого організму у вуглеводах складає 400-500 г на добу. Загальна характеристика вуглеводів подана у **додатку А1**.

Моносахариди та сахарозу називають **цукрами**. Вміст цукрів у фруктах сягає 15-20%, а в овочах – 2-6%. Цукри добре засвоюються організмом людини, надмірне споживання вуглеводів (особливо сахарози) призводить до різкого підвищення кількості глюкози в крові. Вживання фруктози сповільнює цей процес, тому вона має велике значення для харчування хворих на цукровий діабет, оскільки в її обміні беруть участь ферменти, активність яких не залежить від наявності інсуліну.

Глюкоза і фруктоза мають різний **ступінь солодкості**. Якщо взяти за показник відносної солодкості сахарозу 100, то для фруктози він становитиме – 180, для глюкози – 74, для лактози – 32. Тому для набуття продуктом того самого смаку фруктози потрібно значно менше, ніж глюкози чи сахарози. При температурі 50°C розчинність глюкози нижча ніж у сахарози, а при температурі більше 50°C – вища.

У процесі технологічної переробки **цукри** піддаються глибоким змінам, пов'язаним з утворенням барвних речовин (карамелів та меланоїдинів). Ці реакції неферментативного потемніння проходять при взаємодії аміногруп вільних амінокислот, пептидів, білків з карбонільними групами відновних цукрів і відомі як реакції меланоїдиноутворення або **реакції Майяра**. Проміжним продуктом термічного розпаду цукрів є оксиметилфурфурол, який при подальшому нагріванні розпадається з утворенням мурашиної та левулінової кислот або полімерних (забарвлених) сполук. Протікання цих процесів призводить до зниження біологічної цінності та якості готових продуктів.

Найбільше полісахариду **крохмалю** міститься: картопля – 18%, цукрова кукурудза – 8%, зелений горошок – 7%, зернові і зернобобові – відповідно 55 і 45%. При ферментативному гідролізі під дією ферменту амілази крохмаль оцукрюється з утворенням мальтози, яка перетворюється на глюкозу. Як проміжні продукти утворюються різні **декстрини**, які відрізняються від крохмалю меншими розмірами та властивостями. У холодній воді крохмаль нерозчинний, а при нагріванні проявляє здатність до адсорбції вологи, набухання, клейстеризації та розпаду. Інтенсивність цих процесів залежить від

походження та властивостей крохмалю, а також від технологічних факторів – температури, терміну нагрівання, масової частки крохмалю. Процес клейстеризації крохмалю проходить в межах від 55°C до 80°C, утворюючи в'язкий колоїдний розчин: спочатку розчиняється амілоза, а при досягненні 80°C – розчиняється амілопектин. Клейстеризація розчинів крохмалю погіршує умови теплообміну і впливає на тривалість технологічних процесів, пов'язаних з тепловою обробкою продуктів. Так, наявність у крохмалі гороху до 69% амілопектину дозволяє обмежитись тільки бланшуванням гороху, без попереднього замочування.

Вміст *целюлози* у більшості плодів та овочів становить 0,6-0,7%, найменший у кабачках, огірках, кавунах, динях, вишнях – 0,1-0,5 %, найбільший – у солодкому перці і чорній смородині – 1,5-3%. Целюлоза не перетравлюється ферментами кишок людини, але відіграє важливу роль як стимулятор перистальтики (руху) кишок. Целюлоза та інші баластні речовини сприяють зв'язуванню і виведенню з організму деяких метаболітів їжі (наприклад стеринів, у тому числі холестерину), нормалізації складу мікрофлори кишок, перешкоджають всмоктуванню отруйних речовин. Високий вміст целюлози в їжі робить її грубою і погано засвоюваною. Тому для виробництва дитячих і дієтичних консервів беруть сировину з меншим вмістом целюлози (кабачки, гарбуз, рис). Високий вміст целюлози перешкоджає також перебігу ряду технологічних процесів (протиранню, уварюванню, стерилізації). Целюлоза має вологоутримуючі і сорбційні властивості. У консервному виробництві целюлоза гальмує теплообмінні процеси, обумовлюючи густу консистенцію продуктів і високе значення термічної інерції.

Пектинові речовини не засвоюються організмом, але у фізіології харчування і в технології відіграють значнішу роль, ніж целюлоза.

По-перше, пектинові речовини здатні зв'язувати важкі метали, у тому числі радіонукліди, з утворенням нерозчинних комплексів, які виводяться з організму. Саме ця властивість пектинових речовин адсорбувати важкі метали визначає їх цінність у дієтичному харчуванні.

По-друге, пектинові речовини у присутності цукру та кислоти утворюють драглі, завдяки чому їх використовують для виробництва желе, повидла, мармеладу, конфітурів, фруктових начинок.

У більшості фруктів та овочів пектинових речовин 0,4-0,6%. Проте найбільше їх у яблуках, сливах, чорній смородині, буряках – 1-1,2% та гарбузах – 1,4-1,9%.

Ліпіди

Ліпіди – сполуки нерозчинні у воді, але добре розчинні в органічних розчинниках (бензин, хлороформ, диметиловий ефір). До складу **ліпідів** входять: жири, воски, гліколіпіди та фосфоліпіди. Основну частину ліпідів (до 95%) складають **жири** – тригліцериди. **Воски** – це складні ефіри одноосновних карбонових кислот (C_{18} – C_{30}) та одноатомних високомолекулярних спиртів (C_{18} – C_{30}). Вони є компонентом воскового шару фруктів, овочів, ягід.

Ліпіди фруктів і овочів містять гліколіпіди та фосфоліпіди, які беруть участь у побудові біологічних мембран, проте їх вміст незначний. Вміст ліпідів у сировині тваринного походження – до 20%, а в рослинній – незначний. Наприклад (у %): у винограді 0,2, яблуках – 0,06, бананах – 0,1, в маслинах 30-70, арахісі до 45, горіхах – 73, у спеціальних видах пальм – 74-81 по відношенню до маси свіжої сировини.

Ліпіди виконують ряд важливих функцій в організмі:

- 1) потужне джерело енергії (37,7 кДж/г);
- 2) розчинники жиророзчинних вітамінів (А, D, Е, К), сприяють їх засвоєнню;

3) рослинні олії, що знаходяться в насінні рослин використовуються у ряді харчових виробництв для обжарювання овочів, входять до рецептури деяких харчових продуктів. У процесі теплової обробки жири гідролізуються на гліцерин і високомолекулярні жирні кислоти. При цьому підвищується кислотне число олії, а її якість погіршується.

Білки

Білки (або протеїни) – високомолекулярні органічні нітрогеновмісні сполуки, молекули яких побудовані з α -амінокислот. Біологічна цінність білків визначається наявністю у їх складі незамінних амінокислот, які не синтезуються в організмі людини і повинні надходити з їжею.

Білки виконують багато функцій у житті живих організмів:

- будівельна (входять до складу біологічних мембран);
- каталітична (білки-ферменти);
- резервна або харчова (полягає у використанні білків, як джерела амінокислот, які витрачаються на синтез білків та інших необхідних сполук, що регулюють процеси обміну. Оптимальна потреба у білку складає 60-100 г на добу);
- енергетична (при окисненні в організмі 1 г виділяється 16,7 кДж тепла);
- чутлива (чутливі до фізико-хімічних змін навколишнього середовища – температури, рН тощо. При 50°C починається коагуляція (згортання) білків, а при 80°C вона незворотня. На цій властивості побудовані методи руйнування рослинних і мікробних клітин та інактивації ферментів);

- буферна (здатність розчину чинити опір змінам рН, які могли б відбутися внаслідок додавання кислоти чи лугу. Пов'язана з наявністю карбоксильних і аміногруп).

Азотисті речовини тваринної та рослинної сировини складаються з білків, амінокислот, амінів, амонійних солей, глікозидів. Найбільше білка міститься в м'ясі та рибі – в межах 20%, у фруктах і овочах вміст невеликий – 0,5-4,5 %. Будова та фізико-хімічні властивості білків впливають на технологічні процеси переробки плодів та овочів. Як високомолекулярні гідрофільні сполуки і амфотерні електроліти білки утворюють стійкі колоїдні розчини, утруднюючи процеси одержання і освітлення соків. Зруйнування колоїдної системи білків можна викликати дією факторів, які сприяють дегідратації білкових глобул і нейтралізації зарядів на їх поверхні. Для цього застосовують нагрівання, обробку кислотами, солями, спиртом, таніном, електричним струмом.

Органічні кислоти

Органічні кислоти сприяють обміну речовин в організмі людини і відіграють активну роль у регулюванні технологічних процесів харчових виробництв (сповільнення життєдіяльності м/о, інверсія сахарози у виробництві концентрованих фруктових соків). У плодах і овочах органічні кислоти перебувають у вільному стані або у вигляді солей, надаючи їм специфічного смаку і сприяючи кращому засвоєнню. Кислий смак продукту залежить не тільки від загального вмісту кислот, а й від ступеня їх дисоціації, тобто від значення рН (активної кислотності), який для більшості плодів і ягід становить у середньому близько 3-4, для овочів – 4-6,5.

Залежно від величини рН свіжі плоди та овочі поділяють на: **кислотні** (рН 2,5-4,2) і **некислотні** (рН 4,3-6,5). Кислотність овочів і плодів впливає на проведення низки технологічних процесів – вибір режиму стерилізації консервів, варіння желе, виробництво соку та ін. Наприклад, консерви із некислої сировини, в якій можуть розвиватися бацили і клостридії, необхідно стерилізувати при температурі вищій від 100°C. Кислотність – це один із показників доброякісності плодів та овочів. Від значення цього показника залежить смак продукту, його цукрово-кислотний індекс. В організмі людини кислоти, крім щавелевої, розчиняють шкідливі солі і виводять їх з організму.

У плодах та овочах найчастіше зустрічаються яблучна, лимонна, винна кислоти, у меншій кількості є щавелева, янтарна, саліцилова, бензойна. **Яблучна кислота** переважає у кісточкових і зерняткових плодах (0,4-1,3%); із овочів її міститься в томатах (0,24%). **Лимонної кислоти** багато в цитрусових, особливо в лимонах (5,7%), чорній смородині та журавлині (1-2%). **Винна кислота** міститься у великій кількості у винограді (до 1,7%). **Щавелевої**

кислоти багато у щавлі, ревені, шпинаті, незначну кількість її виявлено в помідорах, чорній смородині, цибулі, моркві.

Фенольні сполуки

Фенольні сполуки корисні для організму, наприклад **біофлавоноїди** – володіють функціями близькими до вітамінів (гесперидин, катехін, рутин), найважливішими серед їх властивостей є антиоксидантні та радіопротекторні. У той же час поліфеноли іноді ускладнюють технологічний процес, через потемніння нарізаних на частинки плодів. Вміст поліфенолів у фруктах та овочах коливається від 0,02 до 2,35%.

Ферменти

Ферменти є могутніми каталізаторами хімічних процесів, які протікають у живих організмах. З каталітичною дією ферментів приходиться зустрічатися в багатьох харчових виробництвах, причому в одних випадках ця дія шкідлива і повинна бути відвернена або припинена, а в інших – корисна і підтримується. Прикладом **негативної ферментативної активності** є окислювальний процес потемніння подрібнених плодів, який каталізується ферментом поліфенолоксидазою, розшарування томатного соку – пектинметилестеразою. Прикладом **позитивної дії ферментів** може служити процес освітлення фруктових соків за допомогою особливих ферментних препаратів плісневих грибів, які містять пектолітичні ферменти. При внесенні цих препаратів у сік пектинові речовини розкладаються, і завдяки цьому руйнується колоїдна система соків. Все це створює сприятливі умови для ефективного фільтрування і отримання кришталево прозорого соку.

Пектолітичні та цитолітичні ферменти використовуються для підвищення виходу соку із важкопресованої сировини, а обробка подрібненої плодової маси мацеруючими ферментами запропонована для розм'якшення в технології соків з м'якоттю, як альтернатива попередній тепловій обробці. Позитивну роль відіграють ферменти при дозріванні м'яса і риби.

Вітаміни

Вітаміни містяться у сировині рослинного та тваринного походження в незначних за масою частках, але навіть у цих малих дозах вони надзвичайно важливі для нормальної життєдіяльності організму. Без вітамінів організм людини не може засвоювати основні харчові речовини – білки, жири, вуглеводи. При відсутності вітамінів виникають тяжкі захворювання – **авітамінози**. Вітаміни класифікують за ознакою їх розчинності на дві групи:

I. **Водорозчинні** (В, С, Р, Н, U).

II. **Жиророзчинні** (β -каротин, А, D, Е, К).

У сировині рослинного походження (фруктах, овочах, зернових) містяться в основному водорозчинні вітаміни, а у сировині тваринного походження

(молоко, м'ясо, риба) – жиророзчинні. Їх загальна характеристика подана у додатку А2.

Вітамінність харчових продуктів змінюється в залежності від умов зберігання сировини на підприємстві та організації технологічного процесу. Порушення технології може призвести до повного руйнування або втрати вітамінів. Для максимального збереження вітамінів при переробці рослинної сировини проводять такі *заходи*:

- заморожування (особливо ефективний спосіб збереження вітамінів);
- скорочують тривалість високотемпературної дії на продукт;
- видаляють повітря з продукту;
- запобігають контакту продукту з металами, які каталізують процес окиснення (залізо);
- інактивують ферменти;
- створюють відповідну реакцію середовища (рН);
- застосовують стабілізатори вітамінів, антиокислювачі, сульфітацію;
- скорочують технологічний цикл виробництва.

Кожний з цих заходів реалізують залежно від виду сировини і кінцевого продукту.

Ароматоутворюючі речовини

З таких речовин у рослинах найбільше присутні окигеновмісні похідні терпенів – альдегіди і спирти, а також інші леткі сполуки – **ефірні масла**. Вони утворюються і виділяються головним чином у залозистих волосках (лусочках) шкірочки плодів, надаючи їм певного аромату. Найбільш поширені такі ефірні масла: лімонен (цитрусові, кріп), карвон (кмин, петрушка, кріп), ліналоол (цитрусові, коріандр). Деякі ефірні масла мають бактерицидні властивості і утворюються лише після механічного пошкодження тканини (алліцин часнику і цибулі). До цього вони перебувають у вигляді глікозидів і фізіологічно неактивні. Після пошкодження клітин раніше роз'єднані глікозиди і гідролітичні ферменти вступають у взаємодію, внаслідок чого вивільняються ефірні масла.

2.2.2. Неорганічні речовини

Вода

У більшості видів сировини рослинного і тваринного походження **вода є домінуючим хімічним компонентом**. Зазвичай вона становить 70-90% свіжої маси, але може бути більше 90% (томати, огірки, салати). Вміст води в рисі, квасолі, пшениці, горіхах не перевищує 20%. Вода є основним середовищем проходження хімічних реакцій. Від фізичного стану вологи, яка міститься у середовищі (активність води) залежить схильність сировини до псування.

Вода безпосередньо впливає на властивості та фізичний стан продуктів. Структура води різноманітна і в залежності від форми зв'язку з іншими компонентами істотно впливає на хід виконання технологічних процесів виробництва. **П.А.Рєбіндер** виділив три *групи форм зв'язку вологи з матеріалом* в порядку зменшення енергії: хімічна, фізико-хімічна, механічна. Ці групи, в свою чергу поділяються на чотири *види зв'язку вологи з матеріалом*: хімічний, адсорбційний, осмотичний, капілярний.

1. Хімічний зв'язок – це найміцніший зв'язок. *Хімічно зв'язана волога* поділяється на воду хімічно зв'язану з матеріалом у вигляді гідроксильних іонів і воду, яка входить до складу кристалів у вигляді кристалогідратів. Першу можна видалити лише в результаті хімічної взаємодії, а кристалогідратну – лише шляхом прожарювання.

2. Фізико-хімічний зв'язок. Цій групі відповідає адсорбційно- і осмотично-зв'язана волога. *Адсорбційно-зв'язана волога* утримується дуже міцно за рахунок сил адсорбції гідрофільними речовинами (білками). Диполі води утворюють щільні гідратні солі навколо білкової молекули і формують сольватну оболонку білкових речовин та гідрофільних колоїдів. Порушення цього зв'язку відбувається під впливом факторів, які понижують гідрофільні властивості (температура, рН середовища тощо). *Осмотично-зв'язана волога* знаходиться в розчинах, які містять органічні й мінеральні речовини та утримується в клітинних структурах за рахунок сил осмотичного тиску і напівпроникності клітинних мембран. Утримується слабше ніж адсорбційна (колоїдна) волога і може бути видалена внаслідок занурення сировини в розчин з більшим осмотичним потенціалом.

3. Механічний зв'язок. *Капілярно-зв'язана волога* обумовлена поверхневим натягом і капілярним тиском. Вона відноситься до структурно-вільної вологи, яка легко видаляється механічним шляхом (пресування, центрифугування).

Мінеральні речовини

Мінеральні речовини у плодах знаходяться у вигляді мінеральних солей, іонів, комплексних сполук, входять до складу органічних речовин. Кількість мінеральних речовин визначає за вмістом золи, яка залишається після спалювання наважки сировини. Фрукти і овочі мають зольність від 0,2 до 1,8 %.

В залежності від кількості мінеральних елементів їх поділяють на:

- 1) *макроелементи* (частка елемента перевищує $10^{-2}\%$);
- 2) *мікроелементи* (частка елемента в межах 10^{-2} – $10^{-5}\%$);
- 3) *ультрамикроелементи* (частка елемента нижче $10^{-5}\%$).

У рослинній сировині найбільше К, Са, Mg, Fe, Р. При переробці харчової сировини в різноманітні продукти, як правило, має місце зниження вмісту мінеральних речовин (окрім Na). При очищенні овочів втрачається від 10 до 30 % мінеральних речовин, а при наступному бланшуванні ще до 30%. У технологічних процесах через недостатню якість обладнання в готовий (кінцевий) продукт можуть переходити деякі мікроелементи, що є небажаними. Так, при зберіганні консервів в жерстяних банках з неякісним припоєм або при порушенні захисного лакового шару в продукти можуть переходити високотоксичні елементи – Pb, Cd, Sn.

2.3. Біологічні особливості сировини

Рослинна тканина має клітинну структуру і складається з морфологічно та фізіологічно однорідних клітин округлої чи багатогранної форми (рис. 2.1).

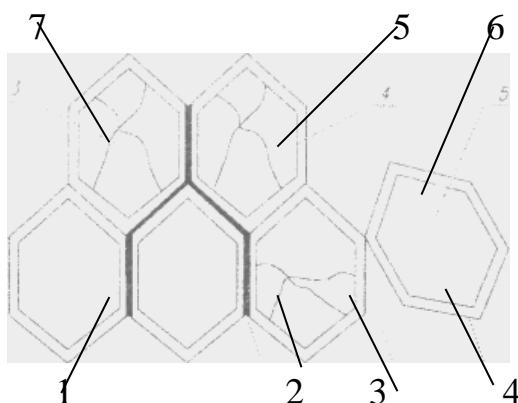


Рис. 2.1. Структура рослинної тканини

1 – міжклітинна речовина; 2 – міжклітинний простір; 3 – клітинна оболонка; 4– цитоплазма; 5 – цитоплазматична оболонка; 6 – вакуоля з клітинним соком; 7 – цитоплазматичні нитки.

Клітини щільно прилягають одна до одної і навіть склеєні між собою **міжклітинною речовиною** (1). У деяких місцях або по всьому периметру, клітини не прилягають одна до одної і між ними є пустоти – **міжклітинні простори** (2), заповнені повітрям. Кожна клітина має міцну **оболонку** (3), яка є каркасом клітини, що надає їй певної форми і запобігає механічним ушкодженням. Тканина плодів та овочів складається в основному з паренхімних клітин, розмір яких коливається від 10 до 60 мкм.

Клітинна оболонка дорослої рослинної клітини вистелена з середини тонким шаром **цитоплазми** (4), що утворює наче другу, внутрішню, оболонку клітини – **цитоплазматичну** (5). Коли говорять, що клітина дихає, живиться, розмножується, то це означає, що дихає, живиться, розмножується цитоплазма. Внутрішня порожнина клітини **вакуоля** (6) заповнена клітинним соком. У деяких видах рослинної тканини від цитоплазматичної оболонки в усі боки відходять

цитоплазматичні нитки (7) – плазмодесми, які перетинають внутрішню порожнину в різних напрямках і навіть проходять через клітинну оболонку в сусідню клітину, пронизуючи наскрізь всю клітинну тканину.

Отже, **клітина** являє собою двошаровий мішечок, заповнений соком, у якому зовнішній шар – клітинна оболонка, а внутрішній – цитоплазма. Цитоплазма не приклеєна до клітинної оболонки, а вільно до неї прилягає і є притисненою клітинним соком до клітинної оболонки.

Надходження речовин у клітину ґрунтується на фізичних явищах **дифузії** та **осмосу**. Напівпроникність цитоплазматичної оболонки ускладнює перебіг дифузійних та фізичних процесів у харчових виробництвах і в ряді випадків повинна братись до уваги при побудові технології виробництва харчових продуктів. Цитоплазма живої клітини має **властивість напівпроникності**, тобто вона проникна для води і не проникна для розчинених у воді речовин.

1. Якщо у стакан налити 60% розчин цукру, а зверху без перемішування обережно налити 10% розчин цукру, то слабкий 10% розчин цукру, густина якого менша, залишиться на поверхні міцного 60% розчину. Проте, внаслідок дифузії (молекули цукру будуть самовільно перемішуватися із шару з більшою концентрацією в шар з меншою концентрацією), верхній шар буде поступово збагачуватися цукром, а концентрація цукру в нижньому шарі буде зменшуватися. Так продовжуватиметься до тих пір, доки концентрація цукру в обох випадках не врівноважиться і не стане приблизно рівною 35%.

2. Якщо тепер у стакан з 60 % розчином цукру помістити плодову клітину, в соку якої міститься 10% цукру, то дифузія відбуватись не буде, оскільки цитоплазменна оболонка клітини не проникна для цукру. Однак, для води дифузія буде відбуватись: вода буде перемішуватись від місця з більшою концентрацією до місця з меншою концентрацією, тобто з клітини з концентрацією води 90% (10% цукру), назовні, де концентрація води 40% (60% цукру). Таким чином, вирівнювання концентрації буде відбуватися за рахунок переміщення молекул розчинника, а не розчиненої речовини. При цьому **клітинний сік буде згущуватися**, а сироп розбавлятися. Така дифузія води, ускладнена наявністю напівпроникної перегородки, називається **осмосом**⁴.

Оскільки цитоплазматична оболонка не приклеєна до зовнішньої клітинної оболонки, то об'єм цитоплазматичного мішечка по мірі осмотичного відсмоктування з нього води зменшується і цитоплазма починає відшаровуватися від клітинної оболонки спочатку по кутах клітини, а потім по всьому периметру. Чим міцніший зовнішній розчин, тим більша кількість вологи буде відсмоктуватися з клітини, тим більше буде зморщуватися цитоплазматичний мішечок, доки він не збереться десь в середині клітини у вигляді зморщеної грудочки. Цей процес зморщування цитоплазми називається **плазмолізом**⁵. У такому

плазмолізованому стані клітина є нежиттєздатною. Вона не гине, але нормальні її функції призупиняються і, у такому стані вона може знаходитися досить довго, не проявляючи ніякої активності.

3. Якщо плазмолізовану клітину помістити в чисту воду, то відбуватиметься зворотний процес: клітина буде всмоктувати воду доти, доки щільно не притиснеться до зовнішньої клітинної оболонки. Остання є обмежено розтягвана і при наступленні певної межі, надходження води у клітину припиниться. Сама ж клітина буде знаходитись у напруженому стані – *стані тургору*. В клітині виникає тиск, що називається *осмотичним тиском*. У клітинах плодів він може коливатися від 0,49 до 0,98 МПа.

Якщо врахувати, що все вище сказане про рослинну клітину можна повністю віднести до бактеріальної, то створивши у харчовому продукті високу концентрацію цукру або солі, можна викликати плазмоліз мікробних клітин і тим самим зберегти продукти від бактеріального псування. Здатність концентрованих розчинів цукру, солі та інших осмотично діючих речовин витягувати воду з сировини без її фазового перетворення називається *осмотичним збезводненням*⁶. Воно запропоноване як попередня обробка у ряді технологій з метою енергозбереження та підвищення якості готового продукту: перед сушінням та заморожуванням, у виробництві концентрованих фруктових консервів (цукатів, варення, компотів).

Осмотичні явища не тільки відіграють важливу роль у багатьох харчових виробництвах, але й самі складають предмет нового технологічного процесу, що отримав назву *зворотний осмос*⁷. Суть цього процесу полягає в тому, що якщо в посудину, що розділена вертикальною перегородкою з напівпроникненого матеріалу, налити фруктовий сік 10%-ої концентрації (в одну половину) і чисту воду (в другу половину), то вода під дією осмотичного тиску буде всмоктуватися в ту половину, де налитий сік, і рівень рідини в цій половині посудини підвищиться. Це схема *прямого осмосу*. Якщо ж тепер прикласти до тієї частини посудини, де знаходиться сік, тиск (наприклад, за допомогою насосу), який є більший, ніж той, під дією якого вода осмотично просочується у процесі прямого осмосу, то вода потече в зворотному напрямі, тобто в ту половину, де знаходиться чиста вода. Це є *зворотний осмос*. При цьому сік згущується, концентрація цукру в ньому збільшується.

Зворотноосмотичний метод окрім концентрування фруктових соків широко використовується у різних галузях: концентрування молока, видалення винного каменю (виробництво виноградного соку), демінералізація води (при виготовленні різних напоїв, горілки, коньяків), демінералізація молочної сироватки тощо.

2.4. Біофізичні методи обробки рослинної сировини

За фізико-хімічною будовою **цитоплазменні мембрани** – це гідрозолі, які на відміну від колоїдних розчинів мають такі властивості:

- значно більшу в'язкість;
- еластичність (мембрана витягується в нитку, а потім при відпусканні зіщулюється);
- не розчиняється у воді, а згортається у глобулу, не змішуючись з водою;
- рух та реакція на подразнення.

Напівпроникність клітини не є постійною і, у певних межах, безперервно змінюється, оскільки безперервно змінюються й умови в оточуючому середовищі. Змінюються, наприклад, температура повітря, його склад, освітленість та інші фактори. Цитоплазма чутливо реагує на найменші зміни зовнішнього середовища. Але якщо рівень нестабільності клітинної проникності для живої, здорової клітини не дуже великий, коливається біля якогось середнього значення, то ця картина змінюється, коли клітина піддається несприятливим **зовнішнім впливам**: механічним травмам, обробці високими і низькими температурами, випромінюванням тощо.

На такі впливи клітина реагує комплексом однотипних змін, які свідчать про її подразнення. Відбувається згущення частинок, утворення вузлів, згустків поверхні цитоплазматичної мембрани. При цьому збільшується в'язкість цитоплазми, колоїдні міцели злипаються у великі агрегати, між якими утворюються великі проходи. Коагуляція, що починається, призводить до збільшення клітинної проникності.

Якщо джерело подразнення забрати і подразнення при цьому не досягло **критичного порогу**, то зміни, що відбулися, стають зворотними: згустки розсмоктуються, поверхня пор затуляється, проникність зменшується і досягає початкового невеликого значення. При перевищенні **критичного порогу подразнення** відбувається незворотна коагуляція колоїдів цитоплазми, що супроводжується граничним збільшенням клітинної проникності, розривом цитоплазматичної оболонки і загибеллю клітини.

Наприклад, якщо у воду кімнатної температури занурити шматок червоного буряку чи лист червоної капусти, то вода буде забарвлюватися слабо. При збільшенні ж температури води до 60-70⁰С, цитоплазма гине, барвні речовини з тканини вільно виходять і вода забарвлюється. Якщо яблуко розморозити, то воно легко пускає сік, що пояснюється порушенням структури цитоплазматичної оболонки під впливом замерзання.

На властивості вбитих клітин випускати назовні харчові речовини, ґрунтується багато процесів харчових виробництв. Біофізичній обробці плодів клітини піддаються головним чином у тих випадках, коли

пошкодження біологічних мембран переслідує ціль полегшити на наступних етапах вилучення вмісту клітин, чому перешкоджають незруйновані цитоплазматичні оболонки клітин. Вміст соку у плодах та ягодах досить високий: в *зерняткових* – 90% і більше, в *кісточкових* – близько 80% до початкової маси сировини. Але з ряду причин при вичавлюванні соку після механічного подрібнення вдається вилучити лише 60-75%, а з деяких плодів (сливи, абрикоси) без спеціальних заходів ще менше.

Головною перешкодою для видобування соку із рослинної тканини є жива, непошкоджена цитоплазма, тому для більш повного й легкого видобування соку необхідно зруйнувати цитоплазматичні оболонки більшості клітин. Пошкодити клітину, зруйнувати цитоплазматичні мембрани і, як наслідок, позбавити її основної властивості – напівпроникності можна різними *біофізичними методами*: 1)механічними, 2)тепловими, 3)дією ферментних препаратів, 4)випромінювання, 5)електричного струму.

Механічна дія

Механічне подрібнення – це один із найпоширеніших та найдоступніших методів у харчових виробництвах. Він включає: різання, роздавлювання або пресування. Але одна лише механічна дія не завжди є достатньо ефективною, що пов'язано із в'язкістю та еластичністю цитоплазми. Наприклад, цитоплазменні оболонки яблук, винограду, вишні характеризуються рухомістю, невеликою в'язкістю, малою еластичністю, а тому порівняно легко пошкоджуються при подрібненні. Цитоплазменні оболонки слив, абрикосів, чорної смородини відрізняються високою в'язкістю та еластичністю, а тому механічне подрібнення впливає на них недостатньо.

Залежність виходу соку від ефективності пошкодження цитоплазматичних мембран отримала в теорії назву – **біофізична теорія соковіддачі**⁸. Її основні положення такі:

- соковіддача рослинної сировини залежить від здатності цитоплазматичної мембрани протистояти механічним пошкодженням у процесі попередньої обробки і пресування;
- чим легше цитоплазматична мембрана пошкоджується у процесі попередньої обробки і пресування, тим вище її соковіддача;
- з втратою напівпроникності цитоплазматичної мембрани втрачається здатність сировини утримувати сік.

Для плодів, стійких до механічної дії, підбирають додаткові методи обробки для пошкодження цитоплазматичних мембран. До таких технологічних прийомів відносяться: теплова обробка, заморожування, електроплазмоліз

Дія температури

Нагрівання рослинної сировини викликає збільшення показників клітинної проникності. Причому клітинну проникність можна сильно підвищити, застосовуючи помірне нагрівання (до 40-50°C), але протягом тривалого проміжку часу. Завдяки тепловій обробці підвищується вихід соку при видавлюванні, особливо для сировини з поганою соковіддачею (сливи, чорна смородина, кизил).

Охолодження рослинної тканини сприяє рівномірному зниженню показників клітинної проникності. При наступному підігріванні вони рівномірно підвищуються, досягаючи наприкінці відігрівання свого початкового значення (коагуляційні процеси зворотні).

Заморожування викликає руйнування цитоплазматичної оболонки. Причинами цього є: 1) дія низької температури; 2) денатурація цитоплазменних білків; 3) тиск льоду на збезводнену цитоплазму. При попередньому заморожуванні сировини значно збільшується і вихід соку під час наступного пресування. Наприклад, для абрикосів вихід соку збільшується у 1,5-2,5 рази.

Дія ферментативних препаратів

Пектолітичні ферментні препарати плісневих грибів мають позитивний технологічний ефект. Це пов'язано із: 1) наявністю у них токсичних речовин неферментативної природи, які спричиняють коагуляцію білково-ліпідних мембран, загибель рослинних клітин і збільшення клітинної проникності; 2) розщепленням протопектину пектолітичними ферментами і послабленням цитоплазматичної оболонки.

Проте, тканини різних плодів не однаково піддаються впливу ферментів. Наприклад, менш стійкими є тканини моркви та абрикосів, більш стійкими – яблук та слив.

Вплив випромінювання

Випромінювання підвищує клітинну проникність плодів, яка супроводжується зростанням соковіддачі при наступному пресуванні. Загибель клітини проходить під впливом хімічних речовин, що виникають у сировині при обробці іонізуючим випромінюванням (ІВ). Необхідна доза опромінення повинна складати $(6-12) \cdot 10^5$ рад, при цьому вихід соку з важкопресуємих плодів (агрус, чорна смородина, сливи) підвищується на 60-70%. Проте, різні види сировини мають неоднакову стійкість до ІВ. Наприклад, чорна смородина є більш стійкою, ніж айва.

Дія електричним струмом

У 1949 р. **Б.Флауменбаум** запропонував фізичний метод підвищення соковіддачі – **електроплазмоліз**⁹ – контактна обробка плодів та ягід перед пресуванням електричним струмом низької частоти, напругою 220В. Він

дозволяє збільшити вихід соку (з яблук – до 80%, з моркви – до 70%, з абрикосів – до 67%) та полегшити пресування. Електроплазмоліз триває десяти-соті частки секунди. Його проводять у спеціальному приладі – електроплазмолізаторі.

Підвищений вихід соку із цілих плодів проводять за допомогою поглинання плодами мікрохвильової енергії. Це викликає рівномірне та швидке нагрівання плодів і сприяє руйнуванню їх клітинних стінок внаслідок дії повітря, що знаходиться у плодовій тканині.

Запитання для самоконтролю

1. Поясніть залежність технологічної обробки від властивостей сировини.
2. Яка роль макронутрієнтів у харчуванні?
3. Охарактеризуйте вуглеводи, які використовуються у технології харчування.
4. Які властивості пектинових речовин використовують у технології консервування?
5. Чому деякі соки виготовляють лише з м'якоттю?
6. Які властивості ферментів використовують у технології консервування?
7. Яка роль мікронутрієнтів у харчуванні?
8. Дайте характеристику форм зв'язку вологи з матеріалом.
9. Чим обумовлена напівпроникність біологічних мембран?
10. Чому у технології виготовлення варення чергують процеси нагрівання та охолодження?
11. Що таке осмотичне збезводнення?
12. Як реагує цитоплазма на різні технологічні дії?
13. Охарактеризуйте біофізичні методи обробки рослинної сировини.
14. Чому для вилучення соку з однієї сировини достатньо механічного подрібнення, а для іншої – ні?
15. Основні положення біофізичної теорії соковіддачі.
16. Як впливає температура на підвищення соковіддачі?
17. Як впливає випромінювання на клітинну проникність плодів?
18. Що таке електроплазмоліз?

ЛЕКЦІЯ №4-6

ТЕМА 3. Методи консервування харчових продуктів

Основні терміни: 1)природний імунітет, 2)автоліз, 3)біоз, 4)анабіоз, 5)абіоз, 6)охолодження, 7)заморожування, 8)сушіння, 9)сублімаційне сушіння, 10)газове зберігання, 11)консерванти, 12)маринування, 13)спиртування, 14)квашення, 15)спиртове бродіння, 16)принцип ценоанабіозу, 17)теплова стерилізація, 18)асептичне консервування, 19)застосування перемінного струму, 20)знепліднююче фільтрування, 21)обробка високим тиском, 22)ультрафіолетове опромінення, 23)іонізуюче випромінювання, 24)радуризація, 25)радаппертизація, 26)антисептики, 27)копчення, 28)антибіотики.

3.1. Причини та види псування харчових продуктів

Причини псування харчових продуктів

Псування харчових продуктів викликається в основному **дією мікроорганізмів**, які сприяють їх гниттю, прокисанню та бродінню. Фрукти, овочі, м'ясо і риба містять багато вологи та харчових речовин (цукри, органічні кислоти, пектинові речовини), які є добрим поживним середовищем для мікробів. Проникаючи у продукт, м/о починають швидко розмножуватись і споживати поживні речовини. Внаслідок чого мікроби розкладають цінні речовини сировини до утворення отруйних речовин і роблять їх непридатними для споживання в їжу.

Щоб надійно зберегти сировину або продукти її переробки від псування, необхідно створити такі умови зберігання або так видозмінити їх властивості, щоб мікроби були знищені чи не могли б розвиватися, і щоб ферменти, які регулюють біохімічні процеси, були інактивовані. У деяких випадках плоди та овочі й виготовлені з них продукти псуються внаслідок **біохімічних процесів**, що протікають у них.

Види псування харчових продуктів

1. Мікробіологічне псування (під впливом ферментів м/о). Оскільки плоди та овочі є живими органами рослин, то як живі організми, вони володіють **природним імунітетом**¹ – несприйняттям до різних захворювань. Цей імунітет полягає в тому, що плоди та овочі захищені від зовнішніх впливів механічними, фізико-хімічними і хімічними бар'єрами. Цими бар'єрами є:

1. **Шкірка.** У шкірці чи під нею містяться ефірні масла та деякі інші леткі речовини бактерицидної дії. Тому плоди, що зберігаються немовби огорнуті хмарою отруйної атмосфери і багато м/о гине ще на підході до сировини. Шкірка досить міцна і доволі товста, переважно покрита восковим нальотом, який є інертним у хімічному відношенні і погано піддається дії хімічного та

ферментативного апарату мікробів. Але частина м/о завдяки своїм властивостям долають ці бар'єри і проникають до поверхні звільненого від шкірки плоду, де у клітині знаходиться основний поживний матеріал – клітинний сік (волога).

2. **Клітинна оболонка.** До її складу входять: целюлоза та протопектин, які важко піддаються хімічній дії. Хімічно інертний протопектин щільно з'єднує клітини м'якоті між собою і також є перешкодою для проникнення мікробів у середину клітини. Однак, м/о володіють потужним і різноманітним ферментативним апаратом, який переключається в міру необхідності з одного біохімічного процесу на інший. У даному випадку включаються у роботу пектолітичні ферменти, протопектин гідролізується, клітини відклеюються одна від одної і м/о одержують доступ до кожної клітини з усіх боків.

3. **Цитоплазменна оболонка.** Міститься під клітинною оболонкою і для її руйнування потрібні особливі засоби дії: робота протеолітичних ферментів та коагуляція білкових речовин. Тоді остання перешкода на шляху до клітинного соку усувається. При пошкодженні цитоплазменної мембрани плодова клітина гине, а сік, що у ній знаходився, витікає і стає здобиччю для мікробів.

Отже, поки плоди та овочі живуть, вони самі себе захищають від дії м/о.

2. **Ферментативне псування** (під впливом власних ферментів сировини). Ферментативне псування може наступити і при відсутності м/о, внаслідок біохімічних процесів, які протікають у фруктах та овочах після збирання (**дихання**), або в м'ясі та рибі після забою тварин чи вилову риби (**автоліз**), або якщо ферменти залишились непошкодженими у процесі технологічної обробки. **Автоліз**² – це гідролітичний процес розпаду білків.

Плоди та овочі – це живі органи рослин, які одержують від них поживні речовини. Але після збирання плодів та овочів, поступлення поживних речовин до них припиняється. Тому, біохімічні процеси, що протікають в сировині, приводять тільки до споживання, витрачання цінних поживних речовин, і, таким чином, запаси цих речовин вичерпуються без відновлення.

При зберіганні плодів та овочів у них продовжуються життєві процеси – дихання, досягання, випаровування вологи. Основним з них є **дихання** – це окислювально-відновний процес, який каталізується ферментами сировини. **Досягання** починається в сировині одразу після збирання врожаю і є завершенням синтезу органічних речовин. Так, у плодах та овочах відбувається перехід від технічної до споживчої стадії стиглості за декілька днів: посилюється аромат, покращується смак, змінюється колір; вони стають м'якшими, зменшується вміст кислот, підвищується вміст цукрів. **Випаровування** вологи з поверхні плодів та овочів сприяє: втраті вологи,

послабленню тургору клітин, зниженню пружності тканин, в'яненню плодів, послабленню їх імунітету.

Отже, об'єктом переробки у плодоовочевому консервному виробництві є рослинна сировина, яка може зазнавати псування і являє собою живий організм. Головним збудником псування сировини є живі мікроорганізми – бактерії, дріжджі, плісені. Таким чином, щоб надійно захистити плоди та овочі або продукти їх переробки від псування, необхідно створити такі умови, щоб м/о були знищені або не розвивалися та підтримувати біохімічні процеси в певних межах.

3.2. Класифікація методів консервування

Регулювання біохімічних процесів, які протікають в сировині та мікроорганізмах, покладене в основу всіх існуючих методів консервування. Змінюючи умови середовища, діючи на сировину тими чи іншими фізичними або хімічними факторами можна досягнути знищення або пригнічення життєдіяльності збудника та зберегти життя сировини. Також можна припинити всі життєві процеси в сировині, не руйнуючи її харчових якостей, і, усунувши збудника псування, зберегти сировину як харчовий продукт.

Методи консервування

(класифікація професора Я.Нікітінського)

1. Методи, що ґрунтуються на принципі **біозу**.
2. Методи, що ґрунтуються на принципі **анабіозу**.
3. Методи, що ґрунтуються на принципі **абіозу**.

Їх порівняльна характеристика подана у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Характеристика методів консервування

Характеристика	Біоз³	Анабіоз⁴	Абіоз⁵
1. Принцип	Підтримання життєвих процесів у сировині та використання її природного імунітету	Сповільнення, пригнічення життєдіяльності м/о і рослинної сировини за допомогою різних фізичних і біологічних факторів	Відсутність життя і повне припинення життєвих процесів, як в сировині, так і в м/о
2. Суть	Зберігання плодів та овочів у свіжому вигляді, без будь-якої спеціальної обробки	Зберігання плодів та овочів за допомогою спеціальної обробки, життєві процеси в сировині припиняються	Зберігання плодів та овочів за допомогою стерилізації

3. Термін зберігання	Короткочасне зберігання сировини до передачі на переробку	Довготривале зберігання	Довготривале зберігання
4. Види	–	1) фізичні; 2) хімічні; 3) біохімічні	1) теплова стерилізація; 2) холодова ст.; 3) хімічна ст.

Найчастіше методи консервування ґрунтуються на змішаних принципах. Однак, кожна з груп характеризується перевагою якогось одного принципу.

3.3. Біоз як спосіб короткочасного зберігання сировини

Біоз³ не є методом консервування у звичайному розумінні, це лише система заходів, яка забезпечує короткочасне зберігання плодів у свіжому вигляді при транспортуванні та короткочасне зберігання сировини на заводі. Для цього проводять заходи спрямовані на попередження псування сировини і підтримання у ній нормальних життєвих процесів, а саме:

- зберігають сировину у спеціальних сховищах (при підтриманні відповідних температури, вологи, газового складу);
- не допускають механічних пошкоджень (для уникнення руйнування та псування плодів);
- відбраковують зіпсовані екземпляри (вони можуть спричинити псування непошкоджених плодів);
- регулюють висоту укладання шару сировини (для вільного доступу повітря до всіх плодів та нормального дихання).

Даний метод консервування дозволяє зберегти свіжу сировину протягом нетривалого часу. Застосовується на першому етапі технологічного процесу – для зберігання сировини на сировинних майданчиках.

3.4. Методи консервування на принципі анабіозу

В основі цих методів лежить **одна умова**: необхідно позбавити м/о та ферменти сировини хоча б однієї з найважливіших умов їх існування – температури, води чи кисню, і тоді, навіть при наявності інших умов, збудники не зможуть розвиватись. Це дозволить зберегти продукти тривалий час. На принципі анабіозу ґрунтуються такі методи консервування:

- I. **Фізичні** (охолодження, заморожування, сушіння, газове зберігання).

II. **Хімічні** (з використанням натуральних консервантів – цукру, солі, кислоти (маринування), спирту (спиртування)).

III. **Біохімічні** (квашення (ферментація), спиртове бродіння).

3.4.1. Фізичні методи консервування

Найбільше промислове значення у даній групі методів консервування має холодильне зберігання сировини і харчових продуктів. Штучний холод застосовується у харчовій промисловості у двох модифікаціях: помірний холод та заморожування.

Помірний холод або зберігання в охолодженому стані

Охолодження⁶ – це зниження температури сировини та продуктів її переробки до температурного рівня, який на 10-15 °С нижчий за кімнатну температуру, але не опускається нижче температури замерзання сировини (-1...-3 °С). Згідно правила **Вант-Гоффа** про залежність швидкості реакції від температури, при зниженні температури:

- сповільнюються біохімічні процеси;
- понижується активність м/о (більшість з них найкраще розвивається при 37°C);
- сповільнюється інтенсивність дихання (знижується надходження кисню; подовжується початок старіння плоду);
- зростає час зберігання плодів (збільшується тривалість життя плоду);
- знижується клітинна проникність (що сприяє сповільненню обміну речовин).

Отже, даний спосіб консервування ґрунтується на одночасному пониженні біологічної активності як сировини, так і м/о.

Заморожування

Заморожування⁷ полягає в тому, що сировину або харчовий продукт охолоджують до температури значно нижчої, ніж відповідна температура замерзання, а після у тому ж вигляді зберігають. Враховуючи, що більшість видів харчової сировини замерзає при температурі нижче -2°C, прийнято заморожувати харчові продукти до -18°C. Проходять наступні процеси: під час відведення теплоти температура рослинної тканини знижується до криоскопічної точки. При цьому перший кристалик льоду утворюється не в середині клітини, а в міжклітинному просторі.

У середині клітини знаходиться сік, що містить цукри та інші речовини, які створюють температурну депресію, а міжклітинний простір змочено чистою вологою, яка замерзає при 0°C. В тому місці, де утворився кристалик льоду, створюється так звана «суха точка», в якій менше рідкої вологи, ніж у навколишньому середовищі. Завдяки різниці концентрації вологи між

навколишнім середовищем і місцем, де знаходиться кристалик, розпочинається дифузійне переміщення її до останнього. Виходить, ніби, утворений кристалик повільно «відсмоктує» дифузійним шляхом на себе замерзлу вологу, поступово збільшуючись у розмірах.

Більша частина вологи при температурі -18°C перетворюється у твердий стан, тому при заморожуванні плоди та овочі гинуть головним чином внаслідок тиску льодяних кристалів на ніжну до механічних впливів цитоплазматичну мембрану рослинних клітин. Мікроорганізми стійкі до дії низьких температур, хоча певна їх частина гине, однак, інша переходить у споровий стан (**додаток Б1**).

Таким чином, при заморожуванні принцип анабіозу відноситься тільки до м/о, рослинна сировина зберігається за принципом відсутності життя – **абіозу**.

Способи заморожування

1. Повільне заморожування – в тканині утворюється невелика кількість кристалів, проте більшого розміру, які своїми гострими гранями руйнують клітинну оболонку.

2. Швидке заморожування – утворюється багато дуже дрібних кристалів, які також руйнують клітинну оболонку і вбивають клітину, але оболонка руйнується значно менше, тому форма плодів зберігається краще. Швидке заморожування відбувається при обдуванні плодів холодним повітрям $-30\dots-35^{\circ}\text{C}$ і наступному поступанні в морозильну камеру.

Для того щоб ніжні види рослинної сировини менше пошкоджувались, їх заморожують іноді в міцному цукровому сиропі (30-60%). Як відомо, з підвищенням вмісту в розчині сухих речовин температура замерзання понижується, отже, при одній і тій же кінцевій температурі заморожування в плодах, що знаходяться в сиропі, буде утворюватись набагато менше льоду, ніж в плодах, заморожених у натуральному вигляді. Недоліком цього методу є те, що плоди, що знаходяться в сиропі, дещо зморщуються через осмотичне відсмоктування з них вологи, стають надміру солодкими. Не дивлячись, на тривалу дію холоду, основні харчові компоненти сировини не зазнають помітних змін і якість замороженої сировини залишається хорошою.

Застосування холоду – це вискоєфективний метод консервування продуктів, але досить складний і дорогий.

Сушіння або збезводнення

Сушіння⁸ – це процес видалення з продукту вологи, в результаті чого в ньому збільшується відносна масова частка сухих речовин (СР). При висушуванні вологість плодів та овочів доводять до 8-25%, тобто до рівня, який запобігає розвитку мікроорганізмів (мінімум вологи для розвитку бактерій 25-30%). Плоди та овочі при підготовці до сушіння та у процесі

самого теплового сушіння проходять таку обробку, при якій вони, як живий організм гинуть.

При тепловій обробці припиняють життєдіяльність й мікроорганізми. Проте частина їх гине, а м/о, які потрапили на поверхню сушених продуктів у процесі зберігання, плазмолізують і зберігаються тривалий час у стані анабіозу. Якщо висушений продукт зволожити, то ці м/о знову оживають, починають розмножуватись і викликають псування продуктів.

Сушіння як метод консервування має багато *переваг*:

- маса та об'єм сировини зменшується у декілька разів;
- велика економія тари, транспортних засобів і складських приміщень;
- сушені продукти містять поживні речовини у найбільш концентрованому вигляді;
- сушені продукти невибагливі до умов зберігання, не потребують герметичної тари і не вимагають особливих сховищ.

Головний *недолік* якості сушених продуктів – погана відновлюваність їх природних властивостей при поглинанні води перед застосуванням у їжу.

Сьогодні використовують багато методів сушіння, однак, найбільш ефективним – є метод **сублімаційного сушіння**⁹. Він полягає у тому, що сировина самозаморожується в атмосфері глибокого вакууму, в результаті чого при підведенні тепла волога видалається, завдяки випаровуванню льоду, минаючи рідку фазу. Тому молекулярна структура матеріалу мало змінюється, висушений матеріал має високу пористість, початкові властивості сировини при поглинанні води швидко відновлюються.

Сублімаційні установки досить складні та енергозатратні, що зумовлює високу вартість готової продукції. Харчові продукти рослинного походження, висушені методом сублімаційного сушіння мають низький вміст вологи (2-5%), тому для їх зберігання обов'язкова герметична тара. Проте, сублімовані продукти зберігають першопочатковий об'єм, колір, запах, смак, біологічну цінність, що дозволяє отримати продукцію високої якості.

Газове зберігання (зберігання у регульованій атмосфері)

Якщо зберігати плоди в газонепроникному приміщенні, то кисень з атмосфери, що містить 79% N₂ і 21% O₂, буде витрачатися на, дихання, а замість витраченого кисню в атмосферу буде виділятися рівний об'єм CO₂. При цьому, сума об'ємів (O₂+CO₂) є величина постійна і дорівнює 21%. Якщо, наприклад, кисню в атмосфері сховища залишилося 16%, значить, вуглекислого газу накопичилося 5%. Коли весь O₂ витратиться, то склад атмосфери сховища буде наступний: N₂ – 79%, CO₂ – 21%. При цьому розпочнеться **безкисневе дихання**, яке супроводжується подальшим накопиченням CO₂ і утворенням спирту. Цього допускати не можна, тому що

повне припинення нормального дихання приводить рослинну клітину до загибелі, а сировину – до псування.

Але було помічено, що якщо в атмосферу сховища ввести за рахунок життєдіяльності плодів CO_2 у таких кількостях, при яких інтрамолекулярні явища ще не зовсім наступають (до 10%), то дихання плодів не припиниться, а тільки сповільниться. Завдяки цьому сповільняться витрати поживних речовин клітини, і термін зберігання сировини у такій видозміненій (модифікованій) атмосфері подовжиться. Так само впливають підвищені кількості CO_2 в повітрі на мікроорганізми. У зв'язку з цим виник метод консервування, який полягає у зберіганні рослинної сировини в атмосфері зі зниженим вмістом O_2 і підвищеним вмістом CO_2 . Цей метод вперше розроблений в колишньому СРСР школою професора **Я.Нікітінського** і початково отримав назву **газового зберігання**¹⁰. В наш час даний метод консервування називають зберіганням в *регульованій атмосфері* (регульованому газовому середовищі) чи в *модифікованій атмосфері*.

Варіанти застосування регульованої атмосфери

1. Застосування *субнормальних газових сумішей* у поєднанні з використанням понижених температур (0...+5 °С). Більш детально подано у **додатку Б2**. Бувають також субнормальні газові суміші, в яких зовсім немає CO_2 , лише 3-5% O_2 , а основна маса припадає на N_2 . Необхідно відзначити, що, хоча в регульованій атмосфері плоди можуть зберігатися 6-8 місяців, широке поширення цього способу в промисловості ускладнюється «вередливістю» сировини у відношенні до оптимального складу газових сумішей. Тут має значення не тільки вид сировини і сорт, але й місцеві умови вирощування, які є нестабільними від сезону до сезону (**додаток Б3**).

Так, для яблук різних сортів Міжнародна організація по стандартизації рекомендувала газові середовища, що дуже відрізняються за складом і оптимальними режимами зберігання (**додаток Б4**).

2. Застосування регульованої атмосфери зберігання рослинної сировини у *селективнопроникних плівках*. Цей спосіб полягає в тому, що плоди у дрібній чи великій тарі упаковують у поліетиленові пакети місткістю 1-3 кг, ящики з поліетиленовими вкладками місткістю 25-30 кг, контейнери з поліетиленовими вкладками місткістю 500-600 кг чи в поліетиленові контейнери-мішки (з дифузійними вставками з іншого синтетичного матеріалу, який є селективно проникним для газів) місткістю 300-1000 кг.

Оскільки поліетиленові плівки неоднаково (селективно) проникні для різних газів, як правило, для CO_2 більше, ніж для O_2 , виходить, що утворений при диханні CO_2 виходить з пакету чи контейнеру в більшій кількості, ніж O_2 , внаслідок чого в ємностях створюється вакуум. При цьому об'єм пакету стискується, через що

збільшується парціальний тиск N_2 . А так як плівка поліетилену для N_2 проникна, то він виходить з пакету і вакуум у ньому настільки зростає, що тиском зовнішнього повітря плівка пакету притискується до плоду. В результаті у таких ємностях створюється модифікована мікроматмосфера, яку, у відомій мірі, можна регулювати, підбираючи плівки з різною селективною проникністю для газів, сорту і кількості плодів, а також температуру у сховищах.

Отже, зберігання плодів і овочів у змінній атмосфері базується на анабіотичному стані, в який впадають як мікроорганізми, так і рослинна сировина під впливом CO_2 і пониженого вмісту O_2 в атмосфері.

Загальна порівняльна характеристика **фізичних методів консервування** подана у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Характеристика фізичних методів консервування

Характеристика	Охолодження ⁶	Заморожування ⁷	Сушіння ⁸	Газове зберігання ¹⁰
1. Суть	охолодження сировини не нижче температури замерзання ($-1 \dots -3 \text{ }^\circ\text{C}$)	охолодження сировини або продукту нижче температури замерзання ($-18 \text{ }^\circ\text{C}$)	видалення з продукту вологи (вологість продукту не більше 25%)	зберігання сировини в атмосфері зі зниженим вмістом O_2 і підвищеним вмістом CO_2 .
2. Життя клітини	продовжується, але сповільнюється інтенсивність дихання (стан анабіозу)	припиняється через утворення великої кількості льоду (стан абіозу)	припиняється внаслідок теплової обробки (стан абіозу)	продовжується, але сповільнюється інтенсивність дихання (стан анабіозу)
3. Життя м/о	переходять у стан анабіозу	переходять у стан анабіозу	переходять у стан анабіозу	переходять у стан анабіозу

3.4.2. Хімічні методи консервування

Ці методи базуються на використанні натуральних **консервантів**¹¹ – цукру, солі, кислоти, спирту.

Використання осмотично діючих речовин

Осмотично діючі речовини, такі як цукор та кухонна сіль, при достатній концентрації викликають плазмоліз як рослинних, так і мікробних клітин. У результаті цього останні впадають в анабіотичний стан, а мікроби втрачають властивість псувати харчові продукти. Осмотично діючі речовини не можуть проникнути через пори біологічних мембран рослинної тканини, але розчини таких речовин, висмоктуючи вологу, обумовлюють їх консервуючу дію. Тому, щоб зберегти харчові продукти, слід викликати стійкий плазмоліз мікробних

клітин, а для цього необхідні високі концентрації цукру (60-70%) або солі (10-12%).

Консервуюча дія цукру використовується при виготовленні варення, джемів, повидла. Ці продукти одержують уварюванням підготовлених плодів з цукровим сиропом або цукром. У процесі варіння рослинна сировина як живий організм гине. Разом з тим, гинуть і м/о, які знаходились у сировині та цукрі до варіння. Мікроорганізми, які попадають у готову продукцію при її зберіганні, через високий осмотичний тиск не можуть розвиватись і впадають в анабіотичний стан. При верхній межі концентрації цукру досягається довготривале зберігання цих продуктів. При меншій концентрації, консервуючу дію цукру доповнюють пастеризацією (тепловою стерилізацією) фасованих продуктів у герметичну тару.

Консервуюча дія солі використовується для рибних та м'ясних продуктів. Розвиток більшості бактерій припиняється при концентрації солі 10-15%. Однак, розчин солі лише припиняє життєдіяльність м/о, а не руйнує їх. Тому солоні продукти можуть псуватись під впливом галофільних бактерій і їх рекомендовано зберігати при понижених температурах. При концентрації солі менше 10%, консервуючу дію солі доповнюють копченням, холодним зберіганням, додаванням антисептика – бензойнокислого натрію (рибні пресерви). При солінні м'яса використовують нітрит натрію (E 250).

Овочі (бобові, капусту, моркву, буряк, цибулю) консервують розчинами кухонної солі високої концентрації – 15-25%. Це дозволяє уникнути молочнокислого бродіння. Щоб запобігти негативному впливу підвищених концентрацій солі на зовнішній вигляд солоних овочів використовують вакуумування у розчинах кухонної солі.

Маринування та спиртування

Більшість м/о, особливо гнильних, що викликають псування фруктів та овочів, не можуть розвиватися у кислому середовищі чи в середовищі, що містить спирт. На цій властивості ґрунтуються такі методи консервування, як маринування та квашення, спиртування та спиртове бродіння.

При цьому окремі принципи консервування, покладені в основу кожної «пари» з цих чотирьох методів, одні й ті ж. Перша ґрунтується на консервуючій дії кислоти, друга – на консервуючій дії спирту. Для консервування продуктів тільки молочною кислотою або спиртом необхідна висока їх концентрація – відповідно 2 і 16%. Але в природній сировині кислоти значно менше, а спирту зовсім немає. Тому ці консерванти або додають в продукт, або вони утворюються в результаті біохімічних (мікробіологічних) процесів.

Маринування¹². При виготовленні маринадів, підготовлені плоди або овочі заливають маринадною заливою (розчином оцтової кислоти, що містить цукор і сіль). Основним консервантом при цьому є оцтова кислота (E260). В залежності від сировини, з якої одержують оцтову кислоту, розрізняють винний, фруктовий, яблучний, спиртовий оцет і синтетичну оцтову кислоту.

Дія оцтової кислоти базується на зниженні рН консервованого продукту і проявляється при вмісті вище 0,5% та спрямована проти бактерій. Вміст оцтової кислоти в різних маринадах коливається від 0,6 до 1,2%. Ці невеликі концентрації оцтової кислоти не можуть повністю перешкодити розвитку плісневих грибів, оцтовокислих бактерій, тому маринування само по собі не може зберегти продукт на довго. Для збільшення термінів зберігання маринований продукт фасують у герметичну тару і пастеризують або зберігають при зниженій температурі. При вищій концентрації кислоти продукт стає непридатним для споживання.

Спиртування¹³ використовують як метод консервування плодівих соків у безалкогольній та лікєро-горілчаній промисловості. Спирт не має сильної консервуючої дії, тому щоб запобігти псуванню харчового продукту, потрібні досить високі його концентрації. Так дріжджі повністю припиняють свою життєдіяльність при вмісті спирту в середовищі не менше 16%. Саме таку кількість спирту додають у плодіві соки-напівфабрикати, призначені для виготовлення безалкогольних напоїв.

3.4.3. Біохімічні

Біохімічні методи базуються на використанні біохімічних процесів молочнокислого та спиртового бродіння цукру.

Квашення¹⁴ – це процес обробки плодів та овочів, при якому, внаслідок дії молочнокислих бактерій, наявний у сировині цукор зброджують у молочну кислоту. Накопичена у процесі початкового бродіння при 20-25 °С молочна кислота (у кількості 0,5%) пригнічує розвиток сторонніх м/о. Коли при подальшому бродінні при температурі близько 0 °С нагромаджується до 1,2-1,5% молочної вислоти, то пригнічується розвиток власних молочнокислих бактерій. Тому зниження температури бродіння і зберігання є одним із головних факторів продовження зберігання продукту в доброякісному стані.

При квашенні необхідно створювати такі умови, при яких молочнокислі бактерії отримали б вільний доступ до цукристого соку, що знаходиться у клітинах рослинної сировини. Тому до овочів, які підлягають квашенню, додають кухонну сіль у сухому вигляді (при квашенні капусти) або у вигляді 7-8% розчину (при квашенні огірків), щоб викликати плазмоліз клітин і осмотичне висмокування з них соку.

Таким чином, на відміну від маринування, при квашенні консервант не вноситься у продукт ззовні, а створюється у самій сировині в результаті молочнокислого бродіння.

Термін «*квашення*» використовують стосовно до капусти. У відношенні до огірків і томатів використовують термін «*засіл*» («*соління*»), а для квашених яблук застосовують термін «*мочені*».

Спиртове бродіння¹⁵ – це розпад цукру з утворенням спирту завдяки діяльності дріжджів, наявних у мікрофлорі плодово-ягідної сировини. При зброджуванні всього цукру сировини (12-16%) утворюється 8-10% спирту (з 1% цукру утворюється 0,6 об'ємних % спирту). Такі вина нестійкі і термін їх зберігання обмежений. Для забезпечення стійкості вино або зберігають при помірному холоді, або пастеризують, або виробляють у вигляді міцних вин за рахунок утворення додаткового спирту з внесеного цукру. При накопиченні 15-16% спирту життєдіяльність дріжджів припиняється, і вони осідають на дно.

Таким чином, на відміну від спиртування, при спиртовому бродінні, консервант не вноситься ззовні, а утворюється в харчовому продукті на основі біохімічного процесу.

Квашення і спиртове бродіння можна віднести до методів консервування фруктів та овочів тільки з деякою умовністю, тому що внаслідок процесів бродіння проходить сильна денатурація вихідної сировини і одержується зовсім новий продукт. Окрім того, сама мета такої обробки полягає не в консервуванні, а в отриманні нового продукту з певними бажаними властивостями. Наприклад, *столове вино* – це не консервований виноградний сік, і виготовляють його не для того, щоб законсервувати, а щоб отримати закусочний продукт чи приправу до других обідніх страв.

Але після виготовлення ці продукти дійсно зберігаються завдяки анабіотичному пригніченню мікробів з допомогою дії кислоти або спирту. Відносно цих двох процесів бродіння вживають термін – **принцип ценоанабіозу**¹⁶ – пригнічення дії шкідливої мікрофлори, яка може розвиватися на продукті, що зберігається, шляхом створення умов для розвитку іншої мікрофлори, здатної зберегти продукт.

3.5. Методи консервування на принципі абіозу

На принципі **абіозу** ґрунтуються такі методи консервування:

1. **Теплова стерилізація** та її варіанти – асептичне консервування і застосування електричного струму високої і надвисокої частоти.

2. **«Холодна» стерилізація** – знепліднююче фільтрування (СФ), обробка високим тиском, використання радіаційної енергії (ультрафіолетових (УФ) променів та іонізуючого випромінювання).
3. **Хімічна стерилізація** – використання антисептиків та антибіотиків.

3.5.1. Теплова стерилізація

Це класичний метод **Н.Аппера**, на якому базується виробництво баночних консервів. Він є надійним, зручним та універсальним і має найбільше промислове значення. **Теплова стерилізація**¹⁷ полягає у тому, що нестерильний продукт фасується в нестерильних умовах у нестерильну тару, яка після закупорювання піддається тепловій обробці протягом такого часу і при такій температурі, що забезпечують мікробіологічну стабільність продукту при тривалому зберіганні в звичайних умовах.

Таким чином, при **тепловій стерилізації**:

- інактивуються ферменти, які зберігались у продукті до початку стерилізації;
- гинуть мікроби, що знаходяться всередині консервних банок;
- збудники псування, що знаходяться у навколишньому середовищі через герметичну тару всередину потрапити не можуть;
- природні властивості сировини змінюються мінімально;
- хімічні зміни у харчових продуктах мінімальні;
- харчові продукти, законсервовані даним способом можуть зберігатись декілька років.

Недоліком даного методу є довготривалість процесу. Проте нові варіанти теплової стерилізації – асептичне консервування та використання мікрохвильового нагрівання позбавлені цього недоліку.

Асептичне консервування

Асептичне консервування¹⁸ полягає в тому, що стерильно підготовлений продукт (шляхом короткочасної теплової обробки переважно соків і пюреподібних продуктів при високій температурі (110-130 °С) у потоці декілька хвилин і охолодження до 30°С; знепліднюючим фільтруванням або іншим способом) фасують у стерильну тару різної ємності в стерильних (асептичних) умовах і в цих же умовах герметизують. Метод широко використовується при виробництві соків та напоїв у системах Tetra Brik, Tetra Pak, Pure-Pak та інші.

Застосування електричного перемінного струму

Застосування електричного перемінного струму¹⁹ дозволяє провести нагрівання консервів у полі високої та надвисокої частоти (ВЧ та НВЧ) за 1,5-2 хв. Причому поглинання електричної енергії проходить одночасно всім об'ємом продукту, тому він швидко розігрівається. При застосуванні ВЧ-

нагріву для стерилізації консервів використовується радіочастотний діапазон електромагнітних хвиль 20-30 МГц. Таке короткочасне нагрівання дозволяє уникнути розварювання плодів. Більш ефективним є НВЧ-нагрівання із застосуванням мікрохвильового струму з частотою нагріву 2400 МГц. Це дає можливість здійснювати безперервний процес стерилізації на конвейєрі.

Упровадження процесів ВЧ- та НВЧ-обробки в практику консервування лімітується складністю обладнання, високою собівартістю процесу та трудностю контролю температурного режиму в банці під час обробки. Даний метод застосовують для продуктів, які фасовані у скляну або полімерну тару.

3.5.2. Холодна стерилізація Знепліднююче фільтрування

Знепліднююче фільтрування²⁰ – це метод консервування, який полягає в тому, що рідкий, повністю прозорий харчовий продукт, що не містить твердих завислих частин (наприклад, виноградний сік), фільтрують через спеціальні фільтри, які затримують мікроби. **Фільтруючим матеріалом** є пресована азбесто-целюлозна маса, пори якої за розміром менші від мікробної клітини. Цей фільтруючий матеріал виготовляють у вигляді пластин, які називають СФ (стерилізуючий фільтр).

Таким чином, суть методу полягає не в знищенні мікроорганізмів, а в їх механічному відділенні від продукту шляхом фільтруванням. Проте принцип абіозу, тобто відсутності життя у такому продукті, дотриманий.

Позитивна особливість стерилізуючого фільтрування – можливість зберегти харчовий продукт «холодним» способом, тобто без теплової стерилізації. Проте на практиці, щоб одержати стійкі при зберіганні консерви, тільки стерилізуючого фільтрування недостатньо. Необхідно також провести розлив в умовах, які виключають повторне зараження продукту після стерилізуючого фільтрування, а саме:

– знепліднюючий фільтр повинен бути стерильним як усередині, так і ззовні;

– наповнювальний апарат, консервна тара, закупорювальні матеріали, закупорювальна машина та повітря в приміщенні повинні бути стерильними;

– обслуговуючий персонал повинен прийняти особливі засоби перестороги, щоб не внести інфекцію в продукт.

Тільки при дотримуванні усіх цих умов можна уникнути псування продукту при зберіганні.

Основна **перевага методу** – зберігання харчового продукту без застосування високих температур – є в якійсь мірі і його **недоліком**, тому що через відсутність нагрівання в продукті зберігаються ферменти. Ці ферменти

каталізують небажані біохімічні реакції, що приводить у процесі зберігання до виникнення сторонніх присмаків та запахів у харчових продуктах і до їх псування. Тому перед стерилізуючим фільтруванням продукт необхідно нагріти для інактивації ферментів.

Метод знепліднюючого фільтрування є найменш універсальним з усіх існуючих заходів консервування, тому що застосовується до обмеженого числа харчових продуктів, що відрізняються повною прозорістю.

Обробка високим тиском

Обробка високим тиском²¹ – це відносно новий спосіб консервування, що базується на використанні високого тиску (100-1000 МПа) для пригнічення росту мікроорганізмів при звичайних температурах. Вперше дослідження ефективності використання тиску були досліджені у 1989 р. **Хайтом** для м'ясних і молочних продуктів. Сьогодні цей метод використовують для зберігання рідких продуктів та продуктів з новими органолептичними властивостями.

Високий тиск спричиняє інактивацію ферментів та денатурацію білків, що призводить до знищення м/о. Для різних видів продуктів рівень тиску, температури та тривалість обробки різні. Наприклад, для збереження вишневого соку протягом 6 місяців використовують такі параметри: $P = 500\text{МПа}$, $T = 25^{\circ}\text{C}$, $\tau = 20\text{хв}$; для збереження м'ясних продуктів протягом 3-х місяців: $P = 540\text{МПа}$, $T = 52^{\circ}\text{C}$, $\tau = 60\text{хв}$. Для холодної стерилізації плодоовочевих соків, з метою підсилення стерилізуючої дії тиску, використовують середовище CO_2 . Цей прийом базується на різниці парціальних тисків, яка створює **явище кавітації**, що спричиняє розривання клітинної оболонки м/о. Фасування продуктів, з використанням даного методу консервування, проводять в асептичних умовах.

Ультрафіолетове опромінення

Ультрафіолетові випромінювання²² (з довжиною хвиль в діапазоні 13,6-400 нм) володіють великою енергією, а тому викликають сильну хімічну та біологічну дію. В залежності від довжини хвилі, дія різних ділянок ультрафіолетового спектру неоднакова: так область променів з довжиною хвилі від 400 до 330 нм є хімічно активною; зона у межах 330-200 нм – біологічно активна (сприяє в організмі синтезу вітаміну D і виявляє антирахітичну дію); промені з довжиною хвилі 295-200 нм – пригнічують та припиняють життєдіяльність бактерій. У зв'язку з цим дана область УФ-променів називається **бактерицидною**. Максимум бактерицидної дії розміщується біля довжини хвилі 260нм (2600 А).

За променями з довжиною хвилі 200нм лежить озонуюча область спектру. Озон використовується як додатковий до холоду засіб для дезинфекції і

дезодорації з метою збільшення тривалості зберігання, зниження втрат і збереження якості харчових продуктів. Наприклад, періодична обробка картоплі озоном концентрацією 30 мг/м³ (в лікувальний період), а потім по 6 годин на добу 1 раз в місяць концентрацією 10-15 мг/м³ збільшує тривалість зберігання на 2-3 місяці. Полуниці, суниці і виноград, особливо схильні до пліснявіння, краще зберігають якість при обробці озоном по 4-6 годин на добу при концентрації 4-6 мг/м³. Тривалість зберігання збільшується в 2 рази.

Стерилізуючий ефект досягається тільки при прямому УФ-опроміненні. Опромінення низькими дозами протягом тривалого періоду, який часто перевищує тривалість нормального життєвого циклу мікрофлори, більш ефективно, ніж опромінення еквівалентними дозами при більш високій інтенсивності, але короткочасно. Майже у всіх бактерій основна маса (до 70-80%) гине при постійному бактерицидному опроміненні. Бактерії, які залишились (20-30%), є більш стійкими і для їх руйнування потрібно енергії в 3-4 рази більше.

Широке використання бактерицидного ефекту УФ-променів для консервування харчових продуктів обмежується їх малою проникною здатністю (частки міліметра). Не пропускають УФ-променів й стінки жерстяної та скляної тари. Тому УФ-спектр можна використовувати для знезараження повітря та поверхні стін камер на харчових підприємствах, для стерилізації тари і молока за умови обробки його у тонкому шарі, для стерилізації пакувального матеріалу на лінії асептичного консервування (експозиція 5с ефективна для широкого кола мікроорганізмів).

Іонізуюче випромінювання

Іонізуюче випромінювання²³ – це різні за походженням, але близькі за високою енергією випромінювання, здатні викликати іонізацію електрично нейтральних атомів і молекул та стимулювати в опромінених матеріалах однотипні хімічні реакції.

Іонізуючі випромінювання можна отримати **двома способами**:

1) **механічним шляхом**, використовуючи рентгенівські апарати, в яких розігнані до великих швидкостей електрони ударяються об металеву мішень, генеруючи при гальмуванні електромагнітні випромінювання з довжиною хвилі близькою 0,05 нм;

2) **шляхом радіоактивного розпаду** різних ізотопів (типу ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs тощо).

При визначеному дозуванні іонізуючих випромінювань можна пригнітити життєдіяльність мікроорганізмів або зовсім їх знищити. На цьому ґрунтуються методи консервування харчових продуктів – радурізація і радап-пертизація. При **радурізації**²⁴ в дозах (250-800)•10³ рад мікроорганізми знищуються тільки частково, внаслідок чого плоди, овочі, м'ясо і риба можуть

зберігатися у свіжому вигляді довше, ніж без радіаційної обробки. Наприклад, термін зберігання ягід на холодильнику після радурізації можна подовжити на тиждень, томатів — на 2 тижні, а м'яса — на декілька місяців. У Міжнародній системі одиниць *рад* замінений на одиницю *грей* (Gy), що еквівалентний 100 *рад* (1 Дж/г).

Радаптертизація²⁵ (або радіаційна стерилізація), призначена для знищення мікроорганізмів у такій мірі, як це досягається при теплової стерилізації, що дає можливість отримувати консерви. Але потрібно зауважити, що при цьому необхідні великі дози іонізуючих випромінювань $(1,5 \div 2) \cdot 10^6 \text{ рад}$, тому що м/о, особливо спори анаеробів, дуже стійкі до радіаційного фактору. Так, для знищення збудників ботулізму необхідні дози порядку $(4 \div 5) \cdot 10^6 \text{ рад}$.

Для радіаційної інактивації ферментів потрібні ще більші дози, приблизно $10 \cdot 10^6 \text{ рад}$, тобто такі, які значно перевищують летальні для м/о дози. Такі великі дози недопустимі, вони приводять до появи сторонніх запахів і присмаків у продукті, розкладу харчових речовин, особливо аскорбінової кислоти, утворенню токсичних сполук тощо.

Для запобігання небажаних змін у харчових продуктах під впливом іонізуючих випромінювань запропоновані різні заходи:

- попередня (до опромінення) теплова обробка харчових продуктів для інактивації ферментів;
- попереднє заморожування продуктів для перетворення значної частини рідкої вологи в лід і пониження цим концентрації вільних радикалів, що утворюються при наступній радіаційній обробці;
- додавання до опромінення в продукт аскорбінової кислоти для захисту харчових речовин від надмірної окислювальної дії.

Сьогодні опромінення немає широкого впровадження у харчову промисловість. Його використовують лише для дезинфекції борошна і затримання пророщування картоплі та цибулі. Іонізуюче випромінювання у відносно невеликій дозі (всього 10 Крад) вбиває ростові елементи клітин. Картопля та цибуля втрачають здатність проростати і можуть після радіаційної обробки зберігатися протягом року.

3.5.3. Хімічна стерилізація

Хімічні методи консервування базуються на застосуванні **антимікробних речовин**: антисептиків (консервантів) та антибіотиків. Ці речовини, проникаючи у клітини мікробів вступають у взаємодію з білками протоплазми і паралізують її життєві функції. При цьому інактивують ферменти і мікробної клітини (спричиняє її загибель), і сировини.

Застосування антисептиків

Антисептики²⁶ – це хімічні речовини, отруйні для м/о. Їх отримують хімічним шляхом з неорганічних або органічних речовин. Більшість антисептиків, які придатні для консервування харчових продуктів (мурашина кислота, борна кислота, формалін, бура, уротропін), шкідливі не тільки для м/о, але й для людини. Тому, у харчовій промисловості використовують незначну кількість (3-10) консервантів, які відповідають таким вимогам:

- у застосовуваних дозах безпечні для людини;
- отруйні для мікробів у невеликих дозах;
- не вступають у хімічні сполуки з харчовими речовинами продукту;
- не реагують з матеріалом технологічного обладнання чи консервної тари;
- легко видаляються з продукту перед вживанням або при розщепленні в організмі не утворюють токсичних речовин;
- визначаються доступними методами, які полегшують контроль за їх вмістом у харчових продуктах.

З урахуванням цих вимог, в Україні для консервування фруктів та ягід використовують такі антисептики: сірчистий ангідрид, бензойну кислоту (або її натрієву сіль – бензоат) та сорбінову кислоту (або її солі – сорбати). Їх загальна порівняльна характеристика подана у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Порівняльна характеристика консервантів

Характеристика	Сірчистий ангідрид та кислота	Бензойна кислота і бензоат	Сорбінова кислота і сорбати
1. Формула	SO ₂ (H ₂ SO ₃)	C ₆ H ₅ COOH (C ₆ H ₅ COONa)	CH ₃ (CH) ₄ COOH, натрієва і калієва
2. Позначення як добавки	E 220	E 210 (E 211)	E 200 (E 201, E 202)
3. Властивості	Безбарвний газ, з різким запахом, розчинний у воді	БК – це білі блискучі моноклінні листочки чи голки, бензоат – кристалічний порошок, без запаху і смаку, краще розчинний у воді	Солі сорбінової кислоти – кристалічні порошки, краще розчинні у воді, ніж сорбінова кислота
4. Вплив на м/о	Більш токсичний для плісень і бактерій, ніж для дріжджів	Більш токсичний для дріжджів та плісень, ніж для бактерій	Більш токсичний для дріжджів та плісень, ніж для бактерій

5. рН середовища	до 5,1	3,0	до 5,0
6. Переваги	Сповільнює ферментативні реакції; видаляється при нагріванні чи вакуумуванні	Природний консервант (входить до складу деяких плодів)	Фізіологічна нешкідливість, органолептична нейтральність, селективна антимікробна активність
7. Недоліки	Кородує металеву апаратуру; потребує використання протигазів	Не видаляється з напівфабрикату; легкий присмак бензоату	Потребує поєднання з невеликою кількістю антиоксидантів
8. Допустима доза для вживання	0,01 % (100 мг/кг – для продуктів, 200-250 мг/дм ³ – для вина)	0,1 %	0,05-0,1 %
9. Застосування	В-во фруктових напівфабрикатів, соків, пюре, варення, джему, повидла	В-во маринованих овочів, кислих фруктів (БК), рибних продуктів, напоїв (бензоат)	В-во квашених і маринованих овочів, томатопродуктів, соусів, фруктових напівфабрикатів, компотів, пюре, соків, варення, джему, желе; вина, риби

Сумісне використання декількох консервантів, чи консервантів з речовинами, які викликають осмос (сіль, цукор), або поєднання консервантів з фізичними методами консервування (нагрівання, охолодження, опромінення, сушіння, обробка високим тиском) може посилювати антимікробний ефект та знижувати концентрації окремих консервантів. Наприклад, процес **копчення** – це комбінація таких факторів: консервуюча дія солі, температури, збезводнення, дія антисептиків, що містяться у копильному димі або рідині.

Копчення²⁷ – це просочування продуктів копильними речовинами, які оримують у вигляді копильного диму, який утворюється в результаті термічного розпаду деревини (дуб, ясен, в'яз), спричиненого тлінням. У

консервному виробництві м'ясо чи рибу піддають холодному або гарячому копченню після маринування чи соління. Поєднання бактерицидної дії диму та високої (60 °C) температури зменшує число бактерій у кілька тисяч разів.

Отже, основне значення консервантів – захист від токсиноутворюючих мікробів та зменшення небезпеки утворення токсинів.

Застосування антибіотиків

Антибіотики²⁸ – це хімічні речовини, отруйні для м/о, які на відміну від антисептиків продукуються живою клітиною, тому їх отримують біохімічним шляхом. За способом отримання антибіотики поділяють на:

- 1) мікробного походження (пеніцилін, стрептоміцин, граміцидін);
- 2) рослинного походження (фітонциди цибулі, часнику, хрону, гірчиці);
- 3) тваринного походження (виробляються органами тварин – екмолін).

На відміну від антисептиків, антибіотики виявляють консервуючу дію в дуже малих концентраціях (10^{-5} %). Однак, систематичне вживання антибіотиків небезпечно для здоров'я людини – порушується природний симбіоз між людиною та мікробами, що живуть у її організмі. Єдиним антибіотиком, який використовують при консервуванні харчових продуктів є **біоміцин** (хлортетрациклін), який при нетривкому кип'ятінні повністю розкладається. Його дозволено застосовувати лише для консервування сировини тваринного походження, яка вживається в їжу після гарячої кулінарної обробки.

З 1985 р. комітетом ФАО/ВОЗ у харчовій промисловості дозволено використовувати ще один антибіотик – **нізин** – харчова добавка Е 234, який проявляє сильну бактерицидну дію по відношенню до бактерій. Його дія на організм людини нетоксична (він природно міститься у молочних продуктах). Нізин рекомендується використовувати для пом'якшення режимів стерилізації овочевих і грибних консервів, томат-продуктів. Він ефективно діє на м/о при підвищених температурах і у процесі нагрівання частково руйнується (до 75%). В організмі людини нізин швидко розщеплюється під дією ферментів.

Консервуючу дію мають деякі прянощі й трави (гвоздика, кориця, гірчиця), за рахунок ефірних масел, які іноді є навіть більш ефективними, ніж хімічні консерванти. З фітонцидів найбільше значення має ефірна алілова олія, яка добувається з насіння гірчиці.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть причини псування харчових продуктів.
2. Охарактеризуйте види псування харчових продуктів.
3. Які є методи консервування? Їх коротка характеристика.
4. Які методи консервування засновані на принципі анабіозу?

5. Які методи консервування засновані на принципі абіозу?
6. Дайте характеристику фізичних методів консервування.
7. Як проявляється консервуюча дія понижених температур?
8. Які зміни відбуваються у рослинній тканині при заморожуванні?
9. Як проводять сушіння харчових продуктів?
10. Особливості сублимаційного сушіння та сублимованих продуктів.
11. Як зберігають плоди у газовій атмосфері?
12. На якому принципі базується консервування варення, повидла, джему?
13. У чому подібність та відмінність маринування і квашення? Спиртування і спиртового бродіння?
14. У чому відмінність теплової стерилізації Н.Аппера від асептичного консервування?
15. Охарактеризуйте методи холодної стерилізації.
16. На чому засноване використання іонізуючої радіації для консервування харчових продуктів?
17. У чому відмінність консервуючої дії НВЧ від ІВ?
18. Які речовини використовують у якості консервантів?
19. Подібність і відмінність антисептиків та антибіотиків і відповідних їм методів консервування.
20. Які трави та прянощі мають консервуючу дію і чому?

ЛЕКЦІЯ №7-8

ТЕМА 4. Попередня механічна обробка сировини

Основні терміни: 1)короткочасне зберігання, 2)довготривале зберігання, 3)втрати маси, 4)втрати якості, 5)транспортування, 6)миття, 7)інспекція, 8)сортування, 9)калібрування, 10)очищення, 11)різання, 12)попередня теплова обробка, 13)бланшування, 14)обжарювання, 15)копчення.

4.1. Зберігання сировини до переробки

Види зберігання

Сировина та виготовлені з неї харчові продукти піддаються короткочасному чи тривалому зберіганню. **Короткочасному зберіганню¹** піддають сировину, яка скоро псується і переробляється одразу в період заготівлі. Вона зберігається під навісами на відкритих сировинних майданчиках, які примикають до виробничих цехів. Терміни зберігання плодів пасльонових, гарбузових, кісточкових, ягід, літніх насіннячкових, бобів молочної стадії стиглості на відкритих сировинних майданчиках становить не більше 8-48 годин.

Довготривалому зберіганню² піддають до 75-80% сировини, що переробляється. До переробки її зберігають у простих сезонних сховищах – буртах, траншеях або в капітальних спеціалізованих сховищах. Влаштування бургтів і траншей є простим, дешевим способом, що не потребує великих капіталовкладень, однак регулювання температури, відносної вологості, вмісту CO₂ є складним, а механізація вивантаження сировини утруднена. Спеціалізовані сховища значно дорожчі від траншей і бургтів, проте в них легко регулюється температура, відносна вологість, склад повітря, а завдяки зручним під'їзним шляхам механізується завантажування та розвантаження сировини. Наприклад, картоплю й буряк зберігають у спеціалізованих сховищах до 150-200 діб (іноді 300-330 діб), цибулю й моркву – до 100 діб.

Під час зберігання плодів та овочів відбуваються фізичні, біохімічні та мікробіологічні процеси, які змінюють якість і кількість сировини. Протягом усього періоду зберігання в овочах та фруктах проходить **три основних процеси:** 1) розклад складних органічних речовин (крохмалю, білків, пектинових речовин, клітковини) на більш прості сполуки (цукри, амінокислоти); 2) дихання; 3) випарування води з тканин.

Інтенсивність цих процесів та втрати при зберіганні залежать від ряду **факторів:** температури; відносної вологості повітря; швидкості руху і складу повітряної суміші; кратності обміну повітряної суміші; виду та стану сировини (цілісність, товщина шкірки, обнасення м/о, ступеня пошкодження шкідниками).

Етапи зберігання

Зберігання сировини характеризується такими **періодами**:

1. ***Лікувальний період*** (до 2-х тижнів). У цей період продовжується дозрівання сировини та заживляються травми, одержані при збиранні та транспортуванні. Тому у сховищі повинна бути температура повітря 15-20°C, відносна вологість 80-90%, максимальна вентиляція. На даному етапі активізується гідроліз, дихання, на «ранах» утворюється рубцева перидерма і субериновий шар, який захищає від псування.
2. ***Період спокою*** (взимку). Характеризується поступовим зниженням інтенсивності фізіологічних процесів та відсутністю проростання навіть при сприятливих для цього умовах. Різко пригальмовуються всі біохімічні процеси. У сховищі повинна бути стійка без коливань температура: для картоплі 2-4°C, для овочів 0-1 °C, відносна вологість 85-95%. Знаходячись в стані спокою всі рослинні об'єкти зберігають біологічну активність, на підтримку якої затрачається енергія, яка утвор. при диханні.
3. ***Весняний період*** (навесні). Характеризується переходом овочів у стан росту. Активізуються гідроліз складних органічних сполук, дихання, накопичення водорозчинних речовин та нуклеїнових кислот. При достатньому накопиченні НК (ростових речовин) стає можливим проростання: проростають вічка бульб, верхівки коренеплодів, бруньки, пришвидшується псування хворих екземплярів.

Втрати сировини

Зберігання плодів та овочів залежить від їх стиглості, часу збирання, умов транспортування та зберігання. ***Основними завданнями при зберігання плодів та овочів є:***

- 1) збереження їх кількості та якості, тобто харчової цінності, зовнішнього вигляду, кольору, смаку, аромату, консистенції;
- 2) зберігання без втрат або з мінімальними втратами сировини.

Практичне здійснення цих завдань забезпечується сукупністю основних ***технологічних прийомів***, які складають суть технології зберігання:

- підготовка сировини до зберігання (очищення від домішок, сортування за партіями тощо);
- створення таких умов зберігання або видозміна властивостей сировини таким чином, щоб м/о, які потрапили в неї були знищені, або не могли розвиватися, а ферменти були інактивовані;
- створення та автоматичне регулювання оптимальних параметрів навколишнього середовища (температура, відносна вологість, газовий склад середовища).

Реалізація цих прийомів дозволяє зберігати продукти без втрат, а також покращує технологічні властивості сировинних ресурсів від яких залежить якість готових продуктів. Втрати сировини обумовлені її фізіологічними властивостями та умовами зберігання. Виділяють такі **види втрат**:

1. **Втрати маси**³ пов'язані із зменшенням початкової маси сировини чи продукту внаслідок різноманітних процесів.
2. **Втрати якості**⁴ пов'язані зі зменшенням вмісту поживних речовин або зі зниженням показників, що характеризують властивості сировини.

Обидва види втрат взаємопов'язані, проте втрата маси незавжди викликає втрату якості. У більшості випадків навпаки: зниження якості є причиною втрати маси. Втрати при зберіганні та перевезенні сировини й продуктів поділяють на 5 груп, які в залежності від причин, що викликають ці втрати поділяється на підгрупи.

Групи втрат

1. **Механічні втрати** залежать від фізичних властивостей сировини, пакувальних матеріалів. Ці втрати пов'язані з розтрушуванням (сипучі матеріали) чи витіканням (рідкі матеріали).
2. **Фізико-хімічні втрати** – це втрати маси шляхом випаровування (рідкі матеріали) або висихання (тверді матеріали).
3. **Біологічні втрати** викликаються: мікробіологічними процесами або є наслідком дії шкідників.
4. **Біохімічні втрати** пов'язані з біохімічними процесами, у тому числі з диханням.
5. **Хімічні втрати** викликані дією світла, кисню, радіації, наявністю неорганічних каталізаторів, дією температури та вологості середовища.

4.2. Транспортування сировини

На консервний завод сировину доставляють автомобільним, залізничним або водним транспортом. Сировину, яка поступила на підприємство **зважують** на автомобільних вагах і **розвантажують** або на сировинний майданчик, або у сховище. Попередньо перевіряють якість сировини у відповідності з вимогами нормативних документів. Якість кожної партії сировини перевіряє лаборант. Сировина, яка потрапляє на завод переробляється у чотирьох відділеннях: сировинному, підготовчому, консервному і фасувально-пакувальному.

Сировину з буртів, траншей, сховищ чи сировинних майданчиків **транспортують**⁵ в цех у контейнерах і ящиках, на піддонах електрокарами, електронавантажувачами і тракторами з прицепами або насипом, за

допомогою конвейерів чи насосів. У випадку зберігання сировини насипом підлогу в сховищах роблять під кутом 35° у бік гідроконвейерів. **Гідравлічний конвейер** – це жолоб 0,3-0,4 x 0,3-0,4 м прокладений в землі або на естакаді з нахилом 1/100 (на поворотах кут нахилу збільшується на 20-25%), швидкість руху 0,65-0,7 м/с. У жолоб подається вода та сировина у співвідношенні (4-8):1 відповідно. Вода разом з продуктом рухається по жолобу зі швидкістю 0,7-1 м/с; сировина транспортується в цех за 3-6 хв. І частково відмивається, а каміння потрапляє у вловлювачі гідроконвейерів.

Жолоб виготовляють з металу, дерева, бетону або цегли. Найбільш розповсюджений профіль напівкруглий або прямокутний з заокругленою основою. Лоток гідроконвейеру закінчується у підвалі сировинного відділення цеху, вода крізь решітки зливається у приямок і повертається у гідроконвейер, а сировина потрапляє у завантажувальний бункер елеватора, який подає її в мийну машину. Це можуть бути ковшові елеватори (норії) або елеватори "Гусяча шия". Норії використовують для вертикального або крутого похилого переміщення сировини, а елеватори "Гусяча шия" – для транспортування сировини в цеху та передачі її з однієї технологічної операції на іншу.

Сировину перевозять в залежності від її транспортабельності в **жорсткій** (крупні контейнери, решітчаті ящики-клітки), **напівжорсткій** (корзини, паки, решета) і **м'якій** (мішки, кулі) **тарі**, а також **без тари** – насипом. **Жорстка тара** захищає сировину від деформацій і механічних пошкоджень, від контактів з хворою сировиною і від зараження хворобами, сонячних опіків, а також дозволяє механізувати розвантаження. **Решітчата тара** зручна тим, що в ній відбувається безперервна циркуляція повітря, необхідна для дихання сировини.

Картоплю, коренеплоди і цибулю перевозять насипом. Перевага такого перевезення – економія тири, однак збільшуються витрати сировини. Більш ніжні овочі для запобігання механічному пошкодженню транспортують у дерев'яних ящиках або контейнерах. Широке застосування мають збірно-розбірні контейнери (стінки і дно розбірні), які після вивантаження сировини займають 20% свого початкового об'єму.

Добре зберігається сировина в багатооборотних дощатих, решітчатих або алюмінієвих перфорованих **ящиках**. Дощаті ящики після 24-27 оборотів амортизуються, алюмінієві витримують до 400 оборотів, легко миються. Після кожного обороту сировинні ящики чи контейнери миють гарячою водою, обробляють 1% розчином хлорного вапна, ошпарюють парою і сушать.

4.3. Характеристика процесів попередньої обробки сировини

Процесами попередньої обробки сировини є більшість технологічних операцій, які передують вкладанню сировини в консервну тару або відбуваються перед основним технологічним процесом, при якому сировина втрачає свої характерні ознаки і перетворюється у напівфабрикат. За допомогою цих процесів сировину рослинного або тваринного походження очищають від забруднень, сторонніх домішок, звільнюють від некондиційних екземплярів та неістівних частин, піддають короткочасній термічній обробці і готують до фасування.

До процесів попередньої обробки сировини належать:

- миття;
- інспекція, сортування та калібрування;
- очищення;
- подрібнення та різання;
- бланшування;
- обжарювання;
- копчення.

Процесами попередньої обробки також є процеси, які передують витягуванню соку з плодів та ягід: **заморожування** (як спосіб попередньої обробки плодів перед пресуванням) та **обробка плодів ферментативними препаратами** або **електричним струмом** (перед пресуванням для збільшення виходу соку).

Не є процесами попередньої обробки: **уварювання** плодів з цукром (при цьому отримують готове варення або джем); **концентрування** – згущення у декілька разів (концентровані томатопродукти є фактично готовим продуктом); **пресування** або **дифузія** фруктів та ягід (одержаний сік – це напівфабрикат); **освітлення** та **фільтрування** соків (процеси проводять з напівфабрикатами).

4.4. Миття сировини

Миття⁶ передбачає видалення з поверхні овочів та коренеплодів залишків землі, піску та інших забруднень, а також сторонніх важких (камінці, цвяхи) та легких (солома, листя, гілочки) домішок. Добре відмита сировина не повинна містити на своїй поверхні залишків бруду. Під час миття сировина також частково звільняється від мікроорганізмів та отрутохімікатів. Для змивання залишків отрутохімікатів у воду можна додавати слабкий розчин HCl. Отже, у процесі миття з поверхні сировини видаляються різні забруднення, сторонні домішки, м/о та отрутохімікати.

Для миття використовують воду з водогону, артезіанських свердловин та джерел. Вода, яка використовується у консервному виробництві, повинна

відповідати вимогам державних стандартів на питну воду. Вона повинна бути прозорою, без кольору, осаду, завислих частинок, стороннього запаху та присмаку. Не допускається вміст важких металів, нітратів, нітритів, наявність анаеробних м/о тощо.

Механізм процесу миття

Механізм процесу миття базується на тому, що частинки бруду утримуються на твердих поверхнях силами міжмолекулярного притягання. Величина цих сил залежить від хімічної будови молекул та відстані між ними. Відстань, на якій діють молекулярні сили зчеплення, дуже мала, тому зі збільшенням відстані ці сили значно слабшають. Отже, суть миття полягає у відокремленні частинок бруду від поверхні, яка очищується.

Найпростіше це здійснити за допомогою набухання, тобто проникнення рідини у міжмолекулярні простори частинок бруду, або у прошарок між частинкою і забрудненою поверхнею. Для цього рідина повинна добре змочувати поверхню, що очищується і, відповідно, розтікаючись по поверхні, просочуватись у найдрібніші пори. Однак, вода погано змочує будь-які поверхні, внаслідок того, що сили поверхневого зчеплення між молекулами води є досить великі. Тому вода погано змочує шкірку більшості плодів та овочів, які покриті восковим нальотом, який за властивостями гідрофобний.

Підвищити змочуваність, а отже, і миючу здатність води можна зниженням її поверхневого натягу шляхом додавання поверхнево-активних речовин (ПАР). До них належать: спирти, органічні кислоти, мила тощо. Молекули ПАР мають два кінці з протилежними властивостями: ***гідрофільний*** (завдяки якому молекула розчинна у воді) і ***гідрофобний*** (який прагне відштовхнутися від води і витягнути молекулу на поверхню, тобто на межу її розділення з повітрям). Таким чином, молекула ПАР утворює на поверхні води ***абсорбційний шар***, який має менший поверхневий натяг, ніж вода. Тому вода, у яку добавлені ПАР, має кращі змочувальні та мийні властивості (***додаток В1***).

Стадії миття

I. Змочування частинок бруду молекулами ПАР. Молекули ПАР своїми гідрофобними кінцями чіпляються за гідрофобну поверхню твердої частинки бруду і утворюють на її поверхні «***гідрофільний чохол***». Це створює передумови для відривання частинки бруду від забрудненої поверхні. Молекули ПАР також проникають у тріщинки самої частинки бруду, подрібнюючи її на дрібніші, колоїдних розмірів шматочки, навколо яких також утворюється «гідрофільний чохол».

II. Відокремлення частинок бруду від поверхні. ПАР повністю відділяють бруд від поверхні і переводять його в розчин, у якому частинка бруду добре утримується у завислому стані.

III. Видалення частинок бруду. Свіжа порція мильного розчину виносить частинки бруду в каналізацію.

Найкраще сировина відмивається при витраті води 1-3 м³/1т сировини за умови протитоку води. Зазвичай, 25-50% бруду видалається при зануренні сировини у воду та замочуванні, і 50% при орошенні водою та струшуванні. Недостатні мийні властивості води компенсуються підвищенням тиску (0,2 – 0,3 МПа) у відповідних душових пристроях.

Способи миття

- 1) занурення у воду;
- 2) орошення водою (душові пристрої);
- 3) комбінований (1 і 2 спосіб послідовно).

У залежності від виду сировини і ступеня забруднення для миття застосовують різні *механізовані пристрої*, в яких сировина замочується при інтенсивному перемішуванні, яке створює тертя плодів один до одного з наступним видаленням забруднень за допомогою водяних струменів, які виходять з насадок розпилювачів під великим тиском. Для посилення руху води використовують стиснуте повітря від компресора чи вентилятора.

Для миття сировини використовують мийні машини різних типів: лопатеві, барабанні, вібраційні, вентиляторні, струшувальні тощо. Так, сильно забруднені картоплю і коренеплоди миють в машинах сильної механічної дії на сировину: барабанних (типу КМ-1), лопатевих (напівциліндричні ванни з лопастями-кулаками зануреними у воду), вібраційних (вібраційний барабан). Для миття ніжних овочів і фруктів (томатів, перцю, вишень, черешень, абрикосів) використовують елеваторні, вентиляторні та струшувальні мийні машини. А такі ягоди, як суницю і малину миють на струшувальних душових пристроях. Кісточкові та насіннячкові плоди і відносно чисті овочі, добре відмиваються водою в уніфікованих мийних машинах типу ММУ. Щіткові мийні машини ефективні для миття забруднених овочів з нерівною поверхнею (огірки, картопля).

Після миття сировина елеватором «Гусяча шия» подається на автоматичні стаціонарні ваги. Після зважування вона передається на інспекцію, сортування або вивантажується у приймальний бункер калібрувальної машини. При деяких виробництвах (наприклад, компотів) сировину спочатку сортують та калібрують, а вже потім миють.

4.5. Інспекція, сортування та калібрування сировини

Інспекція⁷ – це огляд сировини з відбраковуванням непридатних до переробки екземплярів (битих, гнилих, запліснявілих), видалення пошкоджених ділянок, сторонніх домішок. Іноді інспекцію плодів та овочів проводять вручну на столах, але найчастіше – на полотні стрічкового або роликового конвейерів. По обидва боки рухомого полотна конвейера розміщені нерухомі столи із жолобами для відходів. Відходи транспортуються у суміші з водою конвейерами або насосами у збірники для утилізації та вивезення. Якісна сировина залишається на стрічці конвейера і після проходження душових пристроїв передається на наступну операцію. Якість інспекції систематично перевіряється лаборантами і майстрами.

Іноді інспекція виділяється у самостійний процес, іноді супроводжується сортуванням сировини. **Сортування**⁸ – це розділення сировини на однорідні за кольором, формою і ступенем стиглості партії. Для одержаних партій можна застосувати певні режими теплової і механічної обробки з урахуванням ступеня стиглості, форми та розміру сировини. Це дозволяє уникнути розварювання сировини при бланшуванні, збільшення відходів при механічному очищенні тощо. Якість сортування та інспекції систематично контролюється.

Для полегшення проведення наступних операцій (очищення, подрібнення, теплової обробки) плоди та овочі розділяють (сортують) на однорідні за розміром партії, тобто проводять **калібрування**⁹. Це дозволяє знизити втрати і відходи у виробництві і покращити якість продукції. Дану операцію здійснюють на спеціальних **калібрувальних машинах**. Вони бувають різних типів: барабанні, роликові, шнекові, валико-стрічкові, дискові, тросові тощо.

Наприклад, **барабанні** – калібрують по найбільшому поперечному діаметру в циліндричних обертальних барабанах з сітчастою боковою поверхнею і внутрішньою спіральною направляючою. Барабан поділений по довжині на три секції з різними отворами: у першій провалюється у приймальний бункер дрібна сировина, у другій – середня, у третій – крупна. Під бункерами барабану проходить стрічковий конвейер, який по чергово забирає відкалібровану сировину. Їх використовують для розділення картоплі, коренеплодів, цибулі.

Валково-стрічкові використовують для розділення зерняткових, цитрусових, великих кісточкових плодів. Плоди скочуються в щілину, яка збільшується по мірі просування вперед між калібруючим обертальним ступінчастим валом і рухомою стрічкою. Коли щілина більша від плода, то він провалюється і потрапляє у відповідний приймальний бункер. **Флотаційні** застосовують для калібрування зеленого горошку. Метод базується на різниці густини зерен: сировину завантажують у робочу рідину, важкі горошини тонуть, а легкі спливають.

4.6. Очищення сировини

Очищення сировини¹⁰ – це процес відділення неїстівних частин сировини, тобто плодоніжок плодів, чашолистиків ягід, гребенів винограду, насінневої камери, шкірку деяких видів сировини, луску та нутрощі риб, кістки м'ясних туш. Більшість цих процесів є механізовані.

Способи очищення

1. Механічний спосіб (абразивною поверхнею, системою ножів, стисненим повітрям). Видалення шкірки механічним способом ґрунтується на стиранні її шорсткими абразивними поверхнями, зрізування системою ножів або видалення лущиння за допомогою стиснутого повітря. Цим способом очищають сировину, яка має грубу шкірку та щільну м'якоть (картопля, морква, буряк, білі корені), а також лущиння (цибуля).

2. Термічний спосіб (паровий, водопаровий, пароводотермічний). Під час термічної обробки нерозчинний протопектин, який зв'язує шкірку, зовнішній шар м'якоті гідролізується в розчинний пектин. Окрім того, волога, яка міститься у клітинах м'якоті закипає й утворені водяні пари (особливо під час перепадів тиску), що розривають шкірку, яка потім легко відділяється в мийно-очищувальній машині під дією обертових щіток та струменів води.

3. Хімічний спосіб (лужний). Під час хімічного очищення дія тепла на протопектин посилюється в результаті руйнування целюлози розчином луґу. Обробка сировини луґом проходить в ковшових бланшувачах, шнекових або спеціально пристосованих барабанних мийних машинах або в сульфітаторах. Лужний розчин готують в окремих приміщеннях в котлах з мішалками, перекачують насосами в збірники з нержавіючої сталі. Концентрацію розчину перевіряють ареометром або титруванням 3 рази в зміну. Після обробки луґом шкірка з сировини змивається в щіткових, роликкових або барабанних мийних машинах.

4. Комбінований спосіб (лужно-паровий). Цей спосіб полягає в обробці сировини (в основному овочів) лужним розчином і паром в апаратах, які працюють при підвищеному або атмосферному тиску.

Також очищення картоплі та овочів можна проводити за допомогою короткочасного опіку повітрям з температурою 800-1300°C, нагрітими димовими газами або електричним струмом. У результаті такої обробки в підшкірному шарі утворюється водяна пара, яка деформує шкірку, що приводить до її розтріскування, і вона легко змивається в мийній машині.

Після очищення сировину відправляють на **інспекцію** та **доочищення**. Ці операції проводять на спеціальних стрічкових конвейєрах.

4.7. Подрібнення та різання сировини

Іноді разом з операцією очищення сировини проводять її подрібнення. Очищення та подрібнення сировини здійснюють машинним способом. Наприклад, машини *конвейєрного типу*, одночасно очищують зерняткові плоди (зрізають шкірку, видаляють серцевину) та нарізають їх на половинки, скибочки, часточки. Кабачки очищають від плодоніжки з одночасним нарізанням на кружечки. Для видалення кісточок з вишні, черешні, слив, абрикосів використовують *кісточковибивні машини*.

Сировину подрібнюють для надання їй певної форми, для повнішого використання об'єму тари, полегшення наступних процесів. Подрібнення овочів та фруктів проводиться по-різному, в залежності від того, чи необхідно надати сировині певну форму (**різання**¹¹) чи подрібнити її на дрібні шматочки або частинки, не турбуючись про форму.

Овочі ріжуть на шматочки різних розмірів і форми: кружальця, стовпчики, шайби, стружку, кубики, пластинки. Наприклад, картоплю та коренеплоди ріжуть на брусочки і кубики; кабачки та баклажани – на кружальця або шматочки; капусту – шаткують. Ці операції виконують на машинах, обладнаних системою дискових і гребінчастих ножів.

Усі *різальні машини* складаються з нерухомого корпусу, рухомих ножів, закріплених всередині корпусу, завантажувального бункера, електроприводу та розвантажувального лотка. Ножі різальної машини повинні бути обов'язково закриті кожухами. Широко використовують машини для нарізання овочів в одній площині (шаткувальні, сотерізки) та двох взаємно перпендикулярних площинах (для нарізання на брусочки).

Для подрібнення сировини на безформенні шматочки або перетворення її в однорідну пюреподібну масу використовують різноманітні *механічні пристрої*: дробарки, гомогенізатори, протирочні машини. У багатьох з них фрукти та овочі піддаються не тільки рзрізанню чи роздавлюванню, але й дуже сильному ударові об нерухому деку за допомогою робочого органу машини, який розвиває на обертанні велику відцентрову силу. Внаслідок такої обробки цитоплазменні оболонки пошкоджуються, клітинна проникність незворотно зростає і вихід соку при пресуванні досить високий.

Подрібнення томатів проводять послідовно на двох чи трьох протирочних машинах, у яких поступово зменшується діаметр отворів сит. Чим тонше подрібнення, тим більша поверхня випаровування, і тим більша швидкість випаровування вологи (W/τ), яка пропорційна поверхні (S):

$$W/\tau = K \cdot S \quad (4.1)$$

, де K – коефіцієнт пропорційності.

4.8. Попередня теплова обробка

Попередня теплова обробка¹² – це короткочасна (5-15 хв) дія на сировину гарячої води (80-100°C) або олії. Обробка сировини гарячою водою або паром називаються **бланшуванням**¹³, обробка в гарячій олії – **обжарюванням**¹⁴, обробка гарячим димом – **копченням**¹⁵.

У різних технологічних процесах попередня теплова обробка сировини передбачає різні цілі.

1. Змінити об'єм і масу сировини. В залежності від виду об'єм сировини потрібно збільшити або зменшити. Наприклад, при виготовленні консервів з яловичини чи свинини бланшуванню піддають м'ясо, його об'єм і маса зменшуються на 30-40 % внаслідок коагуляції білків і вивільнення частини зв'язаної раніше води. Завдяки цьому в банку фасується більш концентроване за вмістом білку м'ясо. У ряді випадків бланшують рис, об'єм і маса якого при цьому збільшується на 100 %. Обов'язково бланшують бобові культури.

2. Розм'якшити сировину. Проводять з метою щільнішого укладання в банку, або для полегшення видалення неїстівних частин (шкірочки, кісточок, зернят) при наступному протиранні на ситах. Цей процес пов'язаний з гідролізом протопектин у пектин та з коагуляцією білків протоплазми.

3. Підвищити клітинну проникність. У деяких випадках цитоплазменні оболонки плодових клітин гальмують технологічні процеси, а тому повинні бути зруйновані. Наприклад, при виробництві соків (для підвищення отримання соку пресуванням) або при виробництві варення (для просочення сировини ззовні цукром).

4. Коагуляція білків та клейстеризація крохмалю. При виробництві консервів з горошку, квасолі, кукурудзи бланшування зерен дозволяє запобігти помутнінню заливи у консервах. Це пов'язано з тим, що при бланшуванні крохмаль клейстеризується і змивається з поверхні зерен. Також зменшується об'єм і маса зерен внаслідок коагуляції білків та видалення повітря із міжклітинного простору.

5. Інактивувати ферменти. Діяльність ферментів може викликати псування готової продукції. Короткочасне нагрівання чи бланшування при 80-100 °C інактивує більшість ферментів та попереджує ферментативне псування. Це відноситься до холодних способів стерилізації (знепліднююче фільтрування та іонізуюче випромінювання). Дією окислювальних ферментів пояснюється потемніння нарізаних зерняткових плодів на повітрі. З цим небажаним процесом зустрічаються при виробництві компотів, джемів, фруктових консервів. Так як інактивація ферментів краще протікає у кислому середовищі, то при бланшуванні воду рекомендують підкислювати лимонною кислотою до концентрації 0,1-0,2 %.

6. Гідролізувати протопектин. У процесі гідролізу протопектин переходить у розчинний пектин, який здатний забезпечити желеподібний стан продукції у присутності цукру та кислоти. Для одержання фруктової продукції желеподібної консистенції (мармелад, желе, повидло, джем), в увареній масі необхідна наявність розчинного пектину. Щоб гідролізувати протопектин, плоди бланшують парою протягом 10-20 хв.

7. Видалити повітря. Повітря, яке міститься в міжклітинних просторах рослинної тканини, потрапляючи в готову продукцію, діючи на проміжних етапах на сировину, викликає погіршення якості продукції; сприяє корозії металевої тари; появи піни при фасуванні; викликає підвищений тиск в банках під час стерилізації. При бланшуванні сировина у значній мірі звільняється від повітря. Наприклад, при бланшуванні огірків, підвищується пружність тканини і при консервуванні такі огірки мають хрумку консистенцію.

8. Підвищити калорійність і надати сировині специфічні смакові властивості. Це досягається при обжарюванні та копченні.

Запитання для самоконтролю

1. Які є види зберігання сировини до переробки?
2. Етапи зберігання сировини до переробки.
3. Що таке втрати сировини? Які є види втрат?
4. Як проводять транспортування сировини?
5. Охарактеризуйте процеси попередньої обробки сировини.
6. Чому уварювання та концентрування не є процесами попередньої обробки?
7. Фізико-хімічні основи процесу миття. Вимоги до води.
8. Охарактеризуйте стадії миття.
9. Як підвищити якість миття сировини?
10. Поясніть поняття: інспекція, сортування, калібрування. Де і як їх проводять?
11. Види калібрувальних машин.
12. Які є способи очищення сировини? Охарактеризуйте їх.
13. Поясніть поняття: подрібнення та різання. Де і як їх проводять?
14. На шматочки якої форми нарізають овочі?
15. Що таке попередня теплова обробка? Її значення.

ЛЕКЦІЯ №9

ТЕМА 5. Техніка теплової обробки сировини

Основні терміни: 1) бланшувачі, 2) ошпарювачі, 3) видиме ужарювання, 4) дійсне ужарювання, 5) охолоджувачі, 6) паромасляні печі, 7) сухі речовини сировини, 8) вологовміст, 9) усадка сировини.

5.1. Бланшування сировини

Бланшування водою

Вибір апаратури для бланшування водою пов'язаний з обсягами виробництва. Якщо пропускна здатність цеху є невеликою, то плоди вручну в циліндричних або прямокутного перерізу металевих дірчатих кошиках-сітках, завантажують у наповнені водою **двостінні котли**. Ручний спосіб бланшування можна використати, коли продуктивність лінії вимірюється десятками кг сировини в годину.

Двостінний котел (додаток В2а) складається із двох оболонок: **внутрішня** – виготовлена зі сталі чи міді, **зовнішня** – з чавуну. В середину котла наливають воду, яку необхідно нагріти. В простір між зовнішньою і внутрішньою оболонками подають пару під тиском 0,2-0,3 МПа. При цьому вода у внутрішній оболонці нагрівається до 80-85 °С або до слабкого кипіння. Після закінчення бланшування сітки з плодами виймають з котла, опускають в холодну воду, щоб запобігти розварюванню сировини. Двостінні котли виготовляють місткістю 150, 300 і 500 дм³.

При великій продуктивності застосовують неперервнодіючі теплові апарати, які називаються **бланшувачами**¹. Бланшувачі бувають: стрічкові, ковшові, барабанні. **Скребковий бланшувач** (один з типів стрічкових) за принципом дії є неперервнодіючим (**додаток В2б**). Це є прямокутного перерізу стальна ванна з водою, в якій встановлено транспортуючий пристрій, який має вигляд горизонтальної стрічки з поперечними планками, які називаються **скребками**. Стрічка закріплена на двох тягових ланцюгах. Скребки, щоб не скочувалися плоди назад у ванну, розміщені з нахиленої частини стрічки при вивантаженні.

За допомогою елеватора через бункер бланшувача плоди попадають на конвеєрну стрічку і проходять вздовж ванни з гарячою водою протягом встановленого часу теплової обробки. Вода нагрівається за допомогою гострої пари, яка подається через дірчату парову трубу, яка називається **барботер**. У розвантажувальній частині ванни горизонтальна стрічка переходить у похилий стан, виходячи з гарячої води. Нахил робиться для того, щоб плоди самоплином поступали на наступний процес (при цьому не потрібні проміжні елеваторні пристрої). Над похилою частиною стрічки поставлені душові

пристрої для охолодження бланшованих плодів водопровідною водою. Механічно захоплена плодами вода стікає з похилої частини стрічки назад у ванну.

Бланшування паром

Для бланшування паром використовують неперервнодіючі стрічкові або шнекові апарати, які називаються **ошпарювачами**² або підігрівачами. Найпоширенішим є **шнековий підігрівач LE-18 (додаток B2в)**. Він складається з двох розміщених один за одним горизонтальних корпусів, обладнаних гріючими рубашками. Всередині корпусів проходить загальний вал зі шнеком. Гріюча пара подається у поверхню нагрівання і безпосередньо вдувається в продукт через форсунки, розміщені у кожному корпусі, або через отвори в порожнистому валу, який є паровим барботером. При цьому продукт інтенсивно нагрівається зсередини гострою паром, яка виходить із форсунок, і ззовні – «глухою» паром, що надходить у парову оболонку.

Цілі або подрібнені плоди завантажують у підігрівач через завантажувальний бункер. Там вони просуваються вздовж апарата шнеком і вивантажуються через вивантажувальну трубу у верхній кінцевій частині останнього корпусу. Швидкість проходження сировини через апарат регулюється зміною частоти обертань валу (може складати 6-15 хв). Протягом всього шляху плоди обдаються гострою паром. Максимальна температура до якої нагріваються плоди 95°C.

5.2. Обжарювання сировини

Для обжарювання сировину (овочі, рибу) занурюють на 5-15 хв у гарячу олію, нагріту до 130-140°C. При обжарюванні зі сировини випаровується значна кількість вологи, а ззовні просочується деяка кількість олії. Завдяки цьому вміст сухих речовин в обжареній сировині та її енергетична цінність зростають. Окрім того, при обжарюванні на поверхні обробленої сировини утворюється золотисто-коричнева кірка з карамелізованих вуглеводів, що надає обжареній сировині специфічний смак.

Процес утворення кірки

1. ***Випаровування вологи.*** При зануренні сировини в гарячу олію волога починає випаровуватися з поверхні продукту. Оскільки концентрація вологи на поверхні стає меншою, ніж в середині, то проходить дифузійне переміщення вологи на поверхню, де вона знову випаровується. До тих пір, поки поверхня сировини є вологою, її температура не може піднятися вище 100°C, хоча вона і торкається олії, нагрітою до 130-140 °C. Це пов'язано з тим, що волога, яка википає забирає тепло від поверхні та охолоджує її. Для

глибокої карамелізації вуглеводів і утворення кірки необхідна температура вище 100°C, тому в перші хвилини обжарювання кірка не утворюється. Лише через деякий час поверхневий шар збезводнюється і температура одразу піднімається вище 100°C, а на поверхні з'являється карамелізована кірочка.

При обжарюванні овочів кірочка утворюється з вуглеводів (цукри, крохмаль, пектин) самої сировини. А в рибі вуглеводів немає, тому її перед обжарюванням панірують або обсипають борошном, і тоді кірочка утворюється з вуглеводів борошна.

2. **Видиме ужарювання.** Поява золотистої кірочки є органолептичною ознакою готовності сировини. Але є й надійніший об'єктивний критерій якості сировини – зменшення маси сировини при обжарюванні – **видиме ужарювання**³. Таке зменшення маси сировини пояснюється тим, що вологи випаровується більше, ніж втягується олії в середину. Відносне зменшення маси сировини у % до початкової маси або видимий відсоток ужарювання (X) визначається за формулою:

$$X = \frac{A - B}{A} \cdot 100\% \quad (5.1)$$

, де X – видимий відсоток ужарювання, для кожного виду сировини нормується і визначається експериментально (так, для моркви X=45-50%, для цибулі – 50%, для баклажанів – 32-35%, для риби – 20%);

A – маса сировини до обжарювання;

B – маса обжареної сировини.

Видимий відсоток ужарювання використовують і для контролю роботи обжарювальних апаратів. Для цього періодично зважують певну кількість сировини, завантажують її в сітку, обжарюють, дають стекти олії, знову зважують і розраховують відносне зменшення маси за формулою (5.1). Також використовують цей показник для розрахунку норм витрат сировини на одиницю готової продукції. Термін «видимий» показує що зміну якості сировини ми бачимо, але дана ужарка не є справжньою втратою маси.

Дійсне (істине) ужарювання⁴ – це зменшення вологи сировини при обжарюванні, тобто те, що в дійсності ужарилось. **Істинний або дійсний відсоток ужарювання** показує кількість випареної при обжарюванні вологи у відсотках до вихідної сировини (W, %). Дійсний відсоток ужарювання необхідно знати для проведення теплотехнічних розрахунків з визначення поверхні нагрівальних елементів обжарювальних апаратів.

Залежність між істинним і видимим відсотком ужарювання можна визначити, знаючи експериментально визначені значення видимого ужарювання і кількості втягнутої олії за наступними формулами:

$$W_0 - M = X_0 \quad (5.2)$$

$$W_0 = (A \cdot W) / 100\% \quad (5.3)$$

$$X_0 = (A \cdot X) / 100\% \quad (5.4)$$

$$B = A - X_0 = A - (A \cdot X) / 100\% \quad (5.5)$$

$$M = (B \cdot m) / 100\% \quad (5.6)$$

$$W = X + m \cdot (100\% - X) / 100\% \quad (5.7)$$

, де W_0 – маса вологи, яка виходить зі сировини назовні (кг);

M – маса олії, яка просочується в середину сировини (кг);

X_0 – видиме ужарювання (кг);

A – маса вихідної сировини (кг);

W – істинне ужарювання (% до A);

B – маса сировини після обжарювання (кг);

m – кількість втягнутої в сировину олії при обжарюванні (% до B);

X – видиме ужарювання (% до A).

Наприклад. Визначити кількість вологи, що випаровується за годину зі 1000кг моркви, за умови, що за цеховими замірами видиме ужарювання складає 50%, за лабораторними аналізами в обжарену сировину втягується 12% олії.

За формулою (5.7) знаходимо істинний відсоток ужарювання:

$$W = X + m \cdot (100\% - X) / 100\% = 50\% + 12\% \cdot (100\% - 50\%) / 100\% = 56\%.$$

За формулою (5.3) знаходимо кількість вологи, випареної за годину з 1000кг моркви:

$$W_0 = (A \cdot W) / 100\% = 1000\text{кг} \cdot 56\% / 100\% = 560\text{кг}.$$

Охолодження обжареної сировини

Після обжарювання сировину охолоджують. Існують 2 способи охолодження:

1. **Ручний і періодичний.** Якщо продукцію вкладають в тару руками, то процес обжарювання закінчується охолодженням (або остиганням) продукції перед її фасуванням. Найпростіший спосіб охолодження полягає в тому, що обжарену продукцію кладуть на листи, які установлені на етажерках, і дають їй самостійно остигнути на повітрі.

Недоліки такого охолодження: 1)довготривалість (40хв), 2)необхідність великих площ для розміщення етажерок в цеху, 3)мікробне засіяння продукції у процесі тривалого перебування на відкритому повітрі.

2. **Механізований.** Передбачає використання різних охолоджувачів-камер. **Охолоджувачі⁵** – це камери, через які на ланцюгах у вертикальному чи горизонтальному положенні рухаються сітки з обжареною сировиною. Сітки обдуваються повітрям, яке прокачується через камеру за допомогою вентилятора. Час охолодження скорочується до 25 хв. Досить швидко можна охолодити сировину в **рідинних охолоджувачах**, завантажуючи гарячий

продукт у холодну олію. Час охолодження скорочується до 3-4 хв. Але процес конденсації водяних парів в капілярах обжареного матеріалу створює вакуум і тому в сировину затягується додаткова кількість олії, що є небажаним. Швидке охолодження обжареної сировини можна проводити у **вакуумних камерах**. Як тільки створюється вакуум, температура знижується до того рівня, який відповідає даному пониженому тиску.

5.3. Будова і принцип роботи паромасляних печей

Сировину (овочі та рибу) обжарюють у спеціальних апаратах – обжарювальних або **паромасляних печах**⁶. Паромасляними ці печі називаються тому, що процес обжарювання сировини проводиться у гарячій олії, яка нагрівається водяною парою, що подається у глухі змійовики, занурені в олію. Тому в апараті є **два теплоносії**:

- 1) **пара**, яка віддає своє тепло олії;
- 2) **олія**, яка віддає своє тепло обжарюваній сировині.

Олія, як проміжний теплоносіє, відіграє роль технологічного агента, який проникає в обжарений матеріал і стає компонентом хімічного складу готової продукції. В обжарювальних печах, окрім зануреної змійовикової поверхні нагрівання, є зовнішні поверхні, в якості якої використовують днища ванни печі. Вони нагріваються вогнем або електричними спіралями, а також виносні поверхні нагрівання, які розташовуються поза апаратом. В овочеконсервному виробництві застосовуються переважно паромасляні печі із зануреною поверхнею нагрівання.

Паромасляні печі⁶ бувають різних конструкцій, але в основі більшості з них лежить прямокутна стальна ванна, яка внизу звужується в клин (рис. 5.1).

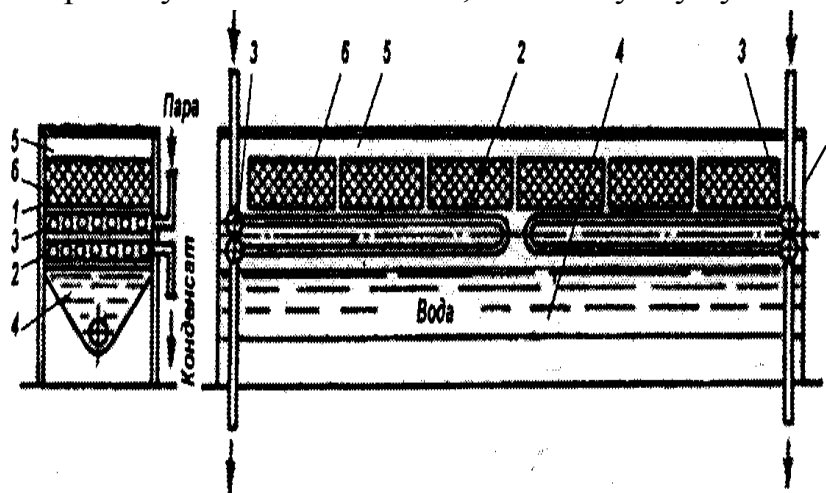


Рис. 5.1. Схема паромасляної печі:

1 – ванна печі; 2 – змійовики; 3 – колектори; 4 – водяна подушка; 5 – олія; 6 – сітка з сировиною.

У нижній частині ванни розташована змійовикова поверхня нагрівання у вигляді пучків глухих труб (2). Кожний пучок входить в загальну розподільчу трубу – колектор (3). Пара з магістралі проходить у верхній колектор, заповнює пучки труб верхнього і нижнього ряду і, віддавши тепло олії, прямує, сконденсувавшись у конденсатовідвідник.

Початок роботи печі полягає у тому, що у ванну наливають воду, заповнивши її клиноподібну частину, а поверх води наливають олію в такій кількості, щоб завантажена згодом сировина була повністю покрита олією. Олія з водою не змішується і у воді не розчиняється (густина олії на 7-8% менша за густину води), а тому лягає поверх *«водяної подушки»*. Ця «водяна подушка» використовується для видалення з олії частин сировини, які відламалися у процесі обжарювання і провалилися через отвори сітчастих кошиків. Таким чином, ці частинки виключаються з процесу обжарювання, не забруднюючи олії. Процес обжарювання продовжується безперервно протягом декількох змін, а іноді й діб.

Перед завантаженням сировини у ванну з олією потрібно деякий час *прокалити олію* при температурі 160-180 °С. При прокалюванні поверхня олії вкривається бульбашками, що свідчить про кипіння. Прокалювання ведеться до тих пір, поки кипіння не припиниться. Після цього у піч завантажують сировину і розпочинають процес обжарювання. При прокалюванні білкові речовини коагулюють і у вигляді осаду випадають на дно ванни. Закінчення процесу коагуляції білкових речовин співпадає із закінченням процесу випаровування вологи, тому по закінченню кипіння можна судити, що прокалювання завершене. Прокалювання необхідне у тому випадку, коли обжарювання ведеться у нерафінованій олії. Рафіновану олію, з якої видалені домішки білкових речовин, можна не прокалювати.

Головні вимоги до паромасляних печей

1. Піч повинна бути механізована, щоб завантаження сировини в сітки, переміщення сіток через ванну, вивантаження обжареної сировини з ванни та сіток проходили механізовано.

2. Механізація повинна забезпечити максимальне використання дзеркала олії і всього об'єму олії в активному шарі. При правильній механізації піч максимально завантажується сировиною.

3. Бажано, щоб печі працювали цілодобово. При інших умовах краще, щоб одна піч працювала в 3 зміни, ніж 3 печі в 1 зміну.

4. Необхідно уникати перерв у роботі печі, простоїв. Також необхідно забезпечити добру циркуляцію олії від нагрівальних елементів до обжареної сировини і навпаки.

5.4. Особливості обжарювання

Обжарювання – це складний технологічний процес, що проходить як у сировині та олії, так і в апаратурному оформленні. Найбільше значення **для сировини** має збільшення вмісту сухих речовин і утворення на поверхні овочів або риби кірочки карамелізованих вуглеводів. Збільшення вмісту СР при обжарюванні пов'язане з випаровуванням вологи і втягуванням олії.

Сухі речовини сировини⁷ – це та частина наважки, яка залишається після висушування її в сушильній шафі до постійної маси. До сухого залишку входить й олія, що була у наважці, оскільки випаровується лише волога. Маса СР в обжареній сировині знаходять за наступними формулами:

$$M = A \cdot m (100\% - X) / (100 \cdot 100) \quad (5.8)$$

$$r = [a \cdot 100\% / (100\% - X)] + m \quad (5.9)$$

, де M – маса втягнутої олії (кг);

A – маса вихідної сировини (кг);

m – кількість втягнутої в сировину олії при обжарюванні (у %);

X – видиме ужарювання (% до A)

r – вміст СР в обжареному матеріалі (у %);

a – вміст СР у сировині до обжарювання (у %).

Наприклад. Який вміст СР в обжареній цибулі, якщо вміст СР у цибулі до обжарювання 13%? Нормується видиме ужарювання 50%, втягнення олії в обжарювану сировину повинно складати 27%.

За формулою (5.9) знаходимо вміст СР в обжареній цибулі:

$$r = [a \cdot 100\% / (100\% - X)] + m = [13\% \cdot 100\% / (100\% - 50\%)] + 27\% = 53\%.$$

Разом зі збільшенням вмісту СР зменшується **вологовміст**⁸ (U) – відношення маси вологи до маси СР. Значення вологовмісту знаходять за формулою:

$$U = (100\% - a) / a \cdot 100\% \quad (5.10)$$

, де U – вологовміст сировини (у %);

$(100\% - a)$ або $(100\% - r)$ – маса вологи;

a (або r) – маса СР.

Наприклад. Який вологовміст: а) сирої цибулі, б) після обжарювання?

За формулою (5.10) знаходимо а) вологовміст сирої цибулі:

$$U_c = (100\% - a) / a \cdot 100\% = (100\% - 13\%) / (13\%) \cdot 100\% = 669\%.$$

За формулою (5.10) знаходимо б) вологовміст цибулі після обжарювання:

$$U_o = (100\% - a) / a \cdot 100\% = (100\% - 53\%) / (53\%) \cdot 100\% = 89\%.$$

Показники якості сирого та обжареного продукту (a, r, m, U, W) і головний технологічний норматив – видимий відсоток ужарювання (X) – для різних видів сировини неоднакові і регламентовані відповідними відомчими

вказівками. Режими обжарювання (температура і час) установлені емпірично, без особливого наукового обґрунтування. Однак, проведені **В.М.Расходовой** дослідження змін рослинної тканини при обжарюванні показали, що рослинна тканина (моркви) послідовно проходить кілька стадій.

Стадії обжарювання сировини

1. **Теплове заляккання.** Видимих порушень у клітинній структурі немає, окрім коагуляції протоплазматичної речовини. Ця стадія протікає при помірних температурах.

2. **Набухання.** Співпадає з початком пароутворення, внаслідок чого об'єм клітин збільшується і під мікроскопом вони здаються набухлими. У цій стадії технологічна готовність ще не досягнута, тому що пароутворення тільки розпочалося, але пара ще не вийшла за межі тканини.

3. **Внутрішнє випаровування.** На цій стадії значна частина вологи у вигляді пари виходить з клітини, яка зменшується в розмірах і стискається. Форма клітин дуже порушується і з'являються повітряні порожнечі. Саме в цій стадії досягається оптимальний процент у жарювання, необхідний вологовміст, і сировину слід витягувати з паромасляної печі.

4. **Деформація і деструкція.** Наступає при продовженні обжарювання. Клітинна структура повністю втрачається, тканина стає сухою і щільною. Така сировина вже є пережареною.

5. **Хімічне руйнування.** Дія високих температур на обжарювану сировину спричиняє руйнування тканини. Остання набуває темно-коричневого кольору, стає в'язкою, склеюється при подрібненні, а в деяких випадках обвугленою.

Враховуючи вказані стадії зміни рослинної тканини при обжарюванні, були встановлені режими теплової обробки. Так, для овочів оптимальні температури обжарювання становлять 130-140 °С. Це пов'язано з тим, що при 105°С стадія внутрішнього випаровування досягається тільки через 30хв, а при 150-160 °С – настає занадто швидко і сировина переходить у стадію деформації.

Для **апаратного оформлення** процесу обжарювання має значення **усадка сировини**⁹ – зменшення об'єму овочів при обжарюванні. Протягом перших хвилин обжарювання овочі зменшуються в об'ємі на 30-40%.

Раціональна витрата **олії** та зберігання її високої якості суттєво впливає на якість обжарюваної сировини. При обжарюванні олія зазнає певних змін:

1. **Майже не помітні зміни.** Якщо олію нагріти (130-140 °С) без доступу повітря, то якість олії практично не змінюється.
2. **Дуже помітні зміни.** Якщо олію нагріти у присутності повітря, то вона окислюється киснем повітря і полімеризується, за рахунок чого

стає важчою. Це викликає збільшення її густини, в'язкості та потемніння. Зміни кислотного числа невеликі (з 0,5 до 2,43). У реальних умовах обжарювання сировини в паромасляних печах зміни, пов'язані з киснем повітря невеликі, через малу питому поверхню зіткнень повітря з олією ($\sim 0,05 \text{ см}^2/\text{г}$).

3. **Найбільш помітні зміни** відбуваються під впливом водяної пари на гарячу олію. У цьому випадку різко зростає кислотне число (з 0,5 до 52,13 за 110 год нагрівання) внаслідок гідролізу олії. При цьому утворюються вільні жирні кислоти (олеїнова, пальмітинова, стеаринова) і гліцерин. Поява альдегідів, кетонів та альдокислот посилює прогрікання олії та надає їй неприємного запаху.

Оскільки при обжарюванні олія зазнає небажаних змін, то необхідно підтримувати в ній постійно **кислотне число** (не вище **4,5**). Таке кислотне число підтримується за допомогою нових порцій свіжої олії. **Кислотне число олії** ($S_{\text{сер}}$) після доливання розраховують за формулою:

$$S_{\text{сер}} = (G_1 \cdot S_1 + G_2 \cdot S_2) / (G_1 + G_2) \quad (5.11)$$

, де $S_{\text{сер}}$ – кислотне число олії після доливання;

G_1 – кількість відпрацьованої олії на момент доливання;

S_1 – кислотне число відпрацьованої олії;

G_2 – кількість свіжої олії, яка доливається;

S_2 – кислотне число свіжої олії.

Для визначення ефекту розбавлення олії, яка працювала, свіжою використовують **коефіцієнт заміності олії** (K), який повинен бути **не менше 1**. Його обчислюють за формулою:

$$K = M / D \quad (5.12)$$

, де M – добова витрата олії;

D – загальна кількість олії в печі.

З формули (5.12) випливає, що для збільшення коефіцієнту заміності олії необхідно прагнути до збільшення добової витрати олії і до зменшення її кількості в печі до початку роботи. Для збільшення добової витрати олії необхідно збільшити продуктивність обжарювальної печі: чим більше сировини за одиницю часу пройде через апарат, тим більше буде внесено просоченої олії у сировину.

Для визначення кількості олії, яка необхідна в печі та для знаходження шляхів можливого зменшення цієї кількості весь стовп олії у печі розділяють по висоті на 3 шари (**додаток В2г**):

1) $h_{\text{в.а.}}$ – **верхній активний**, знаходиться над змійовиками;

2) $h_{\text{с.р.}}$ – **середній робочий**, у який занурено змійовики;

3) $h_{\text{н.п.}}$ – **нижній пасивний** під змійовиками, який відділяє їх від води.

Оскільки сировина знаходиться у верхньому шарі і саме у ньому проходить процес обжарювання, то він отримав назву **активного**. Інші два шари називаються: середній – **робочий**, нижній – **пасивний** (буферний).

Таким чином, для максимального зменшення кількості олії в печі, необхідно прагнути, щоб висота кожного з шарів була мінімальною. Висота **верхнього шару** залежить від висоти шару сировини, яку завантажують в олію (сировина обов'язково повинна бути покрита олією). Оптимальна висота шару олії над сировиною встановлюється експериментально. Вона розраховується з урахуванням того, що перші порції обжареної сировини заберуть з собою частину просоченої олії і верхній шар сировини буде виступати над олією. З цією метою олію періодично доливають. Найкращим є безперервне доливання олії в піч, яке здійснюється за допомогою поплавкового регулятора рівня олії у бачку, який приєднується до ванни печі. Мінімальну величину верхнього активного шару приймають 85-115 мм.

Висота **середнього шару** залежить від діаметра зміювиків і кількості рядів, в які укладена поверхня нагрівання (зміювики) по висоті. Найоптимальнішими є печі з двохрядними зміювиками, виготовлені з овальних труб, отриманих шляхом сплющування круглих. **Нижній шар** повинен ізолювати зміювики від води. Його висоту підтримують в межах 15-20 мм і постійно контролюють за допомогою контрольно-вимірювальних і регулюючих приладів.

Запитання для самоконтролю

1. Як проводять бланшування сировини водою? парою?
2. У чому подібність і відмінність бланшувачів та ошпарювачів?
3. З якою метою проводять обжарювання сировини?
4. Що таке видимий та істинний відсоток ужарювання? Їх використання у технологічних розрахунках.
5. Охарактеризуйте способи охолодження сировини після обжарювання.
6. Яка будова паромасляних печей?
7. Принцип роботи паромасляних печей.
8. Вимоги до якості обжареної продукції. Шляхи підвищення якості продукції.
9. Охарактеризуйте стадії обжарювання сировини.
10. Причини псування олії при обжарюванні.
11. Дайте оцінку якості олії за кислотним числом.
12. Як підвищити коефіцієнт заміненості олії?

ЛЕКЦІЯ №10-11

ТЕМА 6. Тара для консервного виробництва

Основні терміни: 1)металева тара, 2)скляна тара, 3)полімерна тара, 4)дерев'яна тара, 5)картонна тара, 6)гаряче лудження, 7)електролітичне лудження, 8)диференційоване лудження, 9)обкатування, 11)обтискування, 12)нагвинчування, 13)нажимно-різьбове закупорювання, 14)м'яка тара, 15)напівжорстка тара.

6.1. Види консервної тари

У консервному виробництві тару використовують для:

- транспортування на переробні підприємства;
- фасування продукції;
- транспортування готових консервів у роздрібну мережу;
- короткочасного або тривалого зберігання плодів та овочів.

При герметизації та стерилізації продуктів, застосовують металеву (жержані та алюмінієві), скляну (банки, пляшки) та полімерну (коробки, стакани) тару. При фасуванні не стерилізованої продукції використовують дерев'яну (бочки та ящики), картонну та паперову тару. На сьогодні основним видом тари, що використовується у консервній промисловості – є **скляні** та **металеві банки**, а також **полімерна тара**.

Вимоги до всіх видів тари для консервів

- **технологічні** (тара повинна забезпечувати збереження герметичності; бути міцною при мінімальних витратах матеріалу на її виготовлення);
- **екологічні** (повинна бути нешкідлива для людини, тобто речовини, з яких виготовлено тару, не повинні переходити в продукт і вступати в реакцію з його хімічними речовинами; стійка до корозії; легко піддаватись санітарній обробці);
- **теплофізичні** (термостійка, легко прогріватись під час стерилізації і бути універсальною у відношенні гріючого середовища та стерилізаційного обладнання);
- **економічні** (мати помірну вартість; її вага по відношенню до продукту повинна бути незначною);
- **споживчі** (мати привабливий зовнішній вигляд і можливість візуальної оцінки вмісту, легко відкриватись).

Всі види тари мають свої переваги та недоліки. Так, металева тара є легкою, її маса майже втричі менша за масу скляної тари. Відношення маси металевої тари до маси продукту складає всього 10-17%, а для скляної це

відношення становить 35-50%. Санітарна обробка жерсті перед фасуванням консервів простіша, а для скляних банок – складніша і довготриваліша. Загальна порівняльна характеристика різних видів тари подана у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Характеристика різних видів тари

Вид тари	Переваги	Недоліки
1. Металева ¹ (жерстяні банки, алюмінієві банки і туби)	Легка, не б'ється, нечутлива до перепадів температур	Непрозора, схильна до зовнішньої та внутрішньої корозії, незворотна
2. Скляна ² (банки, пляшки)	Прозора, гігієнічна, зворотна	Складна і довготривала обробка банок перед фасуванням консервів, руйнується при падінні, ударах та відкриванні банки
3. Полімерна ³ (коробки, стакани, лотки, ящики)	Легка, дешева, достатньо міцна, не б'ється, не гниє, легко мисться, гігієнічна, хімічно інертна, має невелику масу	Окремі полімерні матеріали мають певні недоліки (висока чутливість до вологи, газопроникність, нестійкі до жирів тощо)
4. Дерев'яна ⁴ (бочки, барабани, контейнери, ящики)	Легка, недорога, достатньо міцна	Лише для певного виду продукції
5. Картонна ⁵ (ящики)	Легка, дешева, транспортується у складеному вигляді	Можна використовувати 1 або 2 рази

Перспективним напрямом у виробництві тари для консервів є заміна жерсті та алюмінію полімерними й комбінованими матеріалами на основі алюмінієвої фольги.

6.2. Особливості металевої тари

Існує близько 70 видів металевих банок різних розмірів та місткості від 50 до 9590 см³ (мл). Матеріалом для виготовлення консервної жерстяної тари є **біла жерсть**. Це тонко прокатна сталь (0,18-0,36 мм), покрита з двох сторін захисним шаром олова. Оскільки жерстяна тара може піддаватися зовнішній та внутрішній корозії, то виникає необхідність покриття жерсті дорогими лаками, фарбами чи оловом.

В залежності від товщини основного металу жерсть виробляють наступних номерів:

Товщина, мм	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32	0,36
Номер жерсті	18	20	22	25	28	32	36

В залежності від способу нанесення захисного олов'яного покриття біла жерсть випускається двох видів: гарячого та електролітичного лудження (таблиця 6.2.).

Таблиця 6.2. Характеристика видів білої жерсті

Характеристика	Гарячого лудження ⁶	Електролітичного лудження ⁷
1. Позначення	ГЖК	ЕЖК
2. Спосіб виготовлення	чорну жерсть (ЧЖК) пропускають через ванну з розплавленим оловом	здійснюється на високомеханізованих і швидкісних агрегатах із застосуванням різних типів електролітів
3. Недоліки / переваги	1)втрати олова значні, неможливо одержати тонкий (менший за 1,5 мкм) шар олова; 2)виготовляють листи тільки визначених розмірів (наприклад, 712x512 мм)	1)значна економія олова, одержують тонкий і рівномірний шар олова (до 0,3 мкм); 2)можна легко регулювати товщину шару олова і навіть одержувати різну товщину з однієї і другої сторони листа.

У практику виробництва жерсті ЕЖК впроваджено **диференційоване лудження⁸** (ЕЖК-Д) – покриття внутрішньої та зовнішньої поверхні листа (банки) олов'яним шаром різної товщини. **При виготовленні тари сторона жерсті з більшою товщиною покриття завжди обернена всередину банки.**

Для підвищення корозійної стійкості білої жерсті ЕЖК її **пасивують** – наносять хімічним (в розчинах хромової кислоти чи біхромату натрію) або електрохімічним методом на поверхню лудженого листа оксидні плівки. Після пасивації на поверхню жерсті наносять тоненьку плівку масла (товщиною 0,01мкм), яка виконує роль додаткового захисту від корозії та запобігає стиранню олов'яного покриття. В якості мастила використовують бавовняну олію або синтетичні масла.

Більшість консервів мають кисле середовище, тому білу жерсть з внутрішньої сторони **лакують**. Для надання гарного товарного вигляду ззовні тару покривають лаками і фарбами. Консервні лаки виготовляють на масляно-смоляній (копаловій) чи епоксифенольній основі. До першого типу

відноситься лак ФЛ-561, до другого – ФЛ-559, ЕП-527, ЕП-547 та емаль ЕП-5147. Для більшості видів консервів використовують лише лаковану жерсть ЕЖК (ЕЖКЛ), яка має підвищену пористість у порівнянні із жерстю ГЖК (чим тонше шар олова, тим більша пористість жерсті).

Згідно зі стандартом металеві циліндричні банки для консервів в залежності від конструкції виготовляють двох типів (таблиця 6.3.).

Таблиця 6.3. Характеристика типів консервних банок

Характеристика	I тип	II тип
1. Види	Збірні круглі та прямокутні	Цільні круглі та фігурні (з овальним, прямокутним, еліптичним перерізом)
2. Спосіб виготовлення	До корпусу приєднують кришку і деще	Витягуванням тонкого металу із застосуванням пресу
3. Типи швів	1)поздовжній: а)зварний, б)паяний; 2)закочувальний	Шви відсутні
4. Особливості	Шви герметизують	Жерсть повинна бути більш еластична, тому що піддається більшому розтягуванню
5. Переваги	Ширше застосування	Більш герметичний

Будова жерстяної консервної банки

Збірна жерстяна кругла банка складається з корпусу, деще та кришки (рис. 6.1). **Корпус** банки утворюється після згортання в циліндр прямокутної пластинки (бланка) жерсті і з'єднання країв за допомогою **поздовжнього шва**. **Кришка і деще**, однакові за конструкцією, тому називаються **кінцями**. Вони приєднуються до відбортованого краю циліндричного корпусу за допомогою **закочувального шва**.

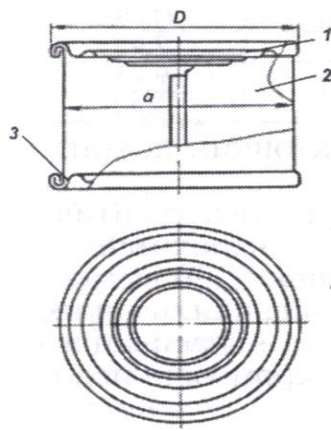


Рис. 6.1. Збірна кругла жерстяна банка:

1 – кришка, 2 – корпус, 3 – деще.

Герметичність *закочувального шва* забезпечується не лише щільним стисканням шарів жерсті, але й наявністю ущільнювального матеріалу, який знаходиться у вигляді тонкої плівки на канаві підгорнутого фланця кінця і щільно заповнює щілини між шарами жерсті. Без ущільнювального матеріалу шов буде проникний для повітря. *Поздовжній шов* герметизується шляхом пропаювання олов'яно-свинцевим сплавом – **припоєм**.

Кінці ж/б штампуються, при цьому для усунення можливої необоротної деформації під дією внутрішнього надлишкового тиску кришку (денце) виготовляють спеціальної форми, яка називається **рельєфом**. Рельєф складається з кільцевого виступу – **бомбажного кільця** та декількох **кільцевих сходинок** (інших кілець, які сприяють пружній деформації кришки та її підняттю під час стерилізації). Таке збільшення об'єму жерстяної банки при стерилізації внаслідок роздуття кінців є позитивним фактором, що знижує тиск всередині консервної тари. Тому непотрібно використовувати протитиск, як при стерилізації консервів у скляній тарі.

Прифальцьовка кінців до корпусів банок проходить на закочувальних машинах у два прийоми. Робочими органами закочувальної машини є ролики першої та другої операції:

- ролики **першої операції** загинають фланець кришки (кінець) під фланець корпусу банки;
- ролики **другої операції** формують шов, щільно стискаючи і прокатуючи всі п'ять шарів жерсті.

В якості ущільнювального матеріалу використовують плівки, які одержують з полімерних дисперсій. Найчастіше використовують **водно-аміачну пасту**, яка є колоїдно дисперсною системою, основним її наповнювачем є каучук (бутадієнстерольний латекс). Для покращення механічних властивостей в склад пасти вводять до 50% наповнювачів: крейду, каолін, оксид цинку, діоксид титану тощо. Згущення латексної пасти досягається шляхом додавання синтетичних смол. Для запобігання коагуляції пасти в її склад вводять казеїн, водний розчин аміаку, мила, каніфоль. Діоксид титану та сірка підвищують водонепроникність.

Сучасний розвиток металевої тари напрямлений на використання для її виготовлення тонкої жерсті (0,22мм) і жерсті пониженої товщини (0,18-0,20 мм), тільки зі зварним швом замість паяного. До нових матеріалів відносяться: хромована лакована жерсть, алюміній і його сплави, алюмінована лакована жерсть. Застосування хромованої лакованої жерсті для виготовлення консервної тари можливе лише за умови неможливості переходу хрому у продукт. Алюміній нетоксичний, гігієнічний, володіє теплопровідністю, легко штампується, легко піддається повторній переробці.

Алюміновану жерсть одержують шляхом нанесення на тонку стальну стрічку шару алюмінію товщиною 1-5 мкм. Алюміновану жерсть обов'язково лакують. З листового алюмінію товщиною 4-5 мм виготовляють алюмінієві туби для фасування пастоподібної продукції для дитячого харчування. *Алюмінієві туби* мають ряд переваг: 1) менша вартість ніж у жерсті; 2) процеси виробництва, наповнення, закупорювання легше піддаються автоматизації та управлінню; 3) туби закупорюються з хвостової частини, яка потім герметизується; 4) внутрішня поверхня алюмінієвих туб лакується харчовими лаками, на зовнішній – друкується етикетка.

6.3. Особливості скляної тари

До скляної тари відносяться банки, пляшки та бутлі, які використовують найчастіше для фасування фруктових та овочевих консервів. Рибні та м'ясні консерви у скляну тару майже не фасують. Скляні консервні банки виготовляють на спеціалізованих заводах (Київський склотарний завод, Херсонський завод скловиробів, Гостомельський скляний завод).

Скло – це всі аморфні тіла, які одержують переохолодженням розплаву. Основна складова промислового скла це кремнезем, який вводиться до складу скла у вигляді кварцового піску (SiO_2). Від якості піску залежить якість склотари. До складу кварцового піску вводять різні оксиди металів (MgO , Al_2O_3 , CaO , B_2O_3). Готові скляні консервні банки можуть мати різні недоліки, одні з них не допускаються, а інші – обмежуються. *Допускаються* невеликі бульбашки, камінці, які не розтріскуються при легкому постукуванні, невеликі поверхневі просічки.

Недопускаються такі види браку:

- непровар (неоднорідність скла);
- непрозорі тверді частинки скла;
- відкриті бульбашки на поверхні, які руйнуються при легкому постукуванні металевим стрижнем;
- мошка – це дрібні бульбашки діаметром до 0,8мм, які скупчені в одному місці;
- камінці – це непрозорі сторонні включення;
- дефекти вінчика горла це бульбашки, надлишок скла, тріщинки;
- наскрізні просічки, надлишок скла на зовнішній поверхні;
- окремі або близько розташовані один до одного скляні нитки, які відчутні на дотик;
- плями від змазування форм, які не змиваються.

Типи скляних банок

Тип скляних банок визначають по типу вінчика горловини і способу закупорювання, які згідно ГОСТу бувають чотирьох типів (рис. 6.2):

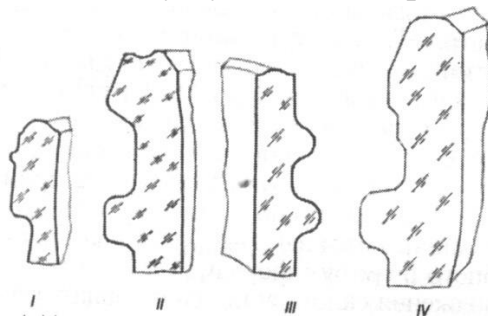


Рис. 6.2. Типи вінчиків горловини скляної тари:

I – обкатний; II – обтискний; III – різбовий; IV – обкатно-обтискний.

Банки мають умовні позначення, які включають:

- тип кінця (I, II, III, IV);
- номер вінчика горловини (діаметр: 58, 68, 82 мм);
- номінальну місткість (в см³ чи мл);
- номер стандарту чи ТУ.

Наприклад, скляна банка обкатного типу з діаметром вінчика горла 82мм і номінальною місткістю 500см³ позначається: **I-82-500**.

Скляна тара III типу (банки і пляшки) характеризується різноманітністю форм та об'ємів (від 90 до 2650 см³).

Закупорювання скляної тари

Закупорювання скляної тари здійснюється металевими (жерстяними або алюмінієвими) кришками з ущільнювальними прокладками для герметизації. Біла жерсть для кришок може бути лакованою або нелакованою. Алюміній має бути покритий з обох сторін шаром харчового консервного лаку або емалі. У загнуті краї готових кришок вкладаються спеціальні гумові кільця.

Основна вимога до закупорювання: кришка з прокладкою повинна бути міцною і герметично зафіксованою на кінці горла тари на всіх наступних процесах консервування, транспортування та зберігання консервів.

Способи закупорювання скляної тари

1. **Обкатування**⁹. Герметизація тари проводиться на заочувальних машинах за допомогою спеціальних роликів, які працюють аналогічно роликам заочувальних машин для жерстяної тари. У процесі обкатування кришки профільним роликом проходить деформація фланця і завитка кришки, тому ущільнююче **гумове кільце** щільно притискається до горла банки. Завдяки цьому кришка міцно і герметично пристає до банки. Профіль кришки I типу до і після обкатування показано у **додатку Г2а**. **Перевага:** висока надійність герметизації. **Недолік:** важко відкривається.

2. **Обтискування**¹⁰. Тару II типу закупорюють жерстяними кришками і натиском на кришку під вакуумом, який утворюється у стерилізованих банках після їх охолодження. Для герметизації на кришку наносять замість гумового кільця **ущільнювальну пасту**. Цей спосіб закупорювання забезпечує легкість розкривання банки, добру герметизацію і зменшує бій тари (**додаток Г2б**). Його широко застосовують за кордоном під назвою «Єврокап» (європейська кришка). Процес закупорювання банок **другого** типу здійснюється шляхом введення горла банки разом з кришкою у спеціальний обжимний циліндр, діаметр якого на 1,5-3 мм більший від мінімального діаметра вінчика горла. **Перевага**: легкість відкриття. **Недолік**: надійність герметизації нижча ніж в I типу.

3. **Нагвинчування**¹¹. Особливість закупорювання банок з **третім** типом вінчика, полягає у закручуванні різьбової кришки з ущільнювальною прокладкою на вінчик горла на $\frac{1}{4}$ або менше обороту (**додаток Г2б**). Ущільнювальна прокладка виготовляється зі спеціальної пасти (пластизоль) на основі полівінілхлориду методом заливання з наступною термообробкою, при котрій паста твердіє. Таке закупорювання банок здійснюється на паровакуумних машинах розігрітими кришками. **Перевага**: надійність герметизації. **Недолік**: невеликий загвинчувальний момент.

4. **Нажимно-різбовий**¹² Це більш сучасний спосіб закупорювання («ПТ» - скорочене від назви «Прес-Он-Твіст-Офф»), тобто «одягаємо надпресовкою – знімаємо поворотом»). Основою закупорювання є ущільнювальна прокладка, що наноситься у вигляді кільцевого поясу по торцевій та внутрішній боковій поверхні борту кришки (**додаток Г2в**). **Перевага**: більш пластичний матеріал прокладки; вища надійність герметизації ніж в III типу. **Недолік**: необхідність жорстко дотримуватись умов наповнення, закупорювання та стерилізації; при збільшенні діаметра горловини банки зменшується надійність герметизації. Тому ці кришки застосовуються для консервів дитячого харчування (всі умови виконуються, діаметр горловини не перевищує 55мм). Кришки для цієї тари випускаються з позначками для пастеризованої (IV-51-П) і стерилізованої (IV-51-С) продукції. Зразок кришок подано у **додатку Г2г**.

Контроль герметичності тари, закупореної на паровакуумних автоматах, виконують по наявності угнутої центральної частини кришки, яка може бути виконана у таких варіантах: 1) усе поле кришки виконано випуклим; 2) центральна частина поля виконана у вигляді пружної мембрани (контрольна кнопка). Вузькогорлі пляшки герметизуються корончатими кришками за методом – СКК (СКО означає склотара консервна обкатна).

Для вузькогорлих пляшок, в автоматі на вінчик пляшки надівається кришка, а потім вінчик горла з кришкою піднімається в закупорювальному

патроні, який має конусну поверхню. При цьому кришка деформується, затискається на вінчику горла, міцно закріплюючи і ущільнюючи прокладку на торці вінця.

6.4. Особливості полімерної тари

Полімери є новими економічними матеріалами, які в деяких випадках можуть замінити скло та жерсть у виробництві консервної тари. Вони застосовуються для фасування харчових концентратів, сушених плодів та овочів та харчових продуктів, які консервовані хімічним та асептичним способами, а в поєднанні з іншими методами можуть використовуватися для консервування продуктів, які потребують стерилізації тощо.

До *основних полімерних матеріалів* належать:

- лакований целофан та целофан з покриттями на основі вінілхлориду;
- поліолефіни (поліетилен, поліпропілен);
- поліофільми (плівки на основі гідрохлориду каучука);
- полімери на основі вінілхлориду;
- матеріали на основі полістиролу;
- поліамідні пакувальні матеріали;
- поліефірні плівки (лавсан);
- фторопласти.

Полімерна тара має цінні технічні *властивості*, високі естетичні якості: легка, дешева, достатньо міцна, її можна отримувати будь-якої форми та кольору, хімічно інертна, відносно проста у виробництві з використанням механізованих високопродуктивних ліній. До полімерів висувають особливі вимоги пов'язані з їх механічною міцністю, хімічною стійкістю до дії компонентів харчового продукту, економічністю, не дефіцитністю, невеликою вартістю, санітарно-гігієнічною бездоганністю, малою світлопроникністю та інше.

До полімерної тари ставляться особливі *вимоги* у відношенні механічної міцності, хімічної стійкості до впливу компонентів харчового продукту, економічності, недефіцитності і невисокої вартості полімерів у порівнянні з такими матеріалами, як метал і скло. А також високої технологічності – можливості переробки у готові вироби високопродуктивними способами при малих трудових витратах, санітарно-гігієнічній бездоганності, тобто неможливості переходу в харчовий продукт з полімерного матеріалу сторонніх речовин, які змінюють смак і запах продукту, а також згубно впливають на організм людини.

До цих загальних додається ще й ряд *специфічних вимог*: для полімерного покриття – висока адгезійна стійкість і непроникність; для полімерних тарних і пакувальних матеріалів – можливо більш висока ступінь герметичності (непроникність у відношенні мікроорганізмів, а також водо-, паро-, газо- і ароматонепроникність); мала світлопроникність, особливо до ультрафіолетових променів.

Серед відомих полімерів немає жодного який задовольняв би всі ці вимоги, тому полімерну тару виготовляють переважно із комбінованих матеріалів. *Комбіновані пакувальні матеріали* отримують не тільки з багатошарових плівок, але й з паперу або картону з полімерами або з алюмінієвої фольги з полімерами і т.д. Найбільш придатними для тари під консерви є матеріали останньої групи. Зовнішній шар полімеру захищає матеріал від механічних пошкоджень і від дії хімічних агресивних факторів. Внутрішній шар повинен забезпечити термічне зварювання, захищати поверхню алюмінієвої фольги від дії харчового продукту. Комбіновані матеріали отримують в основному двома *способами*:

- 1) нанесенням (ламінуванням) шару співполімеру на головний матеріал;
- 2) склеюванням одинарних плівочних матеріалів за допомогою адгезивів.

У першому випадку як головний матеріал використовують полімерну плівку, папір, картон, алюмінієву фольгу або тканину. Найпоширеніший комбінований матеріал – *целофан*. Це поліетилен який має високу механічну стійкість та малу газопроникність та еластичність, вологостійкість та здатність до термічного зварювання. Широко використовуються в харчовій промисловості коробки та пакети з картону з полімерними вкладками.

Пастоподібні непастеризовані види харчових продуктів добре фасувати в невелику полімерну тару на основі полівінілхлориду або полістиролу (баночки, скляночки). Для виготовлення консервів, які проходять теплову стерилізацію використовують тару із теплостійких полімерних матеріалів (поліетилен, поліпропілен).

Для проведення процесів термічної пастеризації або стерилізації харчових продуктів у полімерній упаковці можуть бути використані різні типи м'якої або напівжорсткої тари. **М'яка тара**¹³ – пакети (плоскі, «стоячі» (дой-пак)) із гнучких полімерних матеріалів (*додаток Г3а*). Плоскі пакети можуть бути вироблені зі звичайного плівкового матеріалу з чотирма або трьома зварними швами, з рукавного матеріалу – з двома поперечними зварними швами або двома поперечними швами і одним поздовжнім.

Напівжорстка тара¹⁴ виготовляється зі стерилізуємих ламінатів: лак-фольга-пропілен (*додаток Г3б*). Напівжорстка тара може складатись з цільноштампованого (стералкон, алюсіл) або зварного (лет-пак) корпусу із

звичайною кришкою (скріпленою з корпусом термічною зваркою) або з кришкою, що легко розкривається. *Перевагами* м'якої і напівжорсткої тари є: економія матеріалів при виготовленні тари, висока якість продукту, мала маса, фрмування у різні типорозміри, висока корозійна стійкість, простота відкривання, можливість утилізації відходів, низька вартість

Застосовуються полімерні пакувальні матеріали для тривалого зберігання плодів та овочів у модифікованому та регульованому газових середовищах з використанням наступних способів:

- 1) заповнення (з попереднім вакуумуванням) упаковки оптимальним газовим середовищем і герметизацію її з використанням газонепроникних матеріалів;
- 2) застосування герметичної упаковки, обладнаної спеціальними поглиначами, генераторами, клапанами;
- 3) використання пакувальних матеріалів з селективною газопроникністю, які забезпечують стабільний склад газового середовища протягом всього періоду зберігання продукту.

Плівки із селективною газопроникністю застосовують головним чином для зберігання свіжих продуктів, овочів, ягід. Підбір таких матеріалів, а також вибір газового середовища залежить від конкретних сортів плодів і умов їх зберігання. Температура повинна бути понижена для послаблення «дихання» плодів. У більшості випадків для цього застосовують упаковку з поліетилену з клапаном із силоксинового каучуку розрахункової площі.

Велику увагу приділяють упаковкам типу «мішок в коробці» (bag in box). Така упаковка дуже зручна для транспортування та зберігання великої маси продукту.

6.5. Інші види тари

Паперово-металева тара. Це комбіновані банки для пастеризованої продукції місткістю 200, 300 і 400 г. Вони повністю імітують звичайні консервні банки з двома однаковими металевими кінцями. Корпус виготовляється з рулонного або імпрегнованого паперу з використанням захисних паперових матеріалів (фольги, пергаменту), лаку або парафіну, з'єднувальних речовин (кісткового клею, полівінілацетатної емульсії), барвистих етикеток тощо. Для виготовлення кінців використовується біла і чорна лакована жерсть чи алюміній.

Картонна тара. Картонні ящики використовують для зовнішнього упакування консервів та консервної тари. Ящики виготовляють із гофрованого картону. Розміри ящиків, маса вантажу, розміщення банок у

ящику приводяться у відповідному державному стандарті. В залежності від типу та розміру банок маса вантажу в банках складає від 15 до 30 кг.

Дерев'яна тара. Дерев'яні бочки виготовляють із дерев листяних та хвойних порід (осика, липа, береза, ялинка, бук). Бочки складаються з кістяка і дна, які роблять з клепок прямокутної форми. Бочки повинні бути симетричної правильної форми. Їх щільно стягують обручами, розміщених з обох кінців симетрично. Іноді в бочках висвердлюють 1-2 наливні отвори.

Окрім бочок для фасування цукатів, повидла, сушених плодів та овочів використовують дерев'яні та фанерні ящики. Окремі частини ящика з'єднують цвяхами, в'язальним дротом, сталевую пакувальною стрічкою.

Запитання для самоконтролю

1. Які є види консервної тари?
2. Загальні вимоги до консервної тари.
3. Які переваги та недоліки має металева консервна тара?
4. Охарактеризуйте види жерстяних банок.
5. Яку будову має збірна ж/б?
6. Вимоги до металевої консервної тари.
7. Як підвищити корозійну стійкість металевої тари?
8. Особливості скляної тари.
9. Які види браку скляної тари не допускаються?
10. Які є типи скляних банок? Особливості їх закупорювання.
11. Як проводять герметизацію скляних пляшок?
12. Порівняйте переваги та недоліки скляної і металевої тари.
13. Характеристика полімерної тари. Її переваги та недоліки.
14. Які вимоги ставляться до полімерної тари?
15. Що таке комбіновані пакувальні матеріали?
16. Які переваги має м'яка та напівжорстка тара?
17. Які переваги має полімерна тара перед металевою та скляною?
18. Які вимоги ставляться до дерев'яної тари?
19. Особливості картонної тари.
20. Де використовується паперово-металева тара?

ЛЕКЦІЯ №12-13

ТЕМА 7. Завершальна обробка сировини

Основні терміни: 1)фасування, 2)норма витрат, 3)ексгаустування, 4)деаерація, 5)вакуумне розширення, 6)вакуумне поглинання, 7)герметизація, 8)дефект, 9)бомбаж.

7.1. Підготовка тари до фасування

Перед фасуванням консервну тару ретельно оглядають і піддають санітарній обробці для видалення забруднень та мікроорганізмів.

Підготовка металевих банок

Жерстяні банки, як правило, виготовляють на тих же консервних заводах, де проводиться фасування консервів. Тому, шлях який проходить продукція від виготовлення до місця фасування, короткий, без перевалочних пунктів, де вона могла б забруднитись. Саме тому жерстяна тара тільки оглядається для відбракування деформованих банок. Далі порожні ж/б вибірково перевіряються на герметичність, обробляють гарячою водою та гострою парою і подають для наповнення.

Найпростіший спосіб ***перевірки порожніх банок на герметичність*** – це закупорення їх з невеликою порцією рідини (0,5-1,5 см³), найкраще – сірчистого ефіру. При зануренні у гарячу воду (85-90°C) ефір закипає і переходить у газоподібний стан. Якщо банка негерметична, то у місцях негерметичності (закочувальних чи поздовжніх швах) проходить витік газів у вигляді бульбашок. Окрім безпосереднього визначення герметичності порожніх банок контролюють роботу закупорювальної машини, перевіряючи за допомогою проектору правильність утворення шва на банці.

Підготовка скляної тари

Процес підготовки скляної тари є складніший, тому що вона виготовляється на спеціалізованих заводах. Скляну тару від заводу виготовлювача до консервного цеху транспортують у картонних чи дерев'яних ящиках, або у поліетиленових пакетах. Доставлену на завод скляну тару зберігають в закритих приміщеннях або під навісом у пакувальній тарі.

Перед подачею на фасування продукції скляну тару:

- ретельно оглядають, візуально перевіряючи на наявність надщерблень, побитостей, дефектів (банки з недопустими дефектами бракують);
- калібрують за діаметром вінчика горловини та за висотою;
- вибірково перевіряють якість обпалювання скла за допомогою спеціальних приладів полярійдних полярископів (їх дія ґрунтується на

зміні оптичних властивостей скла при наявності в ньому внутрішньої напруги та термостійкість банок);

- миють (при необхідності із застосуванням різноманітних мийних засобів);
- дезинфікують (розчинами хлорного вапна, хлораміну);
- ошпарюють гострою парою.

Огляд скляної тари проводиться, як при поступленні тари так і перед миттям. У відповідності з діючими інструкціями кожному банку або пляшку необхідно перевертати вгору дном і струшувати для видалення осколків скла, які можуть знаходитись усередині. Також необхідно поміщати скляну тару над соплом з якого подається стиснуте повітря, для видування прилиплих до стінок дрібних осколків скла і скляного пилу.

Нову незабруднену тару миють за допомогою шприцювальних засобів або обробляють парою. Нову забруднену і повторного використання тару миють лише на автоматичних або напіваавтоматичних мийних машинах, в яких здійснюються наступні операції:

- 1) відмочування в теплій (45°C) воді;
- 2) відмочування в спеціальному мийному розчині при температурі 80°C;
- 3) шпринцювання лужним розчином при температурі 80°C;
- 4) шпринцювання спочатку зворотною водою 85°C і чистою водою при 90°C.

Загальна тривалість процесу миття банок 5-10 хв в залежності від особливостей конструкції мийної машини.

До рецептури мийних розчинів входить:

- каустична сода (NaOH) входить у всі рецептури мийних розчинів, володіє найкращою змочувальною здатністю та найвищою бактерицидною дією;
- кальцинована сода (Na₂CO₃);
- тринатрій фосфат (Na₃PO₄·12H₂O) переводить солі жорсткості, що містяться у воді в легкокорозивні сполуки, пом'якшує її; запобігає утворенню сірого нальоту на чистій банці та осаду в мийних машинах;
- рідке скло (Na₂SiO₃·11H₂O) має сильну емульгуючу дію у відношенні жирових забруднень;
- ПАР дозволяють повністю видалити сліди розчинника з банок.

Процес миття повинен забезпечити видалення м/о з внутрішньої поверхні тари не менш ніж у 99% вимитих банок. У випадку, коли миття не забезпечує повного видалення м/о, необхідно після миття продезинфікувати тару занурюючи її на 1-2 хв в підігрітій до 50°C розчині, що містить активний хлор в кількості 100 мг на 1л. Антимікробні властивості хлору базуються на сильній окислювальній дії і швидкому зв'язуванні з білками. Хлор має дуже широкий

спектр антимікробної дії у відповідній концентрації швидко вбиває м/о, тому він швидше є дезинфікуючим агентом, ніж консервантом.

Перспективними детергентами для санітарної обробки скляної тари і кришок є розчини йод крохмалю модифікованого (ІКМ) концентрацією 100-200 мг/дм³. Як нові засоби для хімічної стерилізації тари і обладнання, у консервному виробництві запропоновані препарати, які володіють антимікробною дією по відношенню до вегетативних форм, дріжджів та мікроміцет: йодовідон – 70...150 мг/дм³, тетрамікс з йодом і тетрамікс – 50...150 мг/дм³.

Після дезинфекції банки шляхом шпринцювання ополіскують гарячою водою з температурою 90-95 °С до повного видалення дезинфектанта. Завершальним процесом миття скляної тари є ошпарювання гарячою парою. Цей процес використовують в тому випадку, коли миття не забезпечує достатньої бактерицидної чистоти, а дезинфекція не використовується. Окрім того, ошпарювання використовується для підтримання високої температури для попередження її биття при фасуванні дуже гарячої продукції. Ошпарювання скляної тари проводять в технологічному цеху в закритих камерах не менше 1 хв. Для запобігання остигання банок ошпарювальна апаратура встановлюється на відстані не більше 2м від місця фасування.

Наступна інспекція склотари за допомогою світлових екранів марки ОГСТ – 24015 або інших, що їх замінюють, проводиться для відбору дефектної тари.

Підготовка металевих кришок

Санітарну обробку тари і кришок проводять у відповідності з „Инструкцией по санитарной подготовке тары и крышек, используемых для фасования консервной продукции” (1987, Держагропром СРСР). Металеві кришки навалом укладають в сітки і ошпарюють в киплячій воді 2-3 хв. Санітарна обробка кришок для скляної тари (типу II, III, IV) здійснюється шляхом обробки гострою парою в момент паровакуумного закупорювання.

7.2. Фасування консервів

Фасування¹ консервів проводять автоматизованим способом або вручну. Під час фасування слідкують за дотриманням установленої маси нетто та співвідношенням компонентів консервів. Більшість консервів складається з двох компонентів:

- 1) твердих (плодів, овочів, риби, м'яса);
- 2) рідких (сироп, розсіл, заливка, бульйон).

При розробці рецептури виходять з того, що головну цінність консервів становить сировина, тобто тверда частина. Тому сировину поміщають у банки якомога щільніше, а рідкої частини наливають стільки, скільки необхідно для заповнення проміжків між твердими частинками консервів. Як правило, на 60-70% твердої частини повинно припадати 40-30% рідкої частини. Рідка частина консервів покращує їх смак та засвоюваність, полегшує рівномірний розподіл тепла при наступній стерилізації,

Рецептура – один з основних документів при виготовленні консервів, зміни в рецептурі приводять до порушення встановлених і затверджених норм витрат сировини на одиницю готової продукції. Рецептуру прийнято подавати у відсотках до маси нетто фасованого продукту або ж в кілограмах на одну тону консервів при фасуванні. У рецептурі вказана сировина, яка пройшла всі операції технологічного процесу. На кожній такій операції є номовані втрати і відходи, знаючі які можна розрахувати кількість сировини на виготовлення 1 т готової продукції (**норму витрат²**).

Розрахунок норм витрат сировини на 1000кг готових консервів за умови, що проценти втрат і відходів проводяться сумарно по відношенню до сировини, що поступила на переробку, проводиться так:

$$T = S / (100\% - x) \cdot 100\% \quad (7.1),$$

, де T – шукана норма витрат сировини;

S – рецептурна кількість сировини;

x – сумарний процент втрат і відходів у виробництві.

Наприклад, втрати і відходи абрикосів при виробництві компотів складають 8%. За рецептурою у 1000кг цих компотів при фасуванні міститься 604кг плодів і 396кг сиропу. Тоді норма витрат абрикосів на виготовлення 1 т компотів буде:

$$T_{абр} = S / (100\% - x) \cdot 100\% = 604\text{кг} / (100\% - 8\%) \cdot 100\% = 657\text{кг}.$$

Для розрахунку норми витрат цукру, у формулу (7.1) вводять значення концентрації сиропу – a (у %). Тоді формула буде мати вигляд:

$$T = S_c \cdot a / (100\% - x_c) \quad (7.2),$$

, де S_c – кількість сиропу в 1000 кг компотів за рецептурою, кг;

x_c – втрати сиропу при виробництві, %.

Наприклад, втрати сиропу у виробництві компотів приймаються 1,5%, концентрація сиропу для заливки абрикосів складає 39,5% (за таблицею), а кількість сиропу в 1т компоту при фасуванні – 400кг. Тоді норма витрат цукру буде:

$$T_{цукру} = S_c \cdot a / (100\% - x_c) = 400\text{кг} \cdot 39,5\% / (100\% - 1,5\%) = 160\text{кг}.$$

При фасуванні слідкують за дотриманням не тільки співвідношення компонентів консервів, але й маси нетто в цілому, орієнтуючись на діючі

прейскуранти. У цих прейскурантах стосовно до кожного виду консервів приведені нормовані Державним комітетом по цінах маси нетто, на які є затверджені ціни. Підприємство зобов'язане підганяти масу нетто продукту з допустимим відхиленням до $1\text{ кг} \pm 3\%$, а вище $1\text{ кг} \pm 2\%$ (ГОСТ 13799-81).

Способи автоматизовано фасування харчових продуктів

1) однорідні консерви (рідкі, пюре, пасти, соуси, соки) фасуються за допомогою об'ємних наповнювачів з мірним посудом, внутрішній об'єм якого відповідає поданій в банку дозі продукту;

2) двокомпонентні консерви: тверду частину (овочі, плоди, рибу) найчастіше вкладають вручну (хоча існують й машинні пристрої), а рідку – дозують за допомогою наповнювачів до певного рівня. У цих пристроях роль ємностей, що відмірюють потрібну порцію виконує сама тара, що заповнюється. У залежності від того, на яку висоту нижній патрон робочого столу піднімає банку, в неї дозується рідина до того чи іншого рівня (наприклад, на 10 мм нижче верхнього краю банки). Ці наповнювачі є менш точними, ніж об'ємні, оскільки при коливаннях об'єму тари в банки подається різна кількість рідини.

Наповнені банки передають на герметизацію або спочатку на ексаусування.

7.3. Ексаусування та деаерація

Ексаусування³ – це процес видалення повітря з банки наповненої продуктом перед її герметизацією. У консервному виробництві застосовують також **деаерацію**⁴ – процес видалення повітря та вологи із продукту, коли він ще не фасований у тару, а знаходиться у будь-якому апараті. При ексауванні повітря видаляється не лише з продукту, але й з вільного, незаповненого продуктом простору банки.

Наявність повітря в герметизованій банці може привести тільки до негативних наслідків:

- 1) у присутності повітря при наступній високотемпературній обробці, під час стерилізації, руйнуються деякі біологічно активні речовини, наприклад аскорбінова кислота (відновлена формула аскорбінової кислоти є стійка до нагрівання, але коли крім нагрівання присутня ще дія кисню повітря, то вітамін С руйнується);
- 2) наявність кисню повітря в банці може викликати корозію металевої тари в процесі стерилізації та зберігання консервів.

Позитивним моментом є те, що ексаусування дозволяє значно знизити надлишковий тиск в тарі при стерилізації.

Методи ексаустивання

1. Теплове ексаустивання. Полягає у нагріванні банок з продуктом до їх герметизації. При цьому внаслідок нагрівання повітря виходить з продукту, а водяна пара, пружність якої підвищується, витісняє його з банки. Теплове ексаустивання здійснюється в спеціальних апаратах – *теплових ексаустерах*. У них банки рухаються за допомогою транспортуючого органу і піддаються дії гострої пари. Пройшовши через ексаустер банки з продуктом нагріваються до температури 80-85°C. Тривалість обробки в такому апараті сягає приблизно 10 хв. Недоліками цих апаратів є: вихлюпування рідкої фази з банки, биття тари, недостатнє прогрівання.

Новітнім є застосування для ексаустивання інфрачервоних променів, які дозволяють прогріти поверхневі шари продукту за декілька секунд. Водяна пара, що починає виділятися з поверхні продукту виділяє з вільного простору повітря. В спектрі електромагнітних випромінювань інфрачервоним випромінюванням відповідає діапазон 0,76-750 мкм. Для більшості харчових продуктів максимальну проникаючу здатність має довжина хвилі = 1 мкм. Для такого теплового ексаустивання найчастіше використовують електровипромінювачі різних марок, в основному це трубчасті кварцові лампи розжарювання, нагрівачем яких є вольфрамова спіраль.

2. Механічне ексаустивання. Полягає у висмоктуванні повітря з банки за допомогою вакуум-насосу. Цей процес здійснюється на вакуум-закупорювальних машинах, у камері яких, випереджуючи процес закупорювання, створюється розрідження. При цьому повітря викачується з банки, яка одразу герметизується.

Механічне ексаустивання не потребує спеціального апаратного оформлення (так як поєднане з процесом герметизації тари), але воно має деякі особливості, що ускладнюють його застосування і понижують ефективність. Зокрема, максимальна величина механічного вакууму в камері вакуум-закупорювальних машин, звично складає 0,086МПа (650 мм.рт.ст.). Цей не дуже високий вакуум можна застосовувати до обмеженого числа продуктів, що пов'язане з явищем „вакуумного розширення”.

Вакуумне розширення⁵ полягає в тому, що плоди, поміщені в атмосферу з пониженим тиском повітря, збільшуються в об'ємі внаслідок розширення повітря, яке міститься у міжклітинному просторі рослинної тканини і „роздуває” таким чином укладену в банку сировину. Збільшення об'єму плодів приводить до витіснення деякої кількості рідкої частини консервів з банки. У кількісному відношенні це явище характеризується *коефіцієнтом вакуумного розширення* ($K_{в.р}$), що вказує на приріст об'єму плодів при вакуумуванні у відсотках до початкового об'єму плодів:

$$K_{в.р} = [(V_2 - V_1) / V_1] \cdot 100\% \quad (7.3),$$

де V_1 – об'єм плодів до вакуумування;

V_2 – об'єм плодів при вакуумуванні.

Зменшує можливості механічного ексаустивання й те, що величина вакууму в банках, закупорених під механічним розрідженням, через 20-30 хв після герметизації (у той час, коли автоклав заповнюється банками, але стерилізація ще не розпочалася) виявляється менша за своє початкове значення. Це явище **вакуумного поглинання**⁶, яке пояснюється тим, що повітря при вакуумному розширенні в момент закупорювання не встигає вийти з міжклітинних ходів і виходить вже після того, як банка герметизована, збільшуючи в ній тиск і начебто поглинаючи вакуум (іноді вакуум до початку стерилізації цілком зникає). У кількісному відношенні явище вакуумного поглинання характеризується **коефіцієнтом вакуумного поглинання** ($K_{в.п}$), величина якого для різних плодів неоднакова:

$$K_{в.п} = W_{кін} / W_{поч} \quad (7.4),$$

де $W_{кін}$ – вакуум в банці через 30 хв після закупорювання на вакуумзакочувальній машині;

$W_{поч}$ – вакуум в банці в момент закупорювання.

Таким чином з урахуванням, цього коефіцієнту виходить, що за допомогою механічного ексаустивання до початку стерилізації можна створити вакуум у банці фактично лише в межах 150-200 мм.рт.ст. Ступінь ексаустивання при цьому не перевищує 25%.

Послабити явища вакуумного розширення та поглинання можна, проводячи:

- бланшування рослинної сировини, тобто видаливши частину повітря з плодів ще до фасування в тару;
- закупорювання банки з холодним продуктом на паровакуумних закупорювальних машинах, в яких процес витіснення частини повітря з банок парою поєднується з нагріванням повітря, яке залишається в банках (таке теплове ексаустивання характерне для тари типу II і III).

Для **сировини тваринного походження** явища вакуумного розширення і поглинання або нехарактерні (м'ясо), або не настільки характерні (риба). Так, при виробництві консервів із неподрібненого м'яса допускається глибокий вакуум — до 86 кПа (650 мм рт.ст.). Відносно рибних консервів, то виявлення вакуумного розширення і поглинання, обумовленого наявністю повітря в тканинах риби, обмежує рівень механічного вакууму для банок з холодним продуктом величиною 400-500 мм.рт.ст.

Для ефективного видалення повітря з банок перед закупорюванням можна скористатись обома способами ексаустивання одночасно, використавши вакуум-закупорювальні машини при герметизації попередньо нагрітих банок: і для м'ясних, і для рибних консервів глибина вакууму в цьому випадку підтримується на рівні 250-350 мм рт.ст.

7.4. Герметизація тари

Банки з продуктом герметизують⁷ на закупорювальних машинах різних конструкцій і одразу передають на стерилізацію. Для уникнення розвитку м/о інтервал від моменту закупорювання до стерилізації (пастеризації) не повинен перевищувати 30 хвилин.

Перевірка на герметичність

Закупорені банки з продуктом перевіряють на герметичність. Для жерстяних банок консервів без рідкої фази перевірку на герметичність проводять зануренням у гарячу воду (85-90 °С). При цьому повітря, що знаходиться в банках, розширюється, тиск в них підвищується. У випадку негерметичності бульбашки повітря виходять з поздовжнього або закупорювальних швів (негерметичні банки забирають). Такий спосіб перевірки на герметичність можливий тільки тоді, коли продукт закупорений у холодному стані і на безвакуумних закупорювальних машинах.

Для решти консервів проводять *вибіркову перевірку* на герметичність наповнених жерстяних банок. Для цього використовують прилади Бомбаго (рис. 7.1) або Жадана (рис. 7.2). Пристрій **В.З.Жадана** є більш досконалим.

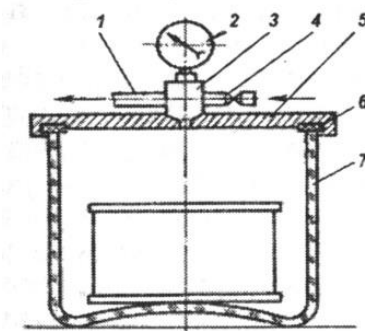


Рис. 7.1. Прилад Бомбаго для випробування наповнених жерстяних банок на герметичність.

1 – патрубок; 2 – вакуумметр; 3 – трьохходова насадка; 4 – краник; 5 – кришка; 6 – металева кришка з гумовою прокладкою; 7 – ексихатор.

Прилад Бомбаго складається зі скляної товстостінної посудини (наприклад, ексихатора), герметично закритої притертою скляною кришкою з трьохходовим краном або металевою кришкою з гумовою прокладкою і нагвинченим отвором для під'єднання трьохходової насадки.

Наповнені банки перевіряють на герметичність таким чином. В посудину наливають попередньо перекипілу воду. В сирій воді є повітря, бульбашки якого при дослідженні виходять з води і можуть впливати на результати дослідження. Тому воду необхідно деаерувати перед кип'ятінням. Банку, яка підлягає випробуванню, старанно витирають (особливо шви) ганчіркою, змоченою бензином (для знежирювання та запобігання прилипанню бульбашок повітря), потім опускають її у воду, накривають посудину кришкою і, закривши краник, підключають вакуум-насос до патрубку. Розрідження реєструють за допомогою вакуумметра.

Під дією навколишнього тиску, що виникає в банці, кінці її здуваються, і у випадку негерметичності повітря потоком бульбашок, що відкриваються від негерметизованих ділянок поздовжнього або заочувальних швів, виходить через воду на зовні. Поява окремих бульбашок, що не відриваються, не означає, що банка негерметична. Такі бульбашки «вилазять» із зовнішньої порожнини заочувального шва цілком герметичної банки. Після закінчення випробування вакуум-насос вимикають, вакуум у посудині порушують, відкриваючи краник, знімають кришку і виймають випробувану банку.

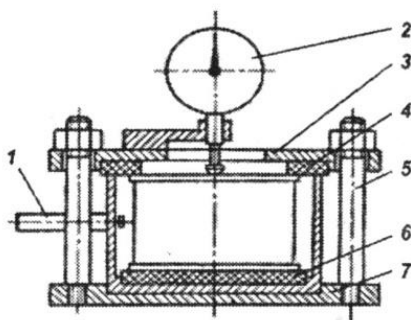


Рис. 7.2. Прилад Жадана для випробування наповнених жерстяних банок на герметичність

1 – патрубок; 2 – індикатор; 3 – кришка; 4 – порожнистий циліндр; 5 – штатив; 6 – прокладка; 7 – основа.

Пристрій Жадана складається з металевого порожнистого циліндра, на дно якого укладена прокладка. Циліндр встановлюють на основу штативу. Усередині циліндру поміщають випробувану банку, потім закривають кришкою, що має ущільнююче гумове кільце і круглий виріз, через який до кришки банки підводиться ніжка індикатора. Кришку циліндра щільно притискають до торця циліндра і до кришки банки за допомогою болтів, насаджених на стояки штатива. Далі на кришку банки опускають ніжку індикатора, ставлять його шкалу на нульову відмітку і через патрубок нагнітають у порожнину циліндра повітря під тиском 0,08-1 МПа. Якщо банка негерметична, повітря через місця нещільностей проникає до середини банки,

кришка якої прогинається назовні. Прогин кришки уловлюється стрілкою індикатора.

Основним показником герметичності закупореної скляної тари типу III є наявність вакууму в тарі, про що свідчить угнута форма центральної частини кришки і втягнута усередину «кнопка» - мембрана. Визначення герметичності закупореної тари по угнутій формі центральної частини кришки буває: суцільним або вибіркоким і виконується за допомогою різних приладів. Для автоматичного **суцільного контролю** в потоці герметичності скляних банок, закупорених металевими кришками типу III, і відбракування негерметично закупорених банок призначений пристрій РЗ-КВГ: прогин центра кришки у герметично закупорених банок відносно початкового стану повинен бути не менш 0,8 мм.

При **вибірковому контролі** герметичності за допомогою індикаторного пристрою величина упругості центральної частини кришки по індикатору повинна бути не менш: 1) 0,6 мм для кришок, в яких центральна частина виконана випуклою; 2) 1,0 мм для кришок, в яких центральна частина виконана у вигляді контрольної пружної мембрани.

При відсутності вакууму в тарі спостерігається повернення центральної частини кришки у початкове положення, а в кришках з мембраною контрольна кнопка виступає у вигляді злегка випуклої сферичної поверхні. В останньому випадку при натисканні на мембрану вона займає таке ж положення, як і при вакуумі, але після припинення натискання повертається в початкове положення з хлопаючим звуком, що свідчить про відсутність вакууму в банці і служить ознакою негерметичності при контролі закупорювання продукції.

Щоб не забруднювати воду в автоклавах при наступній стерилізації, наповнені і герметизовані банки бажано мити гарячою водою під душем або в гарячих лужних розчинах.

Маркування банок

Маркування металевих та скляних банок проводять на **закупорювальних машинах** наступним чином:

- 1) виштамповування умовних позначень на кришці металевих банок до їх герметизації;
- 2) нанесення надпису термостійкою фарбою на кришки металевих і скляних банок після герметизації.

Маркування проводять згідно вимог нормативної документації за допомогою цифр і літер. При маркуванні позначають:

- дату і місяць виготовлення консервів (по два знаки цифрами);
- рік виготовлення (дві останні цифри поточного року);
- порядковий номер зміни (1-2 цифри);

- асортиментний номер продукції (1-3 цифри);
- індекс системи, до якої входить об'єднання чи підприємство за допомогою літер (К – консервна, М – м'ясна, Р - рибопереробна).

На **літографовані банки** (мають віддрукований фарбами текст на поверхні) наносять лише 1 рядок маркування (із зазначенням дати виробництва та асортиментного номера). Решта інформації позначається на корпусі, а саме: назва підприємства-виробника, підпорядкованість відомству чи міністерству, товарний знак, маса нетто чи місткість, нормативна документація, склад, енергетична цінність, термін і умови зберігання, спосіб вживання тощо. На **нелітографованій тарі** всі дані вказують на паперових етикетках.

7.5. Завершальна обробка готової продукції

Після закінчення стерилізації консерви поступають на завершальну обробку готової продукції:

- миття та сушіння банок;
- етикетування;
- пакування в тару.

Миття циліндричних **жестяних банок** проводять у мийних машинах протягом 8с 1-2% лужним розчином при температурі 40-50 °С і гарячою водою, а кришки та денця відчищаються щітковими валками. Промиті банки подаються у сушарку, де обдуваються повітрям протягом 15 с. Сухі банки передають на етикетувальну машину, а потім у банкоукладальник, де вони поміщаються у коробки з гофрованого картону або дерев'яні ящики. Заповнені коробки подаються на пакувальну машину, яка загинає і закриває верхні клапани коробок та склеює гумованою стрічкою стики поздовжніх клапанів кришок та дна коробок. Далі на машині для нанесення трафарету коробки маркуються, а потім передаються на штабелеформувальну машину для укладки на дерев'яні піддони.

Скляні банки обробляються на мийно-сушильних агрегатах (шприцюються протягом 25с лужним розчином при температурі 60°С під тиском 0,15-1,20 МПа і гарячою водою (70°С), потім висушуються обдуванням холодним (протягом 25с) і гарячим (протягом 50с) повітрям). Якщо банки закупорені обкатним способом, їх направляють на підлакувальну машину для нанесення плівки швидковисихаючого лаку на вінця кришок.

Для захисту від корозії банки, призначені для тривалого зберігання або транспортування на далекі відстані, обробляють жировими мастилами на основі мінерального масла каніфолі. Іноді банки покривають попередньо

підігрітим до 70°C розпорошеним технічним вазеліном. Для сповільнення корозії складське зберігання проводять при температурі 0-20 °C та відносній вологості повітря 70-75 %.

Види і послідовність операцій по оформленню консервів залежать від виду готової продукції, особливостей та можливостей підприємства.

7.6. Види та причини браку

Невідповідність зовнішнього виду консервів, стану тари чи закупорювання та якості продукту вимогам нормативної документації називається **дефектом**⁸. Причинами появи дефектів є: порушення технологічного регламенту виробництва консервів, розвиток шкідливої мікрофлори, хімічні реакції між матеріалом банок та їх вмістом тощо. В залежності від природи дефектів розрізняють такі **види браку**:

- 1) фізичний (механічні пошкодження, тиск);
- 2) мікробіологічний (м/о);
- 3) хімічний (корозія металу, шкідливі речовини не мікробіологічного походження).

Для всіх цих видів є спільний вид браку – **бомбаж**⁹ – роздування кінців банок, які при надавлюванні пальцями рук не осідають. Всі бомбажні банки поступово проходять **стадію «хлопуш»** – випуклість донець або кришок банки, яка зникає на одному кінці та одночасно виникає на другому, створюючи характерний звук.

Фізичний брак

Цей брак можна одразу виявити при візуальному огляді банок. Причинами фізичного браку є:

- 1) негерметичність консервів через механічні пошкодження (для **ж/б** – це наскрізні тріщини, пробиті місця, підтікання, брудні банки; для **скляних банок** – це перекошені кришки; для **полімерної тари** – це перекоси швів, тріщини та розриви на коробочках і пакетах);
- 2) підвищений тиск всередині банок з консервами (внаслідок поганої стерилізації);
- 3) фізичний бомбаж (через переповнення банки продуктом, різницю температур при фасуванні та зберіганні).

Мікробіологічний брак

Цей вид браку пов'язаний з активною діяльністю мікроорганізмів, які розвиваються у консервованих продуктах внаслідок недостатньої стерилізації чи негерметичного закупорювання. Ознаками мікробіологічного браку є:

запліснявіння, бродіння, помутніння рідкої фази, поява незвичайного осаду (зовнішні), скисання, ослизнення, поганий запах (органолептичні).

Мікробіологічний бомбаж зумовлений утворенням газоподібних продуктів (H_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S) діяльності м/о. Бомбажна банка здута постійно, здуття не проходить при натисканні пальцем.

Хімічний брак

Цей вид браку пов'язаний з хімічними речовинами та процесами. Хімічний брак поширений у консервах з високою кислотністю, фасованих у ж/б із жерсті ЕЖК та алюмінію. До хімічного браку відносять банки з консервованим продуктом, які мають корозію і містять речовини не мікробіологічного походження, шкідливі для здоров'я людини (наприклад, солі важких металів).

Корозія зовнішньої поверхні жерстяних банок може розпочинатись іще в автоклавах при стерилізації за рахунок: високої вологості середовища, підвищеної температури, утворення гальванічних елементів між жерстю і стінками автоклавних корзин. Якщо після стерилізації з кришок банок не видалена волога, то це також може привести до корозії.

Для усунення корозії банок при їх стерилізації в автоклавах у воду:

- 1) вводять пасивуючі добавки (поліфосфати, емульгатори типу ОП-7, ОП-10);
- 2) додають 0,02-0,04 % $NaNO_2$, що створює захисну нітратну плівку;
- 3) перед подачею в автоклав деаерують і підігривають.

При зберіганні банок можливі процеси ***внутрішньої корозії***, які пов'язані з:

- 1) накопиченням солей стануму та феруму;
- 2) накопиченням водню в результаті взаємодії кислот з металом;
- 3) підвищенням температури зберігання.

Хімічний бомбаж зумовлений утворенням в банках H_2 (при цьому вміст банки може бути й нешкідливим). Кількість водню у кородуючій банці залежить від: матеріалу тари, кислотності продукту, терміну і температури зберігання.

За величиною дії на жерстяну тару консервовані харчові продукти класифікують на три групи.

I. ***Дуже кородуючі***: кабачкова і баклажанна ікра, більшість рибних консервів, у томатному соусі, копчені оселедці, компот з ревеню, шпинатне і щавлеве пюре тощо

II. ***Помірно кородуючі***: томатний сік, томат-пюре і томат-паста, перець і томати фаршировані, рибні консерви натуральні і в олії, м'ясні консерви з томатним соусом, соки, пюре, більшість компотів.

III. *Слабо кородуючі*: більшість овочевих натуральних консервів, м'ясні консерви, повидло, варення, джем.

При стерилізації і наступному зберіганні у банках можуть проходити й чисто хімічні реакції, продукти яких взаємодіють з матеріалами тари. Так, при консервуванні риби, м'яса, зеленого горошку, кукурудзи, білки яких містять сульфуровмісні амінокислоти (цистин, цистеїн, метіанін) виділяються H_2S та інші сполуки сульфуру. Ці сполуки реагують з поверхнею білої жерсті, утворюючи сульфіді стануму та феруму. Сульфід феруму осідає на внутрішній поверхні банок, а сульфід олова утворює захисну плівку (саме через це термін зберігання консервів до 2-х років).

Запитання для самоконтролю

1. Як проводять підготовку тари до фасування?
2. Як проводять фасування консервів?
3. Що таке норма витрат? Як її розраховують?
4. Поясніть поняття: ексаустивання та деаерація. Де і як їх проводять?
5. Які є методи ексаустивання?
6. З чим пов'язані явища „вакуумного розширення” та „вакуумного поглинання”?
7. Як проводять герметизацію тари?
8. Як проводять перевірку тари на герметичність?
9. Як проводять маркування металевих та скляних банок?
10. Які операції входять до завершальної обробки консервів? Як їх проводять?
11. Що таке дефект консервів?
12. Які є види браку консервів після стерилізації і при зберіганні?
13. Що таке бомбаж?
14. Які причини фізичного браку?
15. Які причини хімічного браку?
16. Як запобігти корозії банок при зберіганні?

ЛЕКЦІЯ №14-15

ТЕМА 8. Мікробіологічні та теплофізичні основи теплової стерилізації

Основні терміни: 1)формула стерилізації, 2)категорія летальності, 3)стерилізація, 4)пастеризація, 5)гаряче фасування, 6)тиндалізація, 7)дробова теплова стерилізація, 8)субстерилізація, 9)промислова стерильність, 10)летальний час, 11)ступінь стерильності, 12)ротаційні апарати, 13)ротамати.

8.1. Параметри процесу стерилізації

Консервування харчових продуктів за допомогою *теплової стерилізації* полягає в тому, що продукт, укладений в герметично закупорену консервну тару, піддається протягом певного часу нагріванню. Теплова обробка здійснюється в загальних рисах наступним чином:

- 1) консервні банки завантажують у стерилізаційний апарат, в якому поступово підвищують температуру до визначеного рівня;
- 2) необхідну температуру підтримують протягом певного часу;
- 3) температуру поступово знижують, після чого простерилізовані банки вивантажують з апарату.

Параметри процесу стерилізації

- 1) **температура** у стерилізаційному апараті;
- 2) **час** протягом якого консерви піддаються нагріванню;
- 3) **тиск**, який іноді використовується для створення необхідної температури стерилізації.

Температура і час є мікробіологічними параметрами, оскільки саме вони визначають загибель м/о. Недотримання цих параметрів приводить до виникнення різних видів біологічного браку консервів (газоутворення з бомбажем – тобто підняттям кришок, пліснявіння тощо), які виявляються через декілька днів, а іноді й тижнів після стерилізації. Параметри процесу стерилізації для різних консервів різні (таблиця 8.1).

Таблиця 8.1. Параметри процесу стерилізації

Консерви	Тип банки	$t_{\text{стерилізації}}, ^\circ\text{C}$	$\tau_{\text{стерилізації}}, \text{ХВ}$
1. Перець фарширований	I-82-500	120	90
2. Сік винограду	I-82-500	85	55
3. Компот з вишень	I-82-1000	100	70

Тиск не впливає на знищення м/о і є чисто **фізичним параметром** процесу. Проте його так само точно потрібно дотримуватись, як і перших двох параметрів, інакше також з'являється виробничий брак продукції. Відмінність даного браку від біологічного полягає тільки в тому, що він

виявляється одразу після закінчення процесу стерилізації і вивантаження банок з апарату.

Якщо процес стерилізації проводять при температурах вище 100°C, то в апараті необхідно за допомогою насиченої водяної пари створювати відповідний тиск, без якого неможливо одержати потрібну температуру стерилізації. У багатьох випадках стерилізацію доводиться проводити під тиском, величина якого перевищує пружність гріючої пари, необхідної для забезпечення заданої температури стерилізації. Цей додатковий «надпаровий» тиск створюють «холодним» шляхом, за допомогою стисненого повітря або води. Так роблять тоді, коли внутрішній тиск, який виникає в тарі при стерилізації, загрожує викликати незворотну деформацію жерстяних банок або зірвати кришки з горловини скляних банок. Цей внутрішній тиск слід зрівноважити зовнішнім, не підвищуючи температури гріючого середовища в апараті.

Мікробіологічні параметри процесу стерилізації умовно записують у вигляді режиму (формули) стерилізації, вид якого залежить від умов і техніки стерилізації. **Формула стерилізації¹** – це запис проведення процесу стерилізації із зазначенням температури і часу на кожен етап стерилізації. Вона умовно записується так:

$$\frac{A+B+C}{T^{\circ,C}} \quad (8.1)$$

де (над рискою вказується тривалість всіх етапів стерилізації в хвилинах, під рискою температура стерилізації в градусах).

A – час прогрівання (час рівномірного підвищення температури до заданої температури стерилізації);

B – час стерилізації (деякий час, коли температура підтримується на постійному рівні);

C – час охолодження (час повільно зниження температури до моменту охолодження);

T – температура стерилізації.

Наприклад. Для консервів «Ікра баклажанна» у скляній півлітровій тарі формула стерилізації має вигляд:

$$\frac{25-50-25}{120^{\circ C}}$$

Режими стерилізації, які використовуються для різних видів консервів, навіть при однакових значеннях A і C, відрізняються тривалістю B і температурою T, що перешкоджає порівнянню їх стерилізуючої дії. У міжнародній практиці показником, який дозволяє кількісно оцінити мікробіологічну ефективність стерилізації, прийнята **категорія летальності²** або **стерилізуючого ефекту**, під якою розуміють тривалість теплової обробки

при постійній температурі, вибраній за еталон (T_e). Одиниці вимірювання – **умовні хвилини** (ум.хв). Еталонною (базисною) температурою для мало кислотних консервів прийнята температура 121,1°C, для кислотних – 80°C. Летальність відповідно позначається символами F (F – ефект) і A (A – ефект – від слова «acid» – кислий). Розглядають і розраховують дві величини летальності – нормативну (теоретичну) і фактичну (дану). Детальніше про летальність подано у **додатку Д1**.

8.2. Вибір температури стерилізації

Усі харчові продукти, які консервуються, є добрим поживним середовищем для розвитку тих чи інших мікроорганізмів, і в кожній консервній банці до моменту надходження її на стерилізацію присутні мікроби. Проте не у кожному продукті м/о можуть розвиватися в однаковій мірі добре. Мікроби дуже чутливі до **активної кислотності** того середовища, в якому вони знаходяться. Більшість м/о погано розвиваються в кислих середовищах, але добре в малоокислотних, деякі ж, навпаки, добре розвиваються саме в кислих середовищах. Тому псування різних харчових продуктів викликається тільки тими мікробами, які при даній кислотності можуть розвиватися, і, отже, тип мікробного псування залежить від хімічної природи продукту.

Більшість м/о у кислому середовищі не тільки погано розвиваються, але й погано переносять дію високих температур, швидко гинуть при нагріванні. І навпаки, у малоокислотних продуктах мікроорганізми є термостійкими, часто переносять багатогодинне кип'ятіння. Тому малоокислотні харчові продукти, в яких м/о термостійкі, слід стерилізувати при високих температурах, а для кислотних консервів можна обмежитись більш помірною температурною обробкою. Отже, **вибір температури стерилізації визначається активною кислотністю**.

Критерій оцінки кислотності харчових продуктів базується на реакції, на кислотність найнебезпечнішого збудника псування *Clostridium botulinum*. Його спори широко розповсюджені у природі (грунт, вода), тому вони легко можуть потрапити у консервну банку з погано промитою сировиною, тарою, допоміжними матеріалами. Відомо 7 типів збудників ботулізму (А, В, С, D, Е, F, G), однак найбільш небезпечними для консервної промисловості є збудники типів А і В, які мають високу термостійкість. На відміну від збудників токсин ботулізму нетермостійкий і 20-30-хвилинне нагрівання при 80°C повністю руйнує його.

За мірою активної кислотності продукти класифікують на групи (таблиця 8.2).

Таблиця 8.2. Характеристика продуктів за кислотністю

Вид продукту	pH	tстерилізації, °C	Приклади консервів
1. Кислотні	<4,2	75-100	плодово-ягідні консерви, джеми, варення, соки
2. Малокислотні	≥4,2	112-120 (125-130)	рибні, м'ясні, молочні та овочеві консерви

Проте дана класифікація ускладнюється цілим рядом виключень. Наприклад, **томатний сік**, який раніше зараховували до кислотних продуктів (pH в межах 4,0...4,5), виявився середовищем у якому при визначених умовах розвивається і дає токсинуотворення *C.botulinum*. Тому, починаючи з 1973 р., стерилізація томатного соку проводиться так, як і для більшості консервів другої групи в тарі за режимами при 120°C. **Абрикосовий сік**, який характеризується високою кислотністю (pH 3,8-3,9) також виявляється сприятливим продуктом для розвитку збудників ботулізму. Тому консерви із абрикосів рекомендують стерилізувати при 110°C або при 100°C, але значно довше.

Згідно з Інструкцією про порядок санітарно-технічного контролю консервів, всі консерви, які виготовляються в Україні, в залежності від величини pH і вмісту CP поділяють на групи (таблиця 8.3).

Таблиця 8.3. Групи консервів

Група	pH	Консерви
А.	≥4,2	Овочеві, м'ясні, м'ясорослинні, риборослинні та рибні консервовані продукти з нелімітованою кислотністю, виготовлені без додавання кислоти; згущені стерилізовані молочні консерви
Б.	≥4,2	Консервовані томатопродукти: неконцентровані (томати, томатні напої) та концентровані (томатні соуси, паста)
В.	3,7-4,2	Концентровані слабокислі овочеві маринади, салати, вінегрети
Г.	<3,7	Консервована квашена капуста, овочеві маринади, соки, компоти, пюре, фруктові консерви
Д.	>4,2	Пастеризовані м'ясні та м'ясорослинні консервовані продукти
Е.	≤3,7	Пастеризовані газовані фруктові соки та напої

Різновиди теплової обробки

1. **Стерилізація³** – це загальний термін, який означає теплову обробку консервів, що проводиться з метою знищення мікробів при будь-яких

температурах. У вузькому розумінні стерилізація – це теплова обробка консервів при 100°C і вище.

2. **Пастеризація⁴** – це стерилізація, яка проводиться при температурі нижче 100°C
3. **Гаряче фасування⁵** – це окремий випадок пастеризації, термічна обробка кислотних продуктів до і в момент фасування у велику тару ($\geq 3 \text{ дм}^3$), яка забезпечує одержання промислово стерильних консервів за рахунок високої температури фасованого продукту та довільного остигання.
4. **Тиндалізація⁶** або повторна (багатократна) стерилізація (пастеризація) – полягає в повторній стерилізації двічі або тричі з інтервалами між стерилізацією 20-28 годин при температурі 18-20 °C. При першому варінні гине більша частина м/о, але деяка частина м/о стають спорами. Під час періоду між варіннями спори проростають і утворюють вегетативні клітини, що гинуть при наступних варіннях. Також тиндалізацію проводять для збереження кращої консистенції харчових продуктів.
5. **Дрובהва теплова стерилізація⁷** – це новий варіант повторної стерилізації, запропонований для консервів із гідробіонтів. Він передбачає двостадійну обробку при традиційній температурі з проміжною витримкою продукту між варками протягом 1,5 і 0,5 год відповідно при температурі від 30 до 50 °C. Дозволяє зменшити теплове навантаження на продукт.
6. **Субстерилізація⁸** – це процес неповної стерилізації, в результаті якої отримують *напівконсерви* (температура зберігання 0-5 °C) та *¾ консерви* (потребують пониженої температури зберігання, не вище 15°C). Така термічна обробка забезпечує загибель неспоруючої мікрофлори і зменшення кількості споривих м/о.

Загалом, у процесі стерилізації необхідно досягти не абсолютної, а **промислової стерильності⁹**, при якій у консервах повинні бути:

відсутніми збудники псування харчових продуктів або патогенні і токсигенні форми;

можуть зустрічатись м/о, які не здатні розвиватись і викликати псування консервів у звичайних умовах зберігання (температура 0-20 °C, термін 2 і більше років).

8.3. Вибір часу стерилізації

Час, необхідний для знищення мікроорганізмів при даній температурі, називається **летальним або смертельним часом**¹⁰. Це поняття є умовним і використовується для зручності обговорення процесу загибелі м/о, оскільки повністю знищити всі спори м/о при тепловій обробці у вологому середовищі не можливо.

Якби при завантаженні банок у стерилізаційний апарат необхідна температура стерилізації створювалась одразу і одночасно по всій масі консервів, то установлений капілярним методом **летальний час** при даній температурі і був би необхідним загальним часом стерилізації для консервної банки.

Проте, температура створюється не одразу і не по всьому об'єму. Центральна частина консерви починає стерилізуватися значно пізніше ніж периферичні шари. Саме тому **центральна частина** консерви є найсприйнятливішою для виживання м/о. Враховуючи це, **летальний час** відраховують починаючи з моменту досягнення заданої температури стерилізації в центрі банки, а не від початку завантаження банки в стерилізаційний апарат.

Отже, **загальний час стерилізації** ($\tau_{\text{заг}}$) буде складатись з:

- **часу прогрівання** – проникнення тепла в центр банки та досягнення в центрі банки необхідної температури ($\tau_{\text{прог}}$);
- **летального часу** – час необхідний для знищення м/о в центрі банки починається з моменту досягнення в центрі заданої температури ($\tau_{\text{лет}}$).

$$\tau_{\text{заг}} = \tau_{\text{прог}} + \tau_{\text{лет}} \quad (8.2)$$

Однак, такий підрахунок часу стерилізації незовсім вірний, оскільки м/о, які знаходяться в центрі банки, починають гинути при температурі смертельній для мікробів, а не в момент досягнення температури стерилізації. Тому, **загальний час стерилізації** ($\tau_{\text{заг}}$) буде меншим:

$$\tau_{\text{заг}} < \tau_{\text{прог}} + \tau_{\text{лет}} \quad (8.3)$$

Або правильніше, що **загальний час стерилізації** – це функція від часу прогрівання і смертельного часу:

$$\tau_{\text{заг}} = f(\tau_{\text{прог}}, \tau_{\text{лет}}) \quad (8.4)$$

Для того, щоб в'яснити від яких факторів залежить загальний час стерилізації, необхідно розглядати окремо фактори, які визначають час проникнення тепла в центр банки (теплофізичні) та смертельний час (мікробіологічні).

8.4. Мікробіологічні фактори стерилізації

Летальний час залежить від таких факторів: температура стерилізації, хімічний склад консервів, вид та кількість м/о.

Температура стерилізації

Визначеної температури, яка є смертельною для даного виду м/о не існує. Мікроорганізми можна знищити при різних температурах, починаючи приблизно від 60°C. Все зводиться тільки відносно часу, який необхідний для цього. Таким чином, летальні умови для даного виду м/о не можна визначити однією лише температурою, а тільки визначеним поєднанням – **температура – час**.

Залежність між летальним часом і температурою обернена, тобто з підвищенням температури стерилізації летальний час знижується. **Наприклад**, відмирання спор *C.botulinum* більше 100 штамів при нагріванні характеризується наступними параметрами (фосфатний буферний розчин, рН 7,0, кількість спор 10^{12}):

Температура, °C	100	105	110	115	120
Час, хв	330	100	32	10	4

Як видно з наведеного прикладу, якщо температуру стерилізації підвищувати в арифметичній прогресії, то смертельний час буде зменшуватися у геометричній прогресії.

Якщо зобразити приведену залежність – **час-температура** для *C.botulinum* у лінійних координатах, то вийде наочна експоненціальна крива, яка ілюструє різке зменшення часу при відносно невеликому підвищенні температури (рис. 8.1). Здатність кривих летального часу випрямлятися при побудові в напівлогарифмічних координатах дає можливість характеризувати їх простими аналітичними виразами. Рисунок кривої летального часу в осях зображено у **додатку Д2**.

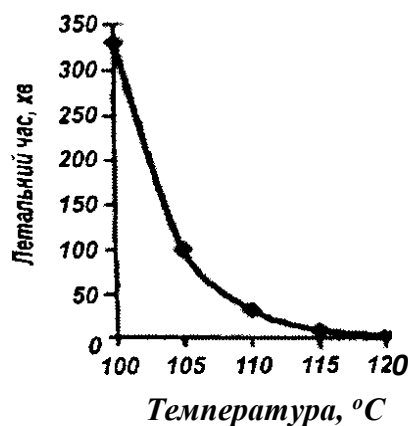


Рис. 8.1. Залежність летального часу для *C.botulinum* від температури в лінійних координатах.

Збереження **ферментів** обмежує зниження часу стерилізації за рахунок підвищення температури. За результатами досліджень, при звичайній стерилізації, яка триває при помірних температурах досить довго, спочатку інактивуються ферменти, а потім вже гинуть м/о. Тому процес звичайної стерилізації «настроюють» по мікробах, справедливо вважаючи, що до того часу, як м/о будуть знищені, ферменти тим більше виявляться інактивованими. У випадку високотемпературної короткочасної стерилізації ферменти виявляються більш термостійкими, ніж м/о. Тому можливий випадок, коли знищення мікробів при даному режимі стерилізації буде забезпечене, ферменти ж через сильне зниження часу теплової обробки залишаються неінактивованими. Не дивлячись на стерильність ці консерви не будуть стійкими при зберіганні і можуть піддаватися ферментативному псуванню.

Хімічний склад консервів

Навіть при певній температурі летальний час не є однаковий для м/о, що знаходяться у різних продуктах. **Факторами навколишнього середовища**, що впливають на термостійкість м/о є:

1. Кислотність середовища (концентрація водневих іонів рН). Це найголовніший фактор. За даними **Баумгартнера**, максимальна термостійкість споруутворення бактерій проявляється у нейтральній області рН 6-7; по обидві сторони цієї області термостійкість швидко знижується. Максимальна термостійкість ***C.botulinum*** знаходиться між рН 6,3 і рН 6,9.

2. Природа кислоти. Найбільш знепліднюючим впливом при одному й тому ж рН володіє молочна кислота. За нею йде яблучна, оцтова і лимонна.

3. Фітонциди (антибіотичні речовини рослинного походження). Час, необхідний для теплової стерилізації консервів, знижується при додаванні до них багатих фітонцидами овочів чи рослин: цибуля, часник, томати, перець, морква, білі коренеплоди, сухі прянощі, гірчиця. Іноді ефективнішим є додавання **концентратів фітонцидів**. Наприклад, замість томатного соусу можна вносити у харчовий продукт фітонцидний концентрат томатів – **томатін** (або **лікоперсіцин**). А замість гірчиці – ефірну алілгірчичну олію, яка дозволяє знизити тривалість стерилізації і навіть обійтись без теплової обробки.

4. Жири. На відміну від кислот і фітонцидів, жири не знижують, а підвищують термостійкість м/о. Тому консерви, які містять жири необхідно стерилізувати довше, ніж ті, які їх не містять. Жир створює гідрофобні плівки навколо бактерій, не допускаючи до них воду і тим самим перешкоджає коагуляції білків. Термічна обробка мікробної клітини у таких умовах нагадує дію «сухого жару», до якого м/о більш стійкі ніж до «вологого».

5. Цукор і цукрові сиропи справляють захисний вплив на м/о при нагріванні. Це пояснюється тим, що в цукрових сиропих відбувається осмотичне витягування вологи з м/о, а саме понижений вміст вологи робить їх стійким до нагрівання.

6. Сіль. Наявність солі в малих кількостях до 2,5%, також підвищує стійкість м/о до нагрівання, але вже при вмісті солі біля 8% летальний час значно знижується. У невеликих концентраціях сіль осмотично витягує вологу з мікробної клітини, як це відбувається в цукрових сиропих, і підвищує її стійкість до нагрівання. При підвищених концентраціях солі починає виявлятися електролітична висолююча дія натрій хлориду, в результаті чого схильність білків протоплазми до коагуляції зростає, а летальний час зменшується.

7. Середовище. Для стерилізації консервів створюються умови нагрівання у вологому середовищі, яке має значний летальний ефект на м/о (на відміну від сухої пари).

Вид та кількість м/о

Летальний час у значній мірі залежить від **характеру мікрофлори**, здатної розвиватися в даному харчовому продукті, оскільки різні мікроби неоднаково переносять нагрівання. Якщо нагрівати різні мікроби при одній і тій самій температурі й однаковій кислотності середовища, то вегетативні клітини бактерій гинуть набагато швидше, ніж спори. Це пояснюється тим, що у спорах є мало вільної вологи, яка могла б взяти участь в процесі коагуляції мікробних білків. Крім того, спори мають щільну водонепроникну оболонку, яка не пропускає оточуючу вологу в середину.

Також важливе значення має **кількість м/о**. Чим більше м/о знаходиться в певному об'ємі продукту, тим більше часу необхідно для їх знищення. Така закономірність спочатку пояснювалася, тим що м/о відчувши наближення небезпечного фактора (в даному випадку температури) збираються у колонії до тих, які знаходяться в центрі колонії (температура проникає довше ніж до крайніх). Якщо спор мало, то колонії не утворюються і бактерії знищуються швидше. Пізніше виявилось, що дане твердження є неправильним і справа не в колоніях, а в закономірностях пов'язаних з кінетикою відмирання мікробних клітин при підвищених температурах.

Залежність між кількістю м/о до початку і після стерилізації описується рівнянням:

$$N_k = \frac{N_0}{10^{k\tau}}; \quad (8.5)$$

, де N_k – кількість м/о на кінець стерилізації;

N_0 – кількість м/о до початку стерилізації;

k – константа швидкості реакції, яка знаходиться в прямій залежності від агресивного характеру середовища в якому є м/о (від активної кислотності, вмісту фітонцидів, ступеня нестійкості даного виду м/о);

τ – час, необхідний для знищення м/о у діапазоні їх кількості від N_0 до N_k .

Таким чином, в зв'язку з логарифмічним характером загибелі м/о при нагріванні, повністю знищити їх при стерилізації неможливо. Ніколи число м/о шляхом теплової стерилізації (в межах існуючої техніки проведення цього процесу, тобто при нагріванні у вологому середовищі) не можна звести до нуля. Можна тільки зменшувати кількість спор при нагріванні, доводячи їх до однієї на тисячу, на десять тисяч, на мільйон і т.д. банок. Отже, можна говорити не про абсолютну стерильність, а тільки про певний **ступінь стерильності**¹¹ (n), який визначається за формулою:

$$n = \lg \frac{N_0}{N_k}. \quad (8.6)$$

Внаслідок цього, **летальний час** необхідно розуміти, не як час повного знищення м/о, а як **час досягнення певного ступеня стерильності**.

8.5. Теплофізичні фактори стерилізації

На час проникнення тепла в середину продукту впливають такі фактори:

- фізичні властивості продукту;
- фізичні властивості матеріалу тари;
- початкова і кінцева температура продукту;
- температура стерилізації;
- стан спокою або рух банки при стерилізації.

Фізичні властивості продукту

Різні консерви значно відрізняються за своїми фізичними властивостями, тобто за густиною, щільністю, в'язкістю, в загальному **за консистенцією**. В консервах з **рідкою консистенцією** (наприклад, фруктові соки) тепло передається за допомогою **конвективних потоків**, тому в рідких продуктах конвекція здійснюється інтенсивніше і такі продукти прогріваються швидше ніж продукти густої консистенції, у яких конвекція ослаблена. У продуктах з **густою консистенцією** (наприклад, пасти, соуси, пюре, паштети) тепло передається **кондуктивним способом** і шляхом теплопровідності. Оскільки коефіцієнт теплопровідності харчових продуктів є невеликий, тому такі продукти прогріваються повільно.

Більшість консервів є **неоднорідними** за складом, тобто містять рідку і тверду фази (наприклад, плоди і цукровий сироп – компоти, овочі та розсіл – маринади). Для цих консервів характерні 2 **способи передачі тепла**: конвекція

і теплопровідність, причому конвекційні струмені при нагріванні досить сильні. За інтенсивністю прогрівання ці продукти займають проміжне місце між рідкими і густими продуктами. Інтенсивність прогрівання зображають на спеціальних графіках прогрівання консервів, які будуються в координатах: температура – час стерилізації (рис. 8.2).

Ці графіки будуються таким чином: на *горизонтальній осі* відкладають *тривалість стерилізації* в хвилинах, починаючи з моменту пуску пари в автоклав і закінчуючи моментом повного охолодження апарату; на *вертикальній осі* – відповідно кожному проміжку часу *температури стерилізації*, як в апараті, так і в глибині продукту. При цьому вимірювання температури продукту роблять у точці найгіршого прогрівання, яка для густих мас знаходиться поблизу геометричного центру банки, а для рідких – нижче центра.

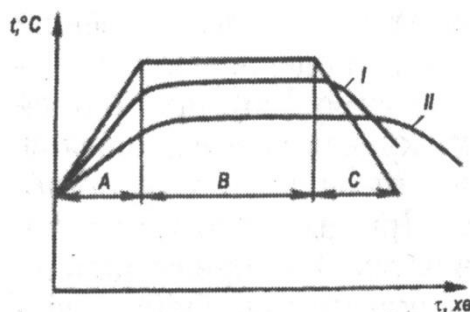


Рис. 8.2. Графіки прогрівання консервів при стерилізації:

I – крива рідких продуктів; II – крива густих продуктів.

Таким чином, на графіку показані криві прогрівання автоклава і консервів. Крива прогрівання автоклава має вигляд трапеції:

A – температура апарату в період прогрівання (рівномірно підвищується до заданої температури стерилізації);

B – температура апарату в період власне стерилізації (ця температура деякий час підтримується на постійному рівні);

C – температура апарату в період охолодження (повільно опускається доти, поки охолодження можна буде вважати закінченим);

Хід температурної *кривої автоклава* прийнято називати режимом або **формулою стерилізації**¹ (п.8.1). Температурна *крива I* рідкого продукту дещо відстає від трапецієподібної кривої автоклава. Найвища температура в банці досягається дещо пізніше ніж в апараті, а її рівень трошки нижчий температури стерилізації. *Крива II* значно відрізняється від кривої прогрівання автоклава. Час досягнення найвищої температури в центрі банки настає значно пізніше ніж в апараті, а рівень температури менший за температуру стерилізації. В обох кривих період охолодження настає пізніше за охолодження апарата.

Для розрахунку прогрівання харчових продуктів користуються рівнянням термічної інерції:

$$\tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] \quad (8.7)$$

, де τ – час досягнення найвищої температури в глибині продукту;

T_a – температура апарату;

T_n – початкова температура продукту;

T_k – найвища температура, яка досягається в глибині продукту;

f_h – константа, або постійна термічної інерції харчових продуктів при стерилізації. Чим більша f_h , тим більший час потрібний для повного прогрівання продукту. Теплофізичний показник (f_h) для рідких харчових продуктів є відносно невеликим (15-25 хв), для густих – значно більший (55-90 хв).

Наприклад. У півлітровій тарі при 120°C стерилізується: а) буряковий сік ($f_h = 15$ хв), б) печінковий паштет ($f_h = 90$ хв). Початкова температура 60°C, найвища 118°C. Розрахувати час досягнення найвищої температури продукту.

За формулою (8.7) знаходимо а) час досягнення найвищої температури бурякового соку (рідкий продукт):

$$\tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 15 \cdot \lg[120 - 60] / (120 - 118) = 15 \cdot \lg 30 = 15 \cdot 1,47 = 22 \text{ хв.}$$

За формулою (8.7) знаходимо б) час досягнення найвищої температури печінкового паштету (густий продукт):

$$\tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 90 \cdot \lg[120 - 60] / (120 - 118) = 90 \cdot \lg 30 = 90 \cdot 1,47 = 132 \text{ хв.}$$

Отже, фізичні властивості продукту (а саме їх термічна інерція) мають великий вплив на час проникнення тепла до центра банки.

Фізичні властивості матеріалу тари

Товщина матеріалу тари. Перш ніж проникнути у продукт тепло має подолати термічний опір стінки тари, який залежить від товщини стінки тари та її теплопровідності. Він визначається за формулою:

$$\sigma = \delta / \lambda, \quad (8.8)$$

, де σ – термічний опір стінки тари;

δ – товщина стінки тари;

λ – теплопровідність стінки тари.

Як видно з формули (8.8), термічний опір стінки банки буде тим більший, чим більша товщина стінки і менша теплопровідність.

Наприклад. Товщина стінок *жерстяної тари* дуже мала (0,0002-0,0003м), а теплопровідність жерсті велика (47-52 Вт/(м·К)), тому термічний опір стінок жерстяної тари є невеликим. Товщина стінок *скляної тари* досить велика, майже в 10 разів більша за товщину металевої (2-6мм),

теплопровідність скла мала, майже у 80-90 разів менша, ніж теплопровідність металу (0,6-0,9 Вт/(м·К)), а тому термічний опір стінок скляної тари буде великим.

На практиці проводять порівняння термічного опору стінки консервної тари з термічним опором конкретного вмісту тари. Так, у *рідкому продукті* тепло поширюється шляхом конвекції, тому термічний опір цього продукту незначний; у *густому продукті* тепло поширюється шляхом теплопровідності, тому термічний опір продукту великий. Оскільки, кожен із цих продуктів може бути розфасований у скляну або жерстяну тару, то від співвідношення тари та продукту буде залежати й час проникнення тепла всередину продукту.

Геометричні розміри тари. Чим більші геометричні розміри тари, тим більше значення f_h . **Ч.Болл** запропонував формулу, яка дає можливість за розмірами банок провести перерахунок величини f_h для будь-якої тари:

$$f_{h1}/f_{h2} = K_1 \cdot d_1^2 / K_2 \cdot d_2^2 \quad (8.9)$$

, де f_{h1} – відома постійна термічної інерції для даного експериментально перевіреного випадку з тарою, діаметр якої d_1 ;

f_{h2} – шукана постійна термічної інерції для іншої тари, діаметр якої d_2 ;

K_1 і K_2 – коефіцієнти для даних банок, величина яких визначається відношенням h/d , тобто відношенням висоти банки до її діаметра. Значення коефіцієнта K для консервної тари знаходять за таблицею переведення (*наприклад*, якщо $h/d = 1,0$, то $K = 0,280$; якщо $h/d = 1,1$, то $K = 0,296$).

Наприклад. Для томатного соку в банці I-82-1000 f_{h1} становить 80хв. Розміри цієї тари: діаметр 110мм, висота 150мм. Розрахуйте постійну термічної інерції f_{h2} для банки I-82-3000, розміри якої: діаметр 162мм, висота 235мм.

За формулою (8.9) знаходимо постійну термічної інерції f_{h2} :

$$f_{h2} = f_{h1} \cdot K_2 \cdot d_2^2 / K_1 \cdot d_1^2 = 80 \cdot K_2 \cdot 162^2 / K_1 \cdot 110^2:$$

$$K_2 = h_2/d_2 = 235/162 = 1,45; \text{ за таблицею } K_2 = 0,333;$$

$$K_1 = h_1/d_1 = 150/110 = 1,36; \text{ за таблицею } K_1 = 0,324.$$

$$\text{Звідси, } f_{h2} = 80 \cdot 0,333 \cdot 162^2 / 0,324 \cdot 110^2 = 180 \text{ хв.}$$

Початкова і кінцева температура продукту

З рівняння термічної інерції (8.7) видно, що з підвищенням температури продукту до початку стерилізації зменшується і загальний час прогрівання. Особливо великий вплив має попереднє підвищення температури густого за консистенцією продукту, який характеризується високою термічною інерцією (для рідких – різниця невелика).

Наприклад.

1. Прогріванню підлягає виноградний сік у $0,5 \text{ дм}^3$ плящі. Постійна термічна інерції 15хв. У першому варіанті сік фасують без підігрівання (20°C), в другому – з підігріванням (70°C). Температура стерилізації 100°C , а найвища температура в глибині продукту 95°C .

За формулою (8.7) знаходимо час прогрівання а) холодного соку (20°C), б) підігрітого соку (70°C):

$$\text{а) } \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 15 \cdot \lg[100 - 20] / (100 - 95) = 18 \text{ хв.}$$

$$\text{б) } \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 15 \cdot \lg[100 - 70] / (100 - 95) = 12 \text{ хв.}$$

Різниця між а) і б) становить лише 6хв.

2. У тих же умовах стерилізують томатну пасту. Постійна термічна інерції 90хв.

За формулою (8.7) знаходимо час прогрівання а) холодної пасти (20°C), б) підігрітої пасти (70°C):

$$\text{а) } \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 90 \cdot \lg[100 - 20] / (100 - 95) = 108 \text{ хв.}$$

$$\text{б) } \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 90 \cdot \lg[100 - 70] / (100 - 95) = 72 \text{ хв.}$$

Різниця між а) і б) становить 36хв, що є досить суттєвим.

Разом з тим, чим вища температура продукту до початку стерилізації, тим менше у ньому буде м/о і наступний процес стерилізації буде проведений більш ефективно. Підвищення температури продукту впливає також на зменшення тиску в тарі при стерилізації.

З рівняння термічної інерції (8.7) видно, що з підвищенням найвищої температури продукту при стерилізації зростає загальний час, необхідний для досягнення кінцевої (найвищої) температури.

Наприклад. Стерилізації підлягає томатна паста у банці I-82-500. Константа термічна інерції 90хв. Температурні умови фасування і стерилізації наступні: $T_n = 60^\circ\text{C}$, $T_a = 100^\circ\text{C}$, а) $T_k = 99^\circ\text{C}$, б) $T_k = 98^\circ\text{C}$.

За формулою (8.7) знаходимо час стерилізації пасти:

$$\text{а) } \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 90 \cdot \lg[100 - 60] / (100 - 99) = 144 \text{ хв.}$$

$$\text{б) } \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 90 \cdot \lg[100 - 60] / (100 - 98) = 117 \text{ хв.}$$

Якщо лише на 1°C знизити найвищу температуру, то різниця між а) і б) становить 27хв, що є досить суттєвим.

Температура стерилізації

З рівняння термічної інерції (8.7), проводячи певні перетворення, впливає висновок: підвищуючи температуру стерилізації, можна одночасно чкоротити час прогрівання.

Наприклад. Рибні консерви у томатному соусі стерилізують при а) 112°C , б) 120°C , в) 130°C в банці місткістю 350г. Константа термічна інерції 50хв. Початкова температура 50°C , найвища 110°C .

За формулою (8.7) знаходимо час стерилізації консервів:

$$а) \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 50 \cdot \lg[112 - 50) / (112 - 110)] = 75 \text{хв.}$$

$$б) \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 50 \cdot \lg[120 - 50) / (120 - 110)] = 43 \text{хв.}$$

$$в) \tau = f_h \cdot \lg[(T_a - T_n) / (T_a - T_k)] = 50 \cdot \lg[130 - 50) / (130 - 110)] = 30 \text{хв.}$$

Отже, підвищенням температури стерилізації можна різко скоротити тривалість теплової обробки на тому самому обладнанні, не вдаючись до його реконструкції. А найсприятливішою для якості є температура 130°C.

Стан спокою або рух банки під час стерилізації

Більшість стерилізаційних апаратів, які використовуються в промисловості, побудовані таким чином, що банки під час стерилізації залишаються нерухомими. До таких апаратів відносяться **автоклав періодичної дії** – це вертикальний циліндричний котел, в який завантажують дірчасті циліндричні корзини з банками. Котел закривають кришкою подають гостру пару всередину і здійснюють процес по відношенню до нерухомих банок.

Існують стерилізаційні апарати безперервної дії, в яких банки знаходяться на рухомому конвейєрі і переміщуються через теплоносій (пару або гарячу воду), не змінюючи свого положення відносно транспортного органу. Але в деяких стерилізаційних апаратах банки під час стерилізації обертаються, іноді з доволі великою частотою. Під час обертання проходить перемішування вмісту банок, що значно пришвидшує їх прогрівання. До таких апаратів відносяться **ротаційні апарати**¹².

8.6. Ротаційна стерилізація

В залежності від конструкції **ротаційних апаратів** банки під час стерилізації можуть обертатися:

- 1) навколо своєї поздовжньої осі;
- 2) навколо зовнішньої осі, тобто з денця на кришку. Цей спосіб є найефективніший (рис.8.3).

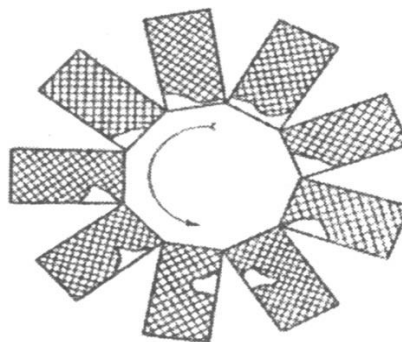


Рис. 8.3. Переміщення верхнього незаповненого прошарку в банці при обертанні її з «денця на кришку»

Як видно з рисунка, банка у процесі стерилізації перевертається, тобто у верхньому і нижньому положенні поперемінно знаходиться то верхня частина банки (кришка), то нижня (денце). Ротаційні стерилізаційні апарати, які працюють за принципом обертання з денця на кришку називаються **рогаматами**¹³.

Ефект обертання в значній мірі залежить від частоти. Зі збільшенням частоти обертання ефективність перемішування вмісту банки зростає, але це відбувається лише до певної межі при досягненні якої ефект перемішування стабілізується, а при перевищенні цієї межі починає зменшуватися. Ефект перемішування обумовлений проходженням через продукт повітряної бульки (тобто повітря з незаповненого простору банки). При цьому в залежності від швидкості обертання можливі три варіанти (рис.8.4):

I. Відцентрова сила c , яка розвивається, перевищує гравітаційну силу g . У цьому випадку продукт притискається до верхньої частини банки, повітряний прошарок знаходиться внизу і перемішування не відбувається.

II. Відцентрова сила виявляється меншою від гравітаційної сили, продукт у верхньому положенні банки знаходиться внизу, а повітря зверху. У цьому випадку перемішування теж відсутнє.

III. Відцентрова сила дорівнює гравітаційній. У цьому випадку повітряна булька проходить через товщу продукту і збирається десь в глибині. Цей варіант вважають найкращим по відношенню до ефективності перемішування.

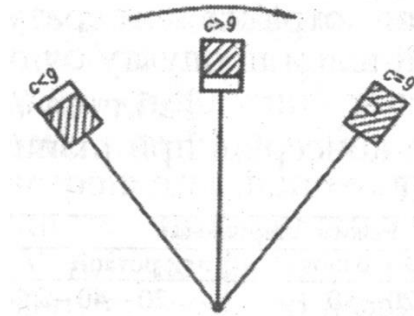


Рис. 8.4. Вплив співвідношення між відцентровою і гравітаційною силами на перемішування продукту при ротаційній стерилізації
Переваги ротаційної стерилізації

1. Дає можливість зменшити тривалість процесу.
2. Покращує якість консервів (це пов'язане з рівномірнішим прогріванням консервів, тому що коли банка нерухома, то поки в центрі досягається необхідна температура, периферійні шари вже перегріті).
3. Дозволяє збільшити об'єм банок (внаслідок великого об'єму тари при нерухомій банці тривалість стерилізації дуже велика, що погіршує якість консервів).

4. Найкращий ефект досягається при ротаційній стерилізації пюрепродуктів та продуктів у великій тарі (3дм³).

Недоліки ротаційної стерилізації

1. Не дає помітного ефекту для рідких продуктів (тут вимушена конвекція дуже мало підсилює природню). Дуже густі продукти не перемішуються при обертанні, тому теплообмін не відбувається.

2. Обертання може погіршити якість деяких продуктів (наприклад, зелений горошок – із зерен вимивається крохмаль, внаслідок чого рідка фаза мутніє).

3. При обертанні може пошкоджуватися рослинна тканина ніжних плодів та ягід, що веде до помутніння сиропів. Оскільки інтенсивне перемішування залежить від розміру повітряної бульки, тому необхідно строго контролювати ступінь наповнення банки запобігаючи перенаповненню.

4. Для кожної партії консервів необхідно експериментально встановлювати оптимальну частоту обертання.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть мікробіологічні параметри стерилізації.
2. Чому у деяких випадках з'являється третій параметр стерилізації?
3. Розшифруйте формулу стерилізації.
4. Від чого залежить вибір температури стерилізації?
5. Які є різновиди теплової обробки (стерилізації)?
6. Що таке летальний час? Як його визначають?
7. У залежності від яких факторів вибирають час стерилізації?
8. Яка існує залежність між температурою і часом стерилізації?
9. Як пов'язані хімічний склад консервів і летальний час?
10. Як впливає на летальний час вид та кількість м/о?
11. Для яких цілей використовують рівняння термічної інерції? Фізичний зміст константи f_h .
12. Як впливають розміри і матеріал тари на тривалість прогрівання банок?
13. Як впливає початкова температура продукту на тривалість прогрівання? Як впливає кінцева температура в центрі продукту на тривалість стерилізації?
14. Як впливає на стерилізацію використання принципу обертання банок?
15. Які переваги має ротаційна стерилізація? Для яких продуктів її не використовують і чому?

ЛЕКЦІЯ №16-17

ТЕМА 9. Техніка теплової стерилізації

Основні терміни: 1) протитиск, 2) автоклав, 3) автоклавні сітки, 4) стерилізація з протитиском, 5) асептичне консервування.

9.1. Тиск у консервній тарі при стерилізації

Основний фізичний параметр стерилізації **тиск**, який створюється в апаратах закритого типу з метою запобігання фізичного браку консервів (деформація металевий тари, розгерметизація скляної) у техніці називається **протитиск**¹. Значення протитиску залежить від величини тиску, який виникає у консервній тарі при стерилізації.

Тиск у тарі при закупорюванні дорівнює атмосферному і складається з суми парціального тиску водяної пари ($P_{в.н.}$) і повітря (P_n):

$$P_{в.н.} + P_n = 0,1 \text{ МПа} \quad (9.1)$$

Під час стерилізації кожна зі складових змінюється і у найвищій, досягнутій у пароповітряному просторі температурній точці, пружність водяної пари підвищиться до $P_{в.н.}^l$, а парціальний тиск повітря – P_n^l . Таким чином, абсолютний тиск у тарі при стерилізації (P_c) становитиме:

$$P_c = P_{в.н.}^l + P_n^l \quad (9.2)$$

Величина $P_{в.н.}^l$ функціонально пов'язана з величиною $P_{в.н.}$ через рівняння для газів: $PV = RT$. Тоді **абсолютний тиск** в тарі буде визначатись за рівнянням:

$$P_c = P_{в.н.}^l + P_n \cdot (V_1 T_2 / V_2 T_1) \quad (9.3)$$

, де V_1 – об'єм повітря при закупорюванні;

V_2 – об'єм повітря при стерилізації;

T_1 – температуру продукту при закупорюванні;

T_2 – температуру продукту при стерилізації.

Рівняння (9.3) є загальною формулою для розрахунку тиску в консервній тарі (металевій і скляній) при стерилізації, оскільки при його виведенні специфіка матеріалу тари не враховувалась.

У практичному ж відношенні має значення визначення не абсолютного тиску, а **надлишкового**. Для стерилізації консервів в **закритих автоклавах** надлишковий тиск в апараті є зовнішнім по відношенню до тари ($P_n = P_c - P_a$), у **відкритих автоклавах** атмосферний тиск повітря є зовнішнім по відношенню до тари ($P_n = P_c - 0,1$). Надлишковий тиск в тарі при стерилізації у відкритих апаратах більший, ніж в закритих автоклавах на ($P_{в.н.}^l - 0,1$), тобто залежить від рівня температури стерилізації.

На величину *надлишкового тиску*, що розвивається у *металевій тарі* при стерилізації, переважно впливає температура продукту при фасуванні, а при стерилізації продукту у відкритих безперервно діючих апаратах потрібно враховувати і його температуру стерилізації. Головними факторами, від яких задежить *надлишковий тиск*, що розвивається у *скляній тарі* при стерилізації є: температура продукту при герметизації, міра наповнення тари продуктом, коефіцієнт збільшення об'єму продукту при нагріванні, температура стерилізації.

Значне перевищення тиску в консервній тарі при стерилізації над тиском у стерилізаційному апараті може викликати залишкову деформацію металевих банок у вигляді здутих і не посаджених на місце кінців, утворених складок на периферії кінців, розривання їх по поздовжньому та заочувальному швах, зривання металевих кришок з горловини скляних банок, механічне биття скляної тари.

Для зменшення тиску в банці при стерилізації потрібно видалити з неї все повітря, тобто провести *ексгаукування* консервів. Лише після цього можна повністю усунути перевищення тиску в банці над тиском у стерилізаційному апараті. Ефективним засобом пониження надлишкового тиску в консервній тарі при стерилізації є *теплове* (проводиться нагріванням банок з продуктом до герметизації) та *механічне* (здійснюється шляхом герметизації банок на вакуум-заекпорюваотних машинах) ексгаукування.

9.2. Будова автоклаву

Автоклав² – це найуніверсальніший стерилізаційний апарат, який дозволяє здійснювати стерилізацію за будь-яких умов під надлишковим чи атмосферним тиском, з використанням у якості гріючого середовища пари, води або пароповітряної суміші. Автоклав придатний для стерилізації консервів в скляній, жерстяній, полімерній тарі будь-яких розмірів і в алюмінієвих тубах. Розрізняють такі марки періодично діючих вертикальних автоклавів: Б6-КАВ-2 (2-корзинні), Б6-КАВ-4 (4-корзинні).

Автоклав представляє собою вертикальний циліндричний сталевий котел зі сферичним дном і кришкою (рис.9.1). Верхня частина автоклава обладнана зрівноважуючим пристроєм, який забезпечує її закриття і відкриття. Зрівноважуючий пристрій має один або два вантажі (противага), які забезпечують відкриття з відносно невеликим зусиллям.

Герметизація автоклава здійснюється швидкодіючим поясным байонетним затвором, який полегшує працю обслуговуючого персоналу і скорочує виробничий цикл стерилізації. Цей поясний затвор має ряд

секторних захватів (сегментів), закріплених на кільці з пружинної смужкової сталі, і важільну систему для стягування та роз'єднання затвору. Під час повороту важеля затвор стягує сегменти, які притискають кришку до корпусу автоклава. На кришці є **продувний краник**, який служить для випуску повітря і пари з верхньої частини автоклаву. Під кришкою автоклаву встановлений кільцевий **барботер** для холодної води. На кришці автоклава знаходиться **запобіжний клапан** пружинного типу для випуску надмірного тиску з автоклава у тому випадку, якщо тиск у ньому перевищує норму (до 0,4 МПа).

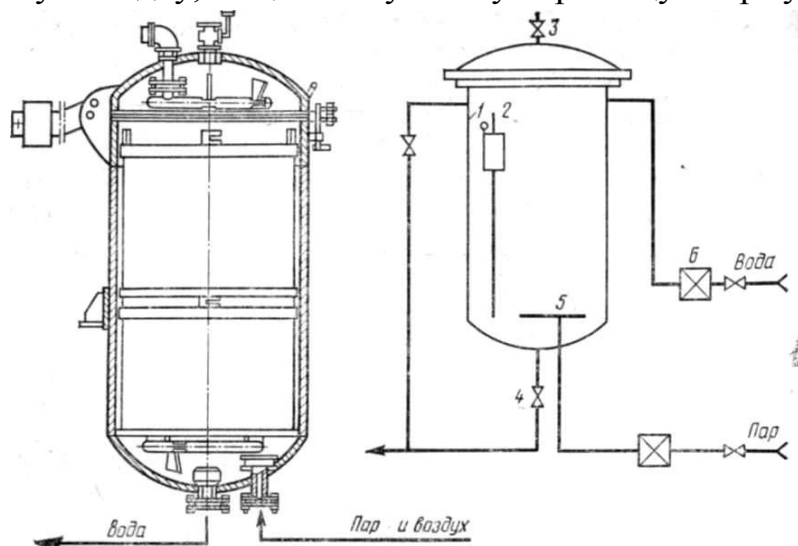


Рис. 9.1. Схема комунікацій вертикального автоклаву:

1 – корпус автоклаву; 2 – термометрична коробка з циркуляційною трубою; 3 – продувний краник; 4 – зливні вентиля; 5 – барботер; 6 – зворотний клапан; 7 – запобіжний клапан.

До циліндричної частини автоклаву приварена **камера** (коробка), в якій встановлені термометр і манометр. Камера з'єднана циркуляційною трубою з нижньою частиною автоклаву. Така будова камери забезпечує надходження до неї води з різних місць автоклаву та відображення термометром середньої температури води в апараті. У середині автоклаву, в нижній його частині, є хрестовина або опори (кронштейни), на які ставлять корзини з банками. Нижче хрестовини встановлений кільцевий барботер для подачі пари або стиснутого повітря. Пара і повітря подаються знизу автоклаву, зливання води може проводитись зверху і знизу, подача води для охолодження – тільки зверху. Між автоклавом і патрубками знаходяться **зворотні клапани**. Вони пропускають пару і воду в один бік – від патрубка до автоклаву.

Банки, які потрібно простерилізувати, укладають в циліндричні дірчасті сталеві корзини – **автоклавні сітки**³. Місткість однієї сітки близько 500дм³. Автоклави виготовляють на 2 або 4 корзини. Завантаження автоклавних сіток банками проводиться **2 способами**:

- 1) *ручне* завантаження (укладання банок правильними концентричними кругами, рядок за рядком знизу вверху) і розвантаження;
- 2) *автоматизоване* завантаження і розвантаження (рис.9.2).

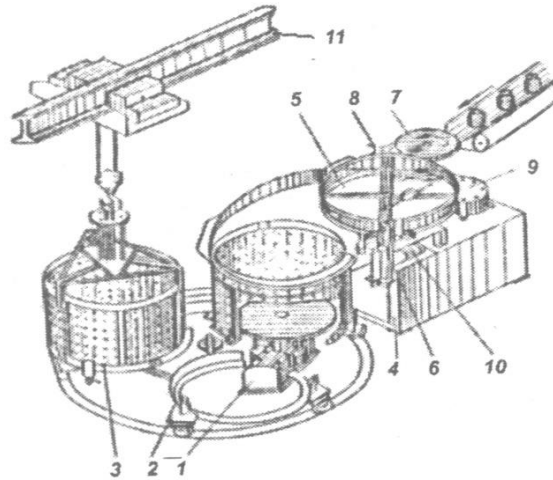


Рис. 9.2. Пристрій для завантаження і розвантаження автоклавних сіток:

1 – механічний підйомник; 2 – карусель; 3 – автоклавна сітка; 4 – станина; 5 - стіл-накопичувач банок; 6 – пристрій для переміщення банок; 7 – приймальний диск; 8 – затвор; 9 – віджимний пристрій; 10 – привід; 11 – монорельс.

Для автоматичного завантаження використовують спеціальні корзини з рухомим дном, яке може переміщатися у вертикальному напрямку. Дно корзини встановлюється на одному рівні із поверхнею стола, де накопичуються банки. За допомогою особливого механізму банки автоматично зсуваються на дно корзини, яке потім опускається до рівня висоти банки. Зверху на банки кладеться металевий лист і наступний шар банок вкладається таким же чином до повного завантаження корзини. Коли сітки заповнені, їх завантажують в автоклав за допомогою електротельфера або мостового крану. Аналогічно проводять вивантаження сіток.

Найпростіший спосіб завантаження металевих банок в сітки – це завантаження з використанням «водяної подушки». При цьому спосібі пусту сітку за допомогою електроталі занурюють у ванну з водою (рис.9.3). Після закупорювання банки скочуються жолобом у воду, що запобігає їх деформації. При такому способі завантаження банки заповнюють сітку хаотично, навалом, через що втрачається приблизно 15% місткості корзини у порівнянні з упорядкованою укладкою банок концентричними кільцями. Коли сітка заповнена банками, її вивантажують з ємності з водою і завантажують в автоклав.

Для механізованого вивантаження жерстяних банок з автоклавних корзин їх подають до спеціального розвантажувача, який їх перекидає і банки висипаються у приймальну ванну, заповнену водою. Вода попереджує

утворення браку консервів тому, що пом'якшує удари падаючих банок і запобігає утворенню прим'ятин. Далі, проходячи конвейером і через орієнтатор, банки виводяться з машини.

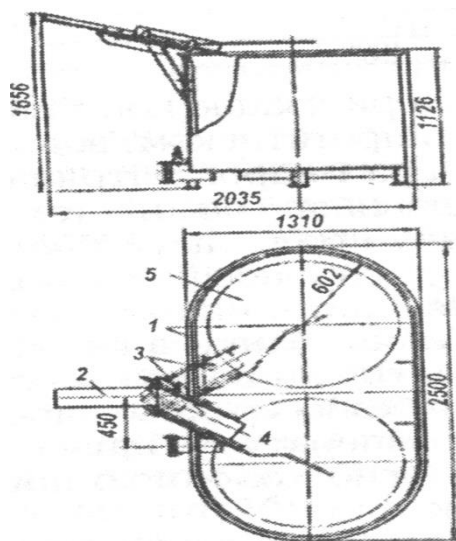


Рис. 9.3. Ванна для завантаження автоклавних сіток банками через «водяну подушку»:

1 – ванна; 2 – конвейєр подає банки; 3 – поворотний пристрій для банок; 4 – направляюча; 5 – автоклавна сітка.

Місткість автоклаву по банках залежить від їх розмірів (таблиця 9.1).

Таблиця 9.1. Місткість автоклаву

Місткість тари, см ³	Кількість банок у сітці	Кількість сіток	Маса консервів в автоклаві, кг
200	900	2	360
500	456	2	456
1000	224	2	448
3000	65	2	390

9.3. Стерилізація в автоклавах

Залежно від того при якій температурі проводиться стерилізація і яка консервна тара застосовується, використовуються такі *типи апаратів*:

- 1) **закриті** (стерилізація відбувається з використанням надлишкового тиску);
- 2) **відкриті** (стерилізація відбувається під атмосферним тиском).

Як правило, автоклав застосовують, як закритий тепловий апарат, але у деяких випадках його використовують *як відкритий апарат*:

- для стерилізації консервів в *жестяній тарі* при температурі не вище 100°C;

- при стерилізації консервів фасованих у вузькогорлі *скляні пляшки*, закупорені корончастими кришками (такі кришки міцно тримаються на горловині пляшок і при стерилізації протитиску непотрібно).

Техніка стерилізації в автоклаві

1. ***Наповнення водою.*** Автоклав заповнюють водою, яку нагрівають парою (через барботер) до температури дещо вищої від температури вмісту банок.

2. ***Завантаження.*** Сітки з банками або пляшками завантажують в автоклав, продовжуючи подавати пару, доводять протягом певного часу температуру води до рівня стерилізаційної.

3. ***Власне стерилізація.*** Автоклавні сітки витримують деякий час при температурі стерилізації.

4. ***Охолодження.*** Охолоджуючу воду обов'язково подають зверху, тому що вона важча за нагріту і опускається на дно автоклава. При цьому проходить перемішування води, що усереднює температуру. Якщо холодну воду подавати знизу автоклава, мимовільного перемішування не проходить, вона поступово піднімаючись буде витіснити гарячу воду з автоклава, а досягнувши рівня банок, спричинить їхнє руйнування, через різкий перепад температур. Це особливо важливо для скляної тари.

Стерилізацію консервів проводять водяною насиченою парою, водою з протитиском, водою або повітрям і пароповітряною сумішшю. Пара і пароповітряна суміш можуть застосовуватися, як гріючі середовища, тільки у тому випадку, коли консерви фасують у ***металеву тару*** і стерилізують при температурі вище 100°C під тиском. Якщо ж так стерилізувати ***скляні банки***, то різка зміна середовищ приведе до 100% биття банок. У випадку коли гріючим і охолоджуючим середовищем є вода, зміна середовищ не проходить взагалі, а здійснюється тільки їх перемішування з поступовим охолодженням одного і нагріванням іншого. Таким чином, вода є буфером, що пом'якшує різкі температурні перепади, небажані й небезпечні для скла.

Скляні банки стерилізують в автоклавах незалежно від температури тільки водою, підігрітою за допомогою пари (стерилізувати безпосередньо парою неможна). Пара, яка подається в автоклав має температуру 150°C і при стиканні з відносно холодною поверхнею скла може статися термічний бій банок. Для запобігання биття банок необхідно, щоб температура гріючого середовища з самого початку дещо перевищувала температуру банки і підвищувалася поступово. Тому для стерилізації скляних банок пара використовується тільки як теплоносій, який передає своє тепло банкам через гріюче середовище – воду. Кількість тепла, необхідного для прогрівання води, більша, ніж для прогрівання банок.

Порівняльна характеристика стерилізації консервів у скляній та металевій тарі подана у таблиці 9.2.

Таблиця 9.2. Порівняння стерилізації у різних видах тари

Характеристика	Металева тара	Скляна тара
1. Чим проводять	Пара, пароповітряна суміш, гаряча вода, вода з протитиском	Гаряча вода, вода з протитиском
2. Умови	вище 100°C під тиском (пара і пароповітряна суміш); до 100°C (гаряча вода, вода з протитиском)	до 100°C (гаряча вода); незалежно від температурного рівня (вода з протитиском)
3. Переваги	прогрівання проходить швидко; різка зміна температур при охолодженні не відображається на цілісності тари (при стерилізації парою)	поступове рівномірне нагрівання; охолодження холодною водою, що захищає тару від биття (після стерилізації консервів)
4. Недоліки	явних недоліків не виявлено	менша швидкість нагрівання (ніж при стерилізації парою); більші витрати пари (вона витрачається на підігрівання води)

9.4. Стерилізація парою

Стерилізація консервів у *металевій тарі* проводиться наступним чином:

1. **Завантаження.** Автоклавні сітки з банками завантажують в автоклав і герметично закривають кришку.

2. **Продування.** Розпочинають подавати пару знизу і одночасно відкривають продувний краник, що знаходиться на кришці автоклаву, трішки відкривають нижній і верхній вентиля для зливання і випускають з автоклаву суміш пари і повітря. Продування використовують для видалення з автоклаву повітря, яке є поганим провідником тепла і перешкоджає рівномірній стерилізації. Продування триває 5-7 хв і закінчується, коли з продувного краника починає виходити великий струмінь пари, що свідчить про видалення повітря з автоклаву. До того часу термометр на автоклаві показує 100-102 °C.

3. **Підігрівання.** Закривають продувний краник, вентиля на зливних трубах і протягом передбаченого формулою часу підігрівання продовжують рівномірно подавати пару, поки в автоклаві не установиться потрібна

температура стерилізації. Як правило, період продування проводиться у формулі стерилізації окремо від часу підігрівання, і тоді у **формулі стерилізації** в чисельнику з'являється ще одна величина – **час продування** (а).

4. **Власне стерилізація.** Досягнувши температури стерилізації, подавання пари майже припиняють, прикриваючи паровий вентиль до $1/4 \dots 1/6$ обороту. Потрібну температуру в автоклаві підтримують постійно, регулюючи її при необхідності подачею пари вентелем. Після закінчення періоду власне стерилізації подавання пари в автоклав припиняють.

5. **Охолодження консервів.** Можна проводити різними шляхами.

1) «повільне охолодження» розпочинається з випускання пари. Для цього трохи відкривають продувний краник або вентиль на зливній трубі, а іноді те й інше. По мірі випускання пари з автоклаву тиск у ньому падає і температура понижується. Спочатку випускання пари проводять повільно, а в кінці цього етапу стерилізації продувний краник відкривають сильніше і понижують тиск в автоклаві до атмосферного. Коли тиск в автоклаві понизиться до атмосферного, відкривають кришку і, щоб запобігти додатковому розварюванню консервів, охолоджують їх водою. Вода подається через верхню частину автоклава і заповнює його повністю. Потім сітки з банками вивантажують, банки перебирають, розбраковують, обклеюють етикетками і передають на склад.

2) «швидке охолодження» полягає в тому, що після закінчення власне стерилізації в автоклав подають стиснене повітря, збільшуючи тиск на 0,08-0,1 МПа, потім пускають воду під тиском, що перевищує тиск в автоклаві. Цей спосіб охолодження дозволяє запобігти виникненню небезпечних деформацій і ліквідувати брак на останньому етапі стерилізації.

9.5. Стерилізація у воді з протитиском

Спосіб стерилізації, коли тиск на кришку зсередини зрівноважувався тиском ззовні і кришка не здувається називається **стерилізацією з протитиском**⁴. При цьому частина загального тиску в автоклаві створюється **«гарячим» способом**, тобто за допомогою пари, яка необхідна для стерилізації. Інша частина створюється **«холодним» способом**, тобто так, що тиск в автоклаві підвищується без підвищення температури.

Дана техніка стерилізації використовується у всіх випадках стерилізації консервів у **скляній тарі**, незалежно від температурного рівня (нижче чи вище 100°C), стосовно до **металевої тари**, якщо потрібно усунути надмірне здування кінців, що приводить до надлишкової деформації або банок із тонкої жерсті, алюмінію чи полімерів. Щоб не зривало кришки з горловини банок в

автоклаві створюється тиск, який рівний або перевищує тиск в банці. Різниця між тиском в банці і тиском в апараті повинна бути меншою від критичного значення, при якому кришка зривається.

Протитиск у автоклаві можна створити *двома шляхами*: подачею в автоклав стисненого повітря і внаслідок теплового розширення води.

Техніка стерилізації з повітряним протитиском

1. **Нагрівання води.** До завантаження сіток нагрівають воду в автоклаві до температури, яка на 10-15°C перевищує температуру банок з продуктом

2. **Завантаження.** Сітки з банками завантажують в автоклав так, щоб рівень вода був на 10-15 см вищий від верхнього ряду банок і закривають автоклав.

3. **Подача пари з повітрям.** Через барботер подають в автоклав суміш пари з повітрям або стиснуте повітря, щоб підняти температуру і тиск до рівня, заданого формулою стерилізації. Величина протитиску (P) входить у **формулу стерилізації** в чисельник.

4. **Власне стерилізація.** Під час стерилізації підтримують відповідну температуру, сталий тиск, періодично проводять продування автоклава, випускаючи газову суміш.

5. **Охолодження.** Банки охолоджують подачею холодної води у верхню частину автоклава, одразу відкривають нижній вентиль і випускають гарячу воду. Вода переміщується між собою і охолодження проходить поступово. В період охолодження тиск також підтримують постійним.

Техніка стерилізації з водяним протитиском

1. **Завантаження.** Автоклав завантажують сітками з банками і герметично закривають.

2. **Подача води.** Воду подають до тих пір, поки вона не заповнить весь автоклав і не з'явиться з продувного краника на кришці.

3. **Подача пари.** Після подачі води краник закривають і пускають у барботер пару. Перші порції пари, сконденсувавшись, збільшують об'єм води в автоклаві. Об'єм води може також збільшитись і внаслідок її теплового розширення. А оскільки автоклав з самого початку був повністю заповнений водою (вода погано стискається), то тиск в автоклаві починає швидко зростати і вже при 70-80°C може виявитися на рівні, який вимагає режим. Тому, поряд з подачею пари у барботер для подальшого підігрівання, потрібно до цього моменту припинити підвищення тиску, видаляючи надлишок води через продувний краник або через верхній вентиль на боковій зливній трубі.

4. **Власне стерилізація.** Після досягнення температури стерилізації подачу пари припиняють, підтримуючи постійними температуру і тиск шляхом регулювання подачі пари та випуску води. До кінця періоду

підігрівання тиск в автоклаві слід підняти трохи вище потрібного за формулою, тому що при відключенні автоклаву від парової магістралі тиск трохи знижується.

5. **Охолодження.** Проводить так, як у випадку застосування повітряного протитиску.

Цей спосіб створення протитиску має одну **негативну особливість** – найменші зміни об'єму води в автоклаві різко відбиваються на величині протитиску. Тому зручніше працювати за іншим варіантом, коли протитиск створюється при наявності **«повітряної подушки»**. Для цього після попереднього підігрівання води і завантаження банок доливають в автоклав воду з таким розрахунком, щоб рівень її на 2-3 см не досягав верхнього краю циліндричної частини. Потім закривають всі вентиля, крани, кришку і пускають через барботер пару. Таким чином автоклав до початку підігрівання не повністю заповнений водою: деяка частина повітря в ньому («повітряна подушка») залишається.

По мірі пропускання пари і нагрівання води, об'єм її збільшується, а об'єм простору, заповненого повітрям, у верхній частині автоклаву зменшується. Тому повітря стискається, тиск його зростає і до кінця періоду підігрівання досягає необхідної за формулою величини. При такому методі тиск в автоклаві підвищується дуже повільно, а невеликі зміни об'єму води при її витіканні або при подачі пари мало позначаються на величині протитиску. Таким чином, «повітряна подушка» є своєрідним буфером, який приймає на себе коливання тиску, що виникають у системі.

9.6. Стерилізація в автоклавах нових конструкцій

До автоклавів нових конструкцій відносяться:

- нові вдосконалені вертикальні автоклави;
- безсіткові автоклави;
- горизонтальні автоклави з новими, більш економічно і екологічно вигідними гріючими середовищами, у тому числі ротаційні.

Нові вдосконалені вертикальні автоклави

Однокорзинні вертикальні автоклави А9-СКО (Україна) є універсальними. Вони за технікою стерилізації аналогічні моделям АВ і ББ-КАВ і дозволяють вирішити такі проблеми: 1) можливість установки апаратів без приямків (шахт), що покращує умови праці і техніку безпеки в стерилізаційному відділенні, 2) дотримання інтервалу завантаження не більше 30 хв, що практично неможливо виконати при стерилізації в 2-х корзинних автоклавах при малій продуктивності технологічних ліній.

Нові двосіткові автоклави Б6-ІСА (Росія) застосовуються для стерилізації рибних консервів у металевій тарі. Вони характеризуються автоматизацією процесів власне стерилізації, охолодження з протитиском і зливання води. Апарат оснащений пристроями для механізації відкривання, закривання і ущільнення кришки з корпусом за допомогою гідроприводу та байонетного затвору.

Безсіткові автоклави

Безсіткові автоклави характеризуються завантаження консервів у металевій тарі насипом безпосередньо в гарячу або холодну воду. Це зменшує затрати праці на обслуговування апаратів, пришвидшує процес завантаження і розвантаження, зменшує витрату пари і необхідну виробничу площу.

Безсіткові автоклави фірми «Бур'є Фре Нант» (Франція) установлені на деяких плавучих рибоконсервних заводах. У таких апаратах банки конвейсром подаються у завантажувальний люк і падають в гарячу воду, яка відіграє роль «водяної подушки». Коли автоклав завантажений, воду з нього витісняють у наступний автоклав, де вона також використовується на період завантаження автоклаву банками. Таким чином, вода використовується по замкненому циклу. Стерилізація проводиться паром, охолодження – водою із застосуванням повітряного протитиску. Усі операції роботи автоклава автоматизовані (***додаток Е1а***). Їх ***перевага***: швидке прогрівання консервів, проте ***недолік*** – не рівномірне прогрівання консервів при стерилізації.

Техніка стерилізації в безсіткових автоклавах Н10-АВ (Україна), МРА-50 (Польща) є аналогічною французьким. Дещо іншим є процес стерилізації в автоклавах фірми «Lubesa» LW 2090 (Німеччина). У них стерилізація здійснюється у пароводяному середовищі шляхом зрошування через перфоровану плиту перегрітої води при значній швидкості її циркуляції. Це сприяє рівномірності температурного поля автоклава.

Горизонтальні автоклави

Горизонтальні автоклави мають певні переваги над вертикальними, а саме: не потребують шахт при установці та монорельсів або кранів для завантаження і вивантаження сіток з банками; у них створюється рівномірне температурне поле; зменшуються витрати води за рахунок її циркуляції; є можливість використати ротацію.

За технічною реалізацією процесу стерилізації горизонтальні автоклави поділяються на дві групи:

I. Апарати, у яких продукція, що обробляється, знаходиться у статичному стані.

II. Апарати, у яких теплова обробка поєднується з механічним впливом (ротацією корзин, струшуванням, покачуванням).

Чотирисіткові горизонтальні апарати періодичної дії фірми «Lubeca» LW 2002 (Німеччина) є універсальними і можуть бути 2-х типів: статичними і з ротацією. У них стерилізація проводиться у воді з постійним режимом протитиску, параметри встановлюються автоматично. Особливістю даного автоклаву є наявність двох горизонтально розміщених ємкостей: стерилізаційної камери і змонтованого над нею котла-бойлер (резервуар для гарячої води). Спочатку в бойлері підігрівають воду до температури стерилізації, а потім її запускають у стерилізаційну камеру, завантажену консервами. Наявність бойлеру дозволяє розпочати процес з періоду власне стерилізації, оминаючи фазу підігрівання. Це значно інтенсифікує тепловий процес.

Стандартний горизонтальний автоклав “Steriflow” (Франція) є представником апаратів першої групи. Він відрізняється від попередніх відсутністю бойлера і наявністю виносного теплообмінника. Автоклав має вигляд циліндра, забезпеченого однією або двома кришками, в який поміщають 1-5 прямокутних корзин (рис.9.4). Корзини подаються до автоклаву на спеціальних транспортних візках і рухаються в автоклав вручну по коліях, розміщених у нижній частині автоклаву.

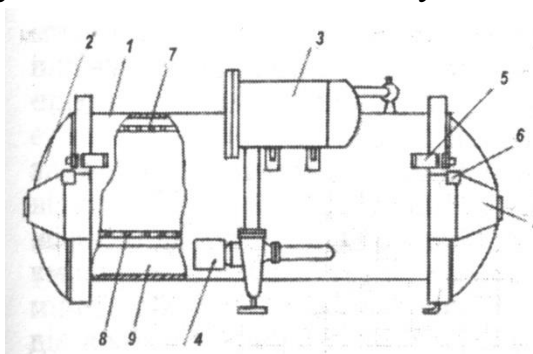


Рис. 9.4. Горизонтальний автоклав марки “Steriflow”.

1 – корпус; 2 – кришка; 3 – теплообмінник; 4 – циркуляційний насос; 5 – пневмоциліндр блокування кришки; 6 – датчик електроблокування кришки; 7 – перфорована пластина; 8 – роликові направляючі для пересування корзин; 9 – піддон для збирання води.

Автоклави “Steriflow” розраховані на роботу при температурі до 140°C і тискові до 500 кПа. Апарати з двома кришками дають можливість завантажувати і розвантажувати корзини з продукцією з різних сторін автоклаву, не змішуючи не стерилізовані банки зі стерилізованими консервами. Автоклав є універсальним по відношенню до видів стерилізованих продуктів і консервної тари. Апарат може працювати в ручному і автоматичному режимах. Параметри процесу стерилізації – температура і тиск – реєструються самописним приладом на одній діаграмній стрічці.

Статичними і з ротацією є автоклави вітчизняного виробництва: А9-КСТ, А9-КСР, А9-КСС, які застосовуються для стерилізації консервів у металевій тарі і тарі з ламістера. Схожими за принципом теплової обробки є автоклави фірми «J.Lagarde» (Франція) та «Lubeca» LW 3003 (Німеччина). Вони випускаються як з ротацією корзин, так і без ротації. Ротаційні автоклави або ротомати (**додаток Е1б**), призначені для стерилізації консервів з одночасним їх обертанням. Вони володіють високими технологічними характеристиками, різко скорочують тривалість процесу, дозволяють стерилізувати консерви у великій тарі, забезпечують рівномірне прогрівання продукту по всьому об'єму тари, дають можливість отримати продукцію високої якості.

Однак, не дивлячись на значні переваги нових автоклавів, їх основним недоліком залишається періодичність роботи. Тому актуальними є безперервно діючі апарати.

Стерилізаційні апарати безперервної дії

Стерилізаційні апарати безперервної дії мають значні **переваги**:

- 1) полегшують і спрощують роботу обслуговуючого персоналу;
- 2) дають можливість створити високопродуктивні потокові лінії виробництва консервів з високим ступенем механізації та автоматизації технологічних процесів;
- 3) забезпечують постійний режим стерилізації в часі і температурі;
- 4) скорочують час стерилізації;
- 5) зменшують витрати пари та води;
- 6) дають можливість краще зберегти якість продукції.

Стерилізаційні апарати безперервної дії менш поширені ніж автоклави, оскільки вони мають і ряд **недоліків**:

- 1) складну конструкцію;
- 2) надто великі та дорогі;
- 3) одні дозволяють стерилізувати банки тільки одного розміру, в інших можна стерилізувати банки тільки із одного будь-якого матеріалу;
- 4) у деяких відсутній підігрів та охолодження;
- 5) особливо складно здійснити неперервне введення банок в зону підвищеного тиску під час стерилізації при температурах вищих за 100⁰С і неперервне виведення їх з такої зони в атмосферу.

Апарати безперервної дії поділяються на 2 групи:

- I. **Стерилізатори**: 1) закритого типу (працюють під надмірним тиском); 2) відкритого типу (працюють при атмосферному тиску).

II. Пастеризатори.

У **стерилізаторах**, так само, як і в періодично діючих апаратах, використовуються різні робочі середовища (вода, пара, повітря).

Пастеризатори бувають різних типів за способом теплової обробки: повітряні, парові, зрошувальні, заглибні, водяні, роторні. Особливості їх будови та принцип дії подані у відповідній літературі. Вони використовуються, в основному, для теплової обробки скляної тари (соки, пюре, компоти, варення, джеми). Прикладом парового пастеризатора безперервної дії є пастеризатор фірми «Lubeca» LW 1089 HSS (Німеччина), який використовується для теплової обробки консервованих фруктів, квашеної капусти, огірків тощо, кислотність яких не перевищує рН 4,2 (додаток Е1в).

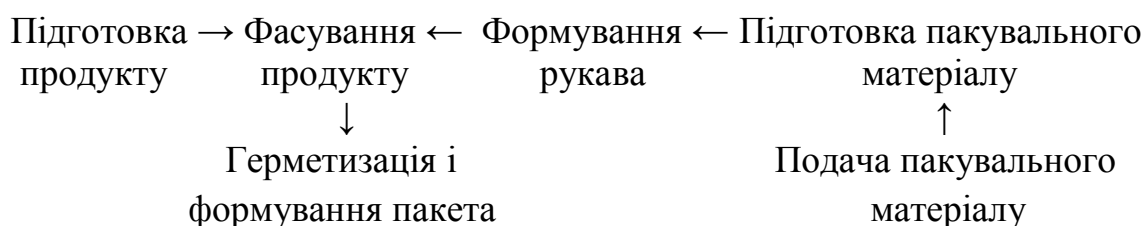
9.7. Техніка асептичного консервування

Асептичне консервування⁵ (АК) плодово-овочевих консервів є одним із перспективних напрямків виробництва високоякісної консервної продукції. За цим методом стерильно підготовлений шдяхом теплової обробки харчовий продукт спочатку охолоджують, а тоді фасують у стерильних (асептичних) умовах у стерильну тару, накривають стерильними кришками і закупорюють у стерильних умовах.

У теперішній час на вітчизняних консервних підприємствах АК упроваджено у декількох видах:

- для зберігання напівфабрикатів (фруктових соків, пюре, концентрованих томатопродуктів у резервуарах великої місткості 15-160 м³);
- для випуску готової продукції в різних видах картонної і полімерної тари типу тетра-паки, пюр-паки, доу-паки місткістю 0,2-1,5 дм³ з використанням установок типу «Тетра Пак Асептик» або «Тетра Брік Асептик»;
- для випуску консервованої плодоовочевої продукції в багат шарових полімерних мішках різної місткості з використанням асептичних фасувальних машин.

Установки типу «Tetra Pak», «Tetra Brik» (Швеція) експлуатуються в Україні з середини 90-х років ХХ століття і входять до складу ліній асептичного консервування харчових продуктів, послідовність технологічних операцій на яких можна зобразити за *схемою*:



↓
Пакування блоків і упаковка
в термоусадочну плівку

Підготовка продукту здійснюється поза межами установки в проточному стерилізаторі-охолоджувачі. Продукт нагрівається до визначеної температури і витримується при цій температурі до досягнення летального ефекту і охолоджується до температури 20-25 °С. Для стерилізації упаковочного матеріалу використовують водні розчини H_2O_2 концентрацією до 35%.

Підготовлений продукт поступає на фасувальний пристрій. Сучасні асептичні фасувальні установки дозволяють відійти від дорогих резервуарів великої місткості (15-160 м³) і перейти до простих багат шарових полімерних мішків (пакетів) різної місткості. Вони мають 3 *шари*:

- 1) *зовнішній* – поліетилен – захищає ламінат від механічних пошкоджень;
- 2) *середній* – алюмінієва фольга – забезпечує бар'єрні властивості пакета;
- 3) *внутрішній* – поліпропілен – контактує з продуктом і служить засобом герметизації упаковки за допомогою термозварювання.

Запитання для самоконтролю

1. Для чого і як розраховують величину надлишкового тиску в тарі при стерилізації в автоклавах?
2. Де більший тиск при стерилізації: в металевій чи скляній тарі? Чому?
3. Як запобігти деформації та розгерметизації тари при стерилізації?
4. Будова та принцип дії вертикальних автоклавів.
5. Яка техніка стерилізації консервів парою?
6. Яка техніка стерилізації консервів водою з протитиском?
7. Які особливості стерилізації в нових типах автоклавів?
8. Техніка стерилізації в безсіткових автоклавах.
9. Які переваги мають горизонтальні автоклави?
10. Чому стерилізаційні апарати безперервної дії менш поширені ніж автоклави?
11. Як проводять асептичне консервування харчових продуктів?

ЛЕКЦІЯ №18

ТЕМА 10. Вплив стерилізації на зміну якості консервованих продуктів

Основні терміни: 1) константа D; 2) константа Z; 3) період напіврозпаду; 4) температурний фактор; 5) гідролітичний ефект, 6) вітамінне число, 7) антоціанове число, 8) аскорбінове число, 9) пігментне число, 10) пектинове число.

10.1. Вплив стерилізації на якість консервів

Теплова стерилізація – це найважливіший метод консервування харчових продуктів. Її частка становить більше половини консервних продуктів, готових до споживання. Харчова цінність продуктів визначається її складовими: біологічна та енергетична цінність, доброякісність та органолептичні властивості (консистенція, колір, аромат, смак тощо).

Доброякісність та якість консервів в практиці консервного виробництва визначають параметри теплової стерилізації. Вони розробляються таким чином, щоб при забезпеченні мікробіологічної безпеки готового продукту і його стабільності при наступному зберіганні, максимально зберегти харчову цінність вихідного продукту.

Теплова обробка викликає неминуче зниження органолептичних властивостей і харчової цінності стерилізованої продукції (часткова деструкція білка з виділенням H_2S , NH_3 , гідроліз ліпідів, руйнування вітамінів та поліфенолів). Зміна окремих показників, яка має місце під дією тепла, буває різною в залежності від продукту, який піддається термообробці (стерилізації).

Для досягнення високої якості консервів необхідний ретельний вибір режимів стерилізації і наукове обґрунтування параметрів процесу. Це можливе при паралельному вивченні закономірностей впливу режимів теплової обробки на мікроорганізми і на відповідні хімічні характеристики харчової цінності консервів.

10.2. Закономірності термічної деградації харчових речовин

На сучасному етапі розвитку теорії і практики термічного консервування встановлено, що у більшості випадків інактивація мікроорганізмів та ферментів і руйнування харчових компонентів при нагріванні відповідають кінетиці хімічних реакцій I-го порядку. Це означає, що протікання цих реакцій можна охарактеризувати та оцінити за допомогою *кінетичних констант*:

D^1 – час необхідний для зниження концентрації компонента на 90 % при постійній температурі T ;

Z^2 – число градусів, на яке потрібно змінити температуру, щоб викликати десятикратну зміну величини D_T (для реакцій I-го порядку D_T не залежить від початкової концентрації харчового компонента).

Іноді замість D використовують показник $\tau_{1/2}$. **Період напіврозпаду**³ ($\tau_{1/2}$) – це час, необхідний для руйнування речовини на 50%.

Окрім константи Z , користуються ще однією величиною – **температурним фактором**⁴ (Q_{10}), який означає зміну швидкості реакції під дією підвищення температури на 10°C .

Для характеристики реакцій руйнування хімічних речовин при тепловій стерилізації використовують величину E_a – це енергія активації процесу, яка визначається через константи швидкості відповідних реакцій (K).

Встановлено, що швидкість інактивації і відмирання спор м/о при тепловій стерилізації значно вище, ніж швидкість гідротермічної деструкції основних лабільних харчових компонентів. Про це свідчать відповідні значення констант D і Z . Така відмінність у константах дає можливість одержувати стерильні високоякісні продукти і дозволяє зрозуміти високий ступінь збереження компонентів сировини в процесі стерилізації, який проводиться при більш високій температурі, але протягом меншого часу.

Дані про закономірність термічної деструкції харчових речовин дали можливість використати для оцінки ступеня їх руйнування при стерилізації математичний метод. При виборі тест-речовини орієнтуються на самий важливий компонент хімічного складу сировини – білки, вітаміни, барвники тощо. При необхідності досягнення кулінарної готовності продукту це можуть бути показники, що характеризують його структуру (консистенцію).

Ідентичність констант D і Z для мікроорганізмів і харчових компонентів дає можливість виразити ефект стерилізації відносно них одним числом, як це робиться при визначенні летальності. Ці **числа**, в залежності від виду компонента, який вивчається, називаються по-різному:

- 1) гідролізу білків – гідролітичний ефект H ;
- 2) руйнування S-метилметіоніну (вітаміну U) – вітамінне число U ;
- 3) руйнування антоціанів – антоціанове число A_{an} ;
- 4) руйнування аскорбінової кислоти – аскорбінове число A_{ak} ;
- 5) руйнування пігментів – пігментне число P ;
- 6) руйнування пектинових речовин – пектинове число P .

За фізичною суттю ці **числа** аналогічні летальності і знаходяться у зворотній залежності від кількості біологічно цінного компонента, який зберігається при тепловій обробці. У прямій же залежності від ступеня

розм'якшення кісток риб при стерилізації знаходиться реологічний показник **ефективність розм'якшенн** – *P*. Він вперше введений у практику наукового обґрунтування параметрів процесу стерилізації рибних консервів дослідниками **Б.Л.Флауменбаумом** і **Л.Б.Добробабіною**. Такий же показник введено для оцінки **ефективності розм'якшення** зернобобових при стерилізації (на прикладі бобів нуту).

Гідролітичний ефект⁵ (Н-ефект). Вплив теплової обробки на якість сировини, багатой білками, можна оцінити за ступенем їх розпаду. Допустимою тепловою обробкою м'ясних консервів при 120°C прийнята тривалість процесу не більше 50 хв (гідроліз білків при цьому складає 6,5%). Ця величина прийнята як **нормативне значення гідролітичного ефекту** ($H_{120}^{30} = 50$ ум. хв).

Вітамінне число⁶ (U). Для математичної оцінки ступеня руйнування S-метилметіоніну (вітаміну U) вивчена його термостійкість в постійному та перемінному температурному полі з визначенням відповідних констант *D*, $\tau_{1/2}$ і *Z*. В кислому середовищі термостійкість вітаміну U можна характеризувати часом напівруйнування ($\tau_{1/2}$) і константою $Z = 74^\circ\text{C}$, у порівнянні з $Z = 50^\circ\text{C}$ у натуральному капустианому соку та десятикратним зниженням S-метилметіоніну.

Антоціанове число⁷ (A_{an}). Для математичної оцінки впливу теплової стерилізації на антоціани плодів та ягід в якості вихідної величини, з якою порівнюється ступінь фактичного руйнування їх при різних режимах стерилізації, вибрано час повної деструкції антоціанів темнозбарвлених сортів винограду, який склав 856хв при 80°C. Температура 80°C вибрана за аналогією з еталонною температурою для мікроорганізмів для зручності порівняння впливу теплової обробки; константа $Z = 27^\circ\text{C}$. Чим більше A_{an} , тим більший ступінь деструкції антоціанів.

Аскорбінове число⁸ ($A_{ак}$). За даними **С.І.Лахтінової** аскорбінова кислота досить стійка до температурного фактора. І оскільки у фруктових соках період напіврозпаду при 121°C вимірюється декількома годинами (а при 81°C десятками годин), втрати цього цінного компонента харчових продуктів при стерилізації незначні. У той же час автор відмічає, що наявність кисню в повітрі помітно інтенсифікує термічне руйнування аскорбінової кислоти. Для оцінки ступеня її руйнування прийнято час повного руйнування при 80°C протягом 2310 хв і константу $Z = 37^\circ\text{C}$.

Пігментне число⁹ (П). Ступінь руйнування деяких пігментів вивчалась у кислому і мало кислому середовищі. Для порівняння ступеня руйнування пігментів із загибелю м/о прийняті ті ж еталонні температури – 80 і 121,1°C.

При розрахунку нормативного значення пігментного числа за прийнятою при математичному аналізі формулою:

$$(P_n = Delg \frac{C_n}{C_k}; \text{ум. хв}) \quad (10.1)$$

Початкову концентрацію пігменту (C_n) і допустимий ступінь руйнування (C_k) при різних рН приймали такими ж, як і для вітаміну U:

$$C_n = 100\%, C_k = 25\% (\text{рН } 4,0) \text{ і } 50\% (\text{рН } 6,0).$$

Пектинове число¹⁰ (П). При тепловій обробці фруктово-овочевої сировини відбувається значна деструкція пектинових речовин, глибина і швидкість якої залежать від умов стерилізації. Ступінь руйнування пектинових речовин при тепловій обробці оцінювали за показником – **комплексоутворюючій здатності** (КЗ) – K_{50} , яку по відношенню до іонів свинцю (в %) при даному масовому співвідношенні свинцю і пектину (1:50) розраховували за формулою:

$$K_{50} = \frac{M}{M_1} \cdot 100 \quad (10.2)$$

, де M – маса свинцю, визначеному в пектин аті;

M_1 – маса свинцю, взятого для реакції комплексоутворення.

Комплексоутворююча здатність пектинових речовин залежить від хімічного складу та будови полімерів, температури і терміну теплової дії. Вплив величини рН в інтервалі 3,5-5,0 (характерної для фруктово-овочевої сировини) виявився незначним.

Для зручності порівняння з ефективністю теплової стерилізації у відношенні мікроорганізмів, в якості еталонної температури також прийнята температура 80°C. Розрахунок P_n вели за формулою:

$$P_n = D_{80} \lg \frac{K_{50n}}{K_{50k}} \quad (10.3)$$

, де $\lg \frac{K_{50n}}{K_{50k}}$ – ступінь деструкції КЗ;

K_{50n} – початкове значення, яке приймається за 100%;

K_{50k} – кінцевий допустимий ступінь руйнування, прийнятий за 50%.

Тоді

$$P_n = 62,23 \lg \frac{100}{50} = 18,67 \text{ ум. хв.}$$

Значення D_{80} визначають графічно з рисунка: при $\lg D = 1,794$; D_{80} складає 62,23 хв.

10.3. Реологічний показник якості консервів

При розробці параметрів теплової стерилізації рибних консервів необхідно враховувати як досягнення летальності відносно мікроорганізмів, так і кулінарну їх готовність (розм'якшення кісткової тканини). В основі

процесів розм'якшення кісткових тканин риби при стерилізації лежать ті ж процеси гідролізу компонентів хімічного складу, які відповідальні за твердість кісток, що й загибелі мікроорганізмів і деструкції поживних речовин.

Процес термічного розм'якшення кісток відстає від процесу термічної загибелі мікроорганізмів. Якщо час, необхідний для десятикратного зниження кількості мікроорганізмів (D_{121}) для *C.sporogenes* складає 0,6-1,5хв, то час, необхідний для десятикратного зниження твердості хребтової кістки знаходиться в межах 15-20 хв (за дослідженнями **Л.Б.Добробабіної**).

За аналогією з розрахунком відповідних мікробіологічних і хімічних показників розраховують **теоретичний (нормативний) показник ефективності розм'якшення хребтної кістки** – P_n :

$$P_n = D_e \lg \frac{Q}{q} \quad (10.4)$$

де Q – зусилля роздавлювання сирої кістки (приймається 30-60 кг/см²):

q – зусилля роздавлювання розвареної кістки (1,5 кг/см²).

Розраховані величини P_n , що характеризують кулінарну готовність кісток, наприклад, консервів з хека, знаходяться в межах : в олії – 22,7ум.хв; у томатному соусі – 19,2ум.хв; натуральних – 22,3ум.хв.

При виробництві м'ясорослинних консервів має значення **показник твердості зерна** бобових культур. Зміна твердості їх, як і твердість хребтових кісток, у стаціонарному тепловому режимі носить експоненціальний характер і відповідає кінетиці хімічних реакцій I-го порядку. За даними **І.В.Мельник** для нута одержані значення констант D і Z значно перевищують не лише аналогічні константи руйнування м/о, але й константи розм'якшення кісткової тканини риб. Відповідальним за розм'якшення бобів нута є процес клейстеризації крохмалю.

Час, необхідний для досягнення кулінарної готовності бобів при 120°C розраховують за аналогією до формули 10.4. Він становить 46,62ум.хв.

Узагальнені дані визначення констант термостійкості хімічних тест-речовин з розрахованою величиною показника оцінки їх руйнування, які можуть бути використані при науковому обґрунтуванні режимів стерилізації консервів наведені у **додатку Ж1**.

10.4. Оцінка режимів стерилізації

Стерилізація консервів представляє собою нестаціонарний тепловий процес. Математичний метод оцінки ефективності режимів стерилізації за хімічними і реологічними показниками (ОНАХТ) передбачає, після визначення рівня руйнування тест-речовини, що допускається, розрахунок

інтегрального показника, який характеризує сумарну зміну фактичного руйнування показника якості, що вивчається, і їх порівняння.

Розрахунок фактичних значень вибраних *хімічних і реологічних чисел* проводиться на основі математичної обробки кривих прогрівання консервів, аналогічно розрахунку приведеного стерилізуючого ефекту (фактичної летальності) за формулою (с.150) з розрахунком відповідних перевідних коефіцієнтів.

Наприклад, відносно м'ясних консервів гідролітичний ефект (Н-ефект) розраховується за формулою:

$$H = \int_0^t K_n dt \cong \tau_p (K_{H_1} + K_{H_2} + \dots + K_{H_n}) \quad (10.5)$$

, де K_{H_1} , K_{H_2} , K_{H_n} – перевідні коефіцієнти, які розраховуються аналогічно формулі:

$$K_n = \frac{1}{10^{\frac{T_e - T_g}{z}}} \text{ при } T_e = 120^\circ\text{C} \text{ і } z = 30^\circ\text{C} \quad (10.6)$$

Для зручності розрахунків коефіцієнти K_n розраховують, зазвичай, в діапазоні температур 90-130°C, і оформляють у вигляді таблиці.

Порівнюючи розраховані величини Н-ефекту з нормативним $H_{120}^{30} = 50 \text{ ум.хв.}$, можна орієнтовно зробити відповідний висновок про прийнятність даного режиму стерилізації за його дією на білки. Режим стерилізації, у яких Н-ефект менше 50 ум.хв, не приводить до глибокої деструкції білків. Якщо ж більше 50 ум.хв, то руйнування білкових речовин супроводжується руйнуванням амінокислот, що утворилися при гідролізі білків. Таким чином, при оцінці режимів стерилізації консервів за хімічними показниками повинна виконуватись нерівність $H_f \leq H_n$.

Застосування математичного методу для оцінки режимів стерилізації за хімічними показниками дало можливість порівнювати біохімічну характеристику різних режимів стерилізації, вибирати, прогнозувати оптимальні режими стерилізації із заздалегідь допустимим ступенем їх руйнування. Наочним прикладом такого підходу може бути оцінка режимів стерилізації фруктових соків в банках І-58-250: виноградного із темнозбарвлених сортів за антоціановим числом і яблучного – за аскорбіновим числом (**додаток Ж2а**).

Аналіз розрахунків показав, що:

1) ступінь деградації антоціанів при стерилізації незначний – не більше 10%. Його визначають шляхом порівняння **антоціанового числа** реального режиму стерилізації з тривалістю повного руйнування антоціанів при 80°C – 856 хв:

$$\% \text{ деградації} = \frac{80}{856} \cdot 100 = 9,3$$

2) режими, еквівалентні за летальністю (в обох випадках – і при 40, і при 100ум.хв), але при підвищених температурах (95 і 105°С), більш сприятливі для якості продукції, тому що ступінь деградації антоціанів при цьому у 2 рази менше.

Такий же висновок можна зробити за визначеними величинами **аскорбінового числа** (A_{AK}) відносно руйнування аскорбінової кислоти: із приведених режимів кращим є режим з меншим значенням A_{AK} :

$$A_{ak} = \frac{10 - 5 - 15}{95^{\circ}C} \text{ При } A_{ak} = 72 \text{ ум.хв}$$

При $A_{AK} = 72$ ум.хв ступінь руйнування АК також незначна $-\frac{72}{2310} \cdot 100 = 31\%$

Руйнування антоціанів та аскорбінової кислоти на вказаних у **додатку Ж2а** рівняннях підтверджено і хімічними аналізами.

Математична оцінка ступеня руйнування пігментів при стерилізації овочевих соків (**додаток Ж2б**) показує, що стерилізація за науково обґрунтованими режимами сприяє збереженню БАР при переробці плодово-овочевої сировини.

Розрахунок **фактичного (даного) руйнування пектинових речовин** при стерилізації визначають за формулою:

$$P_D = \int_0^t K_{II} dt \cong \tau_p (K_{II_1} + K_{II_2} + \dots + K_{II_n}) \quad (10.7)$$

, де K_{II} – перевідні коефіцієнти, розраховані за формулою:

$$K_{II} = \frac{1}{10^{\frac{T_e - T_g}{z}}} = \frac{1}{10^{\frac{80 - T_g}{108}}} \quad (10.8)$$

Так, встановлено, що яблучний сік в банках I-58-250 можна стерилізувати при різних температурах. При цьому еквівалентна летальність в межах мікробіологічної норми може бути одержана при стерилізації за режимами:

$$\frac{5 - 15 - 20}{85^{\circ}C}, \frac{5 - 10 - 20}{90^{\circ}C}, \frac{5 - 5 - 20}{95^{\circ}C}$$

Математична обробка кривих прогрівання показала, що фактичне значення пектинового числа – P_D складає відповідно 37,5-26,2 ум.хв, що перевищує допустиме значення P_n у 18,67 ум.хв і приводить до руйнування КЗ більше 50%. За розрахунками, високу ступінь збереження пектинових речовин можна одержати при переході на пастеризацію яблучного соку в безперервно діючому апараті протягом 10хв при 90°С або протягом 4 хв при 95°С. За таких умов P_D складає відповідно 12,5 і 5,5 ум.хв.

Таким чином, ще раз підтверджено, що з підвищенням температури теплової стерилізації і скорочення часу теплової обробки (при еквівалентній летальності) ступінь руйнування пектинових речовин (їх КЗ) зменшується, що підтверджується відповідними величинами пектинового числа і що характерно для всіх хімічних речовин, які входять до складу харчових продуктів.

Використання математичного аналізу для оцінки ефективності режимів стерилізації за хімічними і реологічними показниками, вдосконалення техніки стерилізації консервів, варіювання температурно-часових параметрів і автоматичний контроль за їх дотриманням дозволяють зменшити вплив процесу теплової стерилізації на якість консервованих продуктів.

Запитання для самоконтролю

1. Що спільного у руйнуванні хімічних речовин і мікроорганізмів при стерилізації?
2. Які компоненти харчових продуктів піддаються термічній деградації при стерилізації?
3. Які числа запропоновані для оцінки ступеня термічного руйнування хімічних тест-речовин?
4. Від чого залежить комплексоутворююча здатність пектинових речовин?
5. Який фізичний зміст кінетичних констант термостійкості D і Z ?
6. Як впливає на ступінь руйнування пігментів рН середовища?
7. Яке співвідношення між швидкістю термічного руйнування при стерилізації м/о, хімічних показників якості та процесів розм'якшення зерен бобових і кісткової тканини риби?
8. Як розраховують нормативну та фактичну величину руйнування тест-речовин?

ДОДАТОК А1

Таблиця А1. Характеристика вуглеводів

Вуглевод	Характеристика
1. Глюкоза і фруктоза	Безпосередньо засвоюються організмом, у розчинах містяться у циклічній і нециклічній формах. Глюкоза добре розчинна у воді, важко у спирті, нерозчинна в ефірі. Розчинність фруктози вища ніж у глюкози. Гігроскопічність глюкози незначна, починає притягати вологу з повітря при відносній вологості 85-90%. Фруктоза більш гігроскопічна, починає притягати вологу з повітря при відносній вологості 45-50%.

2. Сахароза	Добре розчинна у воді та нерозчинна у спирті. Не гігроскопічна, починає поглинати воду з повітря при відносній вологості 90%.. Безпосередньо в організмі не засвоюється, а гідролітично розпадається на глюкозу і фруктозу (<i>інверсія сахарози</i>).
3. Крохмаль	Накопичується в основному в бульбах і зернах овочів. Складається з амілози (13-30%) та амілопектину (70-85%), які відрізняються за своєю хімічною будовою та властивостями. <i>Амілоза</i> легко розчиняється у воді і утворює розчин невисокої в'язкості, <i>амілопектин</i> розчиняється лише в теплій воді і утворює дуже в'язкі розчини. У рослинах вони формуються у вигляді крохмальних зерен.
4. Целюлоза (клітковина)	Компонент клітинних стінок плодів та овочів. Лінійність будови дає можливість утворювати міцні пучки харчових волокон (міцели), які у клітинній стінці утворюють сіткову структуру – матрикс, що складається з пектинових речовин, геміцелюлоз, лігніну. Целюлоза нерозчинна у воді. При повному кислотному гідролізі целюлози утворюється практично тільки глюкоза.
5. Пектинові речовини	Містяться у плодах і овочах у вигляді нерозчинного протопектину та розчинного пектину. При нагріванні протопектин гідролізується, перетворюючись у розчинну форму. Під час досягання плодів кількість протопектину зменшується і він переходить у розчинний пектин, чим пояснюється розм'якшення тканини плодів.
6. Інулін	Нагромаджується як запасний полісахарид в бульбах чи коренях рослин. Складається із залишків фруктози зі ступенем полімеризації 28-40. Добре розчинний у гарячій воді, нерозчинний у холодній воді та етанолі.
7. Глікоген (тваринний крохмаль)	Основний запасний полісахарид в організмі людей та тварин. Загальна кількість глікогену та різних продуктів його перетворень складає близько 1%. Ферментативний розпад глікогену сприяє утворенню молочної кислоти, глюкози, мальтози.

ДОДАТОК А2

Таблиця А2. Характеристика деяких вітамінів

Вітамін	Добова потреба	Де міститься	Значення
1. В ₁ (тіамін)	До 8 мг	Картопля, кабачки	Б.у. в обмінних процесах, травленні, проведенні нервових імпульсів
2. В ₂ (рибофлавін)	До 10 мг	Зелені овочі, шипшина	Регулює стан ЦНС; впливає на зір, шкіру, волосся, нігті; б.у. в енергетичному обміні

3. В ₄ (холін)	До 25 мг	Пшениця, овес, ячмінь, соя	Б.у. у передачі нервових імпульсів; ліпотропна функція
4. В ₆ (піридоксин)	До 6 мг	Бобові	Необхідний для засвоєння білків, жирів, амінокислот
5. В ₈ (інозит)	1-1,5 г	Боби, апельсини, груші, дині, ізюм, зародки пшениці	Б.у. в обміні речовин нервової тканини, у транспорті ліпідів
6. В ₉ (фолієва кислота)	До 25 мг	Зелені овочі	Б.у. в синтезі та обміні амінокислот; стимулює кровотворення, функцію кишечника, роботу головного мозку
7. С (аскорбінова к-та)	До 100 мг	У різних овочах (томати, перець, капуста) і фруктах (цитрусові)	Стимулює імунітет; сприяє росту і відновленню тканин, загоєнню ран, правильному розвитку зубів, кісток, м'язів, кровоносних судин
8. Р (цитрин)	25-50 мг	Чорниця, суниця, малина, яблука, виноград, лимон, апельсин	Посилює дію вітаміну С; підвищує пружність та проникність капілярів;
9. β-каротин (провітамін А)	–	Морква, томати, капуста, гарбуз, шпинат, брокколи, абрикоси	Антиоксидант; проявляє захисні властивості проти злویкісних пухлин легень, шлунка, товстого кишечника, молочної залози
10. А (ретинол)	До 2,5 мг	Печінка риби, тваринні тканини	Б.у. в утворенні зорових пігментів; стимулює імунітет; забезпечує нормальний ріст організму
11. D (кальциферол)	До 0,01 мг	Риб'ячий жир, ікра, печінка риби, птахів, ссавців, яйця	Регулює обмін Са і Р; б.у. в утворенні кісток
12. Е (токоферол)	До 50 мг	Рослинні олії	Антиоксидант; стимулює діяльність статевих залоз, м'язів; б.у. в процесах клітинного метаболізму

ДОДАТОК Б1

Принцип «єдиного холодильного ланцюга»

Заморожування має суттєвий недолік: один раз заморозивши харчові продукти до -18°C , слід підтримувати цю температуру до тих пір, поки продукт не попаде на стіл споживача. Якщо навіть на короткий час підвищити температуру замороженого харчового продукту, хоча б до -10°C , то м'ясо, «відійшовши від шоку», викликаного дією температури -18°C , повертаються

до нормальної життєдіяльності, яку вже не зупинити повторним зниженням температури середовища до -18°C .

Тому використання методу заморожування потребує дотримання принципу «*єдиного холодильного ланцюга*». Це означає що протягом всього шляху, який проходить харчовий продукт від цеху заморозки до споживача, повинна проходити безпечна «льодова доріжка» з постійним температурним рівнем -18°C . У цьому холодильному ланцюзі є декілька ланок.

I. Цех заморозки – найкоротша, тому що час заморожування сировини, як правило не перевищує декількох годин.

II. Холодильні камери, які примикають до цеху заморозки, де заморожена продукція повинна зберігатися до відвантаження її з заводу. Ця ланка досить довга, тому тут температуру -18°C доводиться підтримувати протягом декількох тижнів. Для відвантаження замороженої продукції необхідний спеціальний транспорт (:залізничні вагони або автомобілі), обладнаний холодильними установками, які дозволяють підтримувати температуру -18°C .

III. Розподільчі холодильники (в тому місці, куди прибула заморожена продукція). Їх призначення – постачати по мірі необхідності торговельні організації. Тут підтримується стабільна температура -18°C .

IV. Склади магазинів і охолоджувальні прилавки. А також *індивідуальний споживач*, який зберігає придбану в магазині заморожену продукцію деякий час у домашньому холодильнику, при понижених температурах.

Заморожування, як і сушіння та використання натуральних консервантів пов'язані з обмеженням вологості. Це сприяє зниженню парціального тиску водяної пари і зменшенню активності води, що позитивно позначається на ефективності консервування.

ДОДАТОК Б2

Субнормальні суміші

Оптимальний склад модифікованої атмосфери являє собою газову суміш: N_2 – 79%, O_2 – 11%, CO_2 – 10%. При цьому створення необхідної концентрації вуглекислого газу в сховищі досягається не введенням газу ззовні, а завдяки фізіологічній активності сировини, яка утворює CO_2 , із запасних речовин клітини. Проте було встановлено, що в ряді випадків оптимальними є газові суміші, в яких: $\text{CO}_2 + \text{O}_2 < 21\%$. Такі суміші називають

субнормальними. Найпоширенішими є субнормальні суміші, в яких міститься 3...5 % O₂, 3...5 % CO₂ і 90...94% N₂.

Субнормальні газові суміші не можна отримати за рахунок фізіологічної активності сировини і природної вентиляції сховища. Якщо, наприклад, необхідно понизити вміст кисню до 5 %, то кількість CO₂ повинна зрости в результаті дихання до 16%. При необхідності понизити також і вміст CO₂ в суміші, скажімо, до 5 %, необхідно надлишок CO₂ сполучити з яким-небудь хімічним поглиначем.

Для цього складають *схему*:

камера зберігання → скруббер → камера зберігання
(поглинальний апарат)

Повітря з камери зберігання, яке збіднене O₂ і збагачене CO₂, прокачують через скрубруючий пристрій. Надлишок CO₂ зв'язується яким-небудь хімічним поглиначем (наприклад, NaOH), звідки знову подається в камеру зберігання. При цьому утворюється бікарбонат натрію або бікарбонат калію. Тоді можна добути газову суміш складу: O₂ – 5 %, CO₂ – 5 %, N₂ – 90 %, або ж будь-якої, в якій CO₂ + O₂ < 21%. Субнормальні газові суміші можна також добути, подаючи їх в камеру зберігання із яких-небудь зовнішніх джерел, наприклад, зі спеціальних газогенераторів або балонів.

У нормальних газових сумішах головним консервуючим фактором є накопичення в атмосфері досить значної кількості CO₂. Пониження ж концентрації O₂, яке не досить значне – до 11 %, практично не впливає на дихання. У субнормальних сумішах гальмуючу дію на процес дихання чинить не тільки накопичення в атмосфері сховища визначеної кількості CO₂, якого раніше в повітрі не було, але й різке пониження (до 3...5 %) кількості O₂, внаслідок чого сповільнюється на невисокому енергетичному рівні життєдіяльність сировини.

ДОДАТОК БЗ

Консервуюча дія CO₂

Вуглекислий газ у поєднанні з пониженими температурами використовують для подовження тривалості зберігання продуктів тваринного походження – м'яса, риби, птиці. Допустимою концентрацією, яка не змінює якості цих продуктів, але істотно пригнічує ріст анаеробних мікроорганізмів, є 10% концентрація CO₂. За рекомендацією Міжнародного інституту холоду така концентрація дозволяє зберігати охолоджене м'ясо,

підготовлене в суворих санітарних умовах, до 9 тижнів при температурі $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ та відносній вологості повітря 90-95%.

Допоміжним засобом до холодильного консервування при транспортуванні харчових продуктів на великі відстані є використання *сухого льоду*. При поступовій сублімації льоду понижується температура повітря і в самому об'ємі підтримується висока концентрація Консервуюча дія CO_2 посилюється у поєднанні з іншими консервуючими засобами, наприклад, сіллю і зберіганням при понижених температурах, при яких розчинність CO_2 підвищується. CO_2 можна використовувати для збереження свіжої риби, але тільки з малоактивним ферментним комплексом, оскільки він чинить стимулюючу дію на активність м'язових протеаз риби. Вуглекислий газ в малих концентраціях уповільнює окислення жирів м'яса та риби при позитивних і негативних температурах, що пояснюється високою розчинністю CO_2 в жирі і зменшенням вмісту кисню в ньому.

Модифікація атмосфери використовується також для консервування продуктів переробки сировини. Велике поширення, наприклад, у консервній промисловості здобуло зберігання виноградного соку — напівфабрикату в резервуарах місткістю 20...50т на холоді в атмосфері CO_2 . При цьому повітря повністю витісняється з незаповненого соком простору резервуару (танку) за допомогою CO_2 , що подається з балону, з таким розрахунком, щоб створити в танку деякий натиск (приблизно 0,05Мпа). Вуглекислота та ангідрид гальмують ріст не всіх інфікованих мікроорганізмів, тому не є консервантом у повному розумінні цього слова. Але гальмуюча дія вуглекислоти на дріжджі — збудник інфекції, який найчастіше зустрічається в напоях і має важливе технологічне значення.

У газованих соках ($w(\text{CO}_2) = 0,4\%$) вуглекислий газ не володіє бактерицидною дією при тепловій обробці, а тільки помітною бактериостатичною, яка проявляється в уповільненні накопичення етилового спирту. Таким чином, газування є додатковим фактором мікробіальної стійкості газованих пастеризованих соків та напоїв при зберіганні.

ДОДАТОК Б4

Таблиця Б4. Рекомендовані газові середовища для зберігання різних сортів яблук

Сорт	Температура зберігання, $^{\circ}\text{C}$	Склад газового середовища			Термін зберігання, місяці
		CO_2	O_2	N_2	

1. Голден Делішес	0	10	11	79	7-8
2. Джонатан	3-4	6-9	12-15	79	7
3. Старкінг	0	5	3	92	6
4. Мекінтош	3,5	5	3	92	6-7
5. Вісток	2-3	7	14	79	8-9
6. Річард Вінсап	0 0	5 10	2 11	93 79	6-8 6-7
7. Вінсап	8	5	2	93	6-8
8. Стейман	0	5	2	93	6-8

ДОДАТОК В1

Таблиця В1а. Змочуваність водою різних речовин

Змочувана поверхня	Кут змочування, град	<i>cos θ</i>
1. Цибуля	66	0,41
2. Яблука	40-45	0,77-0,71

3. Сталь	40-45	0,77-0,71
----------	-------	-----------

Таблиця В16. Вплив ПАР на зміну змочувальної здатності води

Поверхня	Додавання ПАР			
	Мило		Кальцинована сода	
	кут змочування, град	$\cos \theta$	кут змочування, град	$\cos \theta$
1. Цибуля	36-40	0,80-0,77	35-40	0,80-0,77
2. Яблука	24-35	0,91-0,80	14-18	0,97-0,95
3. Сталь	28-35	0,88-0,80	14-20	0,97-0,94

*При додаванні ПАР змочуваність плодів різко зростає: поверхні *цибулі* – майже у 2 рази, *яблук* – на 25-35%.

ДОДАТОК В2

Попередгя теплова обробка сировини

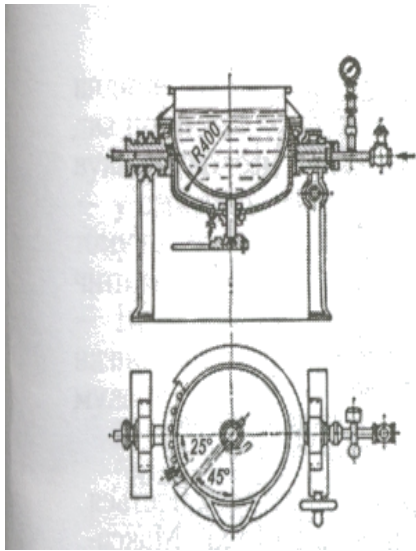


Рис. В2а. Двостінний котел

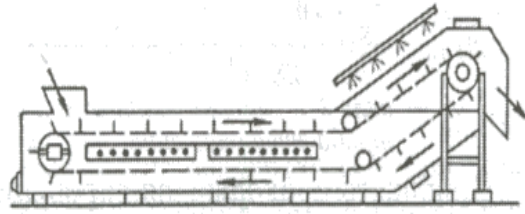


Рис. В2б. Скребоквий бланшувач

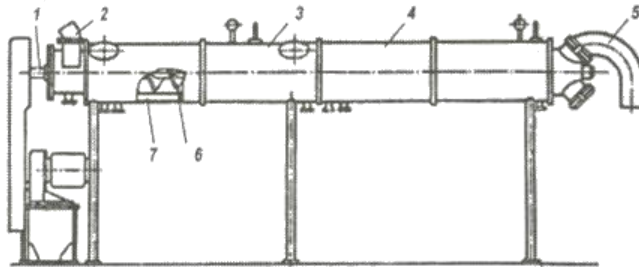


Рис. В2в. Шнековий підігрівач LE-18

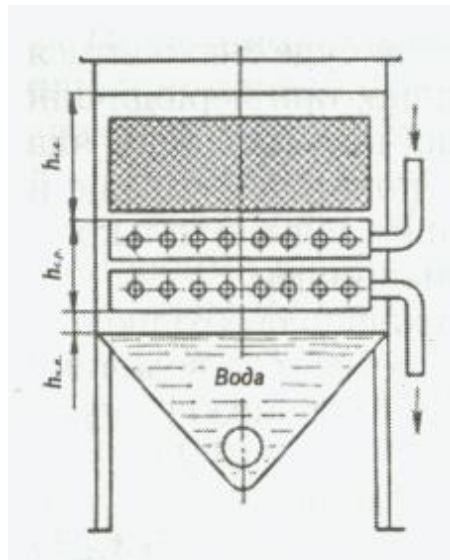


Рис. В2г. Розподіл стовпа олії на шари
ДОДАТОК Г1

Жерстяна тара

Закочувальний шов (рис.Г1а) складається з 5 шарів жерсті: 2 із яких дає відбортований корпус, а 3 – кришка.

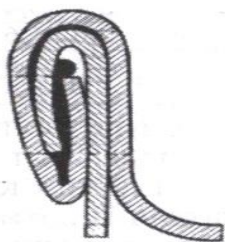


Рис. Г1а. Схема подвійного закочувального шва

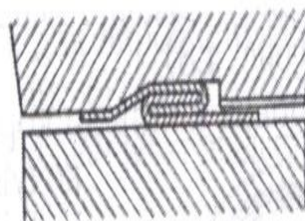


Рис. Г1б. Поздовжній шов

Поздовжній шов (рис. Г1б) складається із чотирьох шарів жерсті, а в місці стискання поздовжнього і закочувального швів (кутовий шов) утворюється 11 шарів жерсті. Це спричиняє погіршення роботи герметизуючого пристрою закупорювальної машини, тому що обходячи периметр кришки йому слід здійснити перехід від 5 до 11 шарів жерсті і навпаки. Тому з'єднання в замок роблять по всій довжині поздовжнього шва: з однієї сторони корпусу вирізають кути, а з іншої роблять просічки в двох місцях (рис. Г1в).

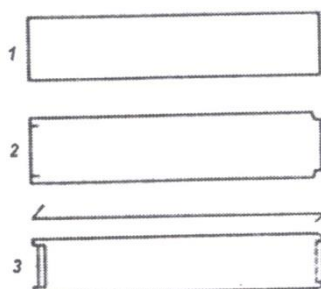


Рис. Г1в. Послідовність обробки заготівлі корпусу:

1 – заготівля; 2 – відсічення кутів та просічка; 3 – загинання полів.

Потім утворені поля загинають в протилежні сторони під кутом 145° , після загину сторони з'єднують. В результаті цього по всій довжині поздовжній шов з'єднаний в замок і дає 4 шари жерсті, а на кінцях проходить з'єднання в два шари (рис. Г1г) шляхом простого накладання кінців, які при відсортовуванні дають 4 шари жерсті.



Рис. Г1г. З'єднання кінців корпусу внакладку.

ДОДАТОК Г2

Скляна тара

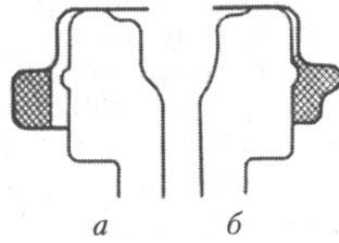


Рис. Г2а. Профіль кришки типу I:
а) до обкатування; б) після обкатування.

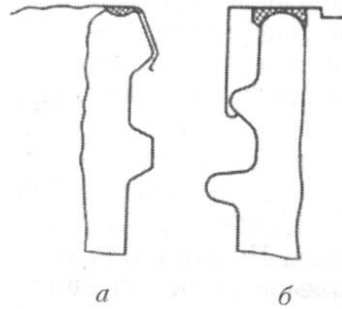


Рис. Г2б. Схема герметизації банок:
а) II способом; б) III способом.

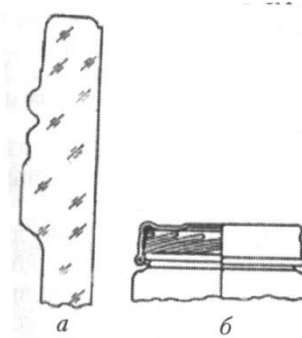


Рис. Г2в. Тип закупорювання IV:
а) вінчик горловини; б) схема герметизації.

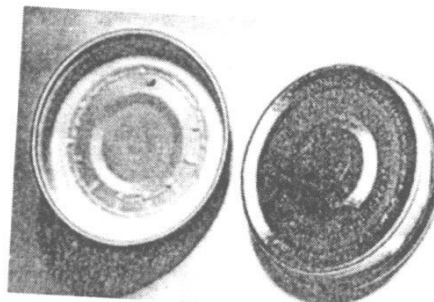


Рис. Г2г. Зразок кришки типу закупорювання IV.

ДОДАТОК ГЗ

Полімерна тара



Рис. Г3а. Зразки комбінованої та м'якої полімерної тари:
 а) тетра-пак; б) тетра-призма; в) пюр-пак; г) ПЕТ-пляшки; д) «стоячі» пакети.

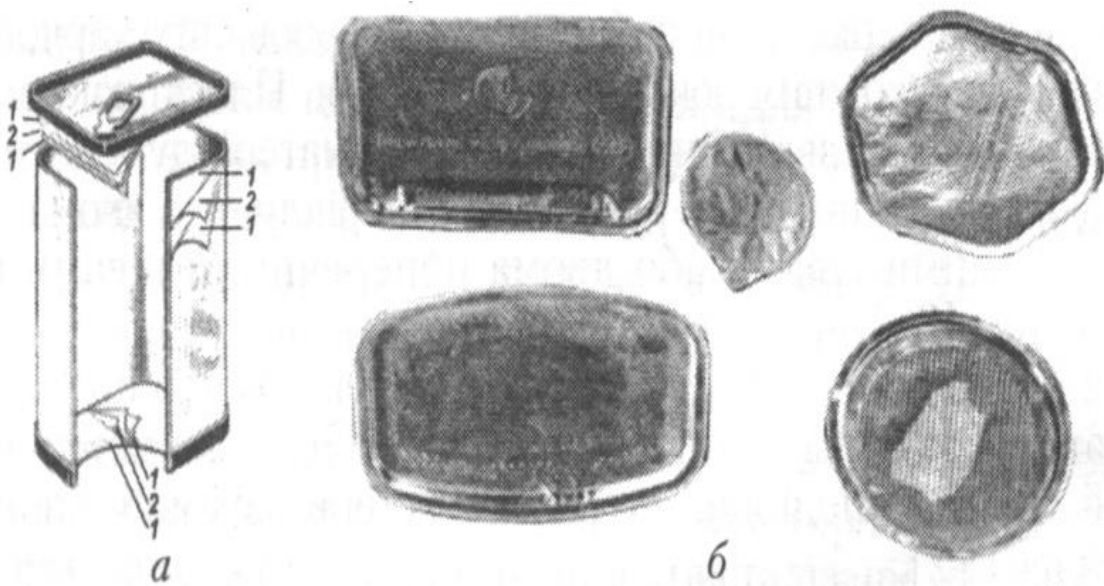


Рис. Г3б. Зразки напівжорсткої стерилізуємої полімерної тари:
 а) будова банки «Летпак»: 1 – пропілен; 2 – алюмінієва фольга; б) консервні банки типу стералкон (ламистер) круглої та фігурної форми.

ДОДАТОК Д1

Визначення летальності

Для розрахунку часу, потрібного для знаходження визначеної міри стерильності n , користуються формулою:

$$\tau = D \lg \frac{N_0}{N_K} \quad \text{де} \quad \lg \frac{N_0}{N_K} = 0$$

Звідси $T = D \cdot n$.

$$F = D_{121,1} \lg \frac{N_0}{N_K} \quad \text{або} \quad F = n \cdot D_{121,1}$$

Оскільки величина D для визначеного виду мікроорганізмів у даних консервах є константою, то очевидно, що питання про розрахунок нормативної летальності F зводиться до визначення необхідної міри (ступеня) стерильності n . Якщо врахувати, що величина N_K повинна бути дуже мала і може бути представлена як число 10 у якійсь від'ємній степені ($N_K = 10^{-a}$), то міра стерильності: $n = \lg \frac{N_0}{10^{-a}} = \lg N_0 + a$ або $n = a + \lg N_0$

Звідси **нормативна летальність**: $F_H = D \cdot (a + \lg N_0)$

Таким чином, необхідна міра стерильності за збудниками ботулізму:

$$n = a + \lg N_0 = 12 + \lg 1 = 12.$$

Отже, нормативна летальність режимів стерилізації консервів за *C.botulinum* повинна складати $12D$. У міжнародній практиці термомікробіологів прийнято для більшості мало кислотних консервів орієнтуватися на значення константи D для збудників ботулізму при температурі $121,1^\circ\text{C}$ за буферним розчином. Тоді згідно з принципом $12D$, нормативна летальність за *C.botulinum* складає:

$$F_H = 12 \cdot 0,21 = 2,52 \text{ ум.хв, або заокруглено } 3 \text{ ум.хв.}$$

Таким чином, у формулі початкове обсіменіння залежить від місткості тари G (г) та статистичних даних про концентрацію мікроорганізмів до початку стерилізації C (спор на 1 г). Тому формула в загальному вигляді може бути записана таким чином:

$$F_H = D (a + \lg C \cdot G)$$

Оскільки у всіх випадках (окрім розрахунків по ботулізму) допускається 0,01% біологічного браку (тобто, коли $N_K = 10^{-4}$ і $a=4$), остаточно розрахунок нормативної летальності можна вести за формулою:

$$F_H = D (4 + \lg C \cdot G).$$

Наприклад. Визначити нормативну летальність для 500-грамової банки з продуктом, збудник специфічного псування якого *C.sporogenes* характеризується константою $D_{121,1} = 0,9$ хв і для якого початкове обсіменіння складає 1 спор на 10г продукту. За формулою нормативна летальність складе: $F_H = 0,9(4 + \lg 0,1 \cdot 500) = 0,9 \cdot 5,7 = 5,2$ ум.хв.

З прикладу видно, що термостійкість збудників специфічного псування виявилась у 4.5 рази більшою, ніж термостійкість *C.botulinum*, а міра

стерильності n зменшилась всього у 2 рази. Тому в цілому норма летальності виявилася більшою, ніж за *C.botulinum*.

У реальних умовах стерилізація ведеться не при одній постійній температурі, а в перемінному режимі, визначеному формулою стерилізації. Летальну дію, спричинену даним, реальним тепловим процесом на мікроорганізми, які знаходяться усередині консервної банки, необхідно перерахувати на дію температури, взятої за еталон. Для розрахунку користуються виразом, який зручно записати у вигляді:

$$\lg(y / \tau) = (T_e - T_d) / Z$$

, де y – час дії на мікроорганізми при будь-якій даній температурі T_d ;

T – еквівалентний за дією на мікроорганізми часові у час дії при еталонній температурі, тобто при тій температурі T_e , яка прийнята за міру для порівняння з нею дії всіх інших температур;

Z – константа термостійкості, °C.

Отже, ***F-ефектом*** або летальністю даного режиму стерилізації називається тривалість деякого уявного, умовного стаціонарного режиму теплової обробки, еквівалентного за дією на мікроорганізми даному реальному нестационарному режиму стерилізації, який проводиться в перемінному температурному полі, за умови, що вміст банки негайно, з самого початку процесу, нагрівається до 121,1°C, витримується при цій температурі протягом F хв., після чого негайно охолоджується до сублетальної температури.

Таким чином, F -ефект або летальність вимірюється в умовних 121°-них хвилинах. Розрахунок фактичної летальності режимів стерилізації кислотних консервів проводиться за формулою:

$$A_{\Phi} = \int_0^{\tau} K_A \cdot d\tau \cong \tau_p (K_{A1} + K_{A2} + \dots + K_{An})$$

Враховуючи, що рівень летальних температур тут значно нижчий, ніж для спор бактерій і починається приблизно з 60°C, формулу слід записати:

$$A_{\Phi} = \int_0^{\tau} K_A \cdot d\tau \cong \tau_p (K_{A60^{\circ}C} + K_{A2} + \dots + K_{A60^{\circ}C})$$

Тобто значення перевідних коефіцієнтів, які відповідають замірним температурам продукту при стерилізації, слід брати з таблиць, починаючи і закінчуючи температурою 60°C.

ДОДАТОК Д2

Летальний час

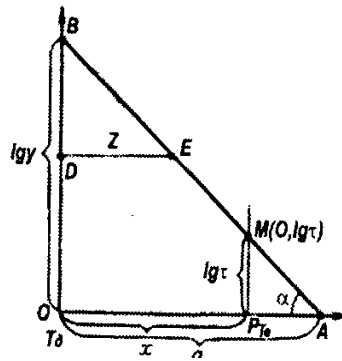


Рис. Д1. Теоретична крива летального часу (до виводу формули)

Пряма летального часу пересікає вертикальну вісь в **т.В**, а горизонтальну – в **т.А**. При цьому на горизонтальній осі відкладаються температура стерилізації в лінійних одиницях в порядку зростання зліва направо, а на вертикальній – логарифм значень летального часу в зростаючому порядку знизу вверх. У **т.О** представлено значення будь-якої даної температури стерилізації T_d (наприклад, 100°C), а в **т.Р** позначимо значення тієї температури стерилізації з дією якої порівнюється дія температури T_d і яка приймається за еталонну (T_e). Тому фактично вісь у проходить через **т.Р** (T_e), яка є початком координатної сітки.

Тоді координатами **т.В** будуть: абсциса $OP = x$, ордината $BO = \lg y$; координати **т.М**, через яку проведена вертикальна вісь, будуть: абсциса – нуль, ордината $MP = \lg \tau$. При наступному розгляді подібних трикутників BOA і MRA позначимо OA через a , тоді PA буде рівне $a - x$. Із правила подібності випливає, що $BO/MP = OA/PA$. Підставивши прийняті позначення одержимо:

$$\lg y / \lg \tau = a / (a - x);$$

$$\text{звідси } \lg \tau = \lg y (a - x) / a = ((a \cdot \lg y) - (x \cdot \lg y)) / a;$$

$$\lg \tau = \lg y - x \cdot \lg y / a;$$

Тобто рівняння прямої лінії типу $y = a - bx$;

$$\lg y - \lg \tau = \lg y / a \cdot x.$$

$$\text{Отже, } \lg (y / \tau) = \lg y / a \cdot x.$$

Коефіцієнт $\lg y / a$ біля x – це відношення BO/OA – тангенс кута нахилу прямої BA , кутовий коефіцієнт, який характеризує нахил цієї прямої до горизонтальної осі і, отже, свідчить про ту або іншу терmostійкість даної мікрофлори (чим крутіша пряма, тим дана культура менш терmostійка, чим більш полого – тим більш стійка до теплової дії). Таким чином, рівняння можна записати так:

$$\lg (y / \tau) = \text{tg} \alpha \cdot x = K \cdot x.$$

$K = \text{tg} \alpha$ – кутовий коефіцієнт. Кутовим коефіцієнтом K може бути не тільки відношення BO до OA , але і відношення будь-яких інших катетів у подібних трикутників. Наприклад, відношення BD до DE . **т.Д** вибираємо так, що числове значення в цій точці було менше ніж в **т.В**. Якщо прийняти, що

відрізок $DO = \lg l$, а $BO = \lg 10l$ (l – будь-яке значення по логарифмічній шкалі ординат), то катет $BD = BO - DO = \lg 10l - \lg l = \lg 10l / l = \lg 10 = 1$. Тоді кутовий коефіцієнт $BD/DE = 1/z$. Звідси отримаємо, що:

$$\lg (y/\tau) = 1/z \cdot x = x/z.$$

Якщо з даної формули визначити y , то одержимо:

$$y = \tau \cdot 10^{x/z} = \tau \cdot 10^{(T_e - T_d)/z}$$

, де y – це летальний час, який відповідає будь-якій даній температурі T_d (хв);

τ – це летальний час, який відповідає еталонній температурі T_e ;

z – число градусів на яке треба підвищити температуру стерилізації, щоб летальний час зменшився в 10 разів;

Z – константа термостійкості м/о, яка характеризує їх реакцію на перемінне температурне поле. Ця константа є різною для різних м/о: дріжджі – 5°C ; плісені – $8-15^\circ\text{C}$; термофіли – 12°C ; для ферментів константа становить 15°C .

Рівняння $y = \tau \cdot 10^{x/z} = \tau \cdot 10^{(T_e - T_d)/z}$ має важливе практичне значення, тому що дозволяє, взявши за еталон відомий летальний час, відповідний якій-небудь визначеній температурі, розрахувати летальний час для будь-якої іншої температури.

ДОДАТОК Е1

Стерилізатори

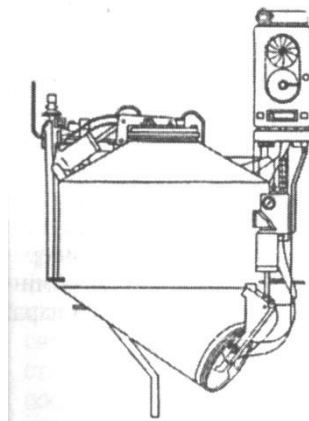


Рис. Е1а. Схема безсіткового автоклаву

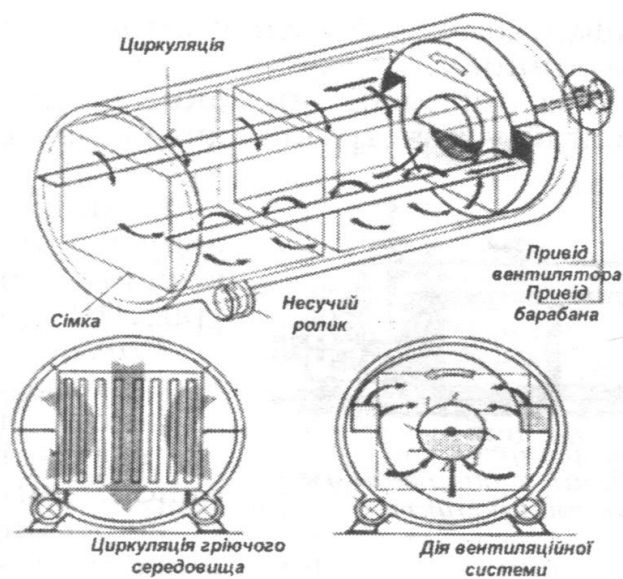


Рис. Е1б. Схема автоклава LW 3003 з ротаційним барабаном

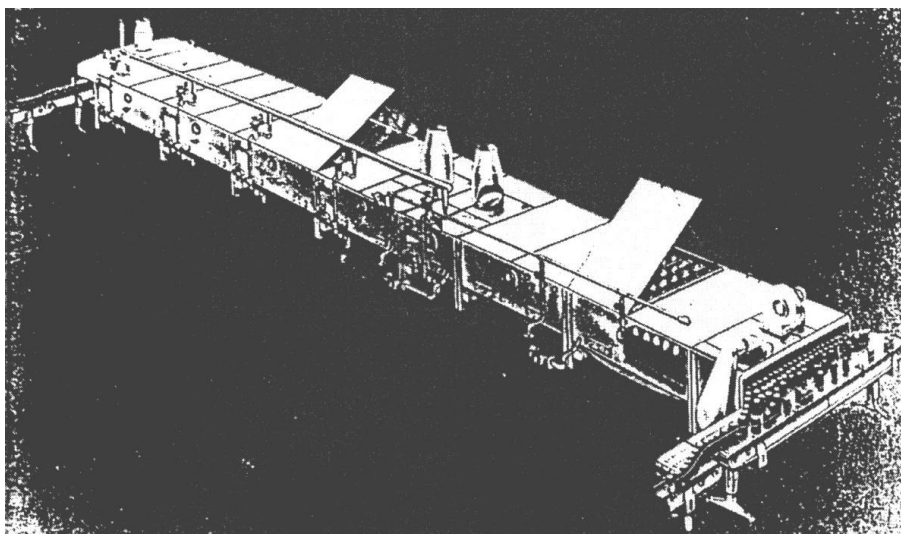


Рис.Е1в. Паровий пастеризатор фірми «Lubesa» 1089 HSS
ДОДАТОК Ж1

Таблиця Ж1. Показники оцінки термічної деградації хімічних речовин

Консерви	Хімічний елемент або реакція	Показник оцінки	Сим-вол	Константи		Нормативна величина, ум.хв.
				D, хв	Z, °C	
М'ясні	Гідроліз білка	Гідролітичний ефект	H_{120}^{30}	–	30	50*
Капустяний сік	S-метилметіонін (вітамін U) pH6,3; pH4,0	Вітамінне число	U_{121}^{50} U_{80}^{74}	65 28	50 74	19,6 169,6
Виноградний сік	Антоціани	Антоціанове число	A_{an80}^{27}	–	27	856**
Яблучний сік	Аскорбінова кислота	Аскорбінове число	A_{ak80}^{37}	–	37	2310**
Моркв'яний сік	Каротин	Пігментне число	$P_{121,1}^{44}$	740	44	222
Яблучний сік	Пектинові речовини (комплексоутворююча здатність)	Пектинове число	P_{80}^{108}	62,2	108	18,67
Рибні консерви із хека-натуральні-в олії	Гідроліз компонентів кісткової тканини - ' -	«Ефективність розм'якшення кісток» - ' -	P_{120}^Z - ' -	16,9	28	22,3
				17,2	30	22,7
Консерви з бобів нуту з бланшуванням бобів	Клейстеризація крохмалю	«Ефективність розм'якшення бобів»	P_{120}^Z	127	91	47-54

* – гідроліз 6% білка; ** – повне руйнування при 80°C.

ДОДАТОК Ж2

Таблиця Ж2а. Характеристика режимів стерилізації

Режим стерилізації	Летальність, ум.хв. A_{80}^{15}	Хімічний критерій, ум.хв.		Ступінь деградації, %	
		A_{an80}^{27}	A_{ak80}^{37}	антоціани	аскорбінова кислота
$\frac{10 - 85 - 15}{75^{\circ}C}$	40	59	72	6,9	3,1
$\frac{10 - 5 - 15}{95^{\circ}C}$	41	28	27	3,3	1,2
$\frac{10 - 50 - 15}{85^{\circ}C}$	90-105	80	76	9,3	3,3
$\frac{10 - 3 - 15}{105^{\circ}C}$	90-111	47	41	5,5	1,8

Таблиця Ж2б. Оцінка ступеня руйнування пігментів

Найменування консервів(пігментів)	рН	Режим стерилізації	Летальність, ум.хв.		Пігментне число, ум.хв.	
			норма	фактично	норма	фактично
Сік буряковий (бетанін)	5,0	$\frac{20 - 40 - 20}{120^{\circ}C}$	8,64	9,53	23,9	20,86
Сік моркв'яний (каротин)	5,5	$\frac{20 - 40 - 20}{120^{\circ}C}$	–	–	222	39,8
Сік томатний (лікопін)	4,3	$\frac{10 - 10 - 20}{110^{\circ}C}$	–	–	267	23,1

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Костржицький А.І. Фізична і колоїдна хімія / А.І. Костржицький, В.М.Тіщенко, О.Ю.Калінков, О.М.Берегова. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с.
2. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л.Флауменбаум, А.Т.Безусов, В.М.Сторожук, Г.П.Хомич. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.
3. Бабарин В.П. Справочник по стерилизации консервов / В.П.Бабарин, Н.Н.Мазохина-Поршнякова, В.И.Рогачев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
4. Марх А.Т. Технологический контроль консервного производства / А.Т. Марх, Т.Ф.Зыкина. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
5. Пищевая химия / Под ред. Л.П.Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 581с.
6. Справочник технолога плодоовощного консервного производства / Под ред. В.И.Рогачева. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 408 с.
7. Флауменбаум Б.Л., Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л.Флауменбаум, С.С.Ткачев, М.А.Гришин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 494 с.