

ЛЕКЦІЯ
ТЕМА: ТЕХНОЛОГІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТА
ЗБЕРІГАННЯ РИБИ ТА РИБОПРОДУКТІВ

ПИТАННЯ:

1. Технологія охолодження риби
2. Технологія підморожування риби
3. Технологія заморожування риби
4. Технологія зберігання риби
5. Процеси, що відбуваються в рибі та рибо продуктах при зберіганні

ЛІТЕРАТУРА

1. Холодильная техника и технология : Учебник/ Под ред. А. В. Руцкого. – М.:ИНФРА – М, 2000. – 286с.
2. Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром – сть, 1984. – 240 с.
3. Данилов А. М. Холодильная технология пищевых продуктов. – Киев : « Вища школа », 1974. – 254 с.
4. Маркова К. Д., Школьников Е. Ф. Холодильная технология пищевых продуктов. – М.: Торговая литература, 1962. – 156 с.
5. Родин Е. М. Холодильная технология рыбных продуктов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 303 с.

1. ТЕХНОЛОГІЯ ОХОЛОДЖЕННЯ РИБИ

Рибу охолоджують льодом, охолодженою питною та морською водою, холодним повітрям, кріогенними рідинами (рідким азотом та ін.), комбінованими методами (льодяна вода та лід, лід та рідкий азот та ін.).

При охолодженні **льодом** розібрану за розмірами рибу ретельно промивають чистою водою, дають їй стекти, після чого укладають її в тару із льодом (лускатим, трубчастим, плитковим) в нерозібраному або розібраному вигляді. При цьому на дно тари насипають шар льоду, товщиною 2...3 см, зверху нього вкладають рибу, потім знову лід.

Охолодження риби льодом має ряд недоліків: нераціонально використовуються виробничі приміщення, трюми судів, камери холодильників; ускладнений кількісний та якісний контроль та облік риби; в деяких випадках не забезпечується швидке зниження температури улову.

Охолодження риби в рідині виконується або занурюванням або зрошенням. В якості **охолоджуючого середовища** використовують **питну або морську воду або 2% - вий розчин хлористого натру в питній воді**. Хороші результати дає додавання в **холодну воду льоду** (співвідношення риби, води та льоду відповідно 2:1:1).

Температура рідини повинна становити **0...- 2 °С**. **Співвідношення** маси риби та рідини повинні становити 1:1 або 1:2, а при відсутності циркуляції 1:3 або 1:4.

Тривалість охолодження у воді від декількох хвилин до 3 годин та більше.

Охолодження рідиною має свої переваги, основні з яких: більш швидке зниження температури в тілі риби, економічність процесу при охолодженні, транспортних операціях та вивантаженні в кінцевих пунктах транспортування. Найбільш важливі **недоліки** цього способу охолодження – **набрякання** м'яса промислових об'єктів та його **просолювання** при використанні морської води.

Охолодження риби під вакуумом засновано на частковому випаровуванні води з її поверхні при зниженні тиску (не нижче 400 Па), що істотно зменшує тривалість охолодження при незначних втратах маси.

Рідкий азот використовують для охолодження морської води, крім того, його використовують разом з льодом та самостійно для охолодження та зберігання пакованої та неупакованої риби. **В першому** випадку рідкий азот вприскують у морську воду для її охолодження до

0...-2°C, після чого завантажують рибу. По мірі підвищення температури води вприскування рідкого азоту повторюють. Більш ефективним є використання рідкого азоту в поєднанні із льодом. Тривалість зберігання при цьому збільшується в 2...3 рази.

Кальмари охолоджують дуже дрібним або лускатим льодом. Співвідношення льоду та кальмарів 1:1. Шарове пересипання кальмарів льодом небажане, тому що травмується тіло кальмара.

Виконують охолодження у ящиках або в контейнерах. При цьому, на дно насипають рівним шаром лід, потім кальмари, далі – знову лід.

Недоліки цього способу: м'ясо кальмара через 2 доби зберігання стає жорстким та грубим.

Охолоджувати кальмарів у *морській воді небажано*, тому що вони сильна набрякають, втрачають велику кількість водорозчинних білків та екстрактивних речовин.

Ракоподібні та молюски охолоджують дуже дрібним або лускатим льодом, холодною морською водою або льодоводяною сумішшю. При охолодженні у ящиках загальна висота шару ракоподібних та льоду не повинна перевищувати 15...20 см. Лід повинен бути рівномірно розповсюджений між ракоподібними. У верхній частині дозування льоду повинно бути більшим, ніж у нижній.

Для підвищення якості охолодженої риби необхідно виконувати наступні вимоги:

- на охолодження повинна відправлятися тільки доброякісна риба;
- необхідно максимально скорочувати час між виловом риби та початком її охолодження (стійкі морські риби : камбала, окунь, карась) зберігаються без охолодження 2...4 години, малостійкі – (скупбрія, сардина, оселедець та ін.) - не більше 0,5...1 година.
- охолоджувати рибу необхідно до температури, близької до кріоскопічної, але не нижче її;
- охолодження необхідно виконувати з максимальною швидкістю;
- необхідно чітко дотримувати оптимальне співвідношення між рибою та охолоджуючим середовищем;
- не залишати рибу в засобах лову та не транспортувати її в сітках за кормою траулерів;
- не змішувати в охолоджувачах рибу попередніх уловів з рибою подальших уловів;

- не піддавати рибу значним механічним стисканням;
- необхідно ретельно дотримувати технологічних та санітарно – гігієнічних заходів.

2. ТЕХНОЛОГІЯ ПІДМОРОЖУВАННЯ РИБИ

При *підморожуванні* температуру риби знижують до меж на 1...2 °С нижче кріоскопічної.

Основними *перевагами* підмороженої риби є більш тривалий термін зберігання без погіршення якості.

В промислових умовах підморожування риби виконують двома способами:

- у швидкоморозильних апаратах повітряного типу при температурі – 30 ... – 35 °С протягом 1..2 годин
- у розсільних морозильних апаратах конвеєрного типу або шляхом занурення риби в контейнерах або корзинах у солевій розчин температурою - 10... – 14 °С, щільністю 1,13...1,16 г/см³ на 10 ...20 хвилин.

На судах підморожування виконують у розчині кухонної солі температурою – 16...- 18 °С при співвідношення риби та розчину.

Якість риби при підморожуванні її в *швидкоморозильних апаратах* повітряного типу декілька *вище*, ніж при підморожуванні у розсолі: вона має природне забарвлення, не відбувається знебарвлення.

При *підморожуванні* у *швидкоморозильних апаратах повітряного типу* спостерігається *усихання* риби. При підморожуванні у *солевому розчині* відбувається невелике *збільшення ваги* риби на 0,2 %.

Тривалість підморожування залежить від умов протікання процесу, від розмірів, виду та стану риби. Рибу витягають із морозильного апарату, коли в ній утворився підморожений шар товщиною 5...8 мм. В цьому випадку температура в підмороженому шарі становить – 3 ... – 5 °С, а в товщі риби від 2 до – 1 °С. Вирівнювання температури та відповідно розповсюдження льодоутворення по всьому тілу риби відбувається в перші дві доби її зберігання.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ РИБИ

Рибу перед заморожуванням *сортують* за видами, розмірами та якістю, у великої *видаляють нутрощі, слизь змивають* холодною водою.

Існують наступні **способи заморожування риби**:

- в повітрі за допомогою природного холоду;
- в суміші льоду та солі;
- за допомогою штучного холоду (повітряне заморожування, контактне в плиткових морозильних апаратах);
- з використанням рідкого двооксиду вуглецю та азоту;
- у розсолі;
- комбіновані.

Повітряне заморожування за допомогою природного холоду (при температурі зовнішнього повітря не вище -10°C) використовують в місцях підводного лову. Рибу при цьому розкладають на попередньо підготовленому льодовому майданчику в один ряд, щоб забезпечити максимальний теплообмін поверхні з повітрям, по мірі заморожування рибу перегортають. Велику рибу заморожують в підвішеному стані. При сильному морозі та вітрі риба заморожується дуже швидко.

Спосіб заморожування в суміші льоду та солі (метод Оттесена) заснований на явищі самоохолодження суміші льоду та кухонної солі, в якій одночасно протікають такі процеси, як плавлення льоду та розчинення солі. При цьому кірочка льоду перешкоджає проникненню солі. Тривалість заморожування шару риби до 6 см становить 10...11 годин.

Спосіб заморожування зрошуючим розчином (метод Заротченцова - Тейлора) передбачає охолодження риби спочатку чистою водою, а потім охолоджуючим розчином солі температурою $-16 \dots -20^{\circ}\text{C}$ з послідовним ополіскуванням. Тривалість цього способу двічі перевищує час заморожування попереднім способом.

Рибу заморожують також в **камерах** при температурі $-23 \dots -30^{\circ}\text{C}$ з природною та примусовою циркуляцією повітря. Швидкість руху повітря при заморожуванні блоків становить 5 м/с, штучної продукції – 10 м/с.

На сучасних промислових судах рибу заморожують **контактним способом** з використанням горизонтальних та вертикальних плиткових морозильних апаратів.

Дрібну, середню та велику рибу, яка поміщається в блокформи, заморожують стандартними блоками розмірами 800x250x60 мм (вагою до 12 кг) в металевих формах з кришками.

Рибу в **дрібній фасовці**, попередньо упаковану заморожують в **відкритих протівнях**.

Тривалість заморожування до -18°C становить: риби в блоках товщиною 60 мм – 3...5 годин; осетрових та інших великих риб – 6...10 годин.

Контактний спосіб заморожування в плиткових морозильних апаратах використовують для заморожування риби дрібних та середніх розмірів, а також філе, фаршу та рибної кулінарії. Продукт розміщують між двома порожніми металевими плитами, в середині яких циркулює хладагент або хладоносій. Потім плити стискають, створюючи певне тиснення на продукт, що забезпечує підпресовування перед заморожуванням. Для риби різних видів з товщиною блоків від 30 до 100 мм тривалість заморожування становить від 40 до 180 хвилин.

Заморожування в **рідкому азоті** та **вуглекислоті** забезпечує дуже високу ефективність холодильної обробки, але внаслідок високої вартості зріджених газів в 2...3 рази перевищує вартість традиційного заморожування. Тому такий спосіб використовують при обробці високовартісної продукції, такої як краби, креветки, лососеві риби та ін.

Цей спосіб комбінують з повітряним заморожуванням, використовуючи рідкий азот тільки для швидкого зниження температури в критичній зоні (до $-5...-7^{\circ}\text{C}$). **Упаковані під вакуумом рибні продукти** заморожують в криогенній установці до температури -5°C протягом 32 хвилин. Потім продукти швидко перекладають в картонні ящики та заморожують до -20°C в повітряній морозильній установці.

Для зменшення усихання риби та окислення жирів, при заморожуванні виконують додаткову технологічну операцію – **глазурування**. **Льодяну кірочку** (глазур) **отримують** трьохразовим занурюванням блоків або окремої риби температурою не вище -18°C в воду температурою $1...2^{\circ}\text{C}$. Час кожного занурювання 2 секунди. Для прискорення процесу утворення льодяної кірочки та для збільшення її міцності рибу після кожного занурювання витримують в потоці холодного повітря (швидкість руху 2...3 м/с) протягом 10...20 секунд. Маса глазури становить 2...4 % від маси риби.

Але для водної глазури характерна дуже швидка сублімація, в результаті чого уже через декілька місяців зберігання глазур зникає. Тому для захисту мороженої риби при тривалому зберіганні використовують не воду, а **плінкоутворюючі суміші**. До складу сумішей входять полівініловий спирт в суміші з різними модифікаторами – оксиметилцеллюлозою, оксипропілцеллюлозою, карбоксиметилцеллюлозою і ін.

Виловлені **кальмари** швидко засипають та псуються. Тому відразу ж після улову їх необхідно відправляти на заморожування або на охолодження. Перед **заморожуванням кальмарів** миють чистою водою та витримують **для стікання 10...15 хвилин**. Потім його обробляють (витягають нутрощі) та фасують. Далі їх промивають та залишають для стікання на 10...15 хвилин, а потім укладають у форми та відправляють на заморожування. Заморожування виконують у повітряних **швидкоморозильних апаратах**. Заморожену продукцію глазурують, або пакують під вакуумом у плівку.

Устриць, мідій, креветок, омарів та крабів заморожують у вареному або свіжому вигляді. Спочатку їх сортують, при цьому видаляють екземпляри з механічними пошкодженнями, миють у холодній воді, розбирають та очищують, якщо необхідно варять та відправляють на заморожування у повітряні або плиткові морозильні апарати блоками по 1 кг. Температура – 18 °С. Потім їх глазурують.

Для отримання замороженої продукції високої якості необхідно дотримувати наступних вимог

- при розбиранні риби ретельно дотримувати технологічні інструкції;
- деякі види риб перед заморожуванням необхідно знекровлювати;
- попереднє охолодження виконувати відразу ж після улову;
- не заморожувати одночасно рибу різних уловів;
- виконувати заморожування або до настання посмертного залякнення, або після його закінчення;
- правильно укласти рибу у блок – форми та не переповнювати їх;
- не допускати механічних пошкоджень риби;
- дотримувати постійності режимних параметрів при заморожуванні та подальшому зберіганні, не допускати різких коливань температур.

4. ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ РИБИ

Охолоджену рибу зберігають в ящиках із льодом не більше доби, в **холодильних камерах** при температурі 0...-2 °С та ВВП 90% - до 2 діб.

Збільшити термін зберігання охолодженої риби шляхом виконання наступних заходів:

- використання **антисептиків** (гіпохлорид, перекис водню); додають їх у воду для миття риби, або додаванням у лід;

- та антибіотиків (біоміцин, хлортетрациклін, тераміцин) дозволяє збільшити термін зберігання в 1,5...2 рази (їх додають у воду для охолодження).
- використання більш низьких температур зберігання (0...-1 °С);
- використання двооксиду вуглецю у концентрації більше 50 %;
- використання іонізуючого (доза 0,1...0,5 Мрад, термін зберігання 20...25 діб) та ультрафіолетового випромінювань (довжина хвилі 200...315 нм);
- використання упаковки (паро – та газонепроникливі плівки).

Слабо-, середньосолону, пряну та мариновану рибу зберігають в заливних бочках при температурі 1...-1°С та ВВП 85...90% 10 діб; при 4°С – 7 діб; **солону** в сухотарних бочках та ящиках при 1...-1°С – до 3 діб; **рибу холодного копчення, в'ялені баликові вироби** – при відносній вологості повітря 75...80% та температурі 0...2°С – до 7 діб, 0...4°С – до 3 діб.

Рибні консерви зберігають при ВВП 75% та температурі 0...20°С (в олії), 0...10°С (натуральні), 0...5°С (в томатному соусі) протягом відповідно 12...24, 6...24, 6...18 місяців.

Рибні пресерви зберігають при ВВП 70...75% та температурі 1...-1°С протягом 10 діб, 4...6°С – 3 діб.

Підморожену рибу зберігають при температурі – 1 °С протягом 18...20 діб, при – 2 °С – 24...26 діб, при – 3 °С – 30...35 діб.

Риба характеризується низькою збереженістю в **замороженому стані**. При зберіганні жирної риби вирішальним фактором, що визначає її стійкість, є окислювальне прогіркання, а нежирної – денатураційні зміни білку.

Зберігають **заморожену рибу** при ВВП 90...95% та температурі – 18°С до 6 місяців.

Збільшити термін зберігання замороженої риби можна шляхом виконання наступних заходів:

- зберігання при більш низьких температурах (- 30 °С),
- використання вакуумних упаковок.

Слабо- середньосолону, пряну та мариновану рибу зберігають в заливних бочках при температурі –6...-8°С та ВВП 85...90% до 21 доби, при –3...-6°С – до 14 діб.

Солону рибу зберігають в сухотарних бочках та ящиках: при –6...-8°С до 14 діб, -3...-6 – 7 діб, **рибу гарячого копчення** при –18°С – не більше 30 діб, -10...-12°С – 21; -4...-6°С – 14 діб.

Ікру осетрових риб в ястиках зберігають при температурі не вище -18°C до 4 місяців, зернисту осетрових риб банкову при температурі $-2\ldots-4^{\circ}\text{C}$ – 2...2,5, зернисту пастеризовану – 8 місяців. Ікру пробійну слабосолену зберігають в банках та бочках при температурі $-2\ldots-6^{\circ}\text{C}$ зберігають до 5 місяців; середньосолену – в бочках до 7 місяців.

Нерибні морепродукти зберігають при температурі не вище -18°C та ВВП 90...95%: сиро- , вареноморожені мідії та морські гребінці – 3; краби – 3,5; лангусти та омари – 4, креветки – 6, товари із восьминога – 10, із кальмара розібраного – 6, із нерозібраного – 4 місяця.

5. ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПРИ ХОЛОДИЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ТА ЗБЕРІГАННІ РИБИ

При зберіганні охолодженої риби відбуваються наступні зміни:

Фізичні:

- невелике збільшення щільності тканин, в'язкості тканинних соків;
- зниження маси риби за рахунок випаровування води (усихання); при зберіганні у льоді усихання мінімальне, але може статися механічне пошкодження тканин;
- при зберіганні у холодній воді може відбутися набрякання риби, причому велика риба набрякає менше, а дрібна з ніжною м'якою м'якоттю – більше;

Хімічні:

- відбуваються процеси розпаду глікогену, креатинфосфату, в результаті чого виділяється теплота та підвищується температура риби, накопичується молочна та фосфорна кислоти, збільшується рН.
- під впливом ферментів, які містяться в органах або у шлунку може відбуватися розривання брошка;
- гальмуються протікання автолітичних та бактеріальних процесів в охолодженій рибі, створюються сприятливі умови для настання, протікання та закінчення післясмертового залякнення;
- у багатьох риб спостерігається зміна кольору шкіри та підшкірного шару: потемніння, потускніння, пожовтіння, почервоніння, позеленіння і т.д.

Мікробіологічні: при зберіганні охолодженої риби продовжується розвиток психрофільних мікроорганізмів, тому необхідна постійна дезинфекція приміщень та тари.

Підморожена риба за якістю декілька гірша, ніж охолоджена:

- з'являється жорсткість та сухість, знижується вологоутримуюча здатність тканин, погіршується зовнішній вигляд;
- швидше протікають процеси гідролізу та окислення жирів;

Якість підмороженої риби залежить від швидкості підморожування: чим швидше виконується підморожування, тим менші зміни у тканинах риби.

При зберіганні замороженої риби відбуваються наступні зміни:

- **мікробіологічні процеси** при зберіганні мороженої риби майже не відбувається. Кількість **мікроорганізмів** при тривалому зберіганні при низьких температурах навіть знижується.
- **усихання:** в перші місяці зберігання у риби, яка вкрита глазур'ю усихання відсутнє, а далі, по мірі сублімації глазури, починається усихання у поверхневих шарах риби, в результаті чого утворюється губчастий шар. Через його пори у середину риби потрапляє повітря, в результаті чого посилюються окисні процеси. Забарвлення риби тускніє, підшкірний жир окислюється, на поверхні з'являється „іржа”.
- усихання риби викликає **денатурацію** білків, в результаті чого риба набуває сухої та жорсткої консистенції, з'являються так звані „старі” запахи. Найбільша швидкість денатурації білків риби спостерігається у худих риб;
- **перекристалізації льоду:** відбувається при недотриманні постійності режимних параметрів; в результаті риба втрачає колір.
- **зміни гістологічної структури тканин:** при розморожуванні риби з великими кристалами втрачається більше клітинного соку.
- **гідроліз жирів:** жири розпадаються під дією ферментів на гліцерин та жирні кислоти
- **окислення жирів:** в результаті в рибі накопичуються продукти окислення, що мають неприємний смак та запах, деякі з них токсичні; відбувається окислення під дією кисню повітря, внутрітканинного кисню та ферментів. Загальмувати окислення риби можна шляхом глазурування.