

ЛЕКЦІЯ № 8,9

ТЕМА : ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСА І М'ЯСОПРОДУКТІВ

ПИТАННЯ:

1. Технологія заморожування м'яса.
2. Технологія заморожування м'ясопродуктів
3. Технологія заморожування птиці.
4. Зберігання м'яса та м'ясопродуктів у замороженому стані.
5. Процеси, що відбуваються в м'ясопродуктах при заморожуванні та зберіганні.
6. Розморожування м'яса та м'ясопродуктів.

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. Ильясов В.С., Полушкин В.И., Васильева Н.Л. Холодильная технология продуктов в мясной и молочной промышленности – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. – 216 с.

1. ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ М'ЯСА

В промислових умовах заморожування м'яса та м'ясопродуктів виконують в *різних охолоджуючих середовищах та різними методами*:

- *в повітрі* – повільне, інтенсивне та швидке;
- *в рідкому середовищі* – контактне та безконтактне;
- *хладоагентами* – контактне та безконтактне (коли хладоагент знаходиться між охолодженими металевими плитами або еластичними тканинами, а також продукт упакований в штучні плівки, зрошується або занурюється у хладоагент).

Заморожування в повітрі

М'ясо великої рогатої худоби та свиней заморожують як правило в півтушах та чвертях, баранину – в тушах.

Для заморожування м'ясо в тушах та півтушах по підвісним шляхам направляється в *морозильні камери*. В камерах заморожування півтуші розташовуються на підвісних шляхах рівномірно по всій довжині. Розміщення туш повинно бути таким, щоб умови теплообміну у всьому об'ємі камери були приблизно однаковими. Не рекомендується одночасно завантажувати в камеру продукти, тривалість заморожування яких різна. Необхідно, щоб холодне повітря рівномірно подавалося до усіх півтуш та переміщалося з однаковою швидкістю, при цьому бажано, щоб основна маса повітря спрямовувалася на стегові частини туші.

На *яловичих півтушах* (крім півтуш молодих тварин) перед заморожуванням роблять надріз між 11 та 12 ребрами до хребта.

В камери *однофазного* заморожування м'ясо поступає в парному стані с температурою в товщі м'язів стегна не нижче 35⁰С. При відсутності таких камер заморожування виконують в *дві фази*, попередньо охолодив м'ясо до температури в товщі стегна 0...4⁰С.

При *однофазному способі* заморожування

- зменшуються втрати ваги,
- скорочуються витрати праці на транспортування,
- раціональніше використовуються холодильні ємності,
- не погіршується якість м'яса,
- швидкозаморожене парне м'ясо має високу ступінь оборотності, при розморожуванні воно втрачає менше м'ясного соку, ніж м'ясо двофазного заморожування.

Яловичі півтуші заморожують при наступних режимах: температура від –30 до –40⁰С, швидкість руху повітря – 1...2 м/с, ВВП – 95...100%; тривалість процесу – 24 години. Тривалість заморожування *свинячих та баранячих півтуш* становить відповідно 18...20 та 14...16 годин.

При зниженні температури до –40⁰С та нижче і швидкості руху повітря до 5 м/с можна заморозити парні півтуші за 18 годин. При цьому не виникає холодового стиснення, а органолептичні показники такого м'яса не відрізняються від м'яса замороженого двофазним способом з попереднім дозріванням.

Для збільшення швидкості руху повітря, скорочення часу процесу за рахунок рівномірності заморожування та зменшення втрат ваги в камерах заморожування роблять тунелі, хибні стелі, використовують “повітряне душірування”, та повітряно – радіаційну систему охолодження.

Тунелі для заморожування м'яса в півтушах можуть бути з **повздо́вжнім** рухом повітря – вздовж підвісних шляхів, та з **попере́чним** рухом повітря.

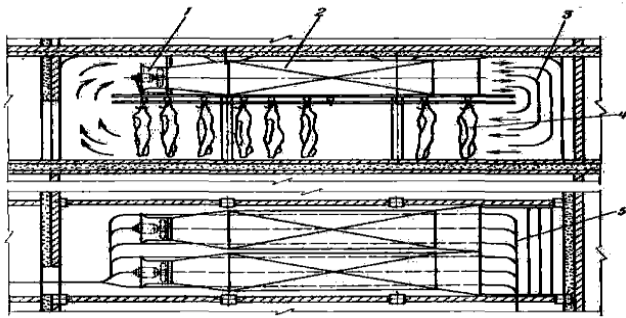


Рисунок 1.- Тунель для заморожування м'яса з повздо́вжнім рухом повітря

1 – вентилятор, 2 – повітроохолоджувач, 3 – направляючі для повітря, 4 – півтуші м'яса, 5 – підвісні шляхи

В тунелях з повздо́вжнім рухом повітря (рисунок 1) швидкість руху його становить від 2 до 3 м/с. Півтуші м'яса, що розташовані на підвісних шляхах, екранують одна одну, тому потоки повітря стикаються з першими півтушами, що знаходяться на їх шляху, розбиваються на окремі струмені, які потім рухаються у просторі, вільному від півтуш. Таким чином, перші півтуші обдуваються більш інтенсивно та більш холодним повітрям. Все це викликає нерівномірність заморожування м'яса.

Цього можна уникнути в **тунелях з попере́чним рухом**(рисунок 2) повітря та при конструюванні **хибних стель** (рисунок 3).

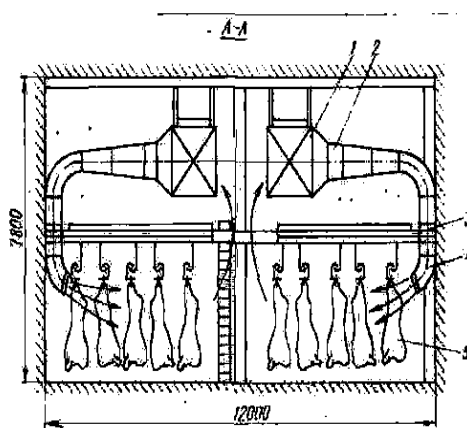
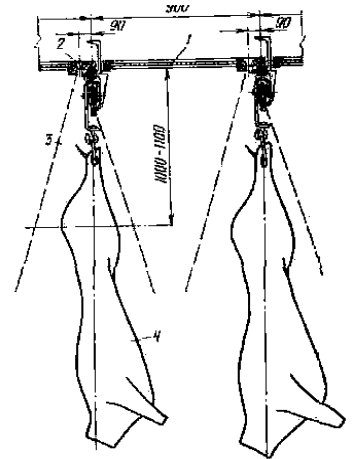


Рисунок 2. - Тунель для заморожування м'яса з попере́чним рухом повітря

1- повітроохолоджувачі, 2 – вентилятор, 3 – хибна стеля, 4 – нагнітальний канал, 5 – півтуша, 6 – усмоктувальні вікна, 7 – конвеєр

Рисунок 3 – Схема розповсюдження повітря через щілини хибної стелі

1- хибна стеля, 2-щілина, 3- потік повітря, 4- півтуша



При виконуванні заморожування в **камерах з повітряним душіруванням** (рисунок 4) півтуші м'яса розташовуються на підвісних шляхах та обдуваються повітряними струменями, що подаються зверху униз із сопел, вмонтованих в спеціальні металеві повітряні патрубки, які розташовані над підвісними шляхами та між ними. При цьому способі розповсюдження повітря рівномірно обдуваються всі півтуші, в результаті чого забезпечується однакова тривалість їх холодильної обробки. Швидкість подачі повітря із сопел становить 8...10 м/с, що дає змогу забезпечити в зоні стегнової частини швидкість руху повітря 1...2м/с.

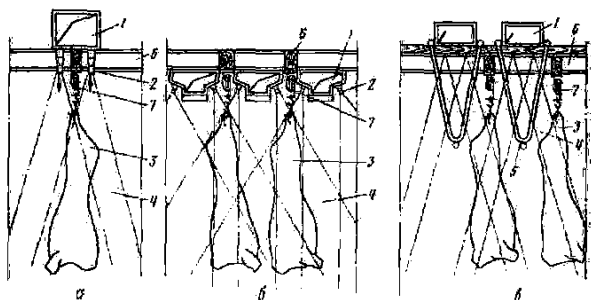


Рисунок 4 – Пристрої для повітряного душірування при заморожуванні півтуш м'яса

а – через канали, розташовані над підвісними шляхами, б – через канали, підвішені до каркасу підвісних шляхів, в – з використання підвісних міжшляхових повітроохолоджувачів
1 – канал для подачі повітря, 2 – сопло, 3 – півтуша м'яса, 4 – повітряний струмінь, 5 – охолоджуючий змійовик, 6 – каркас підвісних шляхів, 7 – підвісний шлях

При використанні в камерах заморожування **повітряно – радіаційної системи охолодження (рисунок 5)** між підвісними шляхами в один чи два ряди по всій висоті розташовуються плоскі батареї, які максимально наближені до поверхні м'ясних півтуш. В цій системі радіаційний тепловий потік складає до 35...40% від конвективного, що інтенсифікує теплообмін та знижує усихання м'яса при заморожуванні.

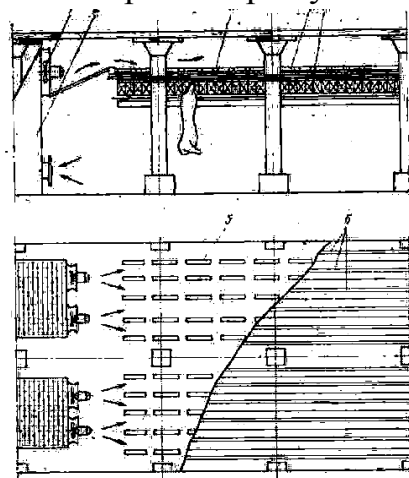


Рисунок 5 – Камера заморожування м'яса з повітряно – радіаційною системою розповсюдження повітря

1 – вентилятор, 2 – повітроохолоджувач, 3 – канал, 4 – хибна стеля, 5 – щілини для випуску повітря, 6 – радіаційні батареї

Крім того, м'ясо заморожують **у блоках, сортових відрубках та дрібній розфасовці.**

У блоках заморожують м'ясо, яке призначено для подальшої промислової переробки в ковбасно – кулінарні вироби.

Для цього м'ясо обвалюють, жилують та укладають у форми. Товщина блоку обирається в залежності від розмірів шматків жилованого м'яса; оптимальна 100

мм.

Блоки заморожують двофазним та однофазним способом в камерах або в морозильних апаратах. Технологічні показники покращуються при однофазному способі заморожування упакованих блоків в морозильних апаратах плиткового типу. Упаковка блоків не повинна приморожуватися до м'яса та деталям форм або апаратів. Виймають упаковані заморожені блоки із форм, струшуючи їх (без відтанення).

При заморожуванні м'яса в блоках зменшуються витрати холоду на одиницю його маси, більш ефективно використовуються камери та інші засоби, втрати ваги мінімальні (особливо, як що м'ясо упаковане).

М'ясо у відрубках заморожують у швидкоморозильних апаратах. Вони можуть бути: **повітряні, рідинні та поверхневі.** Заморожування м'яса в цих апаратах дозволяє здійснити безперервно потоковий процес та автоматизувати його контроль.

В повітряних - продукт заморожується холодним повітрям;

В рідинних – продукт укладається у мішки із парафінованого паперу, які герметизуються та занурюються у охолоджуюче середовище (розсіл).

Поверхневі можуть бути контактними (продукти без захисного покриття занурюються або зрошуються рідиною) та **безконтактними** (обробляються упаковані продукти).

Заморожування м'яса контактним способом відбувається більш швидко в порівнянні з іншими способами; втрат ваги не спостерігається. Продукти, які заморожені кріогенними рідинами менш піддаються впливу холодового шоку, в них не відбувається денатурації білку; при варінні таке м'ясо більш ніжне та соковите.

Однак при цьому, поверхневий шар м'ясопродуктів поглинає розсіл, що веде до втрати кольору, білкових та інших екстрактивних речовин.

Інтенсифікувати процес заморожування можна за допомогою **фізичних методів** – підвищення тиску повітряного потоку, використання ультразвуку, вібрації.

2. ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ М'ЯСОПРОДУКТІВ

Субпродукти заморожують на протівнях або у блоках при температурі $-30...-55^{\circ}\text{C}$ і швидкості руху повітря 1...2 м/с. Тривалість заморожування при двофазному способі – 12 годин, при однофазному – 18 годин; при заморожуванні в швидкоморозильних апаратах – відповідно 3...4 та 4...7 годин. Втрати ваги при заморожуванні упакованих субпродуктів практично відсутні.

Напівфабрикати .

Швидкозамороженими м'ясними напівфабрикатами називають м'ясні вироби, які заморожують сирими та перед вживанням піддають повній тепловій обробці до готовності. До швидкозаморожених напівфабрикатів відносять пельмені, фрикадельки, фарш, котлети тощо.

Після штамповки пельмені, котлети, фрикадельки на металевих або полістирольних листах поміщають в морозильні апарати шафового типу або з підвісними етажерками (**рисунок 6**). Температура заморожування $-25 \dots -35^{\circ}\text{C}$, швидкість руху повітря 3...5 м/с, тривалість 20...30 хвилин.

В останні роки для заморожування пельменів та фрикадельок були розроблені морозильні апарати конвеєрного типу з металевою стрічкою та сітчастим віброконвеєром для доморожування продуктів, а також конвеєрні апарати з розпиленням рідкого азоту над продуктом. Але заморожування на останньому апараті має високу вартість.

Кулінарні вироби.

Заморожені готові кулінарні вироби – повністю готові продукти, які перед вживанням в їжу слід тільки розігріти.

Загальна технологічна схема виробництва заморожених готових блюд складається з наступних операцій: **підготування** сировини та напівфабрикатів (миття, сортування, бланшування, подрібнення, змішування); **теплова обробка продуктів** (варка, жарка, тушіння), **охолодження, фасування та пакування, швидке заморожування, укладання в контейнери та маркування.**

Для виключення можливості псування готових заморожених кулінарних виробів, їх виробляють із свіжої сировини самої високої якості. Вироби із

свинини, баранини готують із сировини, що не піддавалася заморожуванню. Жири використовують найбільш стійкі при зберіганні – головним чином топлени тваринні.

Готові страви гарячими фасують у формочки із термостійкої алюмінієвої фольги або в картонні коробочки, які всередині застелені ламінованим целофаном. Заморожують страви і блоками.

Після фасування вироби охолоджують до $10...15^{\circ}\text{C}$ в камерах з температурою 8°C , та відправляють на заморожування. Заморожують у швидкоморозильних апаратах при температурі $-30...-35^{\circ}\text{C}$ до температури у центрі виробів не вище мінус 18°C . Тривалість заморожування $1,5...3,0$ годин.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ПТИЦІ

М'ясо птиці заморожують у випадках тривалого зберігання або транспортування на великі відстані.

На птахопереробних підприємствах заморожування виконують в камерах та апаратах різних конструкцій, де теплоносієм виступає повітря, та в апаратах контактного заморожування – зріджені гази та рідини.

В повітрі м'ясо птиці заморожують в морозильних камерах. Ящики в камерах встановлюють на решітці у шаховому порядку. Для прискорення заморожування з кришок ящиків знімають середні дощечки, а при заморожування гусей ще й бокові. На 1 м^2 площі розташовують приблизно 200 кг птиці. Завантаження виконують дуже швидко. Як що є можливість, то краще тушки гусей та індичок заморожувати в окремій камері, тому що із – за різниці ваги на це потрібно значно більше часу, ніж для тушок курей та качок.

Тривалість заморожування птиці в тарі залежить від її виду та угодваності, від температури та швидкості руху повітря. При -18°C та природній циркуляції – $48...72$ години, при $-23...-26^{\circ}\text{C}$ та швидкості руху повітря $1...1,5\text{ м/с}$ – $18...20$ годин (кури та качки), $35...40$ годин (гуси та індички).

На підприємствах тушки птиці заморожують після охолодження. Однак, більш ефективним є **однофазне заморожування**. Тривалість його в цьому випадку подовжується на $20...35\%$, але загальна тривалість холодильної обробки скорочується та виключаються недоліки, пов'язані з охолодженням.

При **однофазному заморожуванні** в тканинах парної птиці спостерігається однорідна внутрішня кристалізація вологи, яка менш сприятлива для перекристалізації під час зберігання. Крім того, парні тушки легше формувати та пакувати в полімерну плівку, в результаті чого вони мають кращий товарний вигляд, ніж тушки, упаковані після попереднього охолодження. Сприяє однофазному заморожуванню і те, що м'ясо практично не піддається холодовому стисненню та залякненню при розморожуванні. Виключення стадії охолодження дозволяє вирішити і ряд санітарно – гігієнічних проблем, скоротити витрати води та витрати на її очищення, а також зменшити втрати продукту при розморожуванні.

Більш швидко можна заморозити птицю в швидкоморозильних апаратах тунельного типу при $-30...-40^{\circ}\text{C}$ та інтенсивному руху повітря. Тривалість

заморожування становить 4,5...10 годин в залежності від угодованості та виду птиці. Втрати ваги при заморожуванні становлять 0,2...0,4 %.

Заморожування в рідких хладоносіях

При цьому способі заморожування продукт вступає у безпосередній контакт з охолоджуючою рідиною, завдяки чому збільшується швидкість процесу. **Неодмінною умовою** заморожування тушок у рідині є попереднє пакування їх у плівку під вакуумом.

У якості **тепловідводящего середовища** використовують водні розчини хлористого натру та кальцію, пропилен – та етиленгліколь.

Тривалість заморожування залежить від температури та швидкості руху охолоджуючого середовища, виду птиці, її ваги, категорії угодованості та початкової температури тушок. При температурі -25°C та швидкості руху повітря 0,1 м/с тривалість процесу становить 0,5...1 годину.

При заморожування тушок з потрухами тривалість процесу збільшується в 1,5...2 рази, тому потрух, упакований в полімерні пакети, заморожують окремо, а потім закладають у середину тушки перед заморожуванням.

Інколи заморожування виконують шляхом **зрошування продукту** хладоагентом. Нерідко використовують і **комбіновані методи** заморожування: після обробки в рідині (пропіленгліколі) протягом 30 хвилин тушки обмивають та потім доморожують в повітряній камері при температурі -37°C протягом години.

Заморожування зрідженими газами.

Ще більш перспективним є використання модульних швидкокоморозильних апаратів, які працюють на рідкому азоті або двооксиді вуглецю.

Сутність методу полягає в тому, що продукт занурюється в рідкий газ, чи зрошується ним, чи розташовується в його парах при дуже низьких температурах.

Тривалість заморожування до температури -18°C становить 4...6 хвилин. При чому, при зануренні заморожування триває довше, ніж при зрошуванні. Крім того, після занурення продукт стає крихким.

Із **яєчних продуктів** заморожують яєчний меланж, альбумін, жовтки з цукром для випікання хлібобулочних виробів. Крім того заморожують солений жовток, який використовують при виготовленні майонезу, простий жовток, який використовують для дитячого харчування.

Заморожування виконують при температурі $-35...-45^{\circ}\text{C}$ до температури -18°C і зберігають при тій же самій температурі.

4. ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСА ТА М'ЯСОПРОДУКТІВ У ЗАМОРОЖЕНОМУ СТАНІ

Морожене м'ясо розташовують в щільних стійких штабелях, які укладені на решітки; півтуші та чверті – в універсальних контейнерах в декілька ярусів. В штабель укладається м'ясо одного виду та однакової угодованості. Висота штабелю 2,5...3 м (щільність укладання штабеля для м'яса в півтушах 350...400

кг/м³). Відстань між стінкою та штабелем становить не менше 0,3 м, ширина проходів – не менш 2 м. Норма завантаження 1 м³ вантажного об'єму камери морозним м'ясом умовно приймають рівною 0,35т.

ВВП зберігання морозеного м'яса 95...100%, природна циркуляція повітря – 0,1м/с. Умови та терміни зберігання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.- Умови і терміни зберігання м'яса

М'ясо	Термін зберігання, міс. (не більше), при температурі, °С			
	-12	-18	-20	-25
Яловичина в півтушах та чвертях	8	12	14	18
Свинина в півтушах	3	6	7	12
Баранина в тушах	6	10	11	12

Норми усихання морозеного м'яса при зберіганні залежать від типу холодильника, зони його розташування (північна, середня або південна), місткості холодильнику та часу року (кварталу).

Максимальні норми усихання передбачені в 3 кварталі для невеликих холодильників південної зони. В залежності від умов, перелічених вище, норми усихання можуть становити від 0,05 до 0,29 % від ваги продукту за місяць.

Більш ефективно зберігання морозеного м'яса у вигляді безкісткових та м'ясокісткових відрубів в вакуумній упаковці або в середовищі інертних газів.

Субпродукти зберігають розсортованими за видами в металевих противнях, оббитих із середини оцинкованим залізом ящиках, металевих противнях, в пластиковій тарі. Тару встановлюють штабелями на решітках щільними рядами. Між рядами штабелю, через кожні 80...100 см висоти прокладають дерев'яні рейки, товщиною 50 мм. Зберігають при температурі –12⁰С – до 2 місяців, при –15⁰С – до 3, при –18⁰С – до 4⁰С, при –30⁰С – до 6 місяців.

Заморожені кулінарні вироби, упаковані в картонні коробки, зберігають в камері при температурі –18⁰С до 6 місяців.

Жир – сирець поступає в камеру зберігання упакованим в плівку, ящики або бочки. Він складається у штабеля. При температурі повітря –12⁰С, ВВП = 85% жир зберігається до 3 місяців. При зниженні температури до –18⁰С термін зберігання збільшується до 6 місяців.

Топлені жири поступають на зберігання упакованими в бочки або ящики. Бочки зберігають у вертикальному положенні, ящики – на піддонах в три ряди по висоті. Під зберігання жирів виділяються окремі камери, тому що жири легко поглинають сторонні запахи. Тільки у випадках виключень, допускається зберігання топлених жирів разом з морозним м'ясом. Тривалість зберігання топлених жирів наведена в таблиці 2.

Таблиця 2.- Режими та тривалість зберігання заморожених топлених жирів

Топлений жир	Тривалість зберігання з митті вироблення (місяці), при температурі	
	-5...-8 °С	-12 °С

Яловичий, баранячий, свинячий в ящиках та бочках	6	12
В герметичній упаковці	24	24
Кістковий в ящиках, бочках	6	6

Напівкопчені ковбаси, покладені у ящики, при температурі $-7...-9^{\circ}\text{C}$ зберігають до 3 місяців; варено-копчені – до 4 місяців, сирокочені – до 9 місяців. Сирокочені вироби – до 4 місяців.

Морожена птиця поступає на зберігання в дерев'яних ящиках, які укладаються в щільні штабеля. ВВП в камерах зберігання 85...95 %. Умови і терміни зберігання наведені в таблиці 3.

Таблиця 3.- Умови та терміни зберігання птиці, місяці

Птиця	Термін зберігання тушок (місяці) при температурі, $^{\circ}\text{C}$							
	не упакованих				упакованих			
	-12	-15	-18	-25	-12	-15	-18	-25
Кури, індички, цесарки	5	7	10	12	8	10	12	14
Курчата, курчата-бройлери, індичата	4	6	8	11	8	10	12	14
Гуси, качки	4	5	7	11	6	8	10	12
Гусенята, каченята	3	4	6	10	6	8	10	12

Втрати ваги залежать від виду птиці, типу холодильників, часу року і становлять:

Курчата – від 0,1 до 0,35 % за кожний місяць (максимальні 3 квартал);

Кури - від 0,08 до 0,25 % за кожний місяць;

Гуси та качки – від 0,05 до 0,2 % за кожний місяць;

Каченята та індички – 0,08...0,20%.

Ячні продукти в замороженому стані зберігають пакованими в банки, картонні ящики з поліетиленовими вкладишами. Температура зберігання -12°C та ВВП 80...85% термін зберігання до 8 місяців, а при $-18...-25^{\circ}\text{C}$ до 10...15 місяців.

5. ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В М'ЯСІ ТА М'ЯСОРОДУКТАХ ПРИ ЗАМОРОЖУВАННІ ТА ЗБЕРІГАННІ

ЗМІНИ ПРИ ЗАМОРОЖУВАННІ М'ЯСА

Заморожування викликає *зміни в м'ясі та м'ясопродуктах*, що зашкоджують повному відновленню їх початкових властивостей. Це такі процеси, як:

- часткове перерозповсюдження вологи,
- травмування тканин кристалами льоду: утворення льоду з гострими кристалами веде до розривання волокнин та пошкодження клітинної структури і витікання клітинного соку,
- збільшується внутрішнє напруження в м'ясі;
- збільшення об'єму м'яса на 8...10 % внаслідок виморожування вологи супроводжується розтягненням та частковим розриванням волокнин поверхневих шарів та стисканням волокнин внутрішніх шарів;
- зміна кольору: відруб швидкозамороженого м'яса має менш яскраве червоне забарвлення ніж охолодженого, що пов'язано з розсіюванням світла кристалами льоду;
- зміна ваги: втрати ваги при заморожуванні коливаються в межах від 0,3...2% в залежності від температури, швидкості та методу заморожування, а також від властивостей окремого продукту. Вони зменшуються зі збільшенням швидкості заморожування.
- гальмуються хімічні зміни в продуктах, що пов'язано з помітним збільшенням кількості вимороженої вологи.
- активність ферментів в процесі заморожування знижується, але повністю не зупиняється. При тривалому зберіганні це може привести до помітних змін якості продукту. Ферменти знищуються тільки при багаторазовому заморожуванні.
- знижується вміст вітамінів, особливо вітаміну С.
- відбувається часткова денатурація білків, яка при глибокому заморожуванні в певному ступені гальмується змінами фізичних властивостей тканинного соку (в'язкістю, Іоною силою, тиском водяних парів та рН). Процес денатурації можна загальмувати введенням таких речовин як етиленгліколь, пропіленгліколь, гліцерин, цукор. При додаванні цих речовин зменшується кількість вимороженої вологи.
- зменшується волого утримуюча здатність м'яса що пов'язано з денатурацією білків актоміозинового комплексу, а також з утворенням льоду, під дією якого змінюється внутрішня та зовнішня молекулярна взаємодія гідрофільних груп білків.

Зміни, що відбуваються в *м'ясі птиці при заморожуванні* аналогічні змінам в м'ясі тварин, але відбуваються вони зі значно вищою швидкістю. Тому птицю краще заморожувати швидко, без попереднього охолодження.

Зміни при зберіганні м'яса та м'ясопродуктів

1. Зміни білкового комплексу:

Під впливом гідролітичних ферментів, які містяться в продукті, відбувається автолітичний розпад білків з утворення амінокислот, а інколи і більш простих сполук з властивостями лугів. При зберіганні збільшується розчинність білків у воді відбувається їх „старіння”, що супроводжується частковою денатурацією. Ці зміни викликають подальше зниження **волоого**

утримуючої здатності м'яса, при чому, чим більше термін зберігання м'яса, тим більше знижується ВУЗ.

2. Якісні зміни:

Змінюється *консистенція* – внаслідок висихання при тривалому зберіганні; *колір* – при висиханні відбувається згущення кров'яного пігменту, в результаті чого продукт набуває більш темного забарвлення на поверхні туші; *вага* – втрати внаслідок випаровування вологи.

Під час *усихання погіршується якість* продукту тому, що в підсушеному поверхневому шарі посилюються окисні та гідролітичні процеси та цей шар набуває неприродного, несвіжого смаку та запаху.

Для *зниження усихання при зберіганні* не упакованого продукту запобігають наступних заходів:

- *зменшують теплопритоки до камери* : для цього роблять спеціальні тканинні або брезентові екрани, які вкриваються шаром льоду. Цими екранами закривають зовнішні стінки, через які поступає максимальна кількість теплопритоків. При цьому теплота, яка проникає крізь стінки, поглинається екраном.
- *штабель вкривають брезентовими простирадлами*, пакувальною тканиною з нанесенням шару льодяної глазури.
- *зменшують коливання температур в камері*: для цього в камерах зберігання автоматизують роботу повітроохолоджувачів, постійно їх відтаюють;
- *зменшують поверхню продукту*, з якої відбувається випаровування вологи;
- *зменшують кількість повітря, яке циркулює крізь штабель*; для цього забезпечують максимальну щільність продукту в штабелі;
- *нижній штабель продукту укладають на рійки або решітки* невеликої висоти;
- *зменшують теплопритоки, що поступають через підлогу*, для цього під штабель насипають шар снігу або колотого льоду;
- *підтримують високу вологість повітря*: для цього в камерах зберігання використовують аерозольні розпилювачі;

3. Фізико – хімічні та біохімічні зміни:

Збільшується *кислотність*, підвищується *електропровідність*, продовжується *накопичення молочної кислоти*, знижується *оборотність* процесів та ін.

6. РОЗМОРОЖУВАННЯ М'ЯСА ТА М'ЯСОПРОДУКТІВ

Розморозжуванням називають технологічний процес перетворення льоду, який міститься в заморожених продуктах, в рідку фазу та часткове відновлення природних властивостей продуктів.

Це заключний технологічний процес холодильної обробки, під час якого відбувається підвищення температури продукту. За теплофізичною сутністю розморожування є зворотним процесом до заморожування.

Зміни, що відбуваються в продуктах при розморожуванні

1. ***Розморожування протікає більш повільно, порівняно з заморожуванням***, що пов'язано з тим, що умови тепловіддачі різні для льоду та води. Для забезпечення фазового переходу льоду в воду необхідно надходження дуже великої кількості теплоти. В той же час, теплопровідність льоду в 4 рази більше теплопровідності води. При заморожуванні спочатку замерзають поверхневі шари, їх теплопровідність збільшується, підвищується теплообмін, що прискорює процес заморожування. При розморожуванні, навпаки, а першу чергу розморожуються поверхневі шари, що веде до зниження теплопровідності і теплообміну та, відповідно, зменшенню швидкості самого процесу (час розморожування в 2 рази більший, ніж заморожування). Гальмування процесу випадає на самий критичний діапазон температур (в районі точки плавлення льоду).
2. ***Під час розморожування відбувається додаткове пошкодження тканин***, що пов'язано з перекристалізацією вологи.
3. ***На якість розмороженого продукту впливає швидкість та кінцева температура заморожування***: чим швидше виконано заморожування та нижче температура у центрі продукту, тим якісніше розморожений продукт. Як що кристали льоду невеликі та їх розташування приблизно відповідає природному розповсюдженню рідини в м'язовій тканині, то колоїдні системи продуктів не перетерплюють значних змін та майже повністю відновлюються після розморожування.

Основними ***причинами, що викликають утворення та витікання клітинного соку при розморожуванні є***:

- ***денатурація білків*** в результаті відділення води від білкової субстанції;
- ***зростання концентрації мінеральних речовин*** в розчинах, що містяться всередині та назовні волокнин;
- ***механічний вплив кристалів льоду*** на стінки м'язових волокон та на сполучнотканинні міжклітинні прошарки.

Ступінь впливу цих факторів визначається швидкістю кристалоутворення та глибиною фазового перетворення води. Максимальна кількість води переходить в лід при температурі від -1 до -5°C . Тому, чим швидше пройдений цей температурний інтервал при заморожуванні та розморожуванні, тим менше втрачається м'ясного соку і тим краще буде якість розмороженого м'яса.

Закінчення процесу розморожування визначається за кріоскопічною температурою в тепловому центрі продукту, яка залежить від його цільового призначення (вживання, кулінарна обробка, на виробництво інших продуктів та ін.).

Фактично, середня кількість теплоти, що необхідна для розморожування яловичини та свинини при початковій температурі -8°C , коливається в межах 226,8 та 201,6 кДж/кг, а при температурі -18°C її кількість збільшується приблизно на 20%.

Методи розморожування

Розморожування виконують двома методами, які принципово відрізняються один від одного:

- підведення теплоти до поверхні продукту від більш нагрітого зовнішнього середовища;
- одночасне нагрівання продукту за всім об'ємом в електричному полі високої частоти.

Розморожування шляхом теплообміну з зовнішнім середовищем може бути:

- повільним – в повітрі при температурі $0...4^{\circ}\text{C}$, тривалість 3...4 доби;
- швидким – в повітрі при температурі $15...20^{\circ}\text{C}$ (тривалість 24 години) та в пароповітряному середовищі при $25...40^{\circ}\text{C}$, тривалість 5...7 годин;
- зрошуванням водою при температурі $4...20^{\circ}\text{C}$, тривалість 10...15 годин;
- зануренням у воду при температурі $4...20^{\circ}\text{C}$, тривалість 10...15 годин;
- у лусковому льоді при температурі $0...1^{\circ}\text{C}$;
- на гарячій металевій поверхні при температурі $180...200^{\circ}\text{C}$;
- діелектричним нагріванням – в електричному полі високої частоти.

Розморожування в повітрі:

При цьому продукти розташовують в спеціальних дефростерних камерах, які обладнані дефростерами та калориферами. Продукти розміщують на підвісних шляхах, або на стелях. Температуру та вологість повітря, що циркулює поступово збільшують. Розповсюдження повітря та напрямок його руху повинно бути таким, щоб розморожування відбувалось рівномірно, навіть тоді, коли товщина продукту не однакова в його різних частинах. Для цього використовують повітряне душірування.

Розморожування в пароповітряному середовищі

В камери розморожування подають гострий пар, та отримують насичену пароповітряну суміш необхідної температури. При цьому водяний пар конденсується на поверхні пів туш, розморожує їх, стікаючи у низ, та уносить з собою водорозчинні речовини м'яса. При цьому спосіб значно скорочується термін розморожування, але на поверхні м'яса швидко розвиваються мікроорганізми, тому воно псується швидше, ніж м'ясо, розморожене в повітрі.

Розморожування в рідинях

Виконують в дефростерних камерах, або апаратах, які мають зрошувальні пристрої. Циркуляцію води здійснюють насосом через фільтри, знезаражувальні пристрої, охолоджувачі або нагрівачі. Відпрацьовану воду змінюють по мірі забруднення.

Для виконання розморожування шляхом занурення в камери встановлюють резервуари, до яких підводять трубопроводи з охолодженою або нагрітою водою. Продукти завантажують в резервуар у сітчастих корзинах або за допомогою конвеєра.

Завдяки тому, що теплоємність води у 4 рази вище теплоємності повітря, коефіцієнт тепловіддачі в 20...30 разів підвищується і час розморожування значно скорочується.

Розморожування в електричному полі

При цьому використовуються діелектричні властивості заморожених продуктів, які поглинають електромагнітні хвилі з виділенням теплоти, яка викликає підвищення температури всередині продукту. Кількість теплоти, яка виділяється із продуктів, в значній мірі залежить від діелектричних властивостей продуктів.

Розморожування токами зверх високої частоти (ЗВЧ)

Використовуються установки, що працюють на частотах від 434...2375 МГц. Це найбільш сучасна та досконаліша технологія розморожування харчових продуктів. Перевагами цього способу є наступні позиції:

- економія виробничих площ;
- точне регулювання кінцевої температури всередині продукту;
- простота обслуговування установки;
- зменшуються втрати білкових речовин та вітамінів,
- усувається розвиток мікрофлори;
- покращується ніжність м'яса, що особливо важливо при виготовленні варених ковбас;
- терміни зберігання та реалізації м'ясної сировини, що розморожена цим способом значно вище, ніж іншими.

Продовжується вивчення способів розморожування м'яса ***токами промислової частоти, інфрачервоними променями та ультразвуком.***