

.1. Історія та масштаби застосування холоду

На початковій стадії машинного охолодження обладнання було громіздким, дорогим і малоефективним. Крім того, воно вимагало постійної присутності механіка або інженера з експлуатації, що робило можливим застосування машинного охолодження тільки на заводах з виробництва льоду, м'ясопереробних підприємствах і у великих холодильниках для зберігання продуктів.

Протягом декількох десятиліть холодильна техніка перетворилася в гігантську швидко зростаючу промисловість, якою вона є сьогодні. Кілька причин сприяли цьому бурхливому росту. По-перше, за умови розвитку високоточних методів виробництва стало можливим виготовлення більш ефективного обладнання з меншими габаритними розмірами. Створення безпечних холодоагентів і винахід електродвигуна потужністю менш 0,7 кВт привели до розробки невеликих холодильних агрегатів, які широко використовуються, наприклад, у домашніх холодильниках і морозильниках, невеликих кондиціонерах і торговельному холодильному обладнанні.

Мало людей поза сферою холодильної промисловості уявляють сутність холодильної техніки в створенні високотехнічного суспільства ступінь залежності суспільства від машинного холоду. Наприклад, без машинного охолодження було б неможливо зберегти достатню кількість продуктів для харчування зростаючого міського населення. Крім того, якби не відбувалося кондиціонування повітря, неможливо було б перебувати в літні місяці через спеку в багатьох великих будинках, де розташовуються торговельні й промислові підприємства.

На додаток до добре відомих випадків застосування холоду, як, наприклад, для комфортного кондиціонування повітря, для обробки, заморожування, зберігання, перевезення та демонстрації швидкопсувних продуктів, машинне охолодження використовується також під час обробки й виробництва майже всіх товарів. Нових процесів і виробів, що з'явилися в результаті застосування машинного холоду, безліч. Наприклад, за допомогою холоду стало можливим будівництво великих гребель, необхідних для створення іригаційних систем і гідроелектростанцій. Холод дозволяє будувати дороги і тунелі, а також фундаментні і шахтні колодязі в нестійких ґрунтах. Застосування холоду сприяло початку виробництва пластмас і синтетичного каучуку, а також багатьох нових і корисних матеріалів і виробів. За допомогою машинного охолодження пекарі випускають більше батонів хліба з одного кілограма борошна, виробники текстильних виробів і паперу підвищують ефективність роботи обладнання та збільшують кількість продукції; покращилося загартування сталі для виробництва верстатів. Існують сотні способів використання машинного холоду, і з кожним роком з'являються нові. Єдиний стримуючий фактор, що сповільнює розвиток холодильної промисловості, – це недостатня кількість кваліфікованого персоналу.

2. Класифікація процесів холодильної обробки харчових продуктів та сировини

Усі харчові продукти за тривалістю їхнього зберігання можна розподілити на дві групи: продукти, які в звичайних умовах довгий час не псуються (борошно, крупа, цукор), і продукти швидкопсувні (м'ясо, риба, птиця, молоко, овочі тощо), якість яких – смак, запах, колір та ін. – під час зберігання погіршується.

Псування продуктів викликають різні фактори (наприклад, вплив кисню повітря й сонячне світло, надмірно низька або висока вологість повітря). Особливо сильною є руйнівна дія на продукти мікроорганізмів й тканинних ферментів. Останні можуть викликати розкладання білків, гідроліз жирів, глибокі перетворення вуглеводнів й інші зміни.

Для запобігання псуванню продуктів під час тривалого зберігання застосовують спеціальну обробку – консервування. Основне завдання консервування зводиться до уповільнення руйнівної дії мікроорганізмів і тканинних ферментів. Із усіх методів консервування (пастеризація, стерилізація, сушіння, соління, копчення та ін.) найбільш ефективним є обробка холодом, що найменше змінює первісні властивості продуктів.

Питання дослідження складу й властивостей продуктів під час зміни температури, вибору найбільш сприятливих режимів охолодження й подальшого зберігання для різних видів продуктів, створення технічних засобів реалізації розроблених способів докладно розглядаються в окремій галузі харчової технології – у холодильній технології харчових продуктів.

Консервування холодом засновано на зниженні життєдіяльності мікроорганізмів і активності тканинних ферментів за зниження температури. У результаті вповільнюються реакції, що природно протікають у деяких продуктах (наприклад, подих і дозрівання плодів) і викликаються діяльністю мікроорганізмів.

Залежно від температури під час обробки холодом продукти умовно поділяють на охолоджені – з температурою в центрі продукту $0...4^{\circ}\text{C}$, заморожені – з температурою -6°C , дефростовані, тобто піддані повному розморожуванню.

Основним фактором, що робить істотний вплив на охолодження продуктів, є низька температура. За заморожування, крім того, відбувається зневоднювання тканин, пов'язане з переходом води у твердий стан. Недостатня вологість повітря погіршує якість м'яса, риби, свіжої зелені: продукти усихають і в'януть.

Різні мікроорганізми по-різному реагують на вплив холоду. Найбільш холодостійкі цвілеві гриби й дріжджі, гірше переносять холод бактерії: за замерзання середовища їхнього перебування вони в основному гинуть через порушення обміну речовин і ушкодження структури клітин. Деякі види бактерій за $-5...-8^{\circ}\text{C}$ вимирають майже повністю протягом 10...14 місяців та після цього у звичайних умовах практично не розвиваються. Інші види бактерій

після витримки при зазначеній температурі у звичайних умовах починають знову розвиватися через 5...6 днів.

При заморожуванні мікроорганізмів звичайно гине 90...99% кліток. Хвороботворні бактерії протягом багатьох годин витримують температуру рідкого повітря (біля -190°C).

Ефективність холодильного зберігання істотно знижується через початкове забруднення продуктів мікробами, а також поганого санітарного стану холодильних камер, тобто зараженості їх цвілью. Хоча ріст плісені і припиняється при -9°C , але з підвищенням температури при розморожуванні вони знову «оживають» і викликають псування продуктів під дією виділюваних ферментів. Діяльність ферментів при заморожуванні повністю не припиняється навіть при дуже низькій температурі (-80°C), і втрата їхньої активності спостерігається тільки при багаторазовому заморожуванні й розморожуванні. Щоб уникнути появи цвілі необхідний ретельний мікробіологічний контроль за станом холодильних камер і строге дотримання санітарних правил і технологічних інструкцій.

До допоміжних засобів, що подовжують терміни зберігання харчових продуктів, відноситься обробка продуктів ультрафіолетовими променями, вуглекислотою, озоном, антибіотиками й антиокислювачами, а також застосування спеціальної тари й пакувальних матеріалів.

Консервуючу дію, ультрафіолетових променів засновано на їхній здатності вбивати мікроорганізми. Найбільш інтенсивна дія ультрафіолетових променів проявляється при низьких позитивних температурах, при негативних температурах ефект опромінення незначний. Тривалість опромінення залежить від ряду факторів і насамперед від виду продукту і його стану. Багато продуктів у результаті опромінення одержують бактеріостатичні властивості, тобто роблять протягом деякого часу гнітючу дію на мікроорганізми, у результаті чого значно збільшується термін зберігання продуктів. Подовжує терміни зберігання швидкопсувних продуктів і обробка ультрафіолетовими променями приміщень, холодильних камер, обладнання, тари. Для одержання ультрафіолетових променів користуються спеціальними бактерицидними лампами.

Порівняно новим і досить перспективним засобом збереження харчових продуктів у сполученні з холодом є іонізуюче опромінення (радіопастеризація), під впливом якого відбувається руйнування живих кліток мікроорганізмів і істотно вповільнюються ферментативні процеси. Крім того, бактерицидний вплив на мікроорганізми робить іонізуюче середовище, створюване при опроміненні.

Одним з допоміжних засобів, застосовуваних у сполученні з холодом, є вуглекислота в газоподібному виді в суміші з повітрям, що придушує життєдіяльність мікроорганізмів, особливо плісені і бактерій. Дія вуглекислоти заснована на зменшенні кількості кисню в жирах і повітрі сховища. При цьому вповільнюються процеси окислювання жирів і продуктів які містять жири, зменшується інтенсивність життєдіяльності мікроорганізмів у фруктах, овочах і ін. За правильного застосування вуглекислоти термін зберігання продуктів

може бути збільшений у 1,5...3 рази. Звичайно продукти поміщають у спеціальні контейнери, пакети або іншу тару, у яку вуглекислота надходить із балонів або у вигляді сухого льоду. Після перебування продукту у вуглекислотному середовищі з нього з часом виділяється вуглекислота, тобто відбувається десорбція.

Для збереження якості харчових жирів і продуктів, які містять жири, останнім часом у них стали вводити в малих кількостях (у сотих і навіть тисячних частках відсотках від маси продукту) антиокислювачі – речовини, що запобігають процесам окиснювання і затримують їх (фенольні антиокиснювачі, гваякова смола, кефалін).

Під час зберігання харчових продуктів у холодильних камерах часто використовують озон (атомарний кисень) як засіб дезінфекції камер перед прийомом продуктів на зберігання. При цьому усуваються сторонні запахи й забезпечується повне очищення камер від мікроорганізмів протягом декількох діб. Оскільки озон за концентрації більше 2 мг/м³ шкідливо діє на організм людини, озонування камер відбувається за відсутності обслуговуючого персоналу або використовуються спеціальні запобіжні маски. Озон одержують у стаціонарних або пересувних установках, де він утворюється при електричному розряді високої напруги.

Істотне значення для збереження харчових продуктів мають тара й пакувальні матеріали. Найбільш перспективні пакувальні засоби, виготовлені з полімерних матеріалів.

Охолодження продуктів

У холодильній технології для збереження продуктів широко використовується охолодження.

Процес охолодження продуктів полягає в тому, що продукт за високої температури (звичайно це температура продукту під час збирання врожаю або забою) направляють в камеру для остигання, або камеру попереднього охолодження, де він повинен бути охолоджений якомога швидше до температури зберігання, а потім продукт переміщують із камери остигання у холодильну камеру. Поводження із продуктом на стадії охолодження помітно позначається на його кінцевій якості та терміні зберігання. Основними параметрами при цьому є кінцева температура продуктів і швидкість їхнього охолодження. Кінцева температура залежить від виду продукту, його вихідного стану й звичайно перебуває в межах 0...4°C.

Швидкість охолодження також залежить від виду продукту. Якщо вона недостатньо велика, то часто відбуваються небажані зміни внаслідок руйнівної дії мікробіологічних і ферментативних процесів, які можуть випереджати процес охолодження. Практика показує, що чим швидше й глибше охолоджено свіжі продукти, тим краще зберігається їхня первісна якість і менші втрати маси. Це стосується як м'яса й риби, так і інших продуктів тваринного й рослинного походження.

Для продуктів як охолоджуюче середовище можуть бути використані повітря, холодна вода або розсіл, лід, що тане, або сніг.

Температура в камері охолодження до надходження теплого продукту повинна бути знижена до кінцевої температури. Під час завантаження й у початковий період охолодження різниця температур і тисків пари в продукті й повітрі в камері значні, і продукт швидко віддає тепло й вологу. Температура й вологість повітря в камері в цей період піднімаються до пікового рівня. Наприкінці процесу температура в камері охолодження знову понизиться до скінченної величини. Дуже важливо, щоб продуктивність холодильного обладнання була достатньою для запобігання надлишковому підвищенню температури в камері в піковий період охолодження.

Відносна вологість і швидкість циркуляції повітря. Необхідний рівень відносної вологості в камерах охолодження залежить від продукту, зокрема від того, упакований він чи ні. Природно, якщо продукт охолоджується в паронепроникному впакуванні, рівень вологості в камері не має значення. Під час завантаження й на початкових стадіях охолодження вологість буде високою, якщо контейнери із продуктами мокрі, проте вона незабаром понизиться під час випару вільної вологи.

Продукти, охолоджувані у своєму природному (неупакованому) вигляді, втрачають вологу дуже швидко, внаслідок чого на початковій стадії в камері охолодження утворюється туман. Це явище спостерігається, коли температура продукту й тиск пари високі. У цей час бажані швидке охолодження й висока швидкість циркуляції повітря для максимального зниження температури й тиску пари в продукті, щоб запобігти надлишковій втраті вологи й усушці. Висока швидкість циркулюючого повітря необхідна також для віднесення пари й запобігання конденсації вологи на поверхні продукту.

Висока швидкість циркуляції повітря збільшує інтенсивність випару вологи із продукту, проте, вона значно прискорює й інтенсивність охолодження, у результаті чого швидше знижуються температура й тиск пари в продукті. Зниження тиску пари через більш високу інтенсивність охолодження з надлишком компенсує підвищення інтенсивності випару внаслідок більш високої швидкості циркуляції повітря. Значення більш високої швидкості циркуляції повітря на початковій стадії охолодження полягає в зниженні загальної втрати вологи із продукту. На кінцевій стадії охолодження, коли температура й тиск пари продукту вже знижені, висока швидкість циркулюючого повітря в камері остигання збільшує втрати вологи. Тому необхідно знизити швидкість повітря, циркулюючого в камері остигання.

Вологість у камері повинна бути високою під час охолодження продуктів, підданих усушці. Для зниження втрат вологи деякі продукти, наприклад птицю й рибу, часто охолоджують у крижаній шухляді. З цієї ж причини яйця іноді занурюють у світле мінеральне масло до охолодження й зберігання. Крім того, птиця, риба й деякі овочі часто пересипаються льодом з метою охолодження й зберігання. Коли пересипані льодом продукти поміщають у холодильну камеру, лід, що повільно тоне, утримує вологу на поверхні продукту й запобігає надлишковій усушці.

Окремі овочі й фрукти обробляються за допомогою гідроохолодження, що включає зрошення продукту охолодженою водою або занурення у ванну з

охолодженою водою, що перемішується. Занурення полягає в змиванні продукту більшою кількістю води, яка подається самопливом, а зрошення здійснюється з розташованих зверху сопел.

Деякі свіжі овочі, зокрема ті, що мають високе відношення площі поверхні до обсягу, попередньо охолоджують за допомогою швидкого випару води з поверхні продукту під вакуумом. Цей процес називається вакуумним охолодженням. Попереднє охолодження здійснюється у вакуумному охолоджувачі при зниженні тиску в ньому до рівня, за якого відповідна температура насичення води нижче температури охолоджуваного продукту. При цьому відбувається випар води з поверхні продукту з відведенням відповідної схованої теплоти. Охолодження триває до необхідної температури за подальшого зниження тиску.

Комбіноване охолодження та зберігання. Не рекомендується використовувати ту саму камеру для охолодження й зберігання м'ясних і інших продуктів, які залежні від коливань температури, відносної вологості й швидкості циркуляції повітря. Проте обмеження не відносяться до камер для фруктів, наприклад, яблук і груш. Досвід показує, що їх можна обробляти в комбінованих камерах охолодження й зберігання без шкідливих наслідків для продукту. Це відбувається через відносно короткий інтервал часу закладення продукту, а також незначної або повної відсутності коливань температури в камері. Виключеннями є також низькотемпературні камери, у які продукт надходить за температури до 7°C.

Способи охолодження. Охолодження в повітрі. Повітря – найпоширеніший холодоагент. Воно не має запаху й на більшість продуктів не робить шкідливого впливу (за винятком дії кисню, що окислює). До недоліків охолодження в повітрі можна віднести слабку інтенсивність процесу консервації, випар вологи з поверхні продуктів, що супроводжується втратою їхньої маси за недостатньої вологості повітря.

Для інтенсифікації теплообміну підвищують швидкість переміщення повітря й збільшують перепад температур між ним і охолоджуванним продуктом. Для цього служать повітроохолоджувачі, вентилятори, що охолоджують змішувачі.

Охолодження у холодній воді або розсолі. Воно може бути контактним і безконтактним. За контактного охолодження продукт поміщають у рідке охолоджувальне середовище, й процес відбувається інтенсивніше, ніж у повітрі, тому що коефіцієнт тепловіддачі до рідини набагато більше, ніж до повітря. Проте за такого охолодження продукт втрачає свій зовнішній вигляд, набухає тощо. За безконтактного охолодження продукт попередньо поміщають у вологонепроникну оболонку, у результаті знижується тепловіддача й ускладнюється технологічний процес. Рідкі охолоджувачі великого практичного застосування не одержали.

У останні роки широко застосовують холодну (крижану) воду (1...4°C) для охолодження тушок птиці до 4...6°C, поміщаючи їх у спеціальні ванни або зрошуючи через форсунки, що розпоршують.

Для охолодження риби широко застосовують лід, а також охолоджені рідкі середовища – воду, 2...4%-ний водяний розчин кухонної солі або морську воду зі змістом солі 3...4%.

Для охолодження плодів і овочів застосовують холодне повітря, крижану воду, сніжно-крижану масу, а також спеціальну вакуумну камеру. Під час розрідження повітря із тканин плодів і овочів інтенсивно випаровується частина вологи, на що витрачається значна кількість внутрішнього тепла, й вони швидко охолоджуються.

Молоко охолоджують на фермах за допомогою водоохолоджувальних холодильних машин, танків-охолоджувачів із безпосереднім випаром холодоагенту або із проміжним холодоносієм. На заводах молоко, що надійшло, перед зберіганням охолоджують до 4...5°C у пластинчастих охолоджувачах, у яких перебувають дві системи каналів: одними тече молоко, іншими – охолоджувальна вода або розсіл. Молочні продукти – масло, сир, сметану, кефір, кисляк та ін. – охолоджують на різних етапах їхнього виробництва або в готовому вигляді. При цьому використовують ті ж пристрої, що для охолодження молока, або звичайні холодильні камери.

Заморожування харчових продуктів

Заморожування являє собою перетворення в лід більшої частини тканинної рідини, що втримується в продукті. При цьому зводиться до мінімуму життєдіяльність багатьох мікроорганізмів, і протягом тривалого часу зберігаються високі якості продукту. Для кожного продукту вибирають певні умови заморожування й зберігання, тому що перетворення води в лід викликає побічні явища, що приводять до деякого погіршення якості.

Розчини солей і цукрів, що містяться в тканинах харчових продуктів, замерзають за більш низької температури, ніж чиста вода (іноді за -60°C). Установлено, що за -4°C виморожується 3/4 води, що міститься в м'ясі, рибі, яйцях, і 1/2 – у плодах і картоплі. За подальшого зниження температури кількість води, що виморожується, різко скорочується.

Основними параметрами, що характеризують заморожування продуктів, є середня (за глибиною продукту) кінцева температура, тривалість і швидкість заморожування.

Швидкість заморожування впливає на величину кристалів льоду й рівномірність їхнього розподілу в тканині продукту; вона характеризує економічність процесу й можливість його механізації та автоматизації. Швидкість заморожування збільшується зі зниженням температури теплопровідного середовища, зменшенням товщини продукту, що заморожується, і збільшенням коефіцієнта тепловіддачі з його поверхні.

Якщо продукт треба зберегти у його первісному свіжому стані протягом тривалого часу, його звичайно заморожують і зберігають приблизно за температури -18°C або нижче. Звичайно заморожують не тільки продукти, які зберігаються у свіжому стані, наприклад, фрукти, фруктові соки, ягоди, м'ясо, птицю, морепродукти та яйця (без шкарлупи), але також багато готових

виробів, наприклад, хліб, булочки, морозиво й цілий асортимент спеціально приготовлених і готових до вживання блюд, включаючи повні обіди.

На кінцеву якість і термін зберігання будь-якого замороженого продукту впливають такі фактори: природа й склад продукту, що заморожується; вибір способів обробки й готування продукту для заморожування; спосіб заморожування; умови зберігання.

Заморожувати можна тільки високоякісні продукти в гарному стані. Під час заморожування овочів дуже важливим є вибір відповідного сорту. Деякі сорти непридатні для заморожування, а результатом заморожування інших може бути низька якість або обмежена стійкість під час зберігання.

Овочі, що заморожуються, і фрукти повинні бути зібрані за повного ступеня зрілості, оброблятися й заморожуватися якомога швидше після збирання врожаю для того, щоб уникнути небажаних хімічних змін унаслідок ферментної або мікробної активності.

Овочі й фрукти вимагають значної обробки до заморожування. Після чищення й промивання для видалення з поверхні листів, бруду та ін. овочі бланшують у гарячій воді або парі за 100°C для інактивації природних ферментів. Необхідно пам'ятати, що ферменти не руйнуються за низької температури, хоча їхня активність значно зменшується й триває з низькою інтенсивністю під час зберігання продуктів навіть за -18°C і нижче. Отже, бланшування, що руйнує більшість ферментів, значно збільшує термін зберігання заморожених овочів. Тривалість бланшування залежить від сорту овочів і коливається від 1 до 1,5 хв для зеленої квасолі й до 11 хв для кукурудзи. Більша частина бактеріальної популяції руйнується разом із ферментами в процесі бланшування, але багато бактерій виживають. Для запобігання псуванню через ці бактерії овочі повинні бути охолоджені до 10°C негайно після бланшування й до впакування перед завантаженням у морозильний апарат.

Фрукти, як і овочі, повинні бути очищені й промиті для видалення коренів, листя, бруду й зниження мікробного забруднення. Фрукти більш піддані ферментному псуванню, ніж овочі, проте їх не можна бланшувати, тому що це приведе б до погіршення їхньої якості.

Ферменти, які є каталізаторами окиснювання й викликають швидке покоричневіння м'якоті, обумовлюють найбільші ушкодження заморожених фруктів. Для запобігання окиснюванню фрукт, що заморожується, покривають цукровим сиропом. Іноді для цього використовують аскорбінову, лимонну кислоти або сірчистий ангідрид.

М'ясні продукти, як правило, не вимагають спеціальної обробки до заморожування. У зв'язку з попитом, що збільшується, все більшу кількість спеціально приготовленого м'яса й м'ясних продуктів заморожують. Це стосується також птиці й продуктів моря.

Свинину й рибу звичайно заморожують якнайшвидше після охолодження через відносну нестійкість їхньої жирової тканини. Яловичина часто «дозріває» в камері остигання протягом декількох днів до заморожування, тобто трохи зм'якшується під дією ферментів. Якщо дозрівання яловичини триває більше 6...7 днів, це скорочує термін її зберігання.

Досвід показує, що птиця, заморожена через 12...24 год після забою, більш ніжна, ніж заморожена відразу. Затримка в заморожуванні більше 24 год приводить до скорочення терміну зберігання без помітного збільшення ніжності м'яса.

Способи заморожування. Харчові продукти можуть бути піддані повільному або швидкому заморожуванню. Повільне заморожування здійснюється під час завантаження продукту в низькотемпературну камеру без примусової циркуляції повітря. Температура в цих камерах підтримується в діапазоні -18...-40°C. Циркуляція повітря здійснюється за рахунок природної конвекції, а теплопередача від продукту триває від 3 год до 3 діб залежно від кількості продукту й умов у камері. У таких камерах заморожують яловичі й свинячі напівтуші, птицю в ящиках, патрану й цілу рибу, фрукти в бочках, яйця (білки, жовтки або цілі) в упакованні по 5 і 15 кг.

Швидке заморожування здійснюється одним способом або будь-якою комбінацією із трьох способів: зануренням; контактним заморожуванням упакованих продуктів; в інтенсивному потоці повітря.

Контактне заморожування в повітрі. Застосовується найчастіше. Розрізняють заморожування із природним переміщенням повітря (у камерах) і зі змушеним рухом повітря (тунельні морозилки, гравітаційно-конвеєрні й флюїдизаційні швидкоморозильні апарати). Перевагою заморожування із природним рухом повітря є простота методу, за якого не треба використовувати спеціальні пристосування й пристрої. Основний недолік – тривалість процесу (до 48 год) і, внаслідок, низька якість заморожених продуктів.

На сьогодні основним методом повітряного заморожування є створення швидкісного потоку охолодженого повітря в морозильних пристроях. Це дозволяє залежно від виду продукту й конструкції апарата значно скоротити тривалість заморожування (наприклад, для фруктів і овочів вона становить 0,1...2 год).

Для різних способів заморожування існують спеціальні апарати й кожний, як правило, призначений для заморожування продуктів, однакових за формою, структурою й складом.

У висхідному потоці повітря продукти можна заморожувати методом обдування (у щільному шарі) або продування повітрям. В останньому випадку за певної швидкості повітря продукт може перейти у зважений стан. Цей вид заморожування називається флюїдизацією. Він дозволяє значно інтенсифікувати процес заморожування. Швидкоморозильні апарати, у яких заморожування продукту здійснюється у зваженому стані, називаються флюїдизаційними.

Інтенсифікувати процес заморожування в повітряних апаратах можна зниженням температури повітря й збільшенням його швидкості. І те, й інше має свої оптимальні межі, пов'язані з енергетичними показниками роботи холодильних машин і вентиляторів. Флюїдизаційні швидкоморозильні апарати за способом транспортування в них продукту поділяють на лотокові й конвеєрні. У лотокових апаратах заморожується продукт, що переміщається за рахунок руху повітря й певного нахилу лотока або підтримуючих ґрат.

Переміщення продукту в конвеєрних апаратах здійснюється за допомогою сітчастого конвеєра.

Апарати лотокового типу прості за конструкцією, але їх можна використовувати для заморожування тільки дрібних продуктів. Для обробки продуктів великих розмірів (персики, сливи, томати та ін.) необхідна значна швидкість повітря, що не вигідно з економічної точки зору. Великі продукти доцільно заморожувати в потоці повітря за часткової флюїдизації або без неї.

Істотні переваги флюїдизаційних швидкоморозильних апаратів порівняно зі звичайними – скорочення часу заморожування й більш висока якість заморожених продуктів. Основні недоліки – обмежене застосування й високі енергетичні витрати.

Контактне заморожування в рідкому середовищі. Рідкими середовищами для контактного заморожування продуктів служать розчини солей (наприклад, кухонної солі). Поряд із перевагами (простота й доступність, прискорення процесу й відсутність втрат маси) цей спосіб заморожування має істотний недолік (проникнення солі в продукт), що приводить до зміни кольору й погіршення зовнішнього вигляду.

Найбільше поширення цей спосіб одержав під час заморожування риби, а для заморожування м'яса він виявився неприйнятним, тому що сіль викликає потемніння й побуріння м'яса. Був запропонований спосіб, що знижує дифузію (проникнення в продукт, що заморожується) солі – вологоповітряне заморожування, що здійснюється в два етапи. Спочатку рибу охолоджують у розсолі до $-2...-3^{\circ}\text{C}$, потім із неї змивають плівку розсолу й швидко доморожують за допомогою повітряного апарата. Недолік цього способу полягає в непродуктивних витратах енергії для нагрівання риби під час змивання розсолу. Крім того, дифузія солі знижується незначно.

Останнім часом для виключення дифузії солі застосовують упакування продуктів у різноманітні плівки. Проте при цьому підвищується термічний опір теплообміну й ускладнюється технологія заморожування.

Заморожування киплячими холодоагентами. Воно буває безконтактним і контактним. *Безконтактне* заморожування здійснюється переважно в швидкоморозильних апаратах, де продукти затискаються між порожніми металевими плитами, у яких «кипить» холодоагент. За *контактного* заморожування використовують рідкий азот або фреони (хладони). Рідкий азот сприяє збільшенню швидкості процесу, забезпечує простоту технології під час заморожування продуктів, що відрізняються високою вартістю. Рідкі фреони є перспективними холодоагентами для заморожування, але вони не повинні містити фтор. (Фреони, що містять фтор, маркують як «фреон-фрізант» на відміну від «фреону-холодоагенту»).

Основними й найпоширенішими технологічними засобами заморожування харчових продуктів є морозильні пристрої з машинним охолодженням – морозильні камери й морозильні апарати.

Морозильні камери являють собою приміщення холодильників із посиленою тепловою ізоляцією огорожень. Батареї безпосереднього охолодження камер розраховані на підтримання в них низьких температур

(біля -30°C), додаткова циркуляція забезпечується вентиляторами. У камерах установлюють різне обладнання для розміщення й транспортування продуктів. Істотним недоліком морозильних камер є необхідність періодичного завантаження й вивантаження продуктів.

Морозильні апарати можуть бути повітряного охолодження, у яких продукти різноманітних асортиментів заморожуються в інтенсивному потоці холодного повітря; багатоплиточні, у яких продукти (рибне філе, розфасовані плоди, м'ясо та ін.) затискаються за допомогою гідравлічного пристрою між металевими плитами, що мають канали циркуляції киплячого холодоагенту або холодного розсолу; із заморожуванням у охолоджуючій рідині, у яких продукти (наприклад, тушки птиці, попередньо впаковані в полімерну плівку) піддаються впливу низької температури, і в ємності, що містить охолоджуючу рідину; із заморожуванням рідким азотом або фреоном, коли продукти покладені на стрічку транспортера.

Зберігання харчових продуктів

Машинне охолодження використовується частіше для зберігання швидкопсувних товарів, зокрема харчових продуктів на це необхідно звернути особливу увагу під час вивчення холодильного обладнання.

Зберігання харчових продуктів на сьогодні є дуже важливою проблемою. Сучасне міське населення потребує великої кількості харчових продуктів, які виробляються й обробляються у віддалених сільських районах. Природно, ці продукти необхідно зберегти під час перевезення й наступного тривалого зберігання. Воно може тривати від годин, днів, тижнів, місяців, до років. Багато продуктів, зокрема фрукти й овочі, відрізняються сезонним характером, тому що ростуть тільки в певну пору року. Необхідно передбачити відповідне зберігання для цілорічного постачання їх населенню.

Питання збереження харчових продуктів із давніх часів є найважливішою проблемою. Майже із самого початку існування людства проводився пошук способів збереження продуктів у сезони достатку для того, щоб вижити в періоди їх нестачі. Природно, що людина знайшла й розвила такі способи збереження продуктів, як сушіння, копчення, маринування й засолювання, хоча причини псування були ще невідомі. Ці досить прості способи усе ще широко використовуються на сьогодні не тільки відсталими суспільствами, що не мають інших засобів, але й високорозвиненими, у яких вони доповнюють більш сучасні способи збереження харчових продуктів. Наприклад, мільйони кілограмів зневоднених (сушених) фруктів, молока, яєць, риби, м'яса, картоплі тощо споживаються щорічно разом із копченими, маринованими й солоними продуктами, такими, як окіст, бекон, ковбаса та ін.. Незважаючи на те, що ці старі способи придатні для збереження деяких видів харчових продуктів і завдяки ним створюються незвичайні і смачні продукти, вони мають деякі недоліки, які обмежують їхнє застосування. У результаті такої обробки зовнішній вигляд і смак продуктів часто різко змінюються, що в багатьох випадках робить їх непридатними, і тому ці способи не можна вважати універсальними. Крім того, збереження якості продуктів, оброблених таким чином, обмежено в часі. Якщо продукт повинен бути

збережений протягом невизначеного або тривалого часу, необхідно використовувати інші способи.

Винахід мікроскопа й наступне виявлення мікроорганізмів як основної причини псування продуктів привело до розвитку консервування ще на початку ХІХ століття. Винахід консервування дав можливість зберігати продукти протягом тривалого часу. Перевагою консервованих продуктів є майже повна відсутність псування, легкість обробки, зручність перевезення й зберігання. На сьогодні консервування посідає перше місце серед всіх інших способів збереження продуктів. Головний недолік полягає в тому, що консервовані продукти повинні бути піддані стерилізації, у результаті чого вони зазнають теплової обробки. Тому, хоча консервовані продукти мають своєрідний і приємний смак, вони значно відрізняються від свіжих.

Єдиним способом збереження продукту в первісному стані є його охолодження. Це, звичайно, принципова перевага холоду над усіма іншими способами збереження продуктів. Охолодження проте теж має певні недоліки. Наприклад, коли продукт зберігається за допомогою холоду, процес охолодження повинен бути початий відразу після збирання врожаю або забою худоби чи птиці. Причому він повинен тривати до споживання продуктів. Для цього потрібно відносно дороге й громіздке обладнання, що в багатьох випадках незручно й неекономічно.

Очевидно, немає жодного способу, що був би оптимальним у всіх випадках. Вибір способу залежить від низки факторів, наприклад, виду продукту, тривалості його зберігання, наявності транспортних засобів і обладнання для зберігання. Дуже часто для одержання необхідних результатів потрібне застосування декількох способів одночасно.

Холодильне зберігання продуктів. Під зберіганням швидкопсувних продуктів за допомогою холоду розуміється використання низької температури для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів і ферментів, що викликають псування. Низькі температури не руйнують збудників псування настільки ефективно, як високі, проте зберігання швидкопсувних продуктів за низької температури значно знижує активність ферментів і мікроорганізмів, створюючи тим самим практичну можливість збереження продуктів у свіжому стані протягом тривалого часу. Вибір температури для зберігання продуктів залежить від виду продукту й тривалості його зберігання.

Продукти, що зберігаються, можуть бути розділені на дві категорії: продукти, які перебувають в «живому» стані; продукти, які перебувають в «неживому» стані. «Неживі» продукти, наприклад, м'ясо, птиця і риба більше сприятливі до мікробного обсіменіння й псування, чим «живі», і звичайно вимагають більш суворого режимів зберігання.

Під час зберігання «неживих» продуктів проблема полягає в захисті мертвої тканини від гниття як ферментного, так і мікробного характеру. Життєва активність інших продуктів, наприклад, фруктів і овочів, є значним захистом проти бактеріальної інвазії, і проблема полягає в основному в збереженні продуктів в «живому» стані, зменшенні природної активності ферментів із метою уповільнення процесів дозрівання.

Овочі й фрукти після збирання настільки ж активні, як і в період росту. До збирання вони безупинно живляться від зростаючої рослини. Потім коли припиняється природне живлення, процес життєдіяльності триває за рахунок споживання накопичених живильних речовин. Це викликає зміни в овочі або фрукті, у результаті яких починається розкладання й повний розпад продукту. Основна мета холодильного зберігання таких продуктів полягає в уповільненні процесів життєдіяльності за допомогою пригнічення ферментної активності, що дозволяє зберігати продукти більш тривалий час.

Активність природних ферментів негативно позначається також на продуктах тваринного походження. Найбільш небажана дія ферментів, які каталізують гідроліз і окиснювання, пов'язані з розкладанням тваринного жиру. Прогірклість є основним чинником, що обмежує термін зберігання продуктів тваринного походження в замороженому й не замороженому станах. Прогірклість обумовлена окиснюванням тваринного жиру, тому що деякі його види менш стійкі, то термін зберігання цих продуктів залежить частково від складу жиру. Наприклад, через відносну стійкість яловичого жиру термін зберігання в яловичини значно довше, ніж у свинини або риби.

Процеси окиснювання й гідролізу регулюються за рахунок зменшення активності природних ферментів за допомогою охолодження. Швидкість окиснювання ще більше знижується в разі впакування продуктів тваринного походження в газонепроникну упаковку, що запобігає надходженню повітря (кисню) до поверхні продукту. Непрактичне зберігання фруктів і овочів у газонепроникному впакуванні в незамороженому стані. Це «живі» продукти, і таке впакування викличе їхнє псування. «Мертві» фрукти й овочі розкладаються дуже швидко.

Можна стверджувати, що за низьких температур забезпечується більш тривалий термін зберігання харчових продуктів.

Класифікація холодильного зберігання. Холодильне зберігання можна розділити на короткочасне, тривале, низькотемпературне. Під час короткочасного й тривалого продукт охолоджується й зберігається за температури вище точки його заморожування, а за низькотемпературного зберігання продукт заморожується й зберігається за температури від -12 до -23°C , але найчастіше за -18°C .

Короткочасне зберігання звичайно застосовується на торговельних підприємствах, де здійснюється швидкий збут продуктів. Тривалість зберігання залежно від продукту коливається від 1 або 2 днів до 1 тижня і рідко триває більше 15 днів.

Тривале зберігання звичайно практикується в промислових холодильниках. Тривалість залежить від виду продукту і його стану під час надходження на зберігання. Максимальний період тривалого зберігання становить 7...10 днів для швидкопсувних продуктів, наприклад зрілих помідорів, і 6...8 місяців для інших, більш стійких до псування продуктів, наприклад, цибулі, копченого м'яса. Коли необхідно зберігати швидкопсувні продукти більш тривалий час, вони повинні бути заморожені й поміщені на низькотемпературне зберігання. Деякі свіжі

продукти не направляються на низькотемпературне зберігання, тому що вони ушкоджуються в процесі заморожування, наприклад помідори. За необхідності тривалого зберігання таких продуктів варто застосовувати інші способи.

Низькотемпературне зберігання. Підтримання точної температури під час низькотемпературного зберігання не є визначальним чинником, якщо вона досить низка й постійна. Для короткочасного зберігання звичайно досить -18°C , але оптимальна температура для тривалого зберігання оптових запасів продуктів – це -21°C . Під час зберігання продуктів із нестійким жиром (який окиснюється, з вільними жирними кислотами) температура повинна бути -24°C або нижче для забезпечення максимального терміну.

Під час зберігання продуктів за температури вище -29°C , що є нормальною умовою, температура в камері зберігання повинна бути постійною з коливаннями не більше $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Значні коливання температури зберігання викликають поперемінне розморожування й заморожування продукту, у результаті чого збільшуються розміри кристалів льоду з одночасним ушкодженням кліток, як за повільного заморожування.

Багато пакувальних матеріалів не забезпечують повного захисту від усушки, у зв'язку із чим відносна вологість повинна підтримуватися на високому рівні (85...90%) у низькотемпературних камерах, особливо за тривалого зберігання.

Надто важливо також правильно розташовувати продукти, для того щоб забезпечити достатню циркуляцію повітря біля продукту. Дуже важливо зберегти достатній повітряний простір між продуктом і стінами камери схову, що не тільки сприяє циркуляції повітря біля продукту, але й виключає можливість поглинання продуктом тепла від стін.

Умови зберігання. Оптимальні умови під час короткочасного або тривалого зберігання залежать від природи кожного окремого продукту, терміну зберігання, чи перебуває він в упакованому або неупакованому вигляді. Взагалі, умови, необхідні для короткочасного зберігання, більше гнучкі, ніж для тривалого, і звичайно продукти можна зберігати за більш високої температури. Умови, що рекомендуються для короткочасного й тривалого зберігання, приблизний термін зберігання різних продуктів і інших характеристик наведені в таблицях. Більш високу температуру застосовують під час змішаного зберігання з метою запобігти ушкодженню схильних до захворювань продуктів, коли вони зберігаються при температурах нижче їхньої критичної температури. Більш висока температура скорочує термін зберігання деяких продуктів, проте це є серйозною проблемою.

У разі необхідності тривалого зберігання в більшості розподільних (оптових) і виробничих холодильників є холодильні камери для роздільного зберігання продуктів. Загальноприйнятою практикою під час змішаного зберігання є угруповання різних продуктів, що вимагають приблизно однакових умов.

Інша проблема, пов'язана зі змішаним зберіганням, полягає в поглинанні продуктами сторонніх запахів. Деякі продукти поглинають або виділяють запахи під час зберігання. Необхідно уникати спільного зберігання таких

продуктів навіть протягом короткого часу. Зокрема, молочні продукти дуже чутливі до запахів інших продуктів, що зберігаються разом із ними. Картопля виділяє найбільшу кількість неприємних запахів, і її не можна зберігати із фруктами, яйцями, молочними продуктами або горіхами.

Стан продукту під час закладання на зберігання є найважливішим чинником, що визначає термін зберігання в охолодженому стані. Охолодження припиняє або сповільнює природні процеси псування. На зберігання необхідно закладати овочі й фрукти тільки високої якості. Ушкоджені овочі й фрукти (особливо з ушкодженням шкірки) значною мірою втрачають свій природний захист від впливу мікроорганізмів, у результаті чого псуються. Дозрівання овочів і фруктів триває й після збирання. Тому їх необхідно збирати до повного дозрівання. Термін зберігання повністю дозрілих, але ушкоджених овочів і фруктів надзвичайно короткий навіть за оптимальних умов зберігання. Такі продукти треба направляти в торговельну мережу для запобігання надлишковим економічним втратам. Харчові продукти починають псуватися негайно після збирання врожаю або забою, і тому необхідно вживати негайних заходів для їхнього збереження. Максимальний термін зберігання з мінімальним погіршенням якості забезпечується при можливо більш швидкому охолодженні продукту до температури зберігання. Якщо необхідно перевозити продукти на значну відстань до місця зберігання, то необхідно попередньо їх остудити й перевозити холодильним транспортом.

Розглянуті вище процеси охолодження й заморожування продуктів є підготовчими етапами до холодильного зберігання – періоду, коли продукти після охолодження або заморожування перебувають у сховищі за температури, до якої були доведені. Зберігають продукти в тих же приміщеннях, де їх охолоджували (заморожували), або направляють у спеціальні холодильні камери (сховища).

Для кожного продукту встановлені оптимальні температурні режими зберігання: зі збільшенням термінів зберігання повинна підтримуватися більш низька температура. Граничним називається такий термін зберігання за даною температурою, після закінчення якого в продуктах з'являються сторонні запахи, погіршуються колір і зовнішній вигляд.

Під час зберігання швидкопсувних продуктів потрібно дотримуватися обов'язкових умов: доброякісність продуктів, відповідність їх ДСТУ, чистота камер (періодична дезінфекція й прибирання), сталість (у припустимих межах) заданих температур, відносна вологість й швидкість циркуляції повітря.

Під час зберігання в холодильних камерах із продуктів випаровується волога, що приводить до їхньої усушки, тобто зниження маси й погіршення якості. Для зменшення усушки, яка викликана надходженням у камери зовнішнього тепла, застосовують високоефективну теплову ізоляцію огорожень, теплозахисну повітряну оболонку в зовнішніх стінах камер, а також більш щільне укладання продуктів або штучне зволоження повітря (за повітряного охолодження).

Умови зберігання охолоджених, переохолоджених, підморожених і заморожених продуктів різні.

Зберігання охолоджених продуктів. Терміни зберігання продуктів в охолодженому стані значною мірою залежать від їхніх властивостей і від температури, що встановлюється звичайно в інтервалі від $-1,5$ до 10°C .

Протягом усього періоду зберігання повинна підтримуватися постійна температура повітря, тому що її коливання приводять до конденсації вологи на поверхні продуктів і створення умов, сприятливих для розвитку цвілі й мікроорганізмів.

Продукти найчастіше розміщують штабелями з дотриманням відступів від огорожень і обладнання камер і зазорів для вентиляції. Тара з дерева, пластмаси, картону повинна сприяти циркуляції повітря, швидкому відведенню тепла від продукту. Використання різного типу піддонів і контейнерів дозволяє механізувати вантажно-розвантажувальні й транспортно-складські роботи.

Режими зберігання продуктів вибираються відповідно до рекомендацій Міжнародного інституту холоду (МІХ). Так, за 4°C термін зберігання яловичини в тушах (без упакування) становить 10...15 днів, за $-1,5^{\circ}\text{C}$ 3...5 тижнів. Відносна вологість повітря в камерах для зберігання охолодженого м'яса повинна бути 85...95%, для рибопродуктів – приблизно 100% (для солоних рибопродуктів припустима вологість 75...90%, для сушених, без захисного впакування – близько 50%).

Зберігання переохолоджених і підморожених продуктів. Переохолоджені й підморожені продукти можуть зберігатися довше охолоджених. Так, наприклад, терміни зберігання підмороженого м'яса подовжуються в середньому в два рази. Підморожене м'ясо, що зберігалось протягом місяця за $-2...-3^{\circ}\text{C}$ у штабелях висотою 1,5 м, мало чим відрізняється від охолодженого.

Підморожування доцільно вести до середньооб'ємної температури $-1,2^{\circ}\text{C}$. Підморожений шар 4 см, який утворюється при цьому, забезпечує можливість транспортування й зберігання напівтуш у штабелях.

Рибу підморожують до температури в товщі від 0 до -1°C , а в підмороженому шарі – від -3 до -5°C . Підморожену рибу, упаковану в ящики, зберігають або транспортують за $-2...-3^{\circ}\text{C}$.

Підморожене м'ясо всіх видів (у штабелях або підвішене) зберігають за -2°C не більше 20 діб, з огляду на тривалість транспортування. Курячі яйця переохолоджують і зберігають за $-2...-2,5^{\circ}\text{C}$, і далі знижувати температуру не треба.

За даними МІХ терміни зберігання підморожених курчат ($t=-2^{\circ}\text{C}$) у проникній плівці становлять 3...4 тижнів, а в аналогічних умовах за $+4^{\circ}\text{C}$ – один тиждень.

Зберігання заморожених продуктів. Під час зберігання заморожених продуктів підтримується досить низька температура, за якої деякі

ферментативні процеси істотно загальмовуються, життєдіяльність мікрофлори припиняється. Немає потреби для збільшення тривалості зберігання застосовувати різні засоби (наприклад, регульоване газове середовище тощо) й найчастіше використовується головний фактор – температура. Міжнародний інститут холоду рекомендує зберігати заморожені продукти за температури не вище -12°C і відносної вологості повітря не менше 95%. Від температурних режимів залежать припустимі терміни зберігання. Так, птиця за -12°C може зберігатися 3 місяці, за -18°C – від 6 до 8 місяців.

Відповідно до вимог технологічних інструкцій із охолодження, заморожування, розморожування й зберігання продуктів на підприємствах м'ясної промисловості в камерах допускається помірна циркуляція повітря (0,2...0,3 м/с). Для збільшення термінів зберігання м'яса передбачене застосування більш низьких температур (-25°C).

Морожену рибу зберігають за $-18...-30^{\circ}\text{C}$, жирні сорти риби – за $-30...-35^{\circ}\text{C}$. Тривалість зберігання в трюмах і камерах риби, замороженої в повітрі за $-15...-20^{\circ}\text{C}$, становить для осетрових і лососевих 3...8 місяців, частикових і тріскових 7...9, сельдевих 2...5 місяців.

Морозиво зберігають за -20°C ; припустимі терміни зберігання становлять для більшості сортів від одного (молочне вагове) до трьох (пломбір ваговий без наповнювача) місяців. У торговельній мережі морозиво дозволяється зберігати за температури не вище -12°C .

Заморожені продукти зберігають у щільних стійких штабелях із застосуванням піддонів, у тому числі стійкових, а також в упакованому вигляді.

Розморожування харчових продуктів (дефростація) застосовується для певної категорії продуктів (яйця, фрукти, овочі, банкові консерви та ін.), щоб вони, потрапляючи з холодного середовища в тепле, не запотівали, тобто щоб на них не конденсувалася волога з повітря, що є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Для деяких продуктів (вершкового масла, сметани, виробів із риби) волога, що конденсується на їхній поверхні, нешкідлива.

Розморожування здійснюється в спеціальних камерах із посиленою циркуляцією повітря, яке кондиціонується – дефростерах – протягом 30...40 годин. При цьому температура повітря в дефростері підтримується на $2...3^{\circ}\text{C}$ вище температури продуктів, а вологість – на рівні 80%. Кінцева температура розморожування залежить від температури й вологості зовнішнього повітря: якщо повітря сухе (відносна вологість 40...50%), то ця температура повинна бути нижче його температури на $4...5^{\circ}\text{C}$, якщо вологе – на $2...3^{\circ}\text{C}$.

Розморожування продуктів проводять перед уживанням або переробкою для повернення продукту в стан, близький до вихідного, який він мав перед заморожуванням, при цьому кристали льоду в продукті перетворюються на рідину.

Існує два методи розморожування продуктів: поверхневе й внутрішнє нагрівання. В разі поверхневого нагрівання енергія для відтавання надходить від поверхні продукту, а як носії тепла використовують повітря, пароповітряні суміші, рідини (воду, розсіл). Під час внутрішнього нагрівання теплова енергія

виділяється усередині продукту, при цьому для одержання тепла використовують електричний струм високої частоти, інфрачервоні промені й ультразвук.

У повітрі розморожуються майже всі продукти. Камеру, де відбувається розморожування, обладнують кондиціонерами або калориферами й системою повітряних каналів. Температуру циркулюючого повітря поступово збільшують, підтримуючи її постійно на 5...6°C вище температури продукту, який розморожується. Розморожування закінчується, коли температура в товщі продукту дорівнює 0°C.

У воді продукти розморожують шляхом занурення (наприклад, м'ясо, птицю, рибу) або зрошенням. Під час розморожування у воді скорочується тривалість процесу, й виключається втрата маси внаслідок випару вологи.

Методи внутрішнього нагрівання пов'язані з більшими енергетичними витратами, чим розморожування в повітрі або у воді, але дуже прості, гігієнічні й технологічні, вони знаходять застосування в основному для розморожування, розігрівання й приготування кулінарних виробів.

3. Класифікація холодильного обладнання

Для зручності вивчення холодильне обладнання поділяють на шість загальних типів: побутове, торговельне, промислове, морське, холодильний транспорт, обладнання для кондиціонування повітря.

Побутове холодильне обладнання обмежується переважно домашніми холодильниками, морозильниками та холодильниками-морозильниками. Проте внаслідок великої кількості працюючих агрегатів побутове холодильне обладнання складає значну частину холодильної промисловості.

Побутові агрегати звичайно невеликого розміру з номінальною потужністю від 35 до 375 Вт. Це обладнання герметичного типу.

Торговельне холодильне обладнання. Передбачається конструювання, монтаж й обслуговування агрегатів, використовуваних у магазинах, ресторанах, готелях і інших підприємствах для зберігання, демонстрації, обробки й продажу всіх видів швидкопсувних продуктів.

Промислове холодильне обладнання часто плутають із торговельним, тому що немає його чіткого розподілу. Як правило, промислове обладнання більше торговельного, і потребує постійної присутності інженера з експлуатації. Промислове обладнання застосовується на заводах із виробництва льоду, великих підприємствах із переробки продуктів (м'яса, риби, птиці, заморожених продуктів і тощо), на пивоварних підприємствах, молокозаводах, а також на промислових підприємствах, наприклад, нафтопереробних і хімічних заводах, на заводах із виробництва гумовотехнічних виробів та ін. Промислове холодильне обладнання використовується також у будівельній промисловості.

Морське холодильне обладнання можна віднести частково до групи торговельного й частково до групи промислового обладнання. Проте спеціалізація в цих областях досягла такого розвитку, що вимагає особливого розгляду.

Морське холодильне обладнання звичайно включає обладнання на борту морських суден, наприклад, на рибальських судах, суднах, що транспортують швидкопсувні продукти, а також холодильне обладнання для зберігання продуктів на судах всіх типів.

Холодильний транспорт включає обладнання авторефрижераторного транспорту для далеких і місцевих перевезень, а також холодильного залізничного транспорту.

Обладнання для кондиціонування повітря регулює стан повітря в певному обмеженому просторі, включаючи не тільки температуру, але й вологість, циркуляцію, фільтрацію й очищення повітря.

Обладнання для кондиціонування повітря поділяється на два типи залежно від призначення, тобто для комфортного або промислового кондиціонування. Комфортне кондиціонування повітря – це кондиціонування з метою створення комфортних умов для організму людини, наприклад, у житлових будинках, школах, конторах, готелях, магазинах, громадських будівлях, на фабриках і заводах, в автомобілях, автобусах, поїздах, літаках, на судах і тощо.

Кондиціонування повітря, що не призначене для створення комфортних умов, називається промисловим кондиціонуванням, або технологічним. Це не означає, що воно не може також служити для створення комфортних умов.