



ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технологій тваринництва та продовольства
Кафедра харчових технологій

ПРЕЗЕНТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**КРІОГЕННІ ТЕХНОЛОГІЇ У
ХАРЧОВИХ ГАЛУЗЯХ**

РОЗРОБНИК

д.т.н., професор Валерій СУКМАНОВ

Полтава – 2023 рік



Короткий опис дисципліни

Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр

Загальна кількість годин – 120 годин (4,0 кредити)

лекцій – 16 годин,

практичних – 24 години

Самостійна робота – 80 годин

Вид контролю – залік

Кріогенна техніка та технологія, або як її інакше називають кріогеніка (з грецької *krýos* – холод, *-genes* – породження) – наука про одержання (кріогенна техніка) та використання (кріогенна технологія) низьких температур. Об'єктом її дослідження є кріогенні системи. Кріогенною системою називають групу компонентів, що взаємодіють між собою та перебувають при кріогенних температурах.

Розвиток кріогенних технологій розпочався у 1823 році, коли Майкл Фарадей (Англія) довів можливість зрідження деяких газів (SO_2 , аміак та ін.). На сьогодні кріогенні технології використовуються майже у всіх галузях господарства всіх промислово розвинених країн світу.

У харчових галузях кріогенні технології застосовують для вирішення наступних завдань:

- швидкого заморожування продуктів;
- кріоподрібнення;
- сублімаційне висушування;
- кріогрануляція.

Технології кріообробки харчових продуктів відповідають найвищим вимогам екологічної чистоти, мають бактерицидний ефект, а сам технологічний процес є безінерційним і легко регульованим завдяки тому, що подрібнені частинки компонентів продукту знаходяться на етапі обробки в дисперсному сипучому стані за відсутності їх агрегації.

Кріоподрібнення (кріосепарації)

Існує два напрями кріорозділу:

багатостадійне подрібнення, включаючи використання процесів високого тиску та використання кріоподрібнення та

кріорозділення компонентів за аналогією з комплексом технологічних схем збагачення рудних матеріалів. Вважається, що підвищення температур кріоподрібнення від кріогенних, до близько криоскопічних різко підвищує конкурентоспроможність способу кріоподрібнення порівняно з усіма відомими способами.

Криорозподіл сировини біологічного походження в електричному полі.

Існують такі **способи кріоелектросепарації**: діелектричний поділ в електричному полі, трибоелектростатичний поділ, поділ у полі коронного розряду, трибоадгезійний поділ, флюїдизаційно-електростатичний поділ, піроелектричний поділ. Вплив на поділ сировини в електростатичному полі мають такі фактори: електрофізичні властивості компонентів сировини, характеристика навколишнього середовища, величина зарядів, що купуються, розміри, форма і щільність частинок, напруженість поля.

Кріогенні методи заморожування

Заморожування в рідкому азоті

У даній технології азот використовується як холодоагент. У рідкому стані він безбарвний, нетоксичний, тому при заморожуванні продуктів може використовуватись при безпосередньому контакті з харчовим продуктом. Основною перевагою є те, що він має надзвичайно низьку температуру кипіння (температура кипіння $-195,8$ °C) у контакті харчового продукту і холодоагентом не відбувається жодних реакцій, термін зберігання значно збільшується через утворення нейтральної атмосфери азоту, не містить бактерій. Рідкий азот легко транспортується, що забезпечує використання рідкого азоту як додаткового джерела холоду при сезонному консервуванні харчових продуктів, що легко псуються.

Кріогенні методи заморожування

Заморожування в гранульованому діоксиді вуглецю

При швидкому заморожуванні харчових продуктів твердою фазою діоксиду вуглецю (CO_2) утворюється снігова шуба. Сухий сніг як холодоносіє стерильний, не має запаху та смаку, пригнічує розвиток мікроорганізмів, не допускає контакту кисню повітря з продуктами. Використання гранульованого діоксиду вуглецю є перспективним, оскільки його можна застосовувати як для упакованих харчових продуктів, так і для плодів, нарізаних овочів, при цьому температура заморожування в інтервалі від -18 до -79 °C залежно від продукту. При поглинанні CO_2 поверхнею продукту утворюється вугільна кислота H_2CO_3 , яка при розморожуванні та подальшій тепловій обробці випаровується, але якості продукту не погіршується. Швидкість заморожування залежить від фізико-хімічних характеристик овочів та упаковки, від масового коефіцієнта, способу контакту з гранулами та прийнятої технологічної температури заморожування.

Кріогенні методи заморожування

Кріоконсервування

Дана технологія має наступні відмінності:

- процес кріоконсервування відбувається при нижчій температурі середовища, що заморожує, звичайне заморожування здійснюється при температурі, як правило, не нижче -18°C ;
- використання як заморожувального середовища діоксиду вуглецю, азоту або інших холодоагентів, у той час як звичайне заморожування здійснюють завдяки простому конвективному або кондуктивному теплообміну з повітрям або розсалом;

- більш інтенсивний процес заморозки продукту з метою утворення дрібних кристалів у міжтканинному просторі продукту. Процес заморожування супроводжується утворенням кристалів льоду у товщі продукту. Для збереження якості продукту необхідно забезпечити режим заморозки із заснуванням дрібних кристалів льоду. Чим вище швидкість заморожування і що нижча його температура, тим менше кристали, відповідно, тим менше пошкоджень тканин, що відповідає високій якості продукту. При утворенні дрібних кристалів у процесі кріоконсервування у міжтканинному просторі продукту не ушкоджується його тканина. Завдяки цьому відзначається більш висока якість продукту, замороженого кріогенним шляхом, порівняно з продуктом, замороженого звичайним способом, що виражається у його найкращих органолептичних, фізикохімічних, біологічних та інших показниках.

Кріоподрібнення

Кріоподрібнення - технологічний процес, при якому подрібнюється сушена рослинна сировина, заморожена при низьких - від -100 до -190 °C температурах і це дає можливість запобігати процесам окиснення, спікання і карамелізації частинок і відокремлювати ті, що перебувають у пов'язаному з білками молекул БАР для повної людини. .|

Сублімаційне сушіння

Сублімаційною називається такий тип сушіння продуктів, при якому свіжозаморожені продукти піддаються сухому видаленню льоду (перетворення на пару минаючи фазу води) у вакуумному середовищі. Таким чином, всі корисні речовини, такі як вітаміни, ферменти та екстраактивні речовини, залишаються в продуктах, вони зберігають не тільки свій колір, але й смак з ароматом.

Сублімаційне сушіння також називається ліофілізацією або сублімацією. Цей процес широко застосовується у харчовій галузі промисловості, а й у фармацевтиці для сушіння вакцин і біологічно активних добавок. Використання сублімаційного сушіння у виробництві підвищує вартість готового продукту на виході майже в десять разів у порівнянні зі звичайними методами.

Принцип роботи сублимаційного вакуумного сушіння

Сублимаційне сушіння - це найбільш сучасний і досконалий спосіб сушіння продуктів. Незважаючи на те, що він був відкритий ще на початку ХХ століття, широке застосування він отримав тільки відносно недавно у зв'язку з високою вартістю обладнання. Суть методу полягає в тому, що при низькому атмосферному тиску (поріг «потрійна точка» з розрахунку для води при $0,01^{\circ}\text{C}$ тиск $611,657\text{ Па}$) вода існує тільки в твердому та газоподібному агрегатному стані, таким чином за цих умов можна лід перевести в пар безпосередньо без перекладу їх у рідину. При **ліофілізації** заморожені продукти в умовах вакууму нагріваються до 0°C , таким чином крига випаровується, а всі вітаміни та інші корисні речовини залишаються у продуктах.

Етапи процесу сублімаційного сушіння

Етап 1. Підготовка продуктів. На даному етапі необхідно провести первинну підготовку продуктів, що піддаються сушінню, а саме очистити і дезінфекційувати їх і при необхідності нарізати, після чого завантажити лоток з підготовленими продуктами в камеру сушіння.

Етап 2. Заморожування. На стадії заморожування створюється вакуум у камері та відбувається охолодження продуктів до температури їх затвердіння. Чим якісніше буде заморозка (враховується швидкість і глибина проморожування), тим дрібнішими вийдуть кристали льоду в продуктах, і тим швидше вони після цього перетворюються на пару.

Етап 3. Сублімування. Цей етап передбачає найголовніше – повільне нагрівання заморожених продуктів до точки переходу льоду в пар, тобто безпосередньо процес сушіння продукції. Після видалення води висушену продукцію потрібно помістити в герметичну упаковку щонайменше на двадцять годин.

Обладнання для сублимаційної сушки харчових продуктів



Обладнання для ліофільної сушки харчових продуктів

