

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових наук, нутриціології та
управління якістю



XIV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ

«Наукові здобутки у вирішенні актуальних
проблем виробництва та переробки сировини,
стандартизації і безпеки продовольства»

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

за підсумками
XIV Міжнародної науково-практичної
конференції вчених, аспірантів і студентів

КИЇВ – 2026

УДК 664.045-2

Чорненький В.В., аспірант

Шутюк В.В., д.т.н, доцент

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Василів В.П., к.т.н, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

КОНТРОЛЬОВАНІ ПРОЦЕСИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБРОБЛЕННЯ ПРОДУКТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКУ

Продукти рослинного походження є складними багатокомпонентними системами з високою масовою часткою вологи, що обумовлює їх чутливість до процесів заморожування та розморожування. Утворення кристалів льоду супроводжується зміною об'єму води, підвищенням осмотичного тиску та механічним навантаженням на клітинні структури, що призводить до їх руйнування та погіршення якості після дефростації.

Ключовими факторами, що визначають ефективність процесу заморожування, є швидкість охолодження та характер протікання фазових переходів. Повільне заморожування сприяє формуванню великих кристалів льоду, тоді як надшвидке охолодження може викликати внутрішні механічні напруження та мікропошкодження клітинних структур.

Особливого значення набуває контроль фазових переходів у температурному діапазоні, близькому до криоскопічної точки продукту, яка є індивідуальною для кожного виду рослинної сировини та визначається її хімічним складом. Саме в цій зоні відбувається інтенсивне кристалоутворення, що визначає морфологію льоду та ступінь пошкодження клітинних структур.

З фізичної точки зору, керування процесами нуклеації та росту кристалів льоду, а також інтенсифікація тепломасообмінних явищ у критичному температурному інтервалі дозволяють цілеспрямовано формувати мікроструктуру замороженого продукту.

При цьому важливим є забезпечення керованості фазових переходів як на стадії заморожування, так і під час розморожування, оскільки неконтрольоване проходження цього температурного інтервалу в обох напрямках призводить до перекристалізації, укрупнення кристалів льоду та деградації структури продукту.

У зв'язку з цим доцільним є застосування контрольованих режимів заморожування та розморожування, які забезпечують формування дрібнодисперсної та рівномірно розподіленої кристалічної структури льоду.

У рамках досліджень розроблено лабораторну установку ультразвукового впливу з регульованою частотою 22–40 кГц, змінною амплітудою та можливістю роботи в імпульсному режимі. Застосування ультразвуку дозволяє інтенсифікувати тепло- і масоперенесення та впливати на процес кристалоутворення за рахунок акустичної кавітації.

Експериментально встановлено, що у досліджуваних зразках рослинної сировини (яблука, морква, солодкий перець) застосування ультразвуку під час заморожування сприяє:

- зменшенню середнього розміру кристалів льоду приблизно на 25–40 %;
- скороченню тривалості процесу заморожування на 20–30 %;
- підвищенню однорідності кристалічної структури продукту.

При цьому найбільш виражений ефект спостерігався у зразках із високим вмістом вологи та розвиненою клітинною структурою, що обумовлює їх підвищену чутливість до процесів фазових переходів.

На стадії розморожування встановлено, що ультразвуковий вплив дозволяє:

- зменшити втрати клітинного соку (drip loss) на 15–25 %;
- знизити інтенсивність перекристалізації льоду;
- забезпечити більш рівномірний розподіл температури в об'ємі продукту.

Висновки

Встановлено, що якість продуктів рослинного походження після заморожування визначається характером перебігу фазових переходів у діапазоні, близькому до криоскопічної точки, де формується мікроструктура льоду та рівень пошкодження клітин.

Обґрунтовано ефективність застосування ультразвукового впливу як інструменту керування процесами нуклеації та росту кристалів льоду за рахунок інтенсифікації тепломасообміну та явищ акустичної кавітації.

Експериментально підтверджено, що ультразвук сприяє зменшенню розміру кристалів льоду на 25–40 %, скороченню тривалості заморожування на 20–30 % та підвищенню однорідності структури продукту.

Встановлено, що під час розморожування ультразвуковий вплив знижує втрати клітинного соку на 15–25 %, обмежує перекристалізацію та забезпечує більш рівномірний температурний розподіл.

Показано, що поєднання контрольованих режимів заморожування та розморожування з ультразвуковим впливом є перспективним напрямом створення енергоефективних технологій кріоброблення з підвищеними показниками якості продукції.