

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ДЕФРОСТАЦІЇ ЗАМОРОЖЕНОГО ОВОЧЕВОГО НАПІВФАБРИКАТУ

Заморожування є одним з найбільш ефективних методів консервування харчових продуктів, при якому найбільш повно зберігається їх харчова цінність та смакові властивості. Якість таких харчових продуктів залежить не тільки від параметрів заморожування, а й розморожування, метою якого є досягнення технологічної зворотності заморожування, тобто відновлення тих властивостей, які визначають вихідні властивості продукту. Домогтися ідеальної зворотності практично неможливо, тому що при заморожуванні частина волокон і клітин травмується кристалами льоду, що призводить до зниження вологоутримуючої здатності продукту. Крім того, низькі температури і біохімічні процеси, що відбуваються в продуктах при зберіганні, призводять до коагуляції білків і послаблюють здатність клітин і тканин до набухання. В силу зазначених причин з розморожених продуктів виділяється деяка частина клітинної рідини. Втрати рідини супроводжуються втратою продуктом поживних речовин і мінеральних солей.

Об'єктом дослідження було обрано овочевий напівфабрикат для перших страв, підсушений до видалення вологи у кількості – 5% (підсушування 0,95); 15% (підсушування 0,85); 30% (підсушування 0,70) від початкового її вмісту. Після чого досліджувані зразки були заморожені до $t = -20^{\circ}\text{C}$ і закладені на зберігання при $t = -18 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Процес розморожування здійснювали за допомогою низькотемпературного калориметра з використанням пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора, який дозволяє зменшити величину і тривалість відхилення температури зразка від заданої температури. Задана температура розморожування була обрана в якості опорної виходячи з експериментальних даних, отриманих у результаті заморожування зразків овочевого напівфабрикату.

Розморожування проводили при змінній температурі навколишнього середовища та розраховували кількість теплоти, витраченої на кожному етапі цього процесу. Це дало можливість визначити режими ступінчастого нагрівання зразків, які дозволять відстежити характер температури нагрівання, що практично збігається з температурою зразка при заморожуванні, тобто здійснити термічну зворотність процесу заморожування-розморожування.

Виходячи з отриманих результатів аналізу режимів розморожування зразків овочевого напівфабрикату, необхідно відзначити, що найбільша тривалість характерна для I етапу

розморожування, коли температура на вході калориметра становить – 10...–14° С, найменша – для III етапу, при цьому $t_{\text{входу}} = +22...+25^{\circ} \text{C}$ (табл.).

Таблиця

Режими ступінчастого розморожування напівфабрикату борщової заправки

Режим підсушування		I етап	II етап	III етап
0,95	t, °C	–10	7	22
	τ , с	1130	760	210
0,85	t, °C	–12	10	24
	τ , с	760	500	320
0,70	t, °C	–14	15	25
	τ , с	1000	540	210

Очевидно, це пов'язано з тим, що заморожування проводили при $t = \text{const}$, і температурний натиск визначався в основному теплофізичними властивостями сировини. Виходячи з другого початку термодинаміки, здійснити зворотний процес при $t = \text{const}$ певно неможливо. Це пояснюється тим, що теплофізичні властивості сировини, яка зберігалася при від'ємних температурах, змінилися. Тому експериментальна установка «відпрацьовувала» величину температури навколишнього середовища таким чином, щоб кінетики температур заморожування-розморожування співпали. Наявність трьох ступенів свідчить про фазові переходи води та зміну теплофізичних властивостей сировини поблизу цих переходів.

Було проведено експериментальну перевірку ступінчастого режиму розморожування. Визначено, що отриманий ступінчастий режим дозволяє максимально наблизити до термічної зворотності: уникнути в кінетиці температур гістерезису процесів заморожування-розморожування.

Визначено, що на проведення процесу розморожування зразків необхідно в 2...2,5 рази більше теплоти, ніж виділяється при заморожуванні. Встановлена пряма залежність виділеної та витраченої кількості теплоти від режиму підсушування, якому попередньо піддавалися зразки. Так, чим більше вологи видалено з продукту, тим менше теплоти необхідно затратити на його розморожування. Аналогічна залежність характерна і для процесу заморожування.