

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗАМОРОЖУВАННЯ-РОЗМОРОЖУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСНИХ СИСТЕМ

Янчева М.О., д-р техн. наук, проф.

Онищенко В.М., канд. техн. наук, доц.

Гринченко Н.Г., д-р техн. наук, доц.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Вплив заморожування-розморожування на властивості біологічних об'єктів та харчових систем досліджено у великій кількості експериментальних робіт і аналітичних оглядів. Однак унаслідок дослідження необхідно отримати науково обгрунтовану систему оцінювання впливу заморожування-розморожування на властивості м'ясних систем, тому важливим є застосування фізико-математичних моделей для розв'язання поставлених завдань.

З урахуванням того, що під час заморожування важливим є максимальне збереження функціонально-технологічних властивостей та харчової цінності продукту, термодинамічним критерієм процесу заморожування-розморожування обрано ступінь його оборотності. Ці процеси в харчових продуктах надзвичайно складні для математичного моделювання, оскільки включають у себе процеси тепломасопереносу, зміни структурно-механічних властивостей, фізико-хімічні та біохімічні реакції. З огляду на це, будь-які технологічні операції, які передують заморожуванню, будуть впливати на кінетику перебігу внутрішніх явищ переносу.

Як відомо, найбільш простим експериментом, що дозволяє оцінити ступінь термодинамічної необоротності продукту під час заморожування, є визначення динаміки температури за термограмами процесу заморожування-розморожування. Проте математичний опис такого процесу набагато складніший, ніж сам експеримент. Тому, ґрунтуючись на цій концепції, як основний теплофізичний параметр, що описує процеси заморожування-розморожування, нами обрано питому теплоємність. Як відомо, це величина адитивна, тому будь-які зміни в складі м'ясних систем під час заморожування впливають на неї безпосередньо, лінійно. Крім того, перебіг фізико-хімічних та біохімічних реакцій, що мають здебільшого тепловий ефект, також безпосередньо позначається на величині питомої теплоємності.

Для аналізу термограм заморожування-розморожування отримано модель кінетики цього процесу з урахуванням питомої теплоємності, яка враховує всі види теплових ефектів, що мають місце

під час заморожування-розморожування системи. Визначивши її, можна проводити аналіз впливу технології підготовки м'ясних систем на оборотність процесу заморожування-розморожування.

Грунтуючись на результатах визначення ефективної питомої теплоємності для яловичини та експериментальних даних калориметричних вимірів її ефективної питомої теплоємності за різного вмісту води, виявлено істотну відмінність теоретичних розрахунків від експериментальних даних. Характерною відмінністю експериментальних даних є більш широкий кріоскопічний інтервал, в якому спостерігається фазовий перехід, зміщення максимуму швидкості кристалізації вологи та кріоскопічної температури зі зменшенням вологості зразка в область більш низьких температур, менша швидкість зміни питомої теплоємності в кріоскопічній області. Ця істотна відмінність спричинена достатньо грубою моделлю харчового продукту, де він ототожнюється з істинним розчином, який під час заморожування поступово концентрується аж до евтектичної температури.

Загальноприйнятою моделлю харчових продуктів, у тому числі м'ясних, є колоїдне капілярно-пористе тіло, характерною особливістю якого є гетерогенність за структурно-механічними властивостями, хімічним складом, енергією зв'язку. Волога в харчових продуктах знаходиться в динамічній взаємодії з дисперсною фазою і може змінювати енергію зв'язку в результаті не лише зміни температури, але й процесів денатурації білків, перетворення полісахаридів, ферментативних реакцій. Комплекс цих процесів не може бути описаний у рамках теорії виморожування істинних розчинів, що і є причиною описаних вище розбіжностей теоретичних та експериментальних даних. Процес кристалізації тут слід розглядати як накладення кількох конкуруючих процесів: виморожування вільної вологи (основний процес) та конкуруючий процес збільшення енергії зв'язку для зв'язаної вологи, який виявляється у збільшенні в'язкості системи та гелеутворенні. Установлено, що вищезазначені процеси по-різному залежать від температури: швидкість виморожування вологи зі зниженням температури зменшується, а швидкість конкуруючого процесу, навпаки, збільшується.

Виходячи з цієї фізичної моделі процесу заморожування харчових систем, нами запропоновано математичну модель процесу кристалізації у м'ясних системах.