

МЕХАНІЗМИ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС СОЛІННЯ М'ЯСА

Коренець Ю.М., ст. викл.

Донецький національний університет економіки і торгівлі
ім. М. Туган-Барановського, м. Кривий Ріг,

Постнов Г.М., канд. техн. наук, проф.,

Червоний В.М., канд. техн. наук, доц.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Сьогодні відомо, що обробка ультразвуком прискорює багато масообмінних процесів, хід яких обмежується швидкістю дифузії. Так, під час соління або маринування риби, м'яса, овочів, грибів обробка ультразвуком значно прискорює процес проникнення солі в продукт.

У м'ясній промисловості соління використовується для консервування м'яса, м'ясопродуктів та інших продуктів забою, а також як один із прийомів технологічної обробки м'яса для надання йому необхідних властивостей: готовності до вживання в їжу або до використання у виробництві м'ясних продуктів, смаку й аромату, здатності утримувати вологу, стійкості під час зберігання та ін.

Механізм обробки харчової сировини ультразвуковими хвилями заснований на виділенні значної механічної енергії внаслідок змінного стиснення та розрідження середовища.

Отримання механічних коливань ультразвукової частоти здійснюється за допомогою спеціальних п'єзокерамічних або магнітострикційних матеріалів, які здатні змінювати свої геометричні розміри під дією змінної високочастотної електричної напруги.

Зроблені з п'єзоелектричних або магнітострикційних матеріалів пластини спеціальної форми є основою ультразвукових коливальних систем, що забезпечують не лише перетворення електричних коливань у пружні механічні, а також їх посилення та передачу робочим інструментам, що безпосередньо контактують із оброблюваним середовищем.

Під час розповсюдження ультразвукових коливань у середовищі виникають чергування стиснення та розрідження, до того ж амплітуда стиснення завжди відповідає амплітуді розрідження, а їх чергування відповідає частоті коливань ультразвукової хвилі. Це явище називається звуковим тиском.

Робочий інструмент ультразвукової коливальної системи не лише приводить у рух прилеглі до нього частинки оброблюваного

середовища відносно положення їх рівноваги, але й спричиняє постійний їх зсув. Це явище отримало назву звукового вітру.

Ультразвуковий вітер виявляється у вигляді сильних течій, що приводять до перемішування середовища. Під час розповсюдження ультразвукових коливань інтенсивністю більше $1,2 \text{ Вт/см}^2$ у рідині спостерігається зумовлений ультразвуковим тиском ефект, який називається ультразвуковою кавітацією. За умови проходження фази ультразвукової хвилі, що створює розрідження, рідина розривається з утворенням великої кількості розривів, у які спрямовуються розчинені в рідині гази та пара. Ці найдрібніші бульбашки (розміром менше $0,1 \text{ мм}$), що отримали назву кавітаційних, утворюються в місцях, де міцність рідини ослаблена, а саме: у маленьких бульбашках нерозчиненого газу, частинках домішок, межах поділу рідина – рідина, рідина – тверде тіло тощо. Кавітаційні бульбашки здійснюють пульсуючі коливання, навколо них утворюються сильні мікропотоки, що приводять до активної локальної турбулізації середовища. Після короткочасного існування частина бульбашок закривається. При цьому спостерігається локальний миттєвий тиск, що досягає сотень і тисяч атмосфер. У разі закриття кавітаційних бульбашок спостерігаються також локальні підвищення температури та електричні розряди.

Завдяки комплексній дії ультразвуку вдається не лише прискорити процес соління харчової сировини, але й одночасно підвищити якість кінцевих продуктів. Це пояснюється тим, що вплив високих температур усередині кавітаційних бульбашок, зменшення товщини прилежого шару та його турбулізація інтенсифікують також хімічні та масообмінні процеси, що відбуваються одночасно. До того ж відомо, що обробка ультразвуком має виражену антимікробну дію, але її механізм у повному обсязі ще й досі не вивчений.

З огляду на механізм ультразвукового впливу нами обрано спосіб мокрого соління м'яса в розсолі – водяному розчині кухонної солі, цукру, нітриту та інших складників, визначених рецептурою.

Практична реалізація способу інтенсифікації соління м'ясної сировини з використанням ультразвуку видається перспективною, але потребує детального вивчення для побудови адекватної математичної моделі та втілення її у відповідному апаратному оформленні.

Для визначення раціональних умов використання ультразвуку під час мокрого соління м'яса необхідно визначити залежності між коефіцієнтом дифузії солі у м'ясі та параметрами ультразвукової обробки: частотою й інтенсивністю ультразвукових коливань, геометричними розмірами робочої камери тощо.