

3. ЕНЕРГЕТИКА МАСАЖУВАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

О.А.Коваль, В.С. Гупь

Національний університет харчових технологій

Масажування та тумблювання м'ясної сировини розглядають як специфічну цілеспрямовану механічну обробку, що базується на принципах використання енергії циклічного стискання, падіння шматків м'яса з певної висоти, тертя їх між собою та стінки барабана. При масажуванні відбуваються пружно-в'язкі деформації тканин, виникає ефект "стиснення-розтягування", який призводить до структурних змін в м'ясі, інтенсифікації фільтраційно-дифузійних процесів насичення м'яса розсолом та перерозподілу його початкових центрів насичення що виникли при попередньому ін'єкціюванні сировини засолочними розсолами.

Об'єктивною характеристикою, що визначає ефективність обробки м'ясної сировини при її механічній обробці, є зміна структури продукту. Так на початковій стадії обробки шматків м'яса в барабанному масажері відбуваються незначні зміни в структурі, які проявляються в набряканні м'язових волокон, збільшенні кількості поперечно-щілинних порушень, руйнуванні мембранних структур, розпушенні і набряканні міофібрилярних білків, порушенні зв'язків між актином і міозином. «Ніжність» і вологозв'язуюча здатність на цій стадії обробки підвищується повільно. Така обробка характеризується, як м'яке масажування. В існуючих конструкціях різних типів масажерів реалізують режими м'якого, середнього та жорсткого масажування, тумблювання. Як правило, при обробці здійснюються один із вищенаведених режимів обробки. Регулюють процес збільшуючи або зменшуючи тривалість обробки продукту, розмірами робочих органів, наявністю і конструкцією тендеризуючої поверхні, завантаженням сировини та іншими способами. Основним недоліком сучасних масажерів є недостатнє дослідження руху матеріальних систем з різними структурно-механічними властивостями в барабанних робочих органах, що не дає змогу визначити траєкторію продукту для регулювання ефективності механічної обробки.

Механічна обробка м'яса масажуванням, тумблюванням, перемішуванням є складним технологічним процесом, що потребує узгодження режимів роботи робочих органів зі станом продукту, що обробляється. Визначення оптимальних режимів масажування потребує додаткових теоретичних досліджень. У випадку жорстких режимів масажування, м'ясо поглинає максимальну кількість механічної енергії. У результаті швидко руйнується його

внутрішня структура. Тому у якості реологічної моделі для м'ясної сировини прийнято в'язко-пружне тіло у вигляді послідовно з'єднаних пружного і в'язкого елементів. У цьому випадку диференціальне рівняння деформування буде мати вигляд

$$\tau(t) + \frac{\mu}{c} \frac{d\tau(t)}{dt} = \mu \frac{dx(t)}{dt}, \quad (1)$$

де $x(t)$ – зміна в часі відносна деформація (безрозмірна величина); $\tau(t)$ – напруга деформування, с – коефіцієнт, який характеризує пружні властивості системи, Па; μ – коефіцієнт, який визначає в'язкі властивості системи, Пас. Аналітичні дослідження свідчать, що при обробці м'яса ударом напруга змінюється

за нелінійним законом $\tau(t) = F_n e^{-at}$. Розв'язок рівняння (1) при початкових умовах $t = 0 \Rightarrow x(0) = x_0$ буде:

$$x(t) = x_0 + \frac{F_n [c - \mu + (\mu a - c) e^{-at}]}{\mu c a} \quad (2).$$

Енергія, що поглинає м'ясо, дорівнює

$$A = \int_0^t \tau dx(t) = \frac{F_n^2 (\mu a - c)(e^{-2at} - 1)}{2 \mu c a} + F_n x_0 \quad (3).$$

Якщо відомо значення тривалості t деформування, то можна знайти витрату енергії на один цикл масажування м'яса

$$N = \frac{F_n^2 (\mu a - c) e^{-2at}}{\mu c} + \frac{F_n x_0}{t} \quad (4).$$

Враховуючи, що деформування відбуваються n циклів, знайдемо сумарну енергію витрачену на масажування м'яса $A_0 = nA$.

Отримані математичні моделі дадуть змогу підібрати необхідну конструкцію масажера і оптимізувати процес обробки м'ясної сировини.