10. ВИЗНАЧЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

О.А.Коваль, В.С.Гуць

Національний університет харчових технологій

За реологічними (структурно-механічними) властивостями м'ясо можна представити як реологічне тіло з в'язко-пружними властивостями. Механічна модель такого тіла має вигляд послідовно з'єднаного в'язкого елемента μ з пружним c. Під дією змінної у часі напруги τ (t) м'ясо деформується за законом, який можна описати диференціальним рівнянням

$$\tau(t)+\frac{\mu}{c}\dot{\tau}(t)=\mu\dot{x}(t)=\mu\dot{x}(t) \quad ,$$

(1)

де x – відносна деформація (безрозмірна величина); $\dot{x}(t)=\frac{dx}{dt}$ - швидкість деформування, 1/с; $\dot{\tau}(t)=\frac{d\tau}{dt}$ - швидкість зміни напруги Пас$^{-1}$.

Коли деформування м'яса відбувається періодичним повільним стисканням і τ(t) = const, врахувавши початкові умови t = 0 = > x (0) = x_0, та тривалість дії напруги t = t_n, розв'язок диференціального рівняння (1) буде:

$$x(t)=\frac{1}{\mu}\tau t+x_0$$

(2)

Виконавши диференціювання рівняння (2), отримаємо швидкість деформування

$$\frac{dx}{dt}=V=\frac{\tau}{\mu} \qquad (3)$$

Реологічні коефіцієнти знаходимо використавши рівняння (1),(2). Замірявши деформацію x(t), тривалість t деформування, знаючи τ = const, розраховуємо коефіцієнт μ

$$\mu=\frac{\tau t}{x(t)-x_0} \qquad (4)$$

Коефіцієнт c знаходимо, підставивши коефіцієнт μ в диференціальне рівняння (1).

Рівняння (1) перепишемо враховуючи, що

$$\tau(t)=\tau=const \Rightarrow \dot{\tau}=0 \Rightarrow \frac{\mu}{c}\dot{\tau}=0$$

$$c\tau=\mu\frac{dx}{dt} \Rightarrow \tau=\frac{\mu}{c}\frac{dx}{dt}\,; \qquad (5)$$

Розв'язок рівняння (5) при початкових умовах t = 0 = > x (0) = x_0

$$x(t)=\frac{\tau c}{\mu}t+x_0 \Rightarrow c=\frac{\mu(x(t)-x_0)}{t\tau} \qquad (6)$$

В сучасних конструкціях технологічного оброблення стискання м’яса відбувається при $\tau \neq const$. Аналогічно попередньому визначимо показник стану (жорсткості) м’яса при умові обробки його ударом, тоді

$$\tau(t) = F_n e^{-at} \quad (7)$$

Графік залежності τ(t) представлено на рис.1

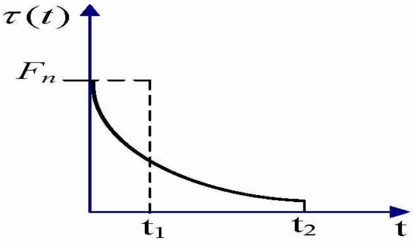

Рис.1 Кінетична крива зміни напруги деформування м’яса ударом (швидким стисканням).

Врахувавши, що $\tau(t) \neq const$, отримаємо розв’язок рівняння (1) при початкових умовах $t = 0 => x(0) = x_0$

$$x(t) = x_0 + \frac{F_n\left[c - \mu a + (\mu a - c)e^{-at}\right]}{\mu c a} \quad (8)$$

Прийнята модель мяса має свої особливості – миттєве початкове деформування та подальше поступове. Врахувавши це для практичних розрахунків швидкість деформування визначимо наступним чином

$$V(t) = \frac{F_n(c - \mu a)}{\mu c} e^{-at} + \frac{x_0}{t_1} \quad (9)$$

Аналогічно попередньому визначимо коефіцієнти c і μ . Вони та відношення μ/c характеризують консистенцію м’ясної сировини.