



где  $d = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{G}{\rho_1 \rho_2}}$ ;  $G$  - напряжение;  $\omega$  - частота;  $\rho_1, \rho_2$  - модули упругости элементов модели I;  $\rho_1, \rho_2$  - коэффициенты вязкости элементов модели I.

Уравнение (8) представляет собой математическое описание деформаций модели I. Первый член характеризует мгновенную деформацию в точности совпадающую с приложенным напряжением. Второй член характеризует эластичность, третий - пластичность. При  $\omega \gg 0$  третий член в уравнении (8) становится малым. Поэтому при акустических исследованиях мяса течением можно пренебречь. Тогда уравнение (8) имеет вид (9)

$$\varepsilon = G_0 \left[ \frac{1}{G_1} \cos(\omega t) + \frac{\sin(\omega t - d)}{\sqrt{\omega^2 \rho_1^2 + \rho_2^2}} \right] \quad (9)$$

Уравнение (9) характеризует модель 2 (рис. 4).

Акустический метод был использован для оценки влияния условий замораживания на структурные изменения мышечной ткани. Рассмотрено изменение скорости распространения упругих волн в зависимости от конечной температуры замораживания. Показано, что кристаллообразование воды в мышечной ткани вызывает резкое увеличение скорости звука. При температурах ниже  $-30^\circ\text{C}$  увеличение скорости почти прекращается. В целом характер изменения  $c = f(\varepsilon)$  аналогичен характеру изменения вымороженной воды в мышечной ткани в зависимости от конечной температуры замораживания. Проведены акустические исследования мяса при охлаждении и хранении в охлажденном состоянии. Полусухожильные мышцы выделяли из говяжьей полутуши через 1,5-2,0 часа после прекращения жизни животного, охлаждали при температуре  $0^\circ\text{C}$  и естественной циркуляции воздуха, а затем хранили при температуре  $0^\circ\text{C}$ . На рис. 5 представлены зависимости скорости звука в мышечной ткани от относительной деформации образцов, полученные в различные сроки хранения мяса.

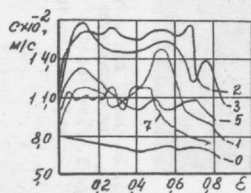


Рис. 5. Зависимости скорости звука от относительной деформации образцов мышечной ткани при хранении мяса в охлажденном состоянии (0, 1, 2, 3, 5, 7 - сутки хранения)

Fig. 5. Correlation of sound velocity and relative elasticity of muscle tissue patterns during cold storage of meat (0, 1, 2, 3, 5, 7 days of storage)

Зависимости  $c = f(\varepsilon)$  имеют сложный характер. Для мяса, находящегося в парном состоянии, скорость распространения упругих волн в процессе сжатия образца от  $\varepsilon = 0$  до  $\varepsilon = 0.8$  изменяется сравнительно плавно и объясняется, по всей вероятности, малым значением модуля эластичности мышечной ткани. При окончении

мяса происходит образование актомиозинового белкового комплекса с большой энергией связи. Характер зависимости  $c = f(\varepsilon)$  меняется.

В процессе сжатия образца в начале скорость звука в нем возрастает, а затем наблюдаются ее колебания на уровне значений больше, чем характерно для парного мяса. При дальнейшей деформации образца скорость звука в нем уменьшается. Это связано со сложным перемещением волокон, их деформацией, уплотнением клеточных оболочек, перегруппировкой высокомолекулярных цепей, миофибрилл и их разрывами, вытеканием мышечной плазмы. Все эти изменения в парном мясе проявляются в меньшей степени, чем в мышечной ткани, находящейся в состоянии окончения. При разрезании окончения, ткань становится более эластичной и пластичной, а зависимость  $c = f(\varepsilon)$  менее выраженной.

#### Вывод

Акустический метод может быть использован для исследования структурных изменений мяса в зависимости от условий холодильной обработки и хранения.

#### Литература

1. Скучик Е. Основы акустики. М., Мир, 1976, 391 с.
2. Черепечко И.И. Акустические методы контроля в технологии строительных материалов / В.В. Дзенько, В.Г. Васильев, И.С. Зоммер и др., - Л., Строительство, 1978, 150 с.
4. Ферри Д. Вязкоупругие свойства полимеров. И.Л., 1963, 520 с.