

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРОВИ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ

В. И. ПАВЛЕНКО

Крымское производственное объединение мясной промышленности

канд. техн. наук Г. К. БАБАНОВ

Украинский научно-исследовательский институт мясной и молочной промышленности

канд. техн. наук А. Г. МАЗУРЕНКО,

канд. техн. наук, доц. В. Г. ФЕДОРОВ

Киевский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт пищевой промышленности

Для увеличения мясных ресурсов и снижения себестоимости колбасных изделий используют продукты, получаемые в результате переработки крови убойных животных. Белки крови представляют особую пищевую ценность, так как содержат аминокислоты, не синтезирующиеся в организме человека.

Необходимые для расчета процессов и аппаратов производства крови теплофизические характеристики (ТФХ) — теплопроводность (λ),

объемная теплоемкость (cq) — большинства продуктов, и в частности крови, изучены недостаточно. Многие данные, имеющиеся по этому вопросу, зачастую приблизительны и противоречивы [1]. Поэтому нами проведены исследования ТФХ стабилизированной крови крупного рогатого скота и продуктов, получаемых при ее сепарировании, — плазмы и форменных элементов.

Теплофизические характеристики определяли при нагреве в регулярном режиме второго рода на теплотметрическом ТФХ-приборе [2, 3].

Результаты исследования зависимостей ТФХ крови, плазмы и форменных элементов от температуры нагревания методами математической статистики идентифицировали восьмью видами моделей (рис. 1, 2). При этом выявлено, что уравнение вида $y = A + Bt \pm D$ наиболее адекватно описывает опытные данные по $\lambda(t)$ и $cq(t)$. Значения коэффициентов A и B , а также среднеквадратичные отклонения опытных данных D по λ в [Вт/(м·К)] и cq в [МДж/(м³·К)] приведены в таблице.

Из рисунков и таблицы видно, что наибольший разброс экспериментальных точек относительно усредняющих линий имеет место при температуре около 40°C. Это, по-видимому, объяс-

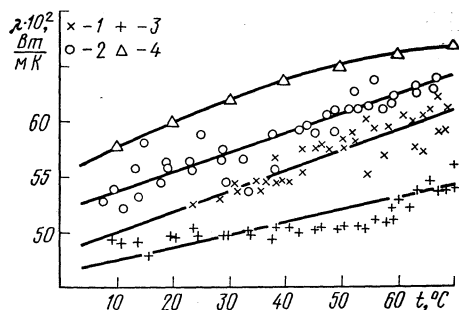


Рис. 1. Зависимость теплопроводности крови (1), плазмы (2), форменных элементов (3) и воды (4) от температуры

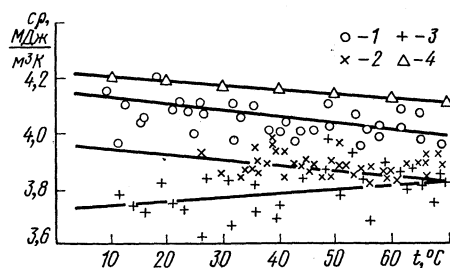


Рис. 2. Зависимость объемной теплоемкости крови (1), плазмы (2), форменных элементов (3) и воды (4) от температуры

няется денатурационными изменениями белковых компонентов продуктов.

С ростом температуры теплопроводность исследованных продуктов, подобно теплопроводности воды, увеличивается (см. рис. 1). Известно, что λ большинства пищевых продуктов существенно зависит от влажности (W) [4]. Кровь, плазма и форменные элементы — сложные по химическому составу жидкости, однако их можно представить как смесь воды и плотного остатка [5].

Нами была сделана попытка обобщить экспериментальные данные по теплопроводности исследованных продуктов единым уравнением. Эти данные были идентифицированы методами регрессионного многофакторного анализа несколькими математическими моделями [6]. В результате получили, что уравнение

$$\lambda = 0,206 - 0,000144t + 0,0349W + 0,00202Wt \pm 0,0470 \quad (1)$$

статистически значимо и наиболее адекватно описывает опытные данные. Его легко привести к виду уравнения, рекомендуемого Н. В. Цедербергом для расчета жидких смесей и растворов [7]:

$$\lambda_{см} = \lambda_1 d_1 + \lambda_2 d_2, \quad (2)$$

где d_1 и d_2 — доли соответствующих компонентов,

$$\lambda = (0,555 + 0,0188t)W + (0,206 - 0,000144t) \times (1 - W) \pm 0,0470, \quad (3)$$

и получить линейные уравнения для расчета усредненных функций $\lambda(t)$ воды и плотного остатка исследованных продуктов:

$$\lambda_1 = 0,555 \pm 0,00188t; \quad (4)$$

$$\lambda_2 = 0,206 \pm 0,000144t. \quad (5)$$

С результатами расчета по уравнению (1) удовлетворительно согласуются результаты исследования функций $\lambda(t)$ говяжьего и свиного мяса ($W = 75 \div 79\%$), полученные нами, а также результаты исследований функций $\lambda(W)$ для мяса при $t = 5^\circ\text{C}$ и рыбы при $t = 20^\circ\text{C}$, приведенные в [4]. В свою очередь результаты расчета по уравнению (4) удовлетворительно согласуются с известными данными о теплопроводности воды, по уравнению (5) — с данными о теплопроводности сухих веществ мяса и рыбы [4].

В отличие от теплопроводности, зависимости объемной теплоемкости исследованных продуктов от температуры качественно неодинаковы (см. рис. 2). Если c_p плазмы подобно c_p воды с ростом температуры уменьшается, то функция $c_p(t)$ форменных элементов, наоборот, возрастает. По влажности кровь занимает среднее положение между плазмой и форменными элементами, и ее c_p хотя уменьшается с ростом t , однако не столь значительно, как c_p плазмы или воды. Учитывая это, можно предположить, что объемная теплоемкость мясных продуктов, сходных по составу с исследованными, при $W \approx 76\%$ не будет функцией температуры.

Полученные нами данные по теплофизическим характеристикам стабилизированной крови крупного рогатого скота практически не отличаются от данных других исследователей [8]. Они используются при расчете процессов и аппаратов переработки крови убойных животных по методу, разработанному в Украиниясоголпроме в сотрудничестве с институтами биохимии АН УССР и гигиены питания Минздрава УССР.

Продукт	Теплофизические характеристики	Коэффициенты уравнения $y = A + Bt \pm D$	Отклонения опытных данных D при температуре, $^\circ\text{C}$			
			10—30 $^\circ\text{C}$	30—40 $^\circ\text{C}$	40—70 $^\circ\text{C}$	10—70 $^\circ\text{C}$
Кровь крупного рогатого скота $W = 79 \div 81\%$	λ	$A \ 0,481$ $B \ 0,00176$	0,0035	0,0051	0,0133	0,0166
	c_p	$A \ 3,96$ $B \ -0,00178$	0,339	0,0706	0,0868	0,0824
Плазма, $W = 89 \div 90\%$	λ	$A \ 0,518$ $B \ 0,00173$	0,113	0,0232	0,00864	0,012
	c_p	$A \ 4,12$ $B \ -0,0019$	0,0600	0,0465	0,0868	0,0736
Форменные элементы $W = 70 \div 74\%$	λ	$A \ 0,462$ $B \ 0,00108$	0,00699	0,0153	0,00961	0,00982
	c_p	$A \ 3,72$ $B \ 0,00185$	0,0699	0,0717	0,0840	0,0781

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясopодуKтоB (под ред. А. А. Соколова).— М.: Пищевая промышленность, 1973.
2. Пахомов В. Н., Мазуренко А. Г., Федоров В. Г. Метод исследования теплофизических характеристик лабильных пищевых продуктов в регулярном режиме второго рода. — Промышленная теплотехника, 1982, т. 4, № 1.
3. А. с. 800845 (СССР). — Б. И., 1981, № 4.
4. Теплофизические характеристики пищевых продуктов / [А. С. Гинсбург, М. А. Громов, Г. И. Красовская, В. С. Уколов]. — М.: Пищевая промышленность, 1975.
5. Павловский П. Е., Пальмин В. В. Биохимия мяса. — М.: Пищевая промышленность, 1975.
6. Бондарь А. Г. Математическое моделирование в химической технологии. — Киев: Вища школа, 1973.
7. Цедерберг Н. В. Теплопроводность газов и жидкостей. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1963.
8. Лепилкин А. Н. Определение термических коэффициентов коллоидных материалов. — В кн.: Труды МТИММП, М., 1956, вып. 6.