

В.Ф. Ялпачик, канд. техн. наук, доц. (ТДАТУ, Мелітополь)

МОДЕЛЮВАННЯ І РОЗРАХУНОК ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Крім класичних технологій консервування плодоовочевої продукції з використанням підвищених температур, використовується зберігання в замороженому стані. З іншого боку, подальший розвиток агропромислового сектора України не може здійснюватись без вирішення задач енергозбереження – мінімізації питомих енерговитрат на заморожування і зберігання.

Нами розглянуто теоретичні основи розробки методики розрахунку температурних залежностей для теплофізичних характеристик плодів та овочів, які можна випробовувати при удосконаленні та корегуванні режимних параметрів технологічних процесів холодильної обробки та холодильного зберігання, підбору відповідного обладнання для підприємств з виробництва замороженої харчової продукції.

З метою розробки цих методик проведено порівняльний аналіз визначення ізобарної питомої теплоємності, питомої ентальпії, густини та теплопровідності в діапазоні від мінус 40 до 40° С.

Встановлено коефіцієнти для визначення масової частки вимороженої води (табл. 1) шляхом апроксимації даних З. Цісієвської дрібнораціональною залежністю

$$\omega(T) = \frac{a + cT}{1 + bT}. \quad (1)$$

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів формули (1)

Назва сировини, значення $T_{кр}$	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Вишня, мінус 2,0° С	1,025225025	- 0,0036369368	- 0,0037813126
Морква, мінус 1,4° С	1,018415538	- 0,0036619208	- 0,0037476056
Огірки, мінус 0,5° С	0,991138538	- 0,0036633242	- 0,0036351885

На основі аналізу п'яти моделей теплопровідності висунута концепція, що харчову сировину та продукти можна розглядати як гетерогенні ізотропні системи з ізольованими та взаємопроникаючими компонентами – суха частина, вода, лід, атмосферне повітря. Розроблено алгоритм розрахунку значень перколяції теплоти в плодоовочевій сировині, який реалізовано на алгоритмічній мові Turbo Pascal.

$$\lambda(T) = \sum_{i=1}^5 \lambda_i \frac{K_i - L_i}{\lambda_i - L_i}. \quad (2)$$

Цей алгоритм і аналогічні його реалізації крім того дозволяють розрахувати значення густини, питомої ефективної теплоємності, питомої ентальпії, ефективної теплопровідності (перколяції теплоти), масової частки вимороженої води при кожній заданій температурі плодовоовочевого продукту в діапазоні від мінус 40 до 40° С на єдиній інформаційній основі щодо властивостей компонент.

Нами отримано розрахункові температурні залежності ефективної питомої теплоємності, фізичної густини, ефективної теплопровідності та питомої ентальпії моркви, результати обчислень представлено на рисунку.

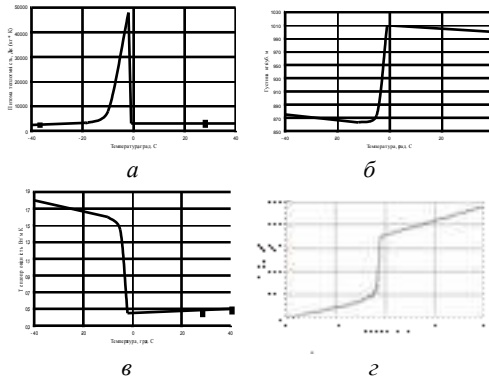


Рисунок – Температурна залежність: *a* – $C(T)$; *б* – $\rho(T)$; *в* – $\lambda(T)$; *г* – $I(T)$ моркви

Порівняння розрахункових та експериментальних даних (таблиця 2) показують, що відхилення лежить в межах – 1,40...1,94%.

Таблиця 2 – Теплоємність моркви

T, °C	W _{in}	T _{кр} , °C	C _p , Дж/(кг·К)		Відхи- лення, %
			експеримент	розрахунок	
65	0,878	- 1,40	3810,0	3883,8	1,94

Таким чином встановлені основні концептуальні положення та отримані розрахункові співвідношення і розроблений алгоритм та його реалізація в Turbo Pascal для визначення густини, питомої ефективної теплоємності, питомої ентальпії, ефективної теплопровідності.