

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ И РАЗМОРАЖИВАНИИ

Стручаев Н. И.

Таврическая государственная агротехническая академия

В работе представлен новый подход к определению количества теплоты при помощи определения площади диаграммы процесса замораживания и размораживания продукции.

Постановка проблемы. Замораживание с наименьшим низкотемпературным хранением является одним из наиболее эффективных способов консервирования растительного сырья при наименьших потерях и максимальном сохранении пищевых и вкусовых свойств. Этот способ консервирования позволяет максимально сохранить исходные сезонные качества и пищевую ценность продукции растениеводства [1, 2].

Вопрос технологии замораживания сельскохозяйственной продукции и технические расчеты, необходимые при этом, требует знания теплофизических характеристик, одна из которых – количество тепла, необходимое для замораживания и дефростации продукции.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопрос определения теплофизических характе-

ристик плодов и овощей, в частности соков, затрагивался в работах Громова М. А. и Гинзбурга А. С. [3, 4, 5]. Однако, эти формулы справедливы лишь для соков, а вопрос определения количества теплоты графическим методом в них вообще не поднимался.

Цель статьи. Определение количества теплоты при замораживании и дефростации растительной продукции через определение площади ограниченной кривой замораживания или дефростации.

Рассмотрим график (рис. 1) изменения температуры от времени при замораживании. Разобьем этот процесс на элементарные участки, в каждом из которых в виду его малости будем считать температуру T постоянной.

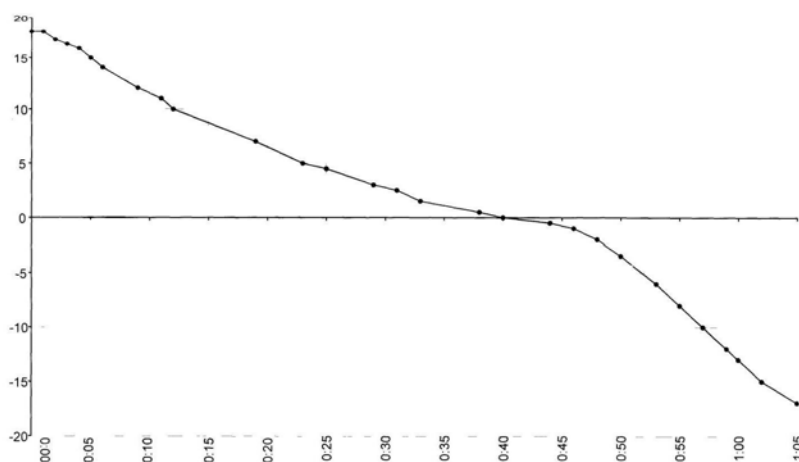


Рисунок 1 - Изменение температуры от времени при замораживании

Для каждого такого участка возьмем частное от деления бесконечно малого количества тепла, подведенного на этом участке, на абсолютную температуру, при которой оно подведено, т.е. $\frac{d \cdot Q}{T}$. Сумму этих величин обозначим буквой S , тогда можно записать так

$$\int_{T_H}^T \frac{d \cdot Q}{T} = S \quad (1)$$

Из рис. 1 видно, что площадь 1-2-3-4-1 кривой процесса замораживания, как известно, измеряется интегралом

$$n11-2-3-4-1 = \int_{T_H}^T f(t) \cdot d \cdot t = \int_{T_H}^T T \cdot d \cdot t \quad (2)$$

Это же выражение можно получить из уравнения (1), если взять дифференциалы от обеих его частей:

$$ds \frac{dQ}{T} \quad (3)$$

Следовательно, площадь, ограниченная в $t-s$ – диаграмме кривой процесса замораживания, измеряет количество тепла в процессе.

Кроме того, из уравнения (3) видно, что если $dS > 0$, то $dQ > 0$. Иначе говоря, если температура тела возрастает, это значит, что тепло к телу подводится, идет процесс дефростации.

Если $dS < 0$, то и $dQ < 0$, т. е. если температура уменьшается, идет процесс замораживания.

Однако простое определение площади ограниченной кривой $t=f(\tau)$ не приводит к получению иско-

мой величины Q (количество теплоты).

Выполним анализ размерностей

$$[Q] = [L^2] \cdot [M] \cdot [T^{-2}]. \quad (4)$$

Количество теплоты является произведением площади, массы и частным от деления на время в квадрате и измеряется в Джоулях.

В то же время площадь графика имеет размерность:

$$[f] = [Q] \cdot [T]. \quad (5)$$

Выполним преобразование формулы (5) в формулу (4).

Для этого необходимо умножить на коэффициент перевода $[C]$

$$[Q] = [f] \cdot [C]. \quad (6)$$

Найдем размерность коэффициента $[C]$

$$[C] = \frac{[Q]}{[f]} = \frac{[L^2 \cdot M \cdot T^{-2}]}{[Q \cdot T]} = [L^2 \cdot M \cdot T^{-3} \cdot Q^{-1}]. \quad (7)$$

Отметим, что $[L^2 \cdot M \cdot T^{-3}]$ имеет единицу мощности Ватт, а $[Q]$ – размерность единицы температуры – Кельвин. Эти величины можно получить, зная коэффициент теплоотдачи α и площади F .

$$[\alpha] = [L^2 \cdot M \cdot T^{-3}] \cdot [L^{-2} \cdot \theta^{-1}] = [M \cdot T^{-3} \cdot \theta^{-1}], \quad (8)$$

$$[F] = [L^2]. \quad (9)$$

Таким образом, искомый коэффициент

$$C = \alpha \cdot F, \quad (10)$$

где F – площадь поверхности плода, m^2 (для баклажан $F=0,025 m^2$);

α – коэффициент теплоотдачи, $\frac{BT}{m^2 \cdot K}$ (для баклажан $11,6 \frac{BT}{m^2 \cdot K}$).

Количество теплоты отводимой при замораживании или подводимой при дефростации можно определить, зная площадь графика (f) (рис. 1) и коэффициент "С" заранее определяемый по значению коэффициента теплоотдачи α и усредненной площади F , то есть:

$$Q = f \cdot C. \quad (11)$$

В окончательной формуле (1) в связи с тем, что размер графика может быть разным необходимо учитывать масштабы осей и формулу (11) можно переписать

$$Q = cf \cdot m_t \cdot m_\tau, \quad (12)$$

где m_t – масштаб шкалы температур, K/m ;

m_τ – масштаб шкалы времени, c/m .

Например, если в 1 мм масштаба температуры будет $1^\circ C$, то $m_t=1000 K/m$, а если в 1мм шкалы времени будет 1 минута, то $m_\tau=60000 c/m$.

С помощью курвиметра определили площадь диаграмм (рис. 1). Площади равны:

$$S_1=3846,5 \text{ мм}^2; D=70 \text{ мм}^2.$$

Тогда количество теплоты для замораживания баклажан будет равна 1116,5 Дж.

Выводы. Определено количество теплоты, необходимой для замораживания и дефростации через площадь, ограниченную кривой замораживания или дефростации.

Список используемых источников

1. Чумак И. Г. Состояние и перспективы развития сферы хранения пищевого сырья в Украине / И. Г. Чумак // Холодильная техника и технология. – 1997. - № 57. - С. 10-12.
2. Конвісер І. О. Холодильна технологія харчових продуктів / І. О. Конвісер, Т. Б. Паричіта. - К.: Київський державний торговельно-економічний університет, 2001. – 242 с.
3. Громов М. А. Универсальное уравнение для расчета коэффициентов теплопроводности соков / М. А. Громов // Консервная и овощная промышленность. – 1972. – № 8. - 32-33 с.
4. Громов М. А. Теплофизические характеристики плодов при отрицательных температурах / М. А. Громов // Консервная и овощная промышленность. – 1972 – № 2. - 34-35 с.
5. Гриндзбург А. С., Громов М. А. Теплофизические свойства зерна, муки и крупы / А. С. Гриндзбург, М. А. Громов. – М.: Колос, 1984. – 304 с.

Анотація

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛОТИ ПРІ ЗАМОРОЖУВАННІ І РОЗМОРОЖУВАННІ

Стручаєв М. І.

У роботі представлений новий підхід до визначення кількості теплоти за допомогою визначення площі діаграми процесу заморозування і розморозування продукції.

Abstract

DETERMINATION OF HEAT QUANTITY FREEZE DEFROSTING

N. Struchayev

The paper presents a new approach to determine amount of heat by defining the area and charts freezing and thawing products.