

**Д.М. Одарченко**, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)  
**К.В. Сподар**, асист. (*ХДУХТ, Харків*)

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКІВ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО В ПРОЦЕСІ ЗАМОРОЖУВАННЯ-НАГРІВАННЯ**

На сьогодні одним із найефективнішим способом переробки овочів, який дозволяє максимально зберегти споживні властивості, є заморожування. Для розвитку та вдосконалення технології заморожування харчових продуктів велике значення має дослідження їх теплофізичних характеристик в процесі заморожування.

Вода є основним компонентом харчових продуктів, наявність якої впливає на теплофізичні процеси при холодильній обробці і зберігання продуктів, що обумовлено властивостями її розподілу з іншими компонентами, великою теплоємністю, фазового переходу при кристалізації і випаровуванні, що призводить до втрат маси та погіршення якості продукції. Зміна фазового стану вологи призводить до гальмування небажаних процесів, що відбуваються в продуктах при їх заморожуванні.

Тому доцільно визначити вплив вологи на хід теплофізичних процесів при заморожуванні та зберіганні харчової продукції. Метою даної роботи було дослідження процесу заморожування свіжих і ґрунтових та парникових перців різного забарвлення, визначення діапазонів температур кристалізації вологи та її масової частки в залежності від температури заморожування.

Попередньою підготовкою до аналізу досліджуваних зразків було інспекція, мийка, видалення насінневої камери та подрібнення. Дослідження температур, при яких відбувається кристалізація вологи та її масову частку визначали за методикою, яка була розроблена науковцями Харківського державного університету харчування та торгівлі, яка заснована на методі виміру кількості теплоти, яка виділяється під час кристалізації вільної вологи в харчовому продукті за допомогою низькотемпературного калориметру.

Суть цього методу полягає у вимірі сигналу диференціальної термопари, що реєструє зміну температур потоку холодного повітря, який омиває досліджуваний зразок. Заморожуванню підлягають зразки парникових та ґрунтових перців масою 25 г, які поміщали в пластмасову ємність та занурювали у вимірювальну камеру калориметру з заданою від'ємною температурою середовища. Процес заморожування вважався завершеним після досягнення всередині

досліджуваного зразка заданої температури заморожування. Після цього здійснювали процес розморожування дослідних зразків шляхом встановлення в камері калориметра температури навколишнього середовища. Експеримент вважали завершеним після встановлення температури всередині досліджуваного зразка  $20 \pm 2^\circ \text{C}$ . Протягом всього експерименту фіксували температуру всередині зразка та температуру суміші повітря та азоту на вході-виході з камери калориметра. Обробку отриманих масивів даних обробляли за допомогою документа в середовищі пакета MathCAD.

Результати досліджень показують, що при заморожуванні дослідних зразків спостерігається утворення двох діапазонів температур кристалізації вологи. При високих температурах заморожування ( $-20^\circ \text{C}$ ) швидкість охолодження зразків перцю солодкого менше, ніж при більш низьких ( $-50^\circ \text{C}$ ,  $-70^\circ \text{C}$ ), що підтверджують визначені діапазони температур кристалізації. Очевидною динамічний характер поведінки вологи по відношенню до взаємодії і сухим речовиною продукту приводить до деякого проміжного співвідношення вологи, яка характеризується меншою енергією зв'язку, а, отже, високими температурами кристалізації. Кількість та частка вологи, що вимерзає в продукті, залежать від загального вмісту, форми та міцності зв'язку із структурними елементами, температури заморожування.

Як свідчать проведені дослідження, масова частка вимороженою вологи змінюється прямо пропорційно відносно температури заморожування. Так, її кількість збільшується при заморожуванні до  $-70^\circ \text{C}$  за рахунок того, що при більш низьких температур відбувається вимерзання як вільної, так і зв'язаної вологи. Наприклад, даний показник для ґрунтового перцю, замороженого до  $-70^\circ \text{C}$ , в 2 рази більший, ніж у зразка, замороженого до  $-20^\circ \text{C}$ .

Таким чином, результати досліджень дозволили охарактеризувати процес заморожування та розморожування дослідних зразків з енергетичної точки зору та дали можливість експериментально встановити точки початку та кінця процесу кристалізації вимороженої вологи, а також розрахувати її фактичну кількість.