

В.О. Захаренко, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

НОВА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗМІН ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Інтеграція науки та навчального процесу є актуальною вимогою вищої освіти на сьогоднішній день. Це особливо стосується тих дисциплін, де обов'язковою складовою навчального процесу є проведення досліджень різних видів товарів та вивчення зміни їх якості протягом зберігання. Так сьогодні відомі способи, які виявляють за допомогою хроматографічних досліджень хімічного складу продуктів фізико-хімічні зміни, що знижують якість продуктів в процесі зберігання.

Недоліком цих способів є складність, трудозатратність і наявність складної дослідницької апаратури, що унеможлиблює визначення фізико-хімічних змін у продуктах при зберіганні і, відповідно, визначення раціональних строків їх зберігання.

З іншого боку відомо, що мірою якісних змін при зберіганні напівфабрикатів можуть виступати термодинамічні параметри: теплота змочування, ентропія. Обчислюючи ці параметри, можна прослідити за змінами, які відбуваються всередині продукту при його зберіганні.

Особливістю ентропії є те, що вона не є характеристикою окремого стану продукту, а характеризує динаміку процесу – зміни, які відбуваються у продукті з часом. Зокрема ентропія "чутлива" до фазових перетворень, що відбуваються в продуктах при їх зберіганні: випаровуванні, виморожуванні, кристалізації вологи, змін форми зв'язку вологи з продуктом та ін.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення фізико-хімічних змін при зберіганні харчових продуктів (випаровування, виморожування, кристалізація вологи,) включає: теплоту адсорбції пористих продуктів Q , вільну енергію зв'язку води з продуктом L , температуру T та визначення ентропії ΔS .

Фізико-хімічні зміни в продуктах за ентропією визначаються виходячи із формули:

$$\Delta S = \frac{Q - L - r_0}{T},$$

де r_0 – питома теплота випаровування вільної води.

Ентропію ΔS визначають, виходячи із таких передумов. Теплота адсорбції Q визначається як сума питомої теплоти випаровування вільної води r_0 , теплоти, затраченої на подолання енергії зв'язку води з

сировиною L, що характеризує зменшення внутрішньої енергії та теплоти, витраченої на подолання ентропійного зв'язку TΔS – зв'язана енергія.

Приклад. Для зберігання цукатів, як пакувальний матеріал, використовували поліпропілен (ПП), поліетилен низького тиску (ПЕНТ), полівінілхлорид (ПВХ) і полістирол (ПС), а для контрольного зразка використовували картон. Значення питомої зв'язаної енергії цукатів TΔS під час зберігання протягом 60 діб, залежно від виду упакування, наведено в таблиці.

Із таблиці видно, що ентропія цукатів TΔS після їх зберігання зменшується. Це можна пояснити переходом зразків у більш впорядкований (структурований) вид за рахунок випарювання вільної вологи під час зберігання.

Таблиця – Зміна питомої зв'язаної енергії (TΔS) цукатів у процесі їх зберігання залежно від виду упакування

Матеріал	Значення TΔS		Зміна TΔS за 60 діб, $\times 10^{-5}$ Дж/кг·К	Коефіцієнт вологопроникності, $\times 10^{-5}$ с
	До зберігання цукатів, $\times 10^{-5}$ Дж/кг·К	Після зберігання цукатів, $\times 10^{-5}$ Дж/кг·К		
Картон (контроль)	1,20±0,15	1,04±0,12	0,16	Не існує
ПЕНТ	1,72±0,12	1,49±0,14	0,23	0,72...1,44
ПП	1,21±0,14	1,15±0,13	0,06	0,11...0,36
ПВХ	1,47±0,15	1,19±0,11	0,28	4,68
ПС	2,69±0,16	1,17±0,11	1,52	7,20...14,40

Якщо порівняти зміну TΔS з коефіцієнтом вологопроникності плівок, то можна помітити прямо пропорційний зв'язок між цими двома стовпчиками: при збільшенні проникності плівок зростає пропорційно і ентропія цукатів під час їхнього зберігання. А тому гіпотеза, що під час зберігання цукатів у них зменшується вологовміст за рахунок вільної вологи, відповідає дійсності. У контрольного зразка (картон) ентропія також змінюється, і ці зміни перевищують лише упакування із ПП, тобто в упакування з ПВХ і ПС зміни ентропії вищі. Якщо виходити лише із фізичного визначення ентропії, то її зростання є небажаним чинником (система при зростанні ентропії руйнується), тоді перевагу слід надати упакуванню із ПП, тому що тут зміни ентропії під час зберігання цукатів мінімальні, а на друге місце слід поставити упакування із ПЕНТ – зміна ентропії наближається до контрольного зразка. І зовсім не бажано використовувати упакування ПС і ПВХ.