



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79845** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
G01K 17/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 05701	(72) Винахідник(и): Сорокіна Світлана Вікторівна (UA), Захаренко Віталій Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 10.05.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 13.05.2013	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ, вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 13.05.2013, Бюл.№ 9	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗМІН ПРИ ЗБЕРІГАННІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

(57) Реферат:

Спосіб визначення фізико-хімічних змін при зберіганні харчових продуктів, при якому визначають теплоту адсорбції пористих продуктів Q , енергію зв'язку води з продуктом L за формулою $L = R \times T \times \ln \varphi$,

де R - газова стала;

T - абсолютна температура;

φ - відносна вологість повітря;

а з них визначають фізико-хімічні зміни в продуктах за ентропією за формулою:

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

де Q - адсорбція;

L - вільна енергія зв'язку води з продуктом;

r_0 - питома теплота випаровування вільної води;

T - абсолютна температура.

UA 79845 U

Корисна модель належить до харчової промисловості, зокрема до продуктів харчової промисловості, що зберігаються деякий час перед споживанням. Це, передусім, напівфабрикати багатофункціонального призначення, фарші, пасти, вареники, пельмені, цукати та ін.

Відомі способи, які виявляють за допомогою хроматографічних досліджень хімічного складу продуктів фізико-хімічні зміни, що знижують якість продуктів в процесі зберігання при від'ємних температурах до -18°C [1-3].

Недоліком цих способів є складність, трудозатратність і наявність складної дослідницької апаратури, що унеможливорює визначення фізико-хімічних змін у продуктах при зберіганні і, відповідно, визначення раціональних строків їх зберігання. До того ж, визначення хімічного складу харчових продуктів є копіткою і недешевою справою.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки спрощеного способу визначення фізико-хімічних змін, які відбуваються у харчових продуктах при їх зберіганні, шляхом визначення енергії зв'язку води з продуктом.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення фізико-хімічних змін при зберіганні харчових продуктів (випаровування, виморожування, кристалізація води, зміна форми зв'язку води), згідно з корисною моделлю, включає теплоту адсорбції пористих продуктів Q за способом [4], енергію зв'язку води з продуктом L за формулою $L = R \times T \times \ln \varphi$, а з них визначають фізико-хімічні зміни в продуктах за ентропією за формулою:

$$L = R \times T \times \ln \varphi, \quad (1)$$

де R - газова стала;

T - абсолютна температура;

φ - відносна вологість повітря;

а з них визначають фізико-хімічні зміни в продуктах за ентропією за формулою:

$$\Delta S = \frac{Q - L - r_0}{T}, \quad (2)$$

де Q - адсорбція;

L - вільна енергія зв'язку води з продуктом;

r_0 - питома теплота випаровування вільної води;

T - абсолютна температура.

Відмінність даного способу полягає в тому, що 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 води, змін форми зв'язку води з продуктом та ін.

Ентропію визначають, виходячи із таких передумов. Теплота адсорбції Q визначається як сума питомої теплоти випарювання 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 $T\Delta S$ - зв'язана енергія:

$$Q = r_0 + L + T\Delta S, \quad (3)$$

де r_0 - питома теплота випаровування вільної води;

L - вільна енергія зв'язку води з продуктом;

T - абсолютна температура;

ΔS - ентропія.

Використовуючи рівняння Клапейрона-Клаузіуса відносно ізотерм сорбції, можна одержати формулу для розрахунку теплоти адсорбції Q [5]:

$$\varphi = \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right), \quad (4)$$

де φ - відносна вологість повітря;

Q - адсорбція;

R - газова стала;

T - абсолютна температура.

Відповідно до формули (4) величина ізотермічної ентропії може бути визначена за нахилом кривої лінії (ізостери), яка описує залежність між рівноважним тиском або величиною φ і зворотною температурою ($1/T$). Для побудови ізостери необхідно експериментально визначити декілька ізотерм адсорбції при різних температурах (мінімум дві). Але в роботі [4] експериментально знаходилась лише одна ізотерма при 20 °С, а іншу, за більш високої температури, розраховували теоретично за методикою, яку викладено в роботі [4].

Ізостеру знаходили (будували) по двох ізотермах - при $T_1 = 293$ °К (експериментальна) та $T_2 = 313$ °К (знаходили теоретично). Якщо ізостера знаходиться по двох точках, то формула для визначення теплоти адсорбції має такий вигляд:

$$Q_{\varphi} = \frac{(T_2 r_2 - T_1 r_1) R T_1 \ln \varphi}{(T_2 - T_1) r_2}, \quad (5)$$

де T_1 , T_2 - температура при сталому вологовмісті для даної ізостери;

r_1 , r_2 - максимальні радіуси капілярів, які заповнюються при температурах;

R - газова стала;

φ - відносна вологість повітря.

Енергія зв'язку води з сировиною L визначається за формулою:

$$L = R \times T \times \ln \varphi, \quad (6)$$

де R - газова стала;

T - абсолютна температура;

φ - відносна вологість повітря.

Тоді із формули (3) можна знайти зв'язану енергію $T\Delta S$, а з нею і ентропію ΔS в разі необхідності.

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 $T\Delta S$ під час зберігання протягом 60 діб, залежно від виду упакування, наведено в таблиці.

Таблиця

Зміна питомої зв'язаної енергії ($T\Delta S$) цукатів у процесі їх зберігання залежно від виду упакування

Матеріал	Значення $T\Delta S$		Зміна $T\Delta S$ 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 $\pm$ 0,15	1,04 $\pm$ 0,12	0,16	Не існує
ПЕНТ	1,72 $\pm$ 0,12	1,49 $\pm$ 0,14	0,23	0,72...1,44
ПП	1,21 $\pm$ 0,14	1,15 $\pm$ 0,13	0,06	0,11...0,36
ПВХ	1,47 $\pm$ 0,15	1,19 $\pm$ 0,11	0,28	4,68
ПС	2,69 $\pm$ 0,16	1,17 $\pm$ 0,11	1,52	7,20...14,40

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

Якщо порівняти зміну $T\Delta S$ 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 води, відповідає дійсності. У контрольного зразка (картон) ентропія також змінюється і ці зміни перевищують лише упаковання із ПП тобто в упаковання 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 упакованню із ПП, тому що тут зміни ентропії під час зберігання цукатів мінімальні, а на друге місце слід поставити упаковання із ПЕНТ - зміна ентропії наближається до контрольного зразка. І зовсім не бажано використовувати упаковання з високим ступенем проникності ПС і ПВХ.

Джерела інформації:

1. Шаповалова Е.Н., Шпигун О.А. Практикум по инструментальным методам анализа. Ч. VI. Хроматографические методы анализа. М.: Изд-во МГУ. 1998.-52 с.

2. Ольшанова К.М. Практикум по хроматографическому анализу. - М.: Наука, 1970.-312 с.

3. Медведовская И.И., Воронцова М.А. Хроматографический анализ: Практикум. - Омск, 2002.-76 с.

4. Деклараційний патент 55621 А Україна, МКВ 7 G01N 30/00 Спосіб визначення теплоти адсорбції пористих харчових продуктів / В.О. Захаренко (Україна). - № 2002010439. - Заявл. 17.01.2002. - Опубл. 15.04.2003. - Бюл. № 4.-3 с

5. Гинзбург А.С, Массообменные характеристики пищевых продуктов./ А.С Гинзбург, И.М Савина. // - М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1982.-280 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення фізико-хімічних змін при зберіганні харчових продуктів, який **відрізняється** тим, що визначають теплоту адсорбції пористих продуктів Q , енергію зв'язку води з продуктом

L за формулою $L=R \cdot T \cdot \ln \phi$,

де R - газова стала;

T - абсолютна температура;

ϕ - відносна вологість повітря;

а з них визначають фізико-хімічні зміни в продуктах за ентропією за формулою:

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

де Q - адсорбція;

L - вільна енергія зв'язку води з продуктом;

r_0 - питома теплота випаровування вільної води;

T - абсолютна температура.