

ISSN 2313-5891 (Online)
ISSN 2304-974X (Print)

Ukrainian Food Journal

Volume 3, Issue 5
2014

Kyiv

2014

Київ

Ukrainian Food Journal is an international scientific journal that publishes innovative papers of expert in the fields of food science, engineering and technology, chemistry, economics and management.

The advantage of research results publication available to students, graduate students, young scientists.

Ukrainian Food Journal is abstracted and indexed by scientometric databases:

Ukrainian Food Journal – міжнародне наукове періодичне видання для публікації результатів досліджень фахівців у галузі харчової науки, техніки та технології, хімії, економіки і управління.

Перевага в публікації результатів досліджень надається студентам, аспірантам та молодим вченим.

Ukrainian Food Journal індексується наукометричними базами:

Index Copernicus (2012)
EBSCO (2013)
Google Scholar (2013)
UlrichsWeb (2013)
Global Impact Factor (2014)
CABI full text (2014)
Online Library of University of Southern Denmark (2014)
Directory of Research Journals Indexing (DRJI) (2014)
Universal Impact Factor (2014)
Directory of Open Access scholarly Resources (ROAD) (2014)
European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS) (2014)

Ukrainian Food Journal включено у перелік наукових фахових видань України з технічних наук, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1609 від 21.11.2013)

Editorial office address:

National University
of Food Technologies
Volodymyrska str., 68
Ukraine, Kyiv 01601

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68
Київ 01601

e-mail: ufj_nuft@meta.ua

*Scientific Council of the National
University of Food Technologies
recommends the journal for printing.
Minutes № 9, 26.03.2015*

*Рекомендовано вченою радою
Національного університету
харчових технологій.
Протокол № 9 від 26.03.2015 р.*

© NUFT, 2014

© НУХТ, 2014

— *Ukrainian Food Journal. 2014. Volume 3. Issue 5* —

<i>Bogdana Solovey, Khristina Beregova</i> Adhesion some microorganisms on abiotic surface after treatment surfactants <i>Nocardia Vaccinii</i> IMB B-7405.....	94
Processes and Equipment of Food Productions.....	102
<i>Oleksandr Prokhorov, Yevhenia Karpik</i> Reliability of knots and details hammer crushers.....	102
<i>Homenko Oleksiy, Ashmarina Galina</i> Method of calculation clamping elements brick chimney.....	109
<i>Vitaliy Shutyuk, Oleksandr Bessarab, Sergiy Samiylenko, Yuliya Tsyomka, Anna Omelchenko</i> Research of rehydration kinetics of dried vegetable feedstock.....	121
<i>Roman Sergiichuk</i> Mathematical modelling of motion of loads at surface of technological equipment.....	130
<i>Julia Lavritska, Oleksandr Chepeliuk, Olena Chepeliuk</i> Simulation of filling forcemeat of sausage casings.....	141
Economics and management.....	150
<i>Viktor Iemtsev, Iryna Iemtseva</i> Development tendencies within raw material sources for the enterprises of milk industry of Ukraine.....	150
<i>Yevhen Chazov</i> Research of the development of lobbying and GR-management in Ukraine.....	172
<i>Iryna Lysytsina</i> Strategic analysis of the wine industry leaders in Ukraine.....	161
Instructions for authors.....	183

Research of rehydration kinetics of dried vegetable feedstock

Vitaliy Shutyuk, Oleksandr Bessarab, Sergiy Samiylenko,
Yuliya Tsyomka, Anna Omelchenko

National University of food technologies, Kyiv, Ukraine

Abstract

Keywords:

Kinetics
Rehydration
Vegetable
feedstock
Moisture-retaining
power

Article history:

Received
04.07.2014
Received in revised
form 08.08.2014
Accepted 02.09.2014

Corresponding author:

Vitaliy Shutyuk
E-mail:
Ufj_nuft@meta.ua

Introduction. Dried products are widely used in production of fast food and ready-made meal. Rehydration plays a vital role in the process of recovery of original qualities of dried feedstock. Qualitative characteristics of dried vegetable feedstock are all-important for manufacturing of new industrial products with desired qualities or quality improvement of already existing ones.

Materials and research methods. The authors have conducted experiments on estimating the hydration kinetics of pre-dried potatoes, mushrooms, pumpkins, apples and carrots. Convective drying experiments were carried out in the cupboard drier DNG-9035A with the 30 l volume and maximum consumed capacity, which equals 850 W.

The value of moisture-retaining power of a dry product was estimated as interrelation of the quantity of water, which holds the fibers together and is left in the test-tube after centrifugal process, and the corresponding quantity of dry substances. The dry substances have been measured by drying the samples in a kiln at 105 °C until their masses became constant.

Results and discussion. The research of dehydration kinetics was conducted at three different temperatures: 40, 60 and 80 °C. The measurement of the material humidity in relation to time under constant rehydration conditions illustrates a so-called rehydration curve. The results of water absorption research in the process of rehydration of vegetable feedstock display that dependence between the change of moisture content and the temperature can be described by the means of the first-order kinetic model. With the rise in temperature the speed of rehydration and equilibrium moisture also increase. In all the products degree of dehydration didn't come up to the value of moisture content of 8 kg/kg. It indicates the structural failure and shrinkage, which cause the loss of rehydration capacity of the product in the process of drying.

УДК 57.037

Вступ

Сушіння це широкозастосований процес консервування харчових продуктів. Численні висушені продукти споживаються або застосовуються як інгредієнти в харчовій промисловості. Нині сушені продукти широко використовуються у вироб-

ництві їжі швидкого приготування та готових до споживання стравах. У відновленні початкових властивостей висушеної сировини важливу роль відіграє процес регідратації: не зважаючи на широке застосування регідратації сушених харчових продуктів, дослідники не надавали цьому питанню належної уваги [1–4]. Так, тільки Р. Lewicki дослідив вплив кінетики сушіння на зміну водопоглинальної здатності, текстури і пористості у процесі регідратації кількох харчових продуктів [5].

Термін «якість» сушеної продукції включає в себе ряд параметрів при оводненні матеріалу як під час процесу, так і після його завершення. Якісні характеристики надзвичайно важливі для виробництва нових промислових продуктів із заданими властивостями або покращання якості існуючих. Властивості, пов'язані з якістю, можна згрупувати таким чином:

- структурні (щільність, пористість, розмір пор, питомий об'єм);
- оптичні (колір, зовнішній вигляд);
- текстурні (міцність на стискування, міцність на розрив);
- механічні (характеристика продукту: кристалічна, еластична тощо);
- сенсорні (аромат, смак, запах);
- харчові (вміст вітамінів, білків тощо).

Умови сушіння та фізико-хімічні зміни, що відбуваються під час сушіння і регідратації, впливають на якість оводнених продуктів. Зокрема, метод сушіння та умови оброблення істотно позначаються на кольорі, текстурі, щільності і пористості та сорбційних характеристиках регідратованих матеріалів [6, 8, 10]. Регідратацію можна розглядати як міру пошкодження матеріалу, спричиненого сушінням та попереднім обробленням [11, 12]. Процес регідратації висушених рослинних тканин складається одночасних етапів: набухання висушеного матеріалу та вимивання розчинних сухих речовин [1, 13].

Мета та завдання досліджень

Проведена робота є спробою дослідити якісні зміни зневодненої їжі, що сталися під час регідратації, вивчити вплив температури води на швидкість регідратації ряду фруктів і овочів, зневоднених різними способами сушіння.

Матеріали і методи досліджень

Автори проводили досліді з визначення кінетики оводнення попередньо висушених картоплі, грибів, гарбузів, яблук і моркви. Вся сировина зберігалась за температури 5 °С. Перед сушінням її мили і нарізали кубиками з розміром граней 0,01 м (гриби нарізали пластинками). В усіх експериментах використовували сировину однієї партії протягом певного періоду часу: картопля сорту Серпанок, гриби – печериця, гарбузи – сорту Український багатоплідний, яблука – Ренет Симиренко, морква – Абако типу Шантане.

Для визначення водоутримувальної здатності зразок сухого продукту масою (до 2,0 г) зважували і заливали у пробірці дистильованою водою відповідної температури [7]. Насичення вологою здійснювали за температури 20 °С, при перемішуванні через кожні 5 хв. Надалі центрифугували протягом 10 хв. Величину вологоутримувальної здатності визначали як співвідношення між кількістю води, яка утримує волокна і яка залишається в пробірці після центрифугування, та відповідною кількістю сухих речовин (точність ± 1 г води/г СР).

Результати та обговорення

Дослідження впливу умов регідратації на кінетику оводнення здебільшого були зосереджені на водопоглинальній здатності й розчинності сухого продукту [4]. При виконанні вимірювань та розрахунку індексів регідратації для сухих харчових продуктів використовували несистематизовані методики [1], які переважно включають в себе визначення кінетики сушіння та регідратації. На їхньому аналізі розглядали механізми впливу процесів на оводнення продукту [9, 10]. Для практичного застосування, як правило, використовували кінетичні моделі у вигляді емпіричних рівнянь, які є функціями основних параметрів процесу оводнення.

Крім того, значна кількість розчинних сухих речовин може надходити в розчин під час регідратації і впливати як на поживну цінність продуктів, так одночасно і на вологоутримувальну здатність. Вимивання сухих речовин пов'язане з необхідністю відносно більшою кількістю води, тому можна очікувати, що зі зменшенням вимивання збільшується регідратаційна здатність продукту [4].

Температура середовища не впливає на кінцевий вміст сухих речовин в продукті. Руйнування каротиноїдів і окиснення ліпідів зростають зі збільшенням вимивання розчинних компонентів, тоді як неферментативне потемніння зменшується і регідратаційні властивості покращуються при збільшенні рН [11].

На регідратаційні властивості продукту значно впливає спосіб сушіння [12]. Також позитивно позначається оброблення сировини перед сушінням на оводненні сухого продукту [13]. Останнім часом дослідники припускають, що втрату твердих розчинних частинок при регідратації можна описати за допомогою другого закону Фіка [3, 14].

Проводили дослідження з вимивання сухих розчинних речовин в бобових [15]. Проте характер вимивання сухих розчинних речовин під час нетривалих процесів регідратації не вивчався, що характерно для оводнення плодів та овочів.

Кінетику регідратації рослинної сировини досліджували при температурі 40, 60 і 80 °С. Результати вимірювання вологості матеріалу залежно від часу за постійних умов регідратації являють собою так звану криву регідратації.

Кінетичною моделлю першого порядку обрано опис явищ масоперенесення в процесі регідратації. Вона ґрунтується на таких припущеннях:

- температура води постійна протягом усього процесу регідратації;
- початковий вологовміст у зразках однорідний:

$$d(W) / dt = -k_0(W - W^{eq}) . \quad (1)$$

де W – вміст води в матеріалі під час регідратації, кг/кг; t – час регідратації, хв.; k_0 – швидкість регідратації, хв^{-1} ; W^{eq} – рівноважний вміст води в матеріалі, кг/кг.

Емпірична модель зв'язку рівноважного вмісту води в продукті W^{eq} з необхідною концентрацією води при насиченні подана у таблиці. Ця модель адекватно описує експериментальні дані з кінетики регідратації продуктів, представлені на рис. 1. Рівноважна вологість розглянутих продуктів під час оводнення не досягала вмісту води в сировині, що підтверджує незворотність процесу зневоднення. В усіх продуктах ступінь регідратації не досягла вмісту води вище 8 кг/кг, що вказує на структурні пошкодження і усадку, які спричиняють втрату регідратаційної здатності продукту під час сушіння.

Аналіз отриманих дослідних даних з оводнення висушеної рослинної сировини свідчить, що зміну вологовмісту усіх зразків від температури можна описати таким рівнянням:

$$W = W^{eq} - (W_{in} - W^{eq})^{-k_{\delta}t}, \quad (2)$$

де рівноважний вміст вологи в матеріалі та швидкість регідратації визначаються відповідно із залежностей:

$$k_{\delta} = k_{\delta 0} \left(\frac{t}{60} \right)^n, \quad (3)$$

$$W = W_0 \left(\frac{t}{60} \right)^m, \quad (4)$$

де n і m табличні коефіцієнти характерні для певної сухої сировини (див. табл. 1).

Таблиця 1.

Коефіцієнти до математичної моделі оводення рослинної сировини

Продукт	W_{in}	k_{p0}	n	W_0	m	$S, \%$
Морква	0,21	0,01	0,47	3,92	1,33	10,00
Гарбузи	0,36	0,01	0,03	4,80	1,09	9,00
Гриби	0,42	0,16	0,06	1,44	0,61	7,00
Яблука	0,36	0,01	0,32	4,28	0,50	13,00
Картопля	0,17	0,02	0,10	1,54	1,09	11,00

Огляд експериментальних даних кінетики регідратації при трьох значеннях температури для різних продуктів (див.рис. 1) показує, що швидкість регідратації то більша, що вища температура води. Отже, для досягнення більшої швидкості регідратації потрібно використовувати воду з вищою температурою. Ця закономірність підтверджується залежністю зміни коефіцієнта регідратації від зміни температури води. Регресійний аналіз зміни коефіцієнта регідратації та рівноважної вологості від зміни температури води для досліджених продуктів подано на рис. 2. Зі збільшенням температури води збільшується швидкість регідратації і рівноважна вологість.

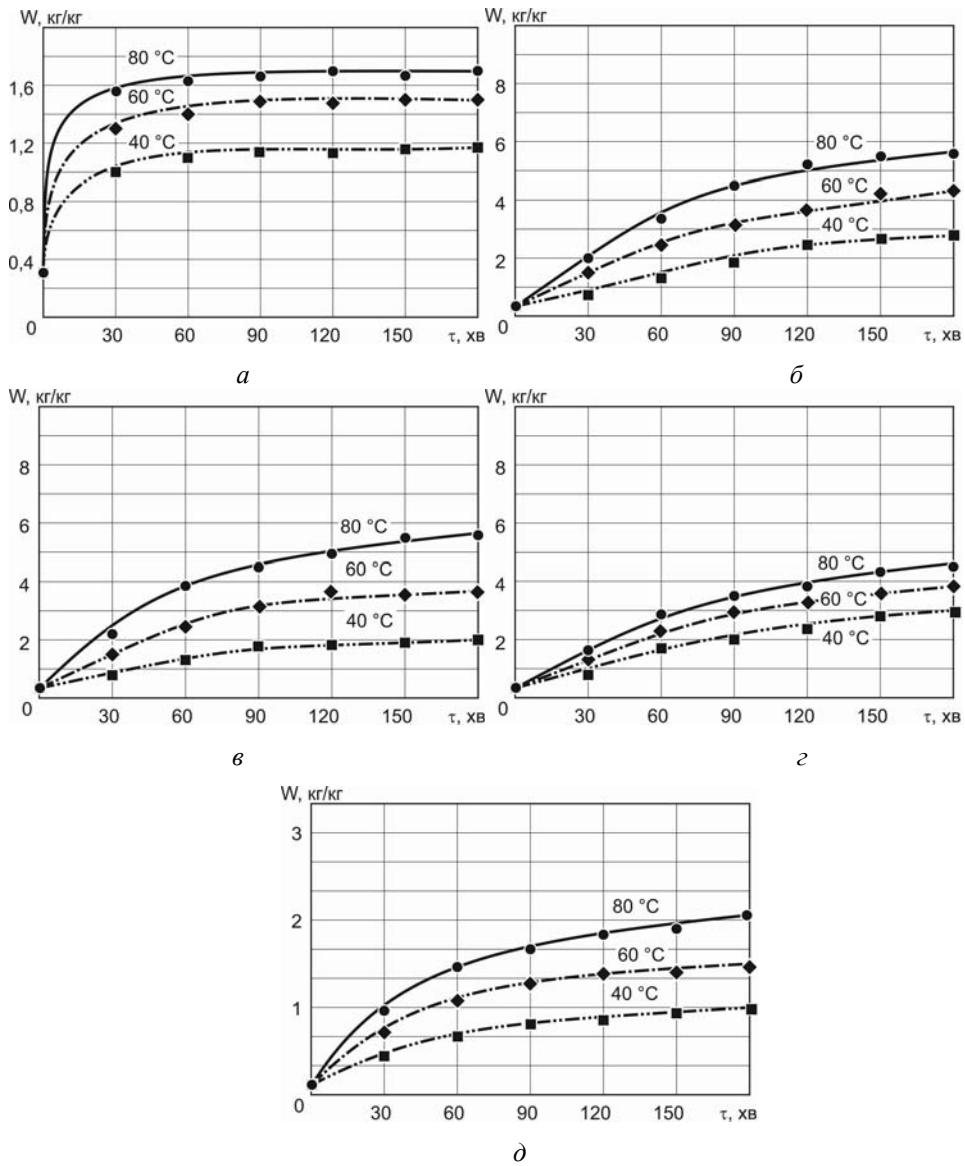


Рис. 1. Графіки залежності зміни вологовмісту висушеної рослинної сировини від температури води під час оводнення: а – гриби; б – картопля; в – морква; г – яблука; д – гарбузи

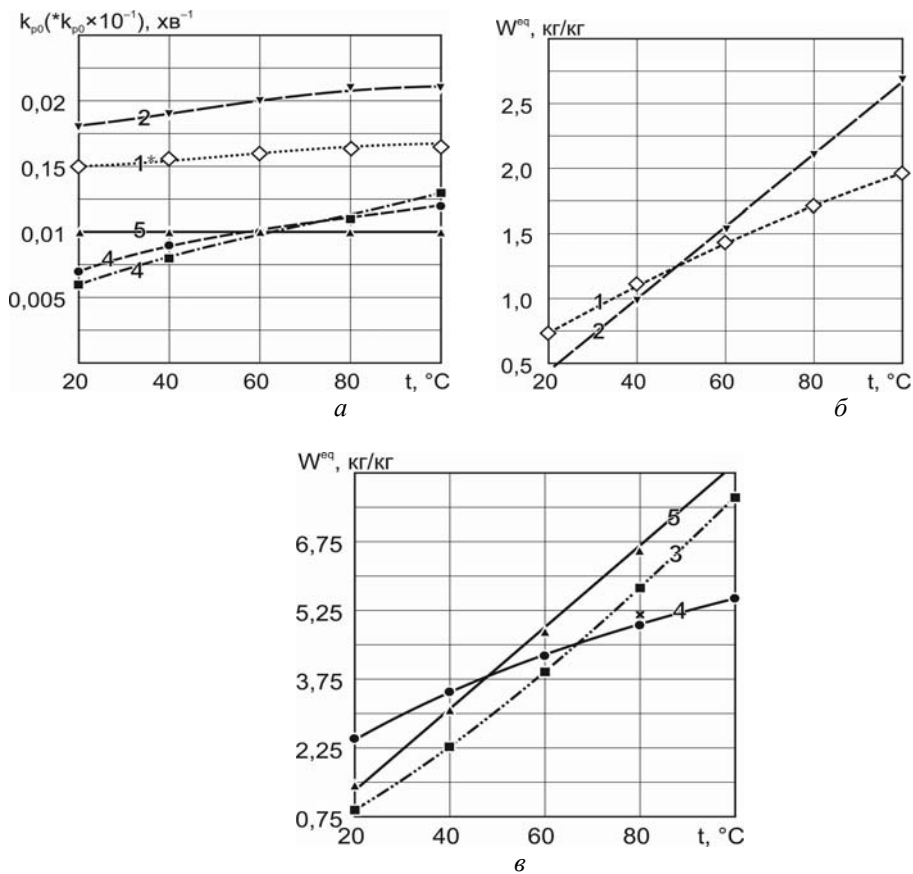


Рис. 2. Графіки залежності зміни коефіцієнта регідратації (а) та рівноважного вологовмісту рослинної сировини (б, в) від температури води під час оводнення: 2 – картопля; 1 – гриби; 5 – гарбуз; 4 – яблука; 3 – морква

Найбільше значення коефіцієнта регідратації мають гриби – 0,150...0,165 хв^{-1} , що можна пояснити їхньою пористою структурою. У сушених картоплі, гарбузах, яблуках і моркві значно менше значення коефіцієнта регідратації, які мають більш щільну структуру, не перевищує 0,021 хв^{-1} . Фактично не змінюється коефіцієнт регідратації при оводненні гарбуза – 0,01 хв^{-1} .

Отримані результати кінетики регідратації та рівноважного вологовмісту висушених картоплі, грибів, гарбуза, яблука і моркви можуть бути використанні при розробленні технології виготовлення концентратів перших, других і солодких страв, які не потребують варіння. Такі напівфабрикати готові до вживання після змішування їх з гарячою водою або молоком і характеризуються високою ступеню набухання, швидкістю приготування та мають високі відновлювальні характеристики при температурі нижче 100 $^\circ\text{C}$.

Більш детальне знання кінетики регідратації та рівноважного вологовмісту висушених дозволить отримати харчові концентрати із заданими властивостями або покращання якості існуючих. Що особливо важливо, коли темпи зростання

виробництва концентратів знижуються, ринок близький до наповнення і конкурентна боротьба прийме виключно маркетинговий характер.

Висновки

Результати досліджень поглинання води під час регідратації рослинної сировини свідчать, що залежність зміни вологовмісту від температури можна описати кінетичною моделлю першого порядку. Зі збільшенням температури води збільшуються швидкість регідратації і рівноважна вологість.

В усіх продуктах ступінь регідратації не досягла вмісту вологи вище 8 кг/кг, що вказує на структурні пошкодження і усадку, які спричиняють втрату регідратаційної здатності продукту під час сушіння. Найбільше значення коефіцієнта регідратації мають гриби – $0,150 \dots 0,165 \text{ хв}^{-1}$, що можна пояснити їхньою пористою структурою. У сушених картоплі, гарбузах, яблуках і моркві значення коефіцієнта регідратації, який має щільну структуру, не перевищує $0,021 \text{ хв}^{-1}$. Фактично не змінюється коефіцієнт регідратації при оводненні гарбуза – $0,01 \text{ хв}^{-1}$.

Отриманні результати кінетики регідратації та рівноважного вологовмісту висушених картоплі, грибів, гарбуза, яблука і моркви можуть бути використанні при розробленні технології виготовлення концентратів перших, других і солодких страв, які не потребують варіння.

Література

1. Lewicki P.P. (1998), Effect of pre-drying treatment, drying and rehydration on plant tissue properties. A review. *Int. J of Food Properties*, 1, p.p. 1–22.
2. Mate J.I., Zwietering M., Riet K. (1999), The effect of blanching on the mechanical and rehydration properties of dried potato slides. *Eur. Food Res Technol*, 209, p.p. 343–347.
3. Oliveira F.A.R., Ilincanu L. (1999), Rehydration of dried plant tissues: Basic concepts and mathematical modelling. In *Processing Foods*; Oliveira, F.A.R., Oliveira, J.C., Eds.; Boca Raton, FL: CRC Press, p.p. 201–227.
4. Marabi A., Dilak C., Shah J., Saguy I.S. Kinetics of solids leaching during rehydration of particulate dry vegetables. *Journal of Food Science, Food Engineering and Physical Properties*.
5. Lewicki P.P. (1998), Some remarks on rehydration of dried foods. *J. of Food Engineering*, 36, p.p. 81–87.
6. Krokida M.K., Maroulis Z.B. (2000), The effect of drying method on viscoelastic behaviour of dehydrated fruits and vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 35, p.p. 391–400.
7. Hunter R.S., Harold R.W. 1987. *The measurement of appearance*. 2nd Ed., John Wiley&Sons. 411 p.
8. Krokida M.K., Karathanos V.T., Maroulis Z.B. (1998), Compression analysis of dehydrated agricultural products. *Drying Technology*, 18 (1–2), p.p. 395–408.
9. Krokida M.K., Karathanos V.T., Maroulis Z.B. (1998), Viscoelastic behavior of dehydrated carrot and potato. *Drying Technology*, 16, p.p. 687–703.
10. Yang, C.S.T., Atallah W.A. (1985), Effect of four drying methods on the quality of immediate moisture lowbush blueberries. *Journal of Food Science*, 50, p.p. 1233–1237.
11. McMinn W.A.M., Magee T.R.A. (1997), Physical characteristics of dehydrated potatoes. Part II. *Journal of Food Engineering*, 33, p.p. 49–55.

12. Okos M.R., Narishman G., Singh R.K., Weitnauer A.C. (1992), Food dehydration.— In Handbook of Food Engineering. New York: Marcel Dekker, p.p. 437–562.
13. McMinn W.A.M., Magee T.R.A. (1997), Quality and physical structure of dehydrated starch based system. *Drying Technology*, 15 (6–8), p.p. 49–55.
14. Parry J.L. (1985), Mathematical modeling and computer simulation of heat and mass transfer in agricultural grain drying. A review. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 32, p.p. 1–29.
15. Taiwo K.A., Angersbach A., Knorr D. (2002), Rehydration studies on pretreated and osmotically dehydrated apple slices. *Journal of Food Science*, 67, p.p. 842–847.

Дослідження кінетики регідратації висушеної рослинної сировини

Віталій Шутюк, Олександр Бессараб,
Сергій Самійленко, Юлія Цьомка, Ганна Омельченко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушені продукти широко використовуються у виробництві їжі швидкого приготування та готових до споживання стравах. У процесі відновлення початкових властивостей висушеної сировини важлива роль належить регідратації. Якісні характеристики сушеної рослинної сировини надзвичайно важливі для виробництва нових промислових продуктів із заданими властивостями або покращання якості існуючих.

Матеріали і методи досліджень. Автори проводили досліди з визначення кінетики оводнення попередньо висушених картоплі, грибів, гарбузів, яблук і моркви. Досліди з сушіння конвективним способом здійснювали в сушильній шафі DNG-9035A з об'ємом камери 30 л та максимальною споживаною потужністю 850 Вт.

Величину вологоутримувальної здатності сухого продукту визначали як співвідношення між кількістю води, яка утримує волокна і яка залишається в пробірці після центрифугування та відповідною кількістю сухих речовин. Сухі речовини вимірювали висушуванням зразків у сушильній печі за температури 105 °C доти, доки їхня маса не ставала постійною.

Результати й обговорювання. Дослідження кінетики регідратації проводили при трьох температурах 40, 60 і 80 °C. Вимірювання вологості матеріалу залежно від часу в постійних умовах регідратації являє собою так звану криву регідратації. Результати досліджень поглинання води під час регідратації рослинної сировини свідчать, що залежність зміни вологовмісту від температури можна описати кінетичною моделлю першого порядку. Зі збільшенням температури води збільшуються швидкість регідратації й рівноважна вологість. В усіх продуктах ступінь регідратації не досягала вмісту вологи вище 8 кг/кг, що вказує на структурні пошкодження і усадку, які спричиняють втрату регідратаційної здатності продукту під час сушіння.

Ключові слова: кінетика, регідратація, рослинна сировина, вологоутримувальна здатність