

**Nemirich Alexandra,**

National University of Food Technologies, Associate Professor,  
Ph.D., department of the health products and food expertise,

**Vasheka Oksana,**

National University of Food Technologies,  
Ph.D., department of the health products and food expertise,

**Olga Ivanenko,**

National University of Food Technologies,  
student, faculty hotel and restaurant and tourism business,

**Tatiana Tarasenko,**

Kharkov State University of Food Technology and Trade,  
Department of merchandise trade and business

## Research rehydration properties of cabbage powder

**Abstract.** This article investigates the rehydration properties of polar liquids powder from cabbage. This publication deals with the microstructure, the coefficient of restitution and shape due to moisture cabbage powder output quality and restored.

**Keywords:** cabbage powder, microstructure, coefficient of restitution, moisture forms of communication.

**Неміріч Олександра,**

Національний університет харчових технологій,  
доцент, кандидат технічних наук, факультет технології  
оздоровчих продуктів і харчової експертизи,

**Вашека Оксана,**

Національний університет харчових технологій,  
кандидат технічних наук, факультет технології  
оздоровчих продуктів і харчової експертизи,

**Іваненко Ольга,**

Національний університет харчових технологій,  
студентка, факультет готельно-ресторанного та туристичного бізнесу,

**Тарасенко Тетяна,**

Харківський державний університет харчування та торгівлі,  
факультет товарознавства і торговельного підприємництва

## Дослідження регідратаційних властивостей порошку з капусти

**Анотація.** Дана стаття присвячена дослідженню регідратаційних властивостей у полярних рідинах порошку з капусти. В публікації розглянуто мікроструктуру, коефіцієнт відновлення та форми зв'язку вологи в порошку капусти вихідної якості та відновленому.

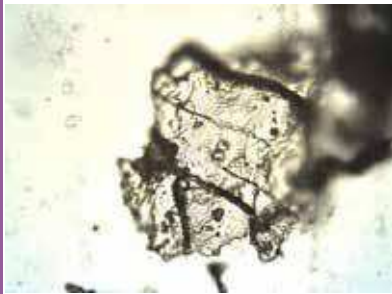
**Ключові слова:** порошок з капусти, мікроструктура, коефіцієнт відновлення, форми зв'язків вологи.

Розширення закладів ресторанного господарства мережі бістро, кафе, студентських їдалень, як швидко зростаючого і динамічно розвиваючого сектора економіки, характеризується дефіцитом продуктів, які відрізняються збалансованою харчовою та біологічною цінністю, зокрема з використанням овочів. В асортименті, в основному, переважають вуглеводно-жирові продукти, що призводить у кінцевому результаті до порушення структури харчування населення і розвитку різних захворювань аліментарної природи, особливо до ожиріння. Тому актуальною науково-технічною задачею слід вважати залучення до технологічних потоків виробництва кулінарної продукції в мережі бістро сушених овочів, що сприяє частковому або повному вирішенню проблеми. При розробці технологій кулінарних виробів важливо враховувати регідратаційні властивості сушених овочів, так як саме вони більшою мірою впливають на органолептичні, фізико-хімічні показники якості і структурно-механічні властивості кулінарних виробів з їх використанням.

Метою досліджень було дослідження регідратаційних властивостей порошку з капусти для подальшого використання в низці технологій кулінарної продукції.

В дослідженнях обрано порошок з капусти з остаточним вологовмістом 7 %, отриманий способом змішаного теплопідведення (ЗТП-сушіння) [1]. Порошок з капусти складається переважно з частинок розміром 5...50 мкм. З метою прогнозування поведінки в багатокомпонентних харчових системах досліджували його регідратаційні властивості в полярних середовищах: розчинах натрій хлориду (0,5 та 1,7 %), сахарози (1,1 та 5,0 %), етанової кислоти (рН = 4,5), натрій гідрокарбонату (рН = 6) за температур 20 та 40 °С.

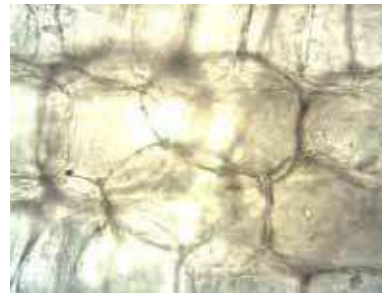
Зображення частинки порошку з капусти ЗТП-сушіння та відновленого у полярних середовищах за різних температур представлено на рис. 1. Аналізуючи знімки мікроструктури (рис. 1) відновлених частинок порошку із капусти, можна констатувати, що на процес регідратації впливають вид і температура полярного середовища. На представлених знімках мікроструктури видно, що за температури 20 °С у різних полярних середовищах на поверхні клітин тканин овочу між складовими компонентами порошку та молекулами води формуються сольватні комплекси. На знімках добре видно шар адсорбційно зв'язаної води. В той же час слід зазначити, що на процес відновлення впливає і рН середовища. Більшою мірою процес регідратації протікає у середовищі з рН=6. Відновлення тканин порошку у слабких розчинах натрій хлориду (0,5 %) та сахарози (5,0 %) відбувається подібним чином до водного середовища. Збільшення концентрації натрій хлориду та сахарози до 1,7 та 5,0 % відповідно призводить до погіршення процесу регідратації клітин. Це можна пояснити високими концентрацією та гідратаційними властивостями даних речовин. Причём з підвищенням температури розчинів з 20 до 40 °С виявляється плазмоліз клітини. На знімках мікроструктури видно, що відновлення в молоці за температури 20 °С відбувається аналогічно слабким розчинам натрій хлориду та сахарози. Крім того, на поверхні клітин утримуються жирові кульки та білки молока завдяки високому вмісту полісахаридів в даній сировині. З підвищенням температури відновлюючого середовища регідратаційні властивості порошку з капусти, отриманого ЗТП-сушінням, підвищуються. Досліджено коефіцієнт водопоглинання порошку з капусти у вказаних полярних середовищах – таблиця 1. Як видно з таблиці, найбільшим коефіцієнтом водопоглинання характеризуються зразки порошку з капусти, відновлені в середовищі з рН=6. Підвищення температури даного полярного середовища сприяє покращанню гідратаційної здатності порошку.



Часточка порошку з капусти



Розчин натрій гідрокарбонату  
(pH=6), 20 °C



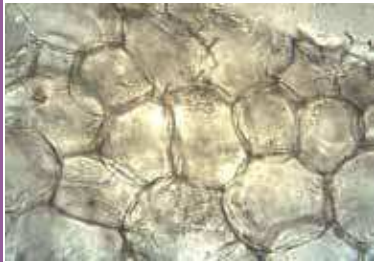
Розчин натрій гідрокарбонату  
(pH=6, 40 °C)



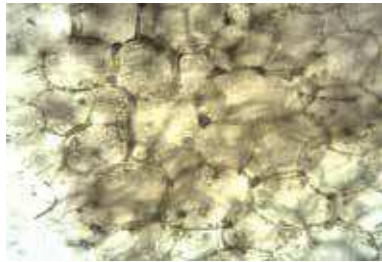
Розчин етанової кислоти  
(pH=4,5), 20 °C



Розчин етанової кислоти  
(pH=4,5), 40 °C



Розчин натрій хлориду 0,5 %, 20 °C



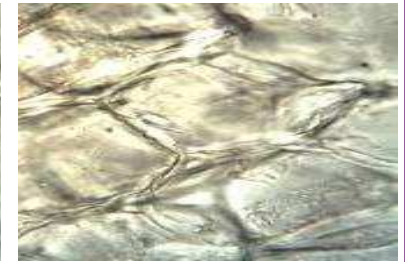
Розчин натрій хлориду 0,5 %, 40 °C



Розчин натрій хлориду 1,7 %, 20 °C



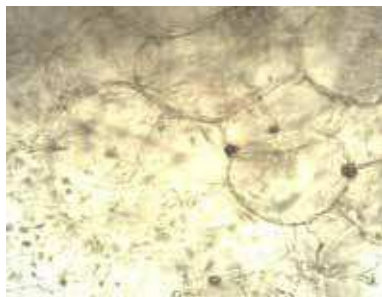
Розчин натрій хлориду 1,7 %, 40 °C



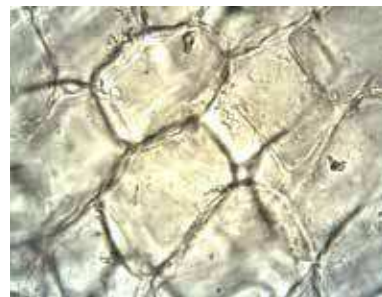
Розчин сахарози 1,1 %, 20 °C



Розчин сахарози 1,1 %, 40 °C



Розчин сахарози 5 %, 20 °C



Розчин сахарози 5 %, 40 °C



Молоко, 20 °C



Молоко, 40 °C

Рисунок 1 – Мікроскопія структури порошку з капусти, відновленого в різних полярних середовищах за різної температури (збільшення в 400 разів)

Таблиця – Коефіцієнт водопоглинання (КВ) порошку з капусти у полярних середовищах

Середовище	Температура, °C	КВ, од.
Натрій гідрокарбонату (pH = 6,0)	20	10,0 ± 0,5
	40	11,0 ± 0,5
Розчин етанової кислоти (pH = 4,5)	20	7,0 ± 0,5
	40	7,8 ± 0,5
Розчин натрій хлориду 0,5 %	20	7,2 ± 0,5
	40	8,0 ± 0,5
Розчин натрій хлориду 1,7 %	20	6,5 ± 0,5
	40	8,6 ± 0,3
Розчин сахарози 1,1 %	20	6,1 ± 0,5
	40	7,3 ± 0,5
Розчин сахарози 5,0 %	20	7,3 ± 0,5
	40	9,2 ± 0,2
Молоко	20	7,8 ± 0,5
	40	8,8 ± 0,5

Визначальну роль у формуванні структури готових продуктів з використанням порошку з капусти виграють зв'язки між компонентами структури при їх введенні, що впливатиме на перерозподіл форм зв'язків вологи та процеси кристалізації жирової фази. Для встановлення впливу способу сушіння на перерозподіл форм зв'язків вологи методом термогравіметрії проведено дослідження стану водної фази порошоків з капусти, отриманих способом конвективного сушіння та змішаного теплопідведення до та після їх відновлення. Для досліджень форм зв'язків вологи у зразках порошку з капусти використовувався термогравіметричний метод, який оснований на зміні маси та ентальпії продукту під час нагрівання із заданою швидкістю. В результаті досліджень отримано дериватограмами, за якими проводили визначення кількості видаленої вологи, температур піків та інтервалів її видалення. За отриманими даними ідентифікували форми зв'язків вологи та розраховували їх процентне співвідношення – рисунок 2.

Під час аналізу зв'язків водної фази з компонентами порошоків користувались загальноприйнятою класифікацією форм зв'язків вологи за П.А. Ребіндером [2]. В основу класифікації покладено енергії зв'язку з матеріалом, тобто термодинамічний принцип, тому вона має універсальний характер. Згідно з даною класифікацією усі форми зв'язку поділяють на три великі групи: фізико-хімічну, фізико-механічну та хімічну.

Дериватограми порошоків із капусти, отриманих різними методами сушіння, до відновлення представлено на рис. 2 а та б. Характеризуючи криві ДТА дослідних зразків, можна констатувати, що видалення вологи у них проходить подібним чином, але у різних температурних інтервалах. Так, для порошку із капусти, отриманого конвективним сушінням, температурні піки видалення міцно зв'язаної вологи знаходяться у діапазоні (65...160) °C. У той же час у невідновленому порошку із капусти, отриманого ЗТП- сушінням, температурний інтервал видалення міцно зв'язаної вологи зсунутий у бік вищих температур – (78...175) °C. Також у даному зразку спостерігається зростання температури піку видалення вологи на 2 °C та дифузного піку – на 9 °C. Отримані результати вказують на те, що у невідновленому порошку із капусти ЗТП-сушіння, залишкова волога зв'язана з його компонентами більш міцними зв'язками, ніж у порошку традиційно прийнятого конвективного сушіння. Порівнюючи дериватограми відновлених порошоків із капусти (рис. 2 в та г), видно, що їх здатність зв'язувати та

утримувати вологу різна залежно від способу сушіння. Так, загальна кількість зв'язаної води у порошку з капусти конвективного сушіння становить 71 %, а у порошку ЗТП-сушіння – 80%. Характеризуючи криву DTA відновленого порошку конвективного сушіння (рис. 2 в), видно, що пік видалення води має широке плече у інтервалі низьких температур – 32...102 °С. Відносна кількість видаленої води становить 63 %. Це вказує на накладання температурних інтервалів видалення води із різними формами зв'язку.

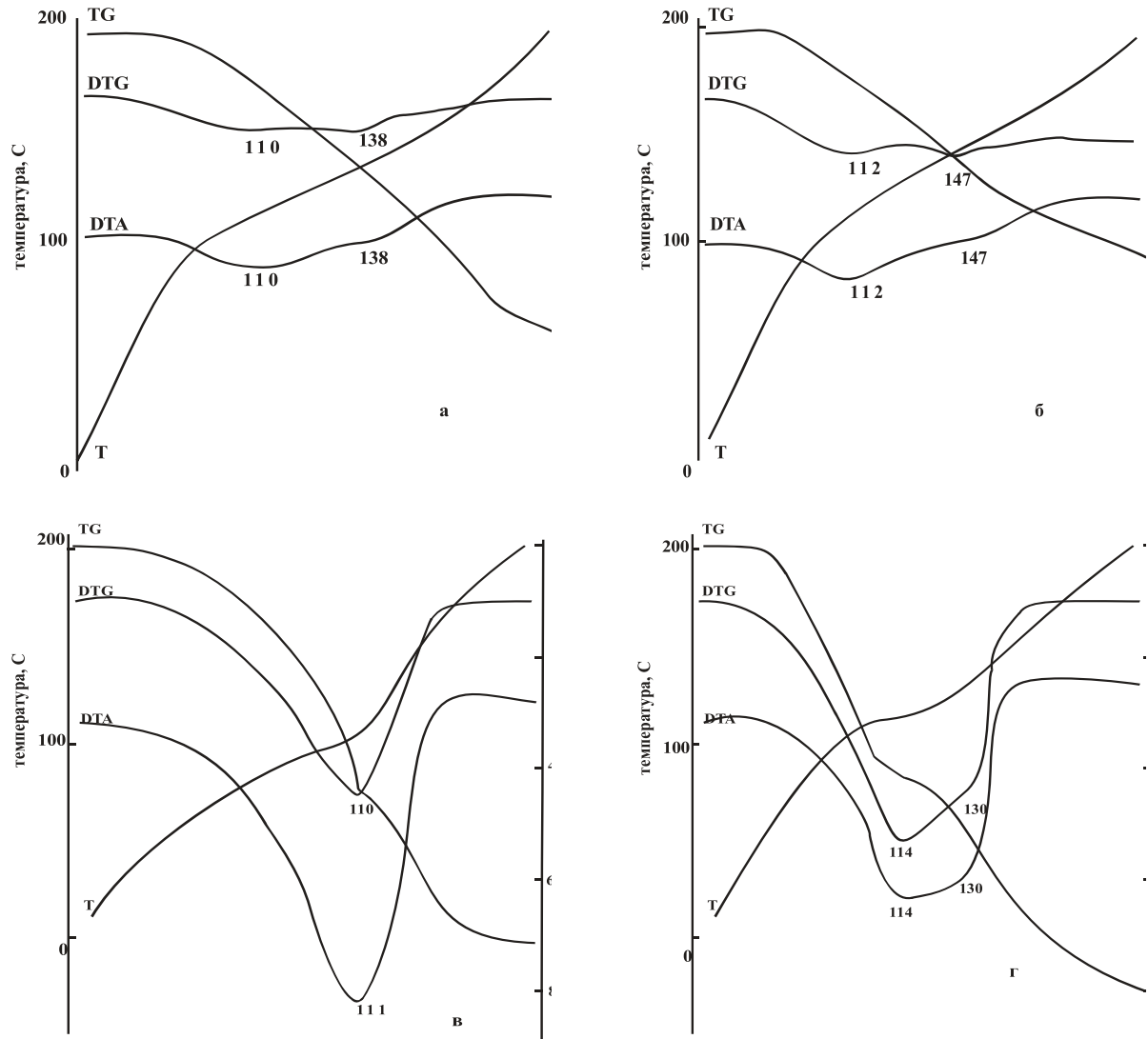


Рисунок 2 – Дериватограми порошоків з капусти: а – конвективного сушіння; б – ЗТП-сушіння; в – конвективного сушіння, відновленого у воді; г – ЗТП-сушіння, відновленого у воді

Відповідно до класифікації П.А. Ребіндера, така вода характеризується слабкими осмотичними та механічними зв'язками з компонентами порошку [2]. Процес видалення міцно зв'язаної води характеризується гострим піком при температурі 110 °С, що вказує на переважання полімолекулярних зв'язків. Порівнюючи дериватограми дослідних зразків порошоків, видно, що процес ЗТП-сушіння сприяє зростанню кількості міцно зв'язаної води із полі- та мономолекулярними зв'язками. На це вказує характер кривих DTA та DTG відновленого порошку (рис. 2 г). Відносна кількість механічної та осмотичної води у відновленому зразку становить 47 %. Міцно зв'язана вода видалається диференційовано у двох температурних інтервалах із піками видалення 114 та 130 °С. Що вказує на воду з полі- та мономолекулярними зв'язками відповідно. Її відносна

кількість становить 53 %. Отже, отримані результати досліджень вказують, що використання методу ЗТП-сушіння сприяє формуванню регідратаційних властивостей порошку з капусти, що відрізняються більшою в 1,5 рази здатністю зв'язувати вологу міцними зв'язками у порівнянні з конвективним сушінням. Із літературних джерел відомо [3], що системи, у яких мікрокапіляри з діаметром не більше  $10^{-7}$  см, представлені значною мірою, характеризуються відповідно більшим вмістом міцно зв'язаної води. Враховуючи відомі літературні дані, можна зробити висновок, що апаратне оформлення та технологічні режими процесу ЗТП-сушіння сприяють отриманню порошоків із збільшеною кількістю мікропор та мікрокапілярів у нанорозмірному діапазоні.

За результатами проведених досліджень встановлено, щол отримання порошку з капусти ЗТП-сушінням сприяє максимальному збереженню мікроструктури тканин овочу та нативних властивостей його компонентів. Апаратне оформлення та технологічні режими процесу ЗТП-сушіння прямо пропорційно впливають на формування пор та капілярів, як у мікро-, так нанорозмірному діапазоні, що дозволяє отримати сушений продукт з високими регідратаційними властивостями.

#### Список літератури:

1. Потапов В. А. Рациональные режимы сушки овощей смешанным теплоподводом : дис...канд. техн. наук : 05.18.12: защищена 10.06.94 : утв. 6.10.94 / Потапов В. А. – Одесса, 1994. – 190 с.
2. Ребиндер П. А. О формах связи влаги с материалом в процессе сушки / П. А. Ребиндер // Интенсификации процессов и улучшение качества материалов: Всесоюз. совещ. 12–14 сент. 1958: труды – 1958. – М.: Промиздат. – С. 14.
3. Гинзбург А. С. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов / А. С. Гинзбург, И. М. Савина. – М.: Легкая пром-сть, 1982. – 280 с.