

УДК 664.951

## ВПЛИВ МІКРОХВИЛЬОВОГО СУШІННЯ НА СТРУКТУРУ ЖЕЛАТИНУ

Саєвич О.В., к.х.н. \*,

Чернушенко О.О., к.х.н.

*Дніпровський національний університет ім. О.Гончара*

Тел.(056) 776-82-48

**Анотація** – дану роботу присвячено дослідженню зміни фізико-хімічних властивостей желатину, що був отриманий із застосуванням мікрохвильової сушки. Було проведено аналіз впливу мікрохвильового випромінювання на ступінь набухання та зміну в'язкості желатину. За даними кінетичного досліджування процесу набухання зразків желатину були визначені константи швидкості набухання. Під впливом мікрохвильового поля відбувається зміна структури системи «желатин-вода».

**Ключові слова** – желатин, мікрохвильове випромінювання, ступінь набухання, в'язкість.

*Постановка проблеми.* Продукти харчування є основним джерелом надходження білків в організм людини. Відомо, що при здоровому харчуванні людина отримує повноцінні білкові продукти, в тому числі і желатин. Желатин необхідний для нормального функціонування рухового апарату людини, особливо для людей похилого віку та людей, що займаються високовитратними видами діяльності, при стресових навантаженнях, для відновлення суглобів і кісток, здоров'я нігтів, волосся та шкіри. Збалансоване харчування дозволяє повністю покрити добову потребу організму в цьому білку. У харчовій промисловості желатин знаходить широке застосування: входить до складу консервів, м'ясопродуктів, холодців різного виду, десертів, соусів, незамінний при виробництві кондитерських виробів - мармеладу, пастили і ін. Також желатин все ширше використовується у якості функціонального харчового продукту і основи для лікарських і кровозаміних препаратів.

Желатин - це продукт переробки колагену, поширеної в природі білкової речовини, що утворює головну складову частину сполучної тканини хребетних, особливо в шкірі, осейні кісток і в сухожиллях.

---

© Саєвич О.В., к.х.н., Чернушенко О.О., к.х.н.

\*Науковий керівник - к.х.н., доцент Саєвич О.В.

При промисловому виробництві желатину використовують сушку фільтрованим сухим повітрям, але це тривалий процес (рис. 1). Однією з самих тривалих стадій є сушка желатину (10-12 год). Використання додаткової дії фізичних полів дозволить значно скоротити час її проведення.

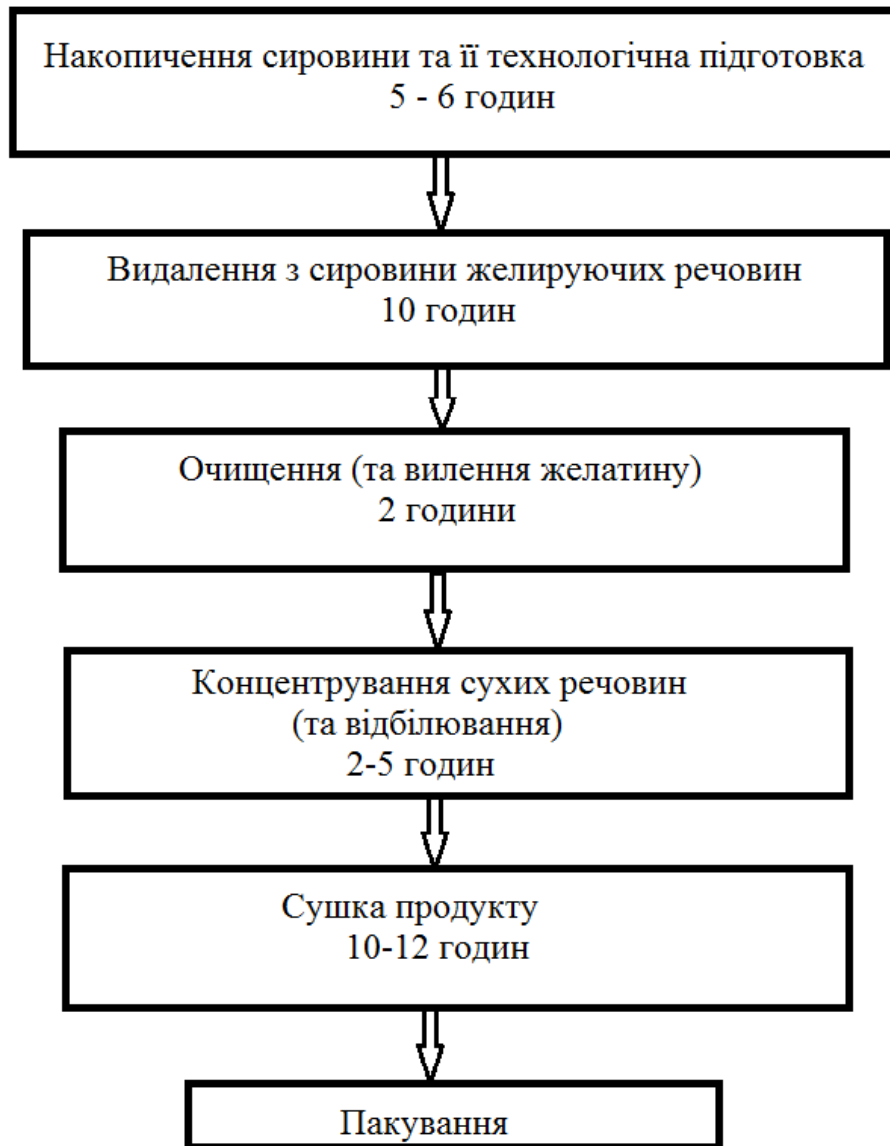


Рис. 1. Принципіальна технологічна схема виробництва желатину [1].

*Аналіз останніх досліджень.* Відомо, що для виробництва ряду харчових продуктів використовують мікрохвильову сушку. У попередніх дослідженнях [2] показано можливість використання мікрохвильового випромінювання для прискорення процесу сушіння желатину. Це дозволило значно скоротити час сушки желатину. Було показано [3], що проведення мікрохвильової сушки дає змогу значно скоротити час процесу отримання желатину, але при цьому

відбувається зміна його молекулярної маси: молекулярна маса контрольного (промислового) желатину складала 1403,5 г/моль, а зразків желатину, отриманих з застосуванням мікрохвильової сушки - 708,4 г/моль. Тобто, застосування мікрохвиль призводить до зменшення молекулярної маси білків та супроводжується порушенням структуроутворення молекул білка. Це можливо як за рахунок видалення надлишкової частини гідратаційної води, так і за рахунок випаровування води з білка при проведенні його мікрохвильової сушки. Зміну структури молекули желатина підтверджують і дані про зміну величини ізоелектричної точки желатину [2], яка характеризує загальний заряд білкової молекули, її здатність до гідратації білка і сприяє підвищенню його вологосв'язучої здатності.

Однією з основних властивостей желатину при використанні у харчовій промисловості є ступінь набухання полімерів. Він залежить від ряду факторів: температури, тиску, величини рН середовища, присутності речовин, особливо електролітів, тому було доцільно визначити вплив мікрохвильового випромінювання на ці властивості.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою роботи було дослідження впливу мікрохвильового поля на фізико-хімічні властивості: ступінь набухання та в'язкість розчинів желатину.

Об'єкт дослідження: фізико-хімічні характеристики зразків желатину, отриманого за різними методиками.

Предмет дослідження: зразки желатину, які підлягали мікрохвильовому впливу; промисловий желатин (у якості контрольних зразків).

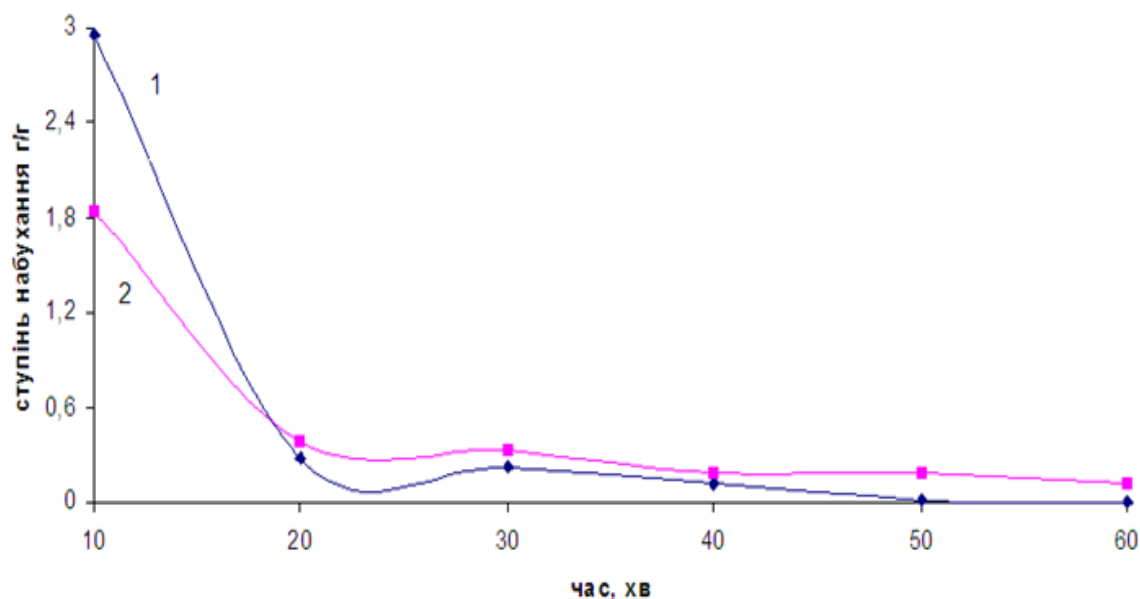
Методика досліджень: віскозиметрія, гравіметрія, математична обробка експериментальних даних, статистичні методи.

*Основна частина.* Проведення мікрохвильової сушки зразків характеризується неоднорідністю їх нагрівання, що пов'язано з різною здатністю речовин поглинати мікрохвилі. Це необхідно враховувати при обробці проб, що характеризуються значним інтервалом вмісту в них води. Вода є одним з основних компонентів проби, який найпершим поглинає енергію мікрохвиль та впливає на механізм процесу. Розрізняють дві форми внутрішньої води: вільну і пов'язану. Пов'язана вода утримується білком досить сильно, при цьому необхідно врахувати, що волога гідратації органічно входить у структуру білків і певною мірою її стабілізує. При цьому молекули води пов'язані з іонізованими групами білка ( $-\text{NH}_3^+$ ,  $-\text{COO}^-$  та ін.) водневими зв'язками, або за рахунок іон-дипольної взаємодії. Структура зв'язаної води строго орієнтована.

При обробці мікрохвильовим випромінюванням вода починає сильно нагріватися і, як наслідок, вільна вода інтенсивно випаровується. При цьому її кількість швидко зменшується. Далі починає випаровуватися пов'язана вода. Пари її виходять з об'єму

проби, при цьому порушуються зв'язки у білковій молекулі, що призводить до зміни структури желатину. Це може впливати на ступінь набухання білка. У процесі набухання відбувається одностороння дифузія молекул води в полімер. Було проведено аналіз впливу мікрохвильового випромінювання на ступінь набухання желатину.

Досліджували залежність швидкості набухання від часу для двох зразків желатину: контрольного і отриманого, із застосуванням мікрохвильового впливу (рис. 2).



1 - для контрольних зразків желатину; 2 - для опромінених мікрохвильовим полем зразків желатину.

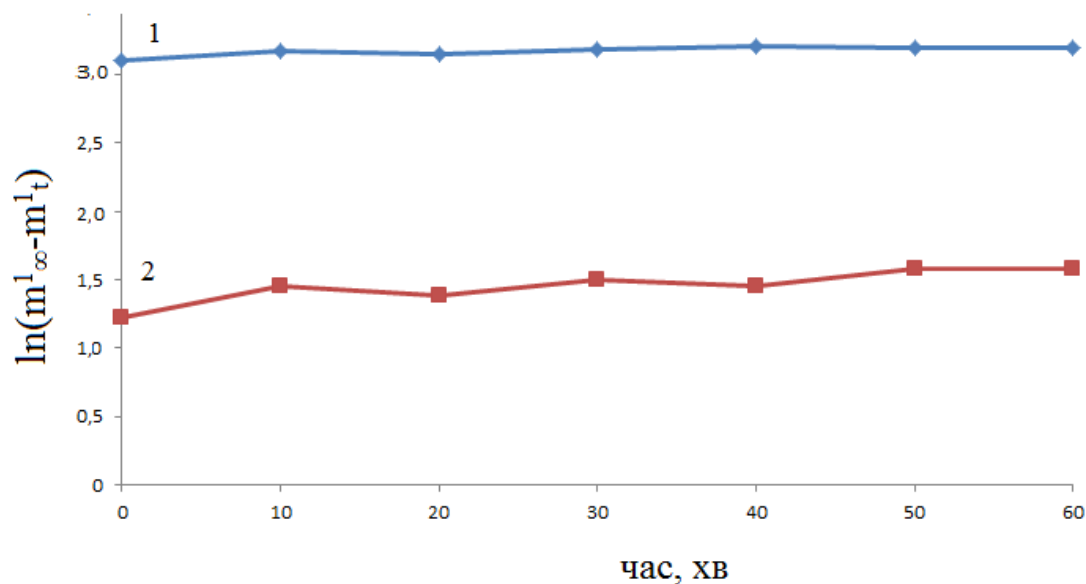
Рис. 2. Залежність ступеня набухання желатину від часу.

Встановлено, що при мікрохвильовій обробці ступінь набухання желатину зменшується на 62%. Оскільки ступінь набухання біополімеру і його здатність до розчинення залежать від гнучкості полімерних ланцюгів, то можна стверджувати, що мікрохвильовий вплив призводить до його зменшення і утруднення проникнення молекул води в міжмолекулярні області.

У роботі також досліджували кінетику набухання протягом часу для двох зразків желатину – контрольного і отриманого, із застосуванням мікрохвильового впливу (рис. 3). Графічно визначали константи швидкості набухання.

Для обох зразків желатину максимальне набухання спостерігалось на 10 хвилині, при цьому швидкість набухання контрольного зразка склала  $2,79 \cdot 10^{-03}$  г/хв, опромінюваного  $1,13 \cdot 10^{-02}$  г/хв. Константа швидкості набухання склала 1,61 та 0,88 для контрольного та опромінюваного зразків желатину відповідно. Тобто

проведення мікрохвильової сушки призводить до затруднення набухання желатину.



1 - для контрольного зразка; 2 - для желатину після мікрохвильового впливу.

Рис. 3. Зміна величини константи швидкості набухання желатину від часу.

Відомо, що при однаковій хімічній структурі молекул спостерігається зміна в'язкості розчинів залежно від величини молекулярної маси [4]. Відповідно, в'язкість розчинів полімерів зростає пропорційно асиметрії їх молекул. Вона залежить також від концентрації полімеру і сил міжмолекулярних взаємодій.

Віскозиметричним методом було визначено значення в'язкості розчинів желатину. У таблиці 1 наведено величини в'язкостей контрольного та досліджуваного зразків желатину.

Таблиця 1 – Величини в'язкостей розчинів желатину різної концентрації

Концентрація, г/л	$\eta_{\text{відн}}$	$\eta_{\text{пит}}$	$\eta_{\text{прив}}$
Контрольний зразок			
0,5	2,18	1,18	2,37
1,0	3,42	2,42	2,42
1,5	4,71	3,71	2,47
2,0	5,95	4,95	2,47
Після мікрохвильового впливу			
0,5	1,06	0,06	0,13
1,0	1,46	0,46	0,46
1,5	1,83	0,83	0,55
2,0	2,37	1,37	0,68

Зміна в'язкості після мікрохвильової обробки проб підтверджує припущення про зміну структури білкових молекул після проведення мікрохвильової сушки, а, саме, порушення структуроутворення у системі «білок-вода», що супроводжується ущільненням між головними поліпептидними ланцюгами білка.

*Висновки.* Молекули гідратованої води, які входять до складу желатину, обумовлюють характер дії мікрохвиль при проведенні сушки білка. Мікрохвилі впливають на випаровування гідратаційної води. Під впливом мікрохвильового поля відбувається зміна структури системи «біополімер-вода». Як видно з наведених даних, застосування мікрохвильового поля призводить до зменшення константи швидкості набухання для желатину, але не впливає на характер її зміни. Отримані дані можуть бути використані для прискорення та вдосконалення технології виробництва желатину.

Література:

1. Джафаров, А.Ф. Производство желатина [Текст] / А.Ф. Джафаров. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
2. Кравченко, О.О. Застосування мікрохвильового випромінювання при сушці желатину [Текст] / О.О. Кравченко, О.В. Саєвич // Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні наукові інновації» – Київ. – 2017 – С. 23-24.
3. Саєвич, О.В., Исследование влияния микроволновой сушки на физико-химические свойства желатина [Текст] / О.В. Саєвич, Е.А. Чернушенко // Новітні тенденції у харчових технологіях, якість і безпечність продуктів. – Львів. – 2017. – С.22-28.
4. Драббе, А. Практическая химия белка/ А. Драббе; пер. с англ. Н.А. Алдановой. – М.: Мир, 1989. – 623 с.
5. Мазуров, В.И. Биохимия коллагеновых белков. / В.И. Мазуров – М.: Медицина, 1974. – 248 с.

## ВЛИЯНИЕ МИКРОВОЛНОВОЙ СУШКИ НА ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛАТИНА

Саєвич О.В., Чернушенко Е.А.

**Аннотация** - данная работа посвящена исследованию изменений физико-химических свойств желатина, который был получен с применением микроволновой сушки. Был проведен анализ влияния микроволнового воздействия на степень набухания, изменение вязкости желатина. За данными кинетического исследования процесса набухания образцов желатина определены константы скорости набухания. Под действием микроволнового поля происходит изменение структуры системы «желатин - вода».

## **INFLUENCE OF MICROWAVE DRYING ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF GELATINE**

O. Saievych , L. Chernushenko

### *Summary*

**This work is devoted to the study of changes in the physical and chemical properties of gelatin, obtained using the microwave drying. An analysis of the microwave effect on the degree of swelling and the change of the gelatin viscosity was made. According to the kinetic study of the gelatin swelling process, the rate constants of swelling are determined. Under the influence of the microwave field, the structure of the gelatin-water system changes.**