

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ БІЛКІВ СОЄВОГО КОНЦЕНТРАТУ «Pro-Vo КМ», «БЕЛКОТОН С 95» ТА ЇХ КОМБІНАЦІЇ КОНВЕКТИВНО-ТЕРМОРАДІАЦІЙНИМ СПОСОБОМ

Стрельченко Л. В., аспірант, Дубковецький І. В., канд. техн. наук., доцент, Страшинський І. М., канд. техн. наук., доцент, Малежик І. Ф., д-р техн. наук, професор, Пасічний В. М., д-р техн. наук, професор, Коломієць Р. А., магістрант  
Національний університет харчових технологій, Київ

*Метою даної статті є дослідження способу сушіння гідратованих концентрату соєвого білка «Pro-Vo КМ» і білка тваринного походження «Белкотон С 95» та їх комбінації, які в подальшому передбачається використовувати для виготовлення м'ясних та м'ясомістких продуктів. Як спосіб сушіння нами було запропоновано комбінацію конвективного та терморадіаційного.*

*The purpose of this article is to study the drying process of protein preparations of vegetable "Soy concentrate" and animal "Belkoton 95" origin, and combinations thereof, which are further to be used as a filler for meat and meat raw materials products. As the drying method we proposed a combination of convection and thermoradiation.*

Ключові слова: інфрачервоне сушіння, білковмісні наповнювачі для м'ясних і м'ясомістких продуктів, комбінації білкових препаратів, комбінований метод, опромінення, енергозатрати.

Використання білків тваринного та рослинного походження дає змогу максимально раціонально використовувати вторинну сировину м'ясних та інших харчових підприємств. Однією з найважливіших груп харчових продуктів є м'ясні та м'ясомісткі вироби, в яких міститься велика кількість білка. Проте, слід зазначити, що дана група товару має досить суттєвий недолік – це ціна. Тому завданням нашої роботи було створення білкового наповнювача, який зможе знизити собівартість м'ясних виробів не знижуючи харчової цінності готового продукту. На основі попередніх досліджень «Дослідження впливу конвективно-інфрачервоного сушіння на зміну характеристик білкових препаратів тваринного і рослинного походження», які представлені у Вінницькому національному аграрному університеті («Технічні науки», випуск 1 том 2, 2015р., с. 55) було обрано такі види білкових препаратів: концентрат соєвого білка «Pro-Vo КМ» з вмістом білку в ньому 70 % та тваринний – «Белкотон С 95». «Белкотон С 95» – білковий препарат закордонного виробництва (виробник Данія). Даний препарат має характерний кремовий колір, надзвичайно високу вологозв'язувальну здатність, чудово тримає форму готових виробів, покращує зовнішній вигляд продукту, вид на розрізі та консистенцію. Виробник рекомендує його використання для всіх груп м'ясних продуктів.

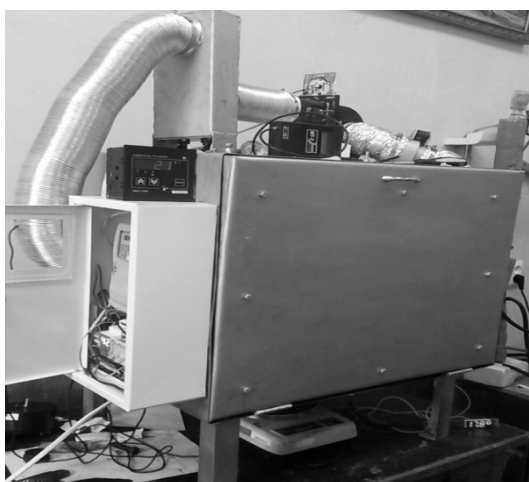


Рис. 1 – Зовнішній вигляд конвективно-терморадіаційної сушарки

Також було проведено комбінації цих двох препаратів в шести варіаціях при різних співвідношеннях. Після сушіння попередньо гідратованих білкових препаратів на основі дослідження хіміко-технологічних показників після висушування був обраний найкращий зразок у співвідношенні «Белкотон С 95» : «Pro-Vo КМ» 50:50.

Методом сушіння нами було запропоновано комбінацію конвективного та терморадіаційного. Обидва способи є досить простими у застосуванні, як в обладнанні, так і в технології. Терморадіаційний спосіб сушіння в порівнянні з конвективним є менш енерговитратним, проте під час такого сушіння потрібно робити витримування продукту для врівноваження в ньому вологи. В даному випадку цей факт відіграє негативну роль для продукту, в якому відбуваються фізико-хімічні процеси, в тому числі і окислювальні, які є необоротними. При комбінації цих двох способів виключається витримування продукту, тому що волога відводиться конвекцією повітря.

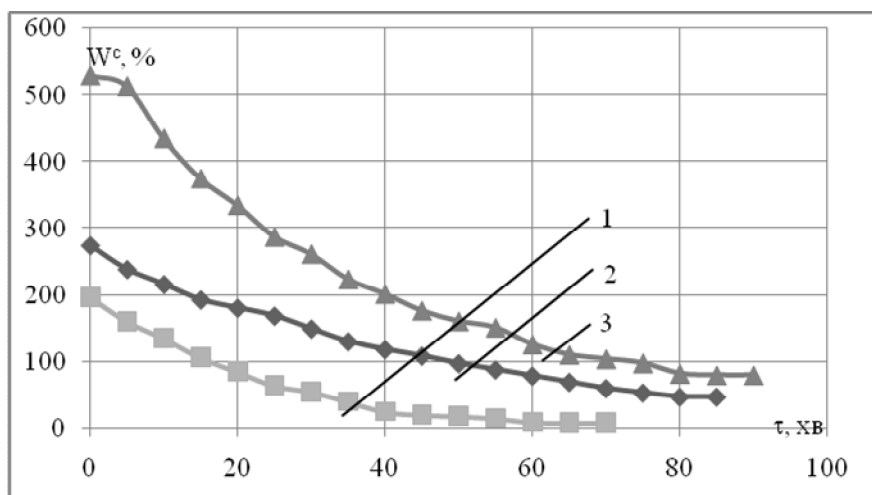
Сушіння білкових препаратів здійснювалось в конвективно-терморадіаційній сушильній установці (рис. 1). Температура теплоносія складала 80° С, температура в товщі шару продукту близько 100 °С. З метою економії електроенергії та зменшення часу сушіння в сушарку була організована рециркуляція повітря 50/50 з швидкістю руху повітря в камері 5,5 м/с.

Для зручності і інтенсифікації процесу сушіння білковим препаратам перед сушінням надавалась форма гранул і викладали на пергамент товщиною шару 8-10 мм, потім вкладали на сітчастий піддон і поміщали в сушарку. Опромінення здійснювалось зверху світлими ІЧ-генераторами з довжиною хвиль 1,3...3 мкм в імпульсному режимі нагрів-охолодження з одночасним конвективним енергопідведенням.

Опромінення концентрату соєвого білка «Pro-Vo КМ» складало 62 секунди, охолодження – 1 хвилину 15 секунд, «Белкотон С 95»: опромінення - 1 хвилину 27 секунд, охолодження – 57 секунд.

На рис. 2 представлені криві сушіння, що характеризують зміну інтегрального вологовмісту  $W^c$  залежно від часу. Звідси видно, що видалення вологи для тваринного препарату «Белкотон С 95» відбувається з меншою інтенсивністю ніж для препарату рослинного походження «Pro-Vo КМ». Це обумовлено різним ступенем гідратації і поглинальною здатністю інфрачервоних променів для білків рослинного і тваринного походження, що призводить до різного внутрішнього тепло- і вологоперенесення і механізму впливу і молекулярну структуру тіла при імпульсному нагрів-охолодженні.

З рисунку видно, що для зразків «Белкотон С 95» та «Pro-Vo КМ» період прогріву відсутній, а для їх комбінації він складає близько 5 хв. Період сталої швидкості сушіння спостерігається до першої критичної точки.



1 – «Pro-Vo КМ»; 2 – «Белкотон С 95»; 3 – комбінація «Pro-Vo КМ» та «Белкотон С 95» у співвідношенні 50:50

Рис. 2 – Криві сушіння білкових препаратів

Апроксимуючи дані першого періоду комбінованого сушіння, вивели рівняння вологовмісту, що підпорядковуються лінійному закону.

«Pro-Vo КМ» –  $W^c = -6,4239\tau + 195,23$  при  $R^2 = 0,99$ ;

Белкотон С 95 –  $W^c = -4,5599\tau + 252,44$  при  $R^2 = 0,96$ ;

Комбінація білкових препаратів –  $W^c = -9,3711\tau + 539,31$  при  $R^2 = 0,87$ ,

де  $W^c$  – вологовміст, %;  $\tau$  – час, хв;  $R^2$  – коефіцієнт кореляції.

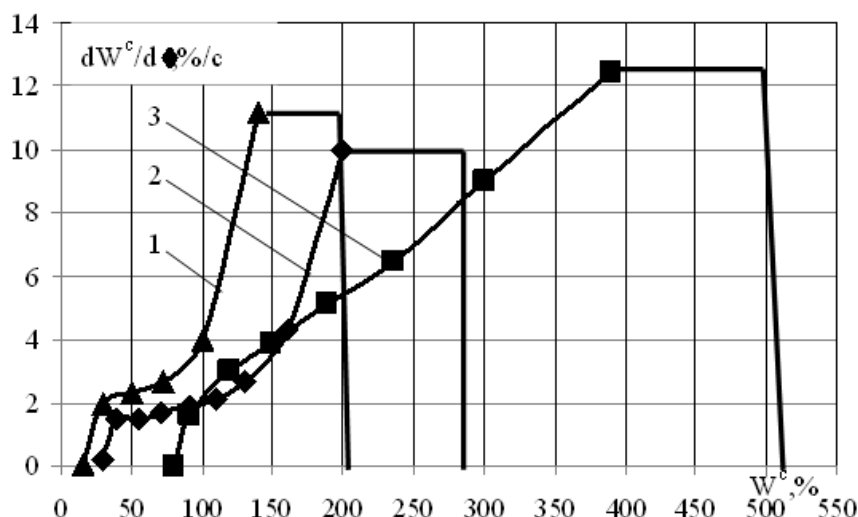
Апроксимуючи дані другого періоду комбінованого сушіння, вивели рівняння вологовмісту, що підпорядковуються експоненціальному закону.

Соє 1 –  $W^c = 294,81 \tau^{-0,0617}$  при  $R^2 = 0,99$ ;

Белкотон –  $W^c = 282,25 \tau^{-0,024}$  при  $R^2 = 0,994$ ;

Комбінація білкових препаратів –  $W^c = 503,34 \tau^{-0,022}$  при  $R^2 = 0,99$ .

В результаті обробки кривих комбінованого сушіння отримані залежності швидкості сушіння білків рослинного і тваринного походження та їх комбінації від вологовмісту (рис. 3), що дають змогу проаналізувати динаміку зміни сушіння білків. При виведенні рівняння кінетики сушіння з експериментальних залежностей  $dW^c/d\tau$  встановили, що на першій стадії швидкість сушіння можна приблизно вважати постійною. А починаючи з II періоду сушіння спостерігається спадаюча залежність з різною характерністю для тваринних і рослинних білків.



1 – «Pro-Vo KM»; 2 – «Белкотон С 95»; 3 – комбінація «Pro-Vo KM» та «Белкотон С 95» у співвідношенні 50:50

**Рис. 3 – Криві швидкості сушіння білків рослинного і тваринного походження та їх комбінацій**

Проаналізувавши другий період комбінованого сушіння вивели апроксимаційні рівняння для всіх зразків білка, що підпорядковуються експоненціальному закону:

«Pro-Vo KM» –  $dW^c/d\tau = 1,0253W^{0,0157W}$  при  $R^2 = 0,9448$ ;

Белкотон –  $dW^c/d\tau = 0,9629^{0,0093W}$  при  $R^2 = 0,9509$ ;

Комбінація білкових препаратів –  $dW^c/d\tau = 0,7422^{0,0078W}$  при  $R^2 = 0,9208$ .

На основі обробки графіків кривих сушіння і швидкості сушіння визначили залежності коефіцієнтів швидкості сушіння для білків рослинного і тваринного походження та їх комбінації (табл. 1).

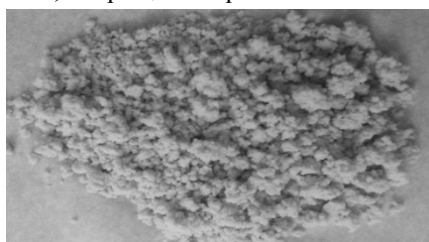
**Таблиця 1 – Коефіцієнти швидкості для першого та другого періоду сушіння для всіх зразків**

Назва білкового препарату	Коефіцієнти сушіння (K) для першого періоду	Коефіцієнти сушіння (K) для другого періоду
«Pro-Vo KM»	0,19	0,074
«Белкотон С 95»	0,065	0,03
Комбінація «Pro-Vo KM»: «Белкотон С 95» у співвідношенні 50:50	0,11	0,046

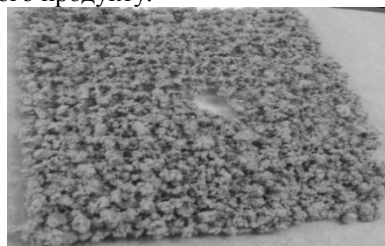
Для достовірного ознайомлення з органолептичними показниками, зокрема зовнішнього вигляду дослідних зразків були зроблені фото до та після сушіння рис. 4.

Аналізуючи фото можна зробити висновок, що хоча ми і отримали сушені продукти різної якості проте кожен із досліджуваних зразків не підгорів. Це свідчить про правильність проведення процесу сушіння та співвідношень між тваринним і рослинними білками при поєднанні.

Поєднання білків рослинного та тваринного походження у білкових композиціях дозволяє впливати на склад і властивості готових продуктів, а також більш раціонально використовувати білкові ресурси. За рахунок такого поєднання можливе підвищення функціонально-технологічних властивостей, біологічної цінності, покращення органолептичних показників готового продукту.



«Pro-Vo KM» (a)



(б)

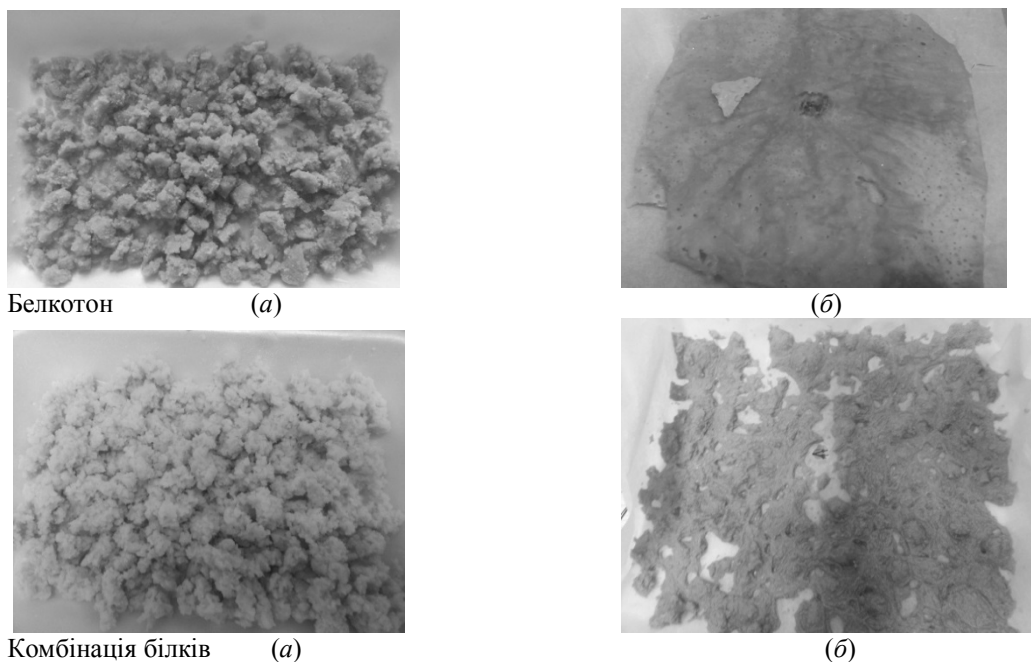
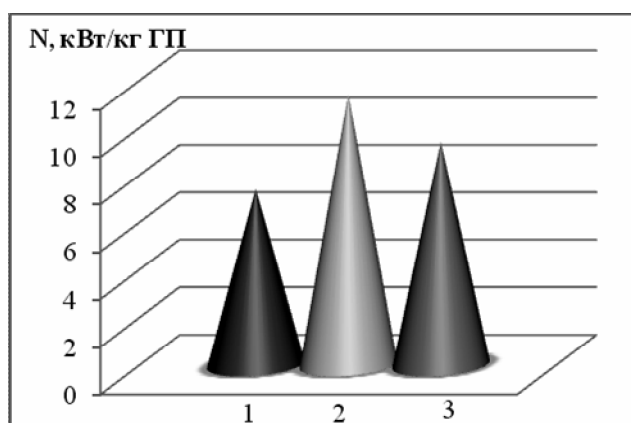


Рис. 4 – Фото досліджуваних білкових композицій та їх комбінація до та після сушіння

В процесі дослідження комбінованого способу сушіння були визначені витрати електроенергії по кожному із дослідних зразків (рис. 5)



1 – «Pro-Vo КМ»; 2 – «Белкотон С 95»; 3 – комбінація «сої концентрат» та «Белкотон С 95» у співвідношенні 50:50

Рис. 5 – Розподіл витрат електроенергії на 1 кг готового продукту для всіх зразків:

Дані результати чітко корелюються з властивостями і хімічним складом білковмісних препаратів. Так для зразка концентрату соєвого білка «Pro-Vo КМ» затрати електроенергії на 1 кг сушених білкових препаратів склали 7,4 кВт/год, для «Белкотон С 95» – 11,4 кВт/год, а для комбінації білків – 9,4 кВт/год, що є меншими затратами енергії в порівнянні із зразком «Белкотон С 95».

Препарат «Белкотон С 95» має в своєму складі комплекс гідроколідів і тваринних гелюутворюючих білків, які завдяки плівкоутворенню сповільнюють процес сушіння комбінованої ФТС, а концентрату соєвого білка «Pro-Vo КМ» має меншу здатність до гелюутворення і виконує функцію текстуроформуючого і емульгуючого наповнювача в складі м'ясних і м'ясомісних продуктів.

**Висновки.** На основі проведеного якісного аналізу зразків фаршевих систем в які були додані наші білкові препарати та їх комбінація, можна сказати, що вихід продукту збільшився за рахунок вищої вологоутримуючої здатності в тих фаршах куди додавали комбінацію білків. Органолептичні показники після термічної обробки теж виявилися значно вищими при додаванні комбінації в порівнянні з додаванням

білкових препаратів «Белкотон С 95» та концентрату соєвого білка «Pro-Vo КМ» поодинці. Зокрема це характеризувалося структурою фаршів та їх консистенцією.

**Література.**

1. Патент на корисну модель 97303 Україна / Радіаційно-конвективна сушильна установка / Дубковецький І.В., Малежик І.Ф., Бурлака Т.В., Стрельченко Л.В.
2. Дубковецький І. В. Дослідження впливу конвективно-інфрачервоного сушіння на зміну характеристик білкових препаратів тваринного і рослинного походження / Дубковецький І. В., Стрельченко Л. В., Страшинський І. М., Коломієць Р.А / Вінницький національний аграрний університет, Технічні науки, випуск 1 том 2, 2015р. - 55 с.
3. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности// А.С. Гинзбург, В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин М.: Пищевая промышленность, 1966. - 407 с.
4. Студенцова Н.А., Герасименко С.Н., Касьянов Г.И. «Биологические и технологические аспекты использования сои при получении пищевых продуктов» // Изв. вузов. Пищевая технология. - 1999. - №4. - 48 с.