

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ СУМІШІ З БУРЯКОВИМ БАРВНИКОМ ЯК НАПОВНЮВАЧА ДЛЯ М'ЯСОМІСТКИХ ВИРОБІВ

Дубковецький І.В., канд. техн. наук, доцент, Малезик І.Ф., д-р техн. наук, професор,  
Пасічний В.М., д-р техн. наук, Тимошенко І.В., асистент  
Національний університет харчових технологій, м.Київ

*В роботі наведено результати досліджень процесу сушіння суміші рисового борошна з буряковим барвником різними методами енергопідведення для отримання наповнювача у виробництві м'ясомістких продуктів, які потребують додаткового підфарбовування нем'ясної сировини, доведена можливість використання комплексної суміші з барвником як харчової добавки для покращення структурних та органолептичних властивостей.*

*The paper studies the process of drying a mixture of rice flour with beetroot dye different methods of energy supply to produce ingredient in m'yasomistkyh products that require additional nem'yasnoyi coloring materials, proven ability to use complex mixture of dye as a dietary supplement to improve the structural and organoleptic properties.*

**Ключові слова:** сушіння, буряковий барвник, комплексна суміш, комбінований метод, опромінення.

Використання ІЧ випромінювання у технологічних процесах харчової промисловості є одним із шляхів не тільки підвищення якості продуктів, але й методом інтенсифікації процесу. Ефективне використання методу ІЧ-опромінення повинно ґрунтуватися на аналізі процесу з позиції сучасної фізичної теорії впливу електромагнітного проміння на об'єкт термообробки. Для термообробки різних матеріалів використовують проміння, що припадає в основному на інфрачервону область спектра. Тому ефективне використання ІЧ нагрівання у технологічному процесі досягається у тому випадку, якщо вивчені та узгоджені оптичні властивості об'єкта сушіння із спектральними та енергетичними характеристиками ІЧ генераторів.

Оптичні властивості продуктів рослинного походження визначаються не тільки наявністю у них води, але і їх власними властивостями, а також характером зв'язку вологи з матеріалом. У продуктах рослинного походження вода не є звичайним інертним наповнювачем, а відіграє структурно-функціональну роль в рослинних клітинах і у біохімічних процесах, що безперервно в них протікають.

Метою нашої роботи була розробка способу сушіння пастоподібної суміші бурякового барвника в якості наповнювача для м'ясомістких виробів. Нами здійснювався процес конвективного сушіння при температурі 70 °С, одержаний продукт містив підвищену вологість. Підвищення температури теплоносія призводило до втрат фарбувальної здатності сухої суміші в ковбасних виробках. При проведенні розпилювального сушіння пастоподібної суміші бурякового барвника спостерігали закупорювання розпилювального диску і налипання пасти на стінках робочої камери, що призводило до низького виходу сухого продукту. При проведенні інфрачервоного сушіння ІЧ-генераторами в середній області спектра спостерігали поглинання теплоти в основному поверхнею матеріалу, що висушується. Щоб не допустити його розтріскування і деформацію, доводилось зменшувати кількість підведеної енергії, що знижувало інтенсивність сушіння і погіршувало економічні показники процесу. Погіршував фарбувальну здатність сухої суміші в ковбасних виробках і безперервний підвід енергії ІЧ- випромінювання, що створює в поверхневому і приповерхневому шарах градієнт температур, спрямований всередину пастоподібної суміші бурякового барвника. Це перешкоджає тепломасоперенесенню, тобто погіршує умови переміщення вологи з внутрішніх шарів до зовнішніх.

Нами запропоновано комбінувати конвективний та інфрачервоний способи підведення теплоти при сушінні, що дозволило зменшити відносну вологість повітря, а отже збільшити рушійну силу процесу в порівнянні з інфрачервоним сушінням.

У процесі дослідження для стабілізації натурального пігменту буряка бетаніну була підібрана суха суміш, до складу якої входить лимонна кислота і поліфосфат натрію. Буряковий сік, що містить 1,75 % даної суміші, термостабільний в межах 85 °С і стійкий до змін рН середовища, що обумовлено гарною буферною здатністю стабілізованого соку.

Для збільшення терміну зберігання та транспортабельності стабілізованого бурякового соку виникла необхідність розробити барвник в сухому вигляді. Концентрація фарбувальних пігментів соку не перевищує 8 %, а загальна кількість сухих речовин в соку буряка - 12 %, тому нами була досліджена

можливість збільшення концентрації фарбувальних пігментів соку шляхом його нанесення на рисове борошно з подальшим висушуванням отриманої пасти.

Рисове борошно гідратоване рідким барвником у співвідношенні 1:1 і 0,75:1 з метою збільшення концентрації бетаніну в пасті, що дало можливість отримати в'язку пасту червоно-фіолетового кольору. Буряковий сік стабілізований мав рН  $4,0 \pm 0,2$ , нестабілізований сік -  $5,35 \pm 0,2$ . Отриману пасту сушили при температурі  $70 \pm 2$  °С, до вмісту вологи 7 - 10%. Колір пасти до і після висушування визначали за допомогою системи колірних тонів NCS - Tintorama Color 5. Технологічні показники пасти наведені в таблиці 1, де ВЗЗ - вологозв'язуюча здатність.

Таблиця 1 – Технологічні показники пасти до та після сушіння

Ступінь гідратації пасти		рН	Вміст вологи, %	33, %	Пластичність, см <sup>2</sup> /г	Колір
1:1	до сушіння	$4,5 \pm 0,2$	$51,64 \pm 0,05$	69,56	8,73	S2070-R10В червоно-фіолетовий
	після сушіння	-	$10,09 \pm 0,05$	-	-	S1060-R10В рожево-фіолетовий
0,75:1	до сушіння	$5,3 \pm 0,2$	$52,90 \pm 0,05$	57,9	5,9	S2070-R10В червоно-фіолетовий
	після сушіння	$5,1 \pm 0,2$	$7,40 \pm 0,05$	-	-	S1570-R10В рожево-фіолетовий

Пасту наносили на пергамент товщиною 6...8 мм і розміщували на сітчастий піддон, який вставляли в сушильну камеру. Опромінення здійснювалось зверху і знизу продукту трубчастими «темними» ІЧ-генераторами з довжиною хвиль 2,0...4,0 мкм в імпульсному режимі нагрів-охолодження при одночасному конвективному і ІЧ-енергопідведенні з рециркуляцією повітря. Нагрів протягом 30...60 секунд до досягнення граничної температури в камері, а охолодження – 120...180 с. Величина опроміненості інфрачервоних тенів становила  $E=8$  кВт/м<sup>2</sup>. Відстань від інфрачервоних тенів до продукту становила 15 см. Одночасно з опроміненням здійснювали конвективний підвід теплоти від зовнішнього тону потужністю 1 квт, з швидкістю руху теплоносія 6 м/с.

З рис.1 спостерігається, що процес сушіння для співвідношення 0,75:1 пройшов протягом 85 хвилин, в той час коли при співвідношенні 1:1 за 58 хвилин.

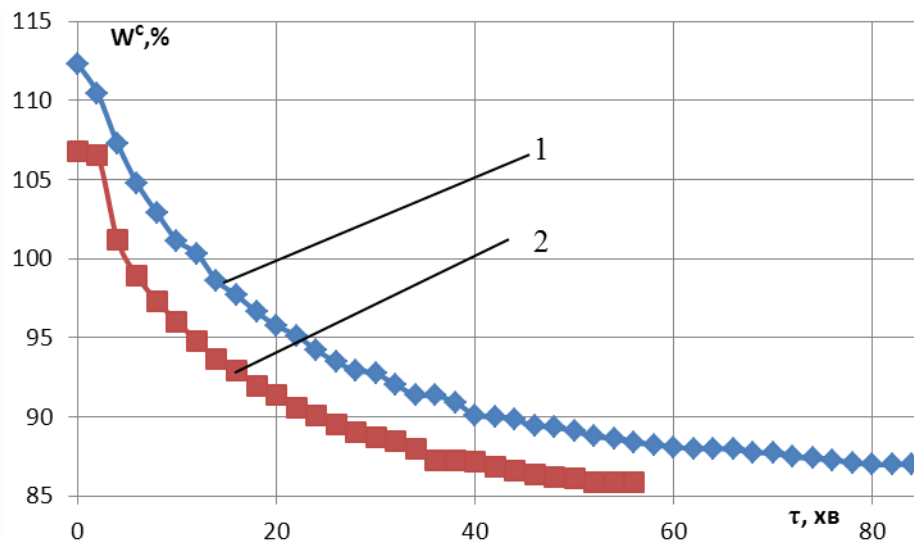


Рис.1. Криві комбінованого сушіння пасти рисового борошна з буряковим барвником при співвідношенні: 1 – 1:0,75, 2 – 1:1.

Криві сушіння характеризують зміну інтегрального вологовмісту  $w^c$  залежно від часу. Звідси видно, що із зростанням концентрації рисового борошна з буряковим барвником скорочується тривалість процесу сушіння до досягнення кінцевої величини вологовмісту  $w^c = 87$  %.

З рисунка видно, що з підвищенням концентрації наповнювача на 25% відповідно зменшується період максимальної швидкості сушіння з 10 до 4 хв, що відповідає першому критичному вологовмісту  $w^c_{кр} = 101\%$ .

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

Для співвідношення пасти рисового борошна з буряковим барвником:

$$1 - 0,75:1 - w^c = -1,16\tau - 112,3 \text{ при } R^2 = 0,99;$$

$$2 - 1:1: - w^c = -2,68\tau + 112 \text{ при } R^2 = 0,99,$$

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

Апроксимуючи дані другого періоду сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються степеневій залежності:

$$1 - 0,75:1 - w^c = 119\tau^{-0,073} \text{ при } R^2 = 0,98;$$

$$2 - 1:1: - w^c = 111,65\tau^{-0,067} \text{ при } R^2 = 0,99,$$

При виведенні рівняння швидкості сушіння з експериментальних залежностей  $dW^c/dt$  встановили, що на першій стадії швидкість сушіння можна приблизно вважати постійною. З підвищенням концентрації вона зростає від 1,1 кг/(кг•хв) (для співвідношення пасти рисового борошна з буряковим барвником 0,75:1) до 2,68 кг/(кг•хв) (для співвідношення пасти 1:1).

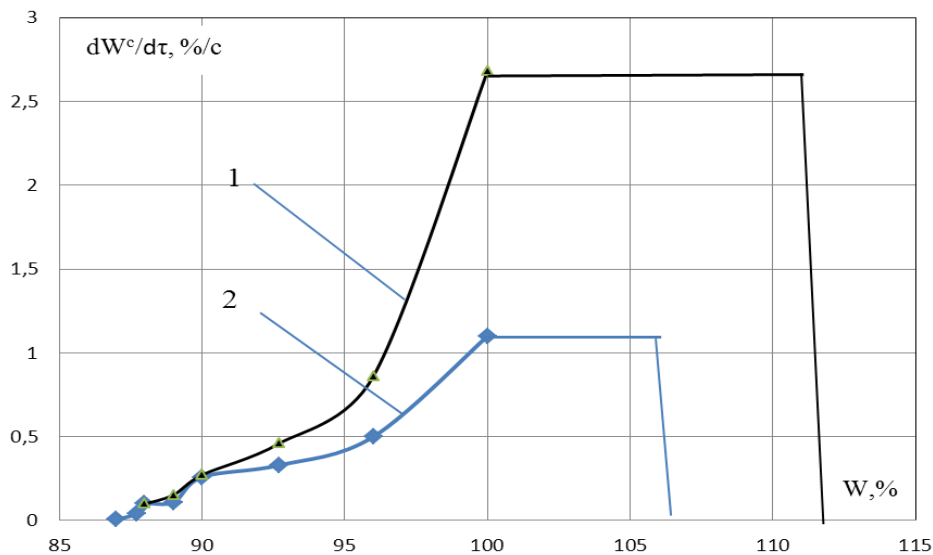


Рис.2. Криві швидкості комбінованого сушіння пасти рисового борошна з буряковим барвником при співвідношенні: 1 – 0,75:1, 2 – 1:1.

Проаналізувавши другий період сушіння вивели апроксимаційні рівняння при співвідношеннях:

$$1 - 0,75:1 - dw^c/dt = 2E-48w^{24,1} \text{ при } R^2 = 0,98;$$

$$2 - 1:1: - dw^c/dt = 7,026\ln w - 31,4 \text{ при } R^2 = 0,93;$$

В результаті висушування пасти (гідратація 1:1) втрата відтінку кольору знаходиться в межах 20% , а забарвлення (R10B) залишилося без змін. При гідратації 0,75:1 втрата відтінку кольору - 15%.

Світлопроникність 1%-х розчинів сухих паст за двома варіантами досліджували на КФО (фотоелектричний калориметр) з метою порівняння їх кольору при різних довжинах хвиль (рис.3).

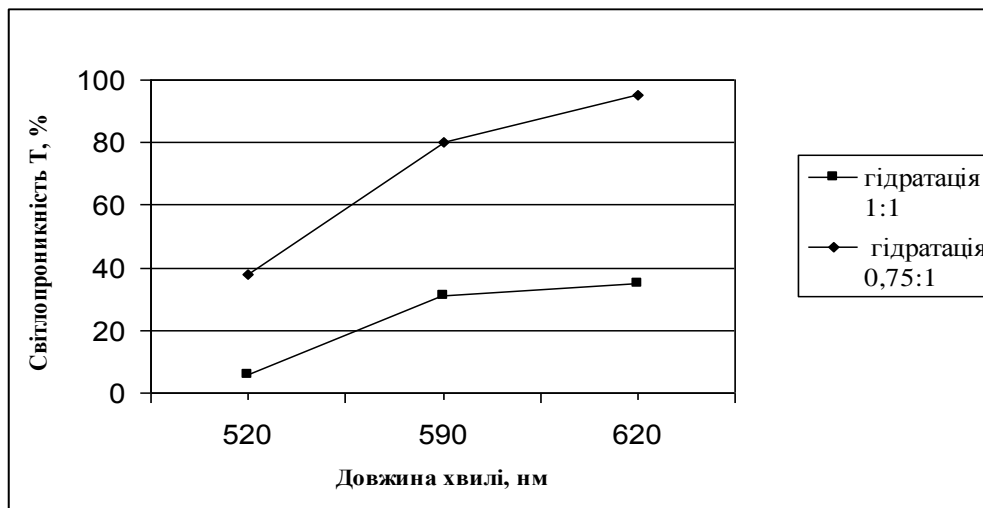


Рис. 3. Залежність світлопроникності розчину від ступеня гідратації рисового борошна буряковим барвником

Після сушіння пасти з більшою концентрацією барвника візуально мали більш насичений рожево-фіолетовий колір, ніж пасти з гідратацією 1:1. Але при розведенні отриманих порошоків колір 1 %-вого розчину сухої пасти (гідратація 1:1) був інтенсивніший, ніж колір розчину за варіантом гідратації 0,75:1, що підтверджено графічно.

Отримані висушені пасти подрібнювали до порошкоподібного стану (дчаст. = 1 -2 мм) та досліджували можливість її застосування у виробництві м'ясомістких продуктів для підтримання кольору нем'ясної сировини, що складала до 40 % у рецептурі. В якості основної м'ясної сировини використовували курятину від 35 до 70 %, сало 10 %, соєвий білок або білковий стабілізатор 20 – 40 %. Фарбований сухий порошок, за двома варіантами концентрації барвника в суміші, вводили в рецептуру в кількості 2 %. Колір зразків варених сосисок, виготовлених за класичною технологією, наведено на рис. 4 та на рис. 5.

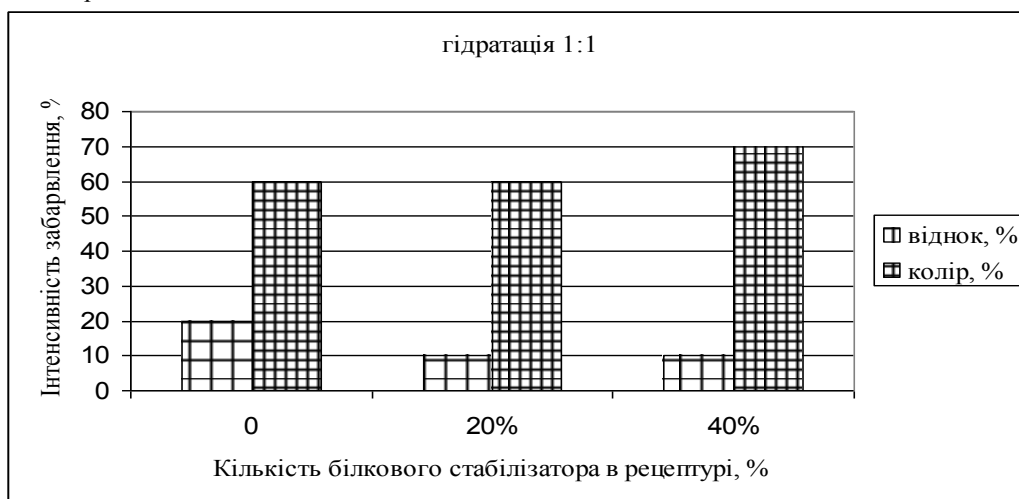


Рис. 4. Залежність інтенсивності забарвлення сосисок з фарбованим порошком (1:1) від кількості білкового стабілізатора в рецептурі



Рис. 5. Залежність інтенсивності забарвлення сосисок з фарбованим порошком (0,75:1) від кількості білкового стабілізатора в рецептурі

### Висновки

Гідратація рисового борошна стабілізованим буряковим соком дозволяє отримати комплексну добавку, яку можна використовувати в якості барвника у виробництві м'ясомістких продуктів як у вигляді пасти, так і у вигляді сухого порошку.

Фарбований сухий порошок з гідратацією 0,75:1 в кількості 2 % на основну сировину володіє кращою фарбувальною здатністю порівняно з порошком, отриманим гідратацією (борошно:буряковий сік) 1:1, що обумовлено кращою стабільністю бетаніну у сухому вигляді та збільшенням його концентрації в суміші.

Збільшення концентрації білкового стабілізатора в рецептурі призводить до підвищення інтенсивності рожевого забарвлення на 10 -15 % порівняно з контролем на основі курятини.

Дослідження забезпечують поліпшення якості готового продукту і підвищення теплової ефективності процесу сушіння за рахунок використання комбінованого енергопідведення з використанням ступеневого режиму радіаційно-конвективного сушіння, зниження енерговитрат на отримання готового продукту при інтенсифікації процесу сушіння.

### Література

1. Все о технологи мяса и мясных продуктах. Режим доступа: <http://newgreenfield.ru/>
2. Красников В.В. Кондуктивная сушка. – М.: Энергия, 1973. – 228 с.