

Щодо надмірно світлого кольору, невласного для напівфабрикатів (і готових котлет) з яловичини, ми рекомендуємо використовувати квасолі темних кольорів (темно-рожеву, червону, коричневу, чорну, фіолетову) для виготовлення пюре. Саме підбір ботанічного сорту темнозабарвленої квасолі є метою наступного етапу наших досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Що приховують «м'ясні» біфштекси? // Харчова і переробна промисловість. – 2010. – № 3. – С. 15–16.
2. Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні посічені. Технічні умови : ДСТУ 4437:2005. – К. : Держстандарт, 2006.
3. Пономаренко В. В. Сборник рецептур мясных и рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий / В. В. Пономаренко. – М. : Пищепром, 1990. – С. 45–47.
4. Химический состав пищевых продуктов / под ред. М. А. Покровського. – М. : Пищепром, 1980. – С. 56–70.
5. Рябченко Н. А. Продовольственное зерно: качество и безопасность / Н. А. Рябченко, В. Д. Малыгина. – Донецк : ВЦ ДонНУЕТ, 2009. – С. 162–172.
6. Терев В. Ю. 100 блюд из бобовых / В. Ю. Терев, К. О. Ульрих. – С.Пб. : Аврора, 2007. – С. 12–16.
7. Коровкина С. С. Справочник по производству мясных полуфабрикатов, кулинарных изделий и быстрозамороженных готовых мясных блюд / С. С. Коровкина, О. Р. Политрук. – М. : Пищепром, 2008. – С. 88–104.

УДК 664.849:635.1

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНЕНТІВ БОРЩОВОЇ ЗАПРАВКИ КОЛОРИМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ ПРИ ОПЕРАЦІЯХ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

**А. М. Одарченко, кандидат технічних наук;  
Т. В. Карбівнича; Т. В. Міщенко; Г. Л. Звягінцева**

Колориметричні методи широко застосовуються в дослідженнях, пов'язаних з різними галузями промисловості.

Нині прийнято вважати основними галузями, де застосовуються кольорові вимірювання, – поліграфічну, лакофарбну, текстильну і оптичну промисловість. Проте останнім часом, методи об'єктивного колірної вимірювання широко застосовуються також і в харчовій промисловості, як один із способів контролю якості вирощених культур, переробки харчової сировини, виробництва харчових продуктів.

Колориметричний метод аналізу ґрунтується на зміні поглинання світла речовиною. Інтенсивність забарвлення досліджуваного зразку порівнюють із забарвленням контроль-

ного розчину, концентрація якого відома. Під час проходження світла крізь забарвлений розчин деяка кількість світлової енергії поглинається, внаслідок чого інтенсивність променя, який падає на розчин, завжди відрізняється від інтенсивності променя, який виходить із розчину. Проходження світла крізь розчин підлягає певній закономірності, яка називається законом Ламберта – Бера.

У статті було досліджено зміну параметрів кольору компонентів заправки – буряку, моркви, перцю залежно від способу обробки сировини – сушіння, тушіння і сушіння після тушіння. Розрахунок проводився за допомогою обчислення основних колориметричних характеристик: координат кольору в системі XYZ, колірної тону, колориметричної чисто-

ти кольору, які однозначно і об'єктивно визначають колірність досліджуваних зразків.

Для визначення колірних параметрів був використаний метод зважених ординат, який відноситься до розрахункових методів виміру координат кольору на основі спектральних параметрів і колірної графіки [1].

Згідно з методом зважених ординат розрахунок координат кольору ( $X, Y, Z$ ) був зроблений за допомогою виразів (1), обчислення координат колірності ( $x, y, z$ ) виконано за формулою (2).

$$\begin{aligned} X &= \int_{380}^{750} \bar{x}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda \\ Y &= \int_{380}^{750} \bar{y}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda \\ Z &= \int_{380}^{750} \bar{z}(\lambda)\tau(\lambda)I_{\lambda}(A)d\lambda, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$  – стандартизовані функції змінення кольорів;

$\tau(\lambda)$  – коефіцієнт пропускання досліджуваних зразків;

$I_{\lambda}(A)$  – спектральна щільність джерела випромінювання  $A$ ;

$d\lambda$  – ширина спектрального інтервалу.

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, y = \frac{Y}{X+Y+Z}. \quad (2)$$

Для визначення таких колориметричних характеристик, як колірний тон (домінуючої довжини хвилі) і колориметрична чистота кольору, був використаний колірний графік.

Колірний графік є трикутником, у вершинах якого розташовані одиничні кольори  $XYZ$ , в центрі трикутника розташований білий колір. На площину графіка нанесена крива колірності монохроматичного випромінювання. Перетин кривої спектральних тонів і прямої, проведеної через точку білого кольору і через точку нанесеної колірності визначає колірний тон.

Розрахунок колориметричної чистоти проведений за допомогою виразу:

$$p_c = \frac{y_{\lambda} \cdot Y_N - Y_W}{Y_N \cdot y_{\lambda} - Y_W}, \quad (3)$$

де  $y_{\lambda}$  – триколіровий коефіцієнт точки перетину прямої, проведеної через точку білого кольору і точку розрахованої колірності, з лінією спектральних тонів,

$Y_N$  – триколірний коефіцієнт обчислюваного зразка,

$Y_W$  – триколірний коефіцієнт білого кольору.

Дослідження спектрального складу аналізованих зразків було здійснено за допомогою спектрофотометра СФ-46. Тушіння проводили у трьох режимах: скорочений режим тушіння (режим 0,95), тушіння до повної готовності (режим 1,0) і режим тривалого тушіння (режим 0,7). Досліджувані зразки висушували за допомогою конвективної сушки до втрати вологи 5, 15, 30 % (відповідно режими 0,95; 0,85; 0,7). За контроль було обрано свіжі зразки овочів.

Для здійснення колориметричних розрахунків був використаний пакет Mathcad 14.0.

Результати спектрофотометричних досліджень представлені на рис. 1 та 2.

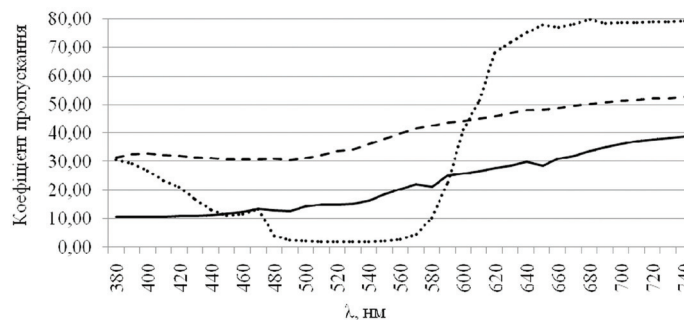


Рис. 1. Коефіцієнт пропускання свіжих компонентів борщової заправки:

..... – буряк свіжий; ———— – морква свіжа; - - - - - перець свіжий

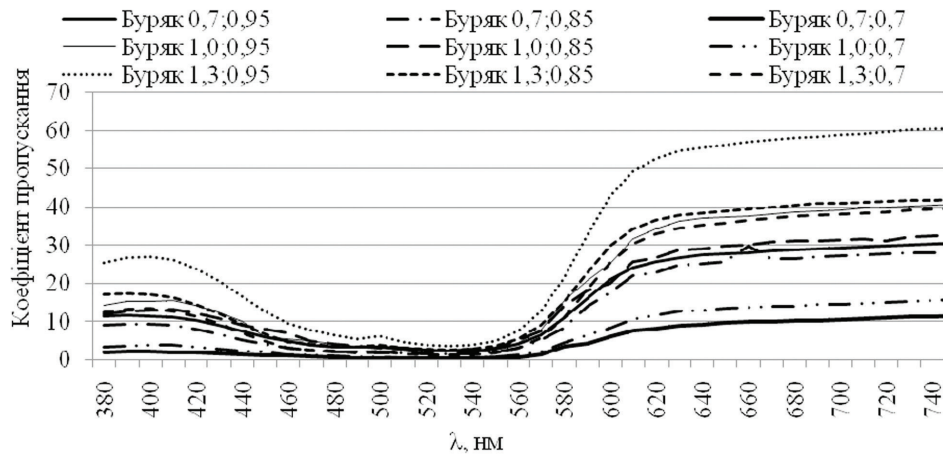


Рис. 2. Коефіцієнт пропускання тушкованого буряка після сушіння

З даних рис. 1 і 2 випливає, що колірний тон усіх досліджуваних зразків буряка і моркви відноситься до помаранчевої області видимого діапазону електромагнітного випромінювання, перцю – до жовтого в свіжому вигляді та для всіх режимів сушки, а в результаті тушіння і сушки після тушіння кольоровий тон зразків перцю відноситься до помаранчевої області.

З отриманих даних випливає, що у разі сушки при всіх досліджуваних режимах відбувається незначна зміна домінуючої довжини хвилі всіх зразків, крім буряку, де відбувається

зменшення величини колірного тону в помаранчевій області спектра електромагнітного випромінювання порівняно з контролем. Відносно колориметричної чистоти спостерігається тенденція збільшення значення для буряку порівняно з контролем, для перцю в режимі 0,7 відбувається незначне збільшення значення колориметричної чистоти з подальшим зменшенням у режимі 0,85 і 0,95. Для моркви спостерігається збільшення колориметричної чистоти в разі режиму сушіння до втрати вологи 5 і 15 %.

Таблиця

**Кольорові характеристики досліджуваних зразків буряку, моркви, перцю: координати кольору, кольоровий тон, колориметрична чистота кольору**

Режим	Зразок	Сухі речовини, %	Характеристики кольору				
			Координати кольору			Колірний тон( $\lambda$ ), нм. $\lambda \pm S_\lambda$ , $S_\lambda = \pm 2$	Колориметрична чистота кольору ( $P_c$ ), відн. од.
			X·10	Y·10	Z·10		
Свіжі овочі							
	Буряк	1,0	4,4	2,2	0,4	618	0,84
	Морква	1,0	2,7	2,2	0,4	589	0,8
	Перець	1,6	1,8	1,5	0,3	588	0,78
Свіжі овочі після сушіння							
0,95	Буряк	1,2	4,3	2,2	0,2	611	0,94
	Морква	1,2	0,2	0,2	0,14	588	0,84
	Перець	0,4	6,1	5,3	1,6	585	0,7
0,85	Буряк	1,5	4,4	2,2	0,2	612	0,92
	Морква	0,6	1,6	1,2	0,2	591	0,86
	Перець	0,3	5,0	4,3	1,3	585	0,71
0,7	Буряк	1,5	4,2	2,1	0,1	611	0,95
	Морква	0,4	4,2	3,3	0,7	589	0,79
	Перець	0,2	3,7	3,1	0,8	585	0,75

Продовж. табл.

Режим	Зразок	Сухі речовини, %	Характеристики кольору				
			Координати кольору			Колірний тон( $\lambda$ ), нм. $\lambda \pm S_\lambda$ , $S_\lambda = \pm 2$	Колориметрична чистота кольору ( $P_c$ ), відн. од.
			X·10	Y·10	Z·10		
Тушковані овочі							
0,7	Буряк	0,4	2,2	1,2	0,2	610	0,89
	Морква	0,3	3,1	2,5	0,6	589	0,75
	Перець	0,2	2,0	1,7	0,5	588	0,72
1,0	Буряк	0,9	0,3	0,2	0,1	602	0,88
	Морква	0,8	7,5	6,4	2,1	587	0,68
	Перець	0,6	3,3	2,6	0,8	590	0,72
1,3	Буряк	0,3	2,7	1,8	0,3	600	0,83
	Морква	0,2	6,4	4,9	1,5	593	0,69
	Перець	0,4	2,9	2,2	0,6	591	0,73
Тушковані овочі після сушіння							
0,7; 0,95	Буряк	0,7	2,0	1,1	0,2	606	0,84
	Морква	0,4	4,3	3,7	1,1	586	0,71
	Перець	0,5	2,8	2,4	0,8	586	0,69
0,7; 0,85	Буряк	0,7	1,7	1,0	0,1	607	0,88
	Морква	0,5	3,8	3,2	1,0	587	0,72
	Перець	0,5	2,5	2,1	0,6	587	0,72
0,7; 0,7	Буряк	1,0	0,6	0,3	0,1	608	0,91
	Морква	0,6	2,9	2,5	0,7	586	0,72
	Перець	0,6	2,3	2,0	0,5	587	0,73
1,0; 0,95	Буряк	0,6	2,6	1,5	0,2	607	0,85
	Морква	0,4	3,0	2,2	0,6	594	0,74
	Перець	0,5	4,5	3,7	1,2	589	0,69
1,0; 0,85	Буряк	0,6	2,1	1,3	0,2	606	0,81
	Морква	0,5	2,4	1,8	0,5	592	0,72
	Перець	0,3	6,1	5,2	1,7	586	0,68
1,0; 0,7	Буряк	0,7	0,9	0,5	0,1	609	0,89
	Морква	0,7	0,7	0,5	0,1	596	0,82
	Перець	0,6	2,9	2,3	0,7	589	0,72
1,3; 0,95	Буряк	0,3	4,0	2,3	0,4	607	0,83
	Морква	0,2	5,1	3,8	1,1	594	0,71
	Перець	0,3	4,8	4,0	1,3	588	0,68
1,3; 0,85	Буряк	0,4	2,8	1,6	0,2	606	0,87
	Морква	0,1	2,5	2,0	0,6	592	0,72
	Перець	0,4	3,7	3,0	0,9	589	0,71
1,3; 0,7	Буряк	0,4	2,4	1,3	0,2	609	0,89
	Морква	0,3	4,7	3,6	1,1	592	0,71
	Перець	0,4	3,7	3,0	0,9	588	0,73

Результати обчислення (табл.) характеристик кольору для тушкованого буряку, вказують на істотну зміну колірному тону відносно контролю, при цьому спостерігається значне збільшення колориметричної чистоти для режиму 0,7 і 1,0. Також слід зазначити збільшення значення колірному тону тушованої моркви при режимі 1,3 і зменшення значення колориметричної чистоти в усіх режимах

тушіння. Для зразків перцю спостерігається тенденція зсуву колірному тону у бік помаранчевої області видимого діапазону електромагнітного випромінювання, що виражається у збільшенні значення колірному тону відносно контрольного зразка. Колориметрична чистота зразків перцю для всіх режимів тушіння зменшується відносно контрольного зразка неістотно.

З результатів розрахунку колориметричних характеристик для зразків після тушіння і сушіння витікає, що у буряку спостерігається зміна значення колірному тону по відношенню до контролю, проте порівняно з результатами, отриманими для тушіння, ця зміна зменшується. Для зразків моркви в режимах 0,7; 0,7; 0,7; 0,85; 0,7; 0,95; 1,0; 0,85; 1,0; 0,95 відбувається незначна зміна домінуючої довжини хвилі, при цьому колориметрична чистота зменшується порівняно з контрольним зразком. Для зразка моркви режим 1,0; 0,7 спостерігається зсув колірному тону у бік червоного діапазону електромагнітного випромінювання, при цьому колориметрична чистота змінюється не в значній мірі відносно контролю. Для зразків перцю після сушіння і тушкування (режими 1,0; 0,7; 1,0; 0,85; 1,0; 0,95; 1,3; 0,7; 1,3; 0,85; 1,3; 0,95) відбувається зміна колірному тону у бік помаранчевої області оптичного діапазону, але дана зміна порівняно з отриманими даними для тушіння режиму 1,0 та 1,3 є меншою.

В результаті проведених колориметричних вимірів для буряку, моркви, перцю після операцій попередньої обробки перед заморожуванням встановлена зміна координат кольору, колірному тону, колориметричної чистоти. Встановлено, що в процесі сушіння кольоровий тон досліджуваних зразків змінюється по відношенню до контролю, проте порівняно з впливом процесу тушіння на зміну колірності, він є менш значним, що ймовірно зумовлене зменшенням тривалості аерації зразків і як наслідок зменшення деструктивного окислення пігментного комплексу зразків.

Встановлено також, що процес сушіння сприяє частковому відновленню колірному тону досліджуваних зразків буряку, а також зразків перцю.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Джад Д. Цвет в науке и технике : [пер. с англ.] / Д. Джад, Г. Вышецки ; под ред. Л. Ф. Артюшина. – М. : Мир, 1978. – 592 с.

УДК 167.23:631.531:582.998.16

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІЧ-ОБРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ В СТАЦІОНАРНОМУ ШАРІ ПРИ КОМПОЗИЦІЙНОМУ ПЛАНУВАННІ ЕКСПЕРИМЕНТУ

**А. В. Купченко;**

**К. О. Мельников, доктор технічних наук;**

**Ю. О. Чурсінов, доктор технічних наук**

Отримання адекватних математичних моделей є одним із найважливіших завдань при дослідженні технологічних процесів харчових технологій. У випадках, коли достатньо складно отримати теоретичні моделі, з огляду на велику кількість факторів, що впливають на процес, і складність закономірностей їх зміни, велику цінність становлять емпіричні моделі, отримані при належному плануванні

експерименту та статистичній обробці його результатів.

Останнім часом на кафедрі технології зберігання та переробки сільськогосподарської продукції Донецький державний аграрний університет проводяться дослідження впливу ІЧ-обробки насіння соняшнику на зміну його фізичних і технологічних характеристик. Така обробка являє собою складну операцію, в якій