

9. Карташев П.Ю. Пищевая ценность продуктов в контексте физиологии питания / П.Ю. Карташев, О.Т. Верицкий, Ю.Ю. Карташева. – СПб.: Ладога, 2009. – 128 с.
10. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества сырья и пищевых продуктов: № 5061-89. затв. Міністерством охорони здоров'я СРСР 01.08.89.

УДК 543.422.7:635.64

Одарченко А.М., канд. техн. наук, доц.,
Діденко О.В., Іштван Є.О., Сподар К.В. (ХДУХТ, Харків)

КОЛОРИМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ ТОМАТНИХ ОВОЧІВ І ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ

У статті розглянуто основні колірні характеристики водних розчинів соків і плазм з різних сортів томатів свіжих і перцю солодкого свіжого. Кількісно встановлено характеристики кольору, а саме яскравість, колірний тон та колориметричну чистоту кольору.

Ключові слова: сік, плазма, спектральна оцінка, колірні характеристики, яскравість, колірний тон, колориметрична чистота кольору.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Пігментний комплекс зумовлює колір рослинної сировини й продуктів її переробки та є найважливішим показником якості харчових продуктів, що характеризує їх споживні властивості. У сфері товарознавства продовольчих товарів колір харчових продуктів – один з основних органолептичних показників якості, який у практичній діяльності оцінюється візуально. Колір оцінюють за умови ідентифікації, експертизи та розробки нових харчових продуктів. За його характеристикою можна визначити свіжість, інгредієнтний склад харчових продуктів, наявність або відсутність фальсифікації, ступінь зрілості свіжих овочів, а інколи – виявити дефекти сировини [1].

Колір харчових продуктів, у першу чергу, залежить від вихідного кольору сировини та компонентів, що входять до її складу. Забарвлення продовольчих товарів обумовлено вмістом таких пігментів, як хлорофіл, каротиноїди та флавоноїди (антоціани). Ці сполуки вибірково поглинають світло у видимій частині спектра та надають продукту відповідного забарвлення. Оптичні властивості пігментів пов'язані з їх хімічною структурою [2].

Суттєвим недоліком природних барвників є нестабільність складу, фізико-хімічних і спектральних характеристик. Відомо, що під дією різних факторів вони окислюються, руйнуються та відбувається необоротна зміна кольору, в результаті чого в подальшому погіршується смак і запах харчового продукту [3].

Виходячи з вищесказаного, дослідження колірних характеристик свіжої рослинної сировини та продуктів на її основі є досить актуальними та дозволяють зробити висновок про її якість.

Соки – цінний продукт харчування, оскільки поряд зі свіжими фруктами та овочами забезпечують людський організм набором усіх фізіологічно активних речовин, а саме вітамінами, макро- та мікроелементами, поліфенолами та багатьма іншими сполуками, необхідними для нормальної життєдіяльності людини [4].

Соки випускають у спожитковій тарі, а також використовують як напівфабрикати для виробництва соковмісних напоїв [5]. Останнім часом усе більшої популярності набувають фруктові (плодові та плодово-ягідні) та овочеві заморожені соки, які влітку користуються підвищеним попитом [6].

Метою статті є визначення колірних характеристик водних розчинів соків і плазми з томатів свіжих і перцю солодкого свіжого.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліджуваними зразками були такі: зразок № 1 – сік томатів свіжих ґрунтових сорту Лідер, зразок № 2 – плазма томатів свіжих ґрунтових сорту Лідер, зразок № 3 – сік томатів свіжих парникових сорту Марсель, зразок № 4 – плазма томатів свіжих парникових сорту Марсель, зразок № 5 – сік перцю свіжого ґрунтового сорту Білозерка, зразок № 6 – плазма перцю свіжого ґрунтового сорту Білозерка, зразок № 7 – сік перцю свіжого парникового сорту Голландський, зразок № 8 – плазма перцю свіжого парникового сорту Голландський, зразок № 9 – сік перцю свіжого парникового сорту Форвард, зразок № 10 – плазма перцю свіжого парникового сорту Форвард.

Колориметричний метод аналізу заснований на зміні поглинання світла речовиною. Інтенсивність забарвлення досліджуваного зразка порівнюють із забарвленням контрольного розчину, концентрація якого відома. Коли світло проходить крізь забарвлений розчин, деяка кількість світлової енергії поглинається, унаслідок чого інтенсивність променя, що падає на розчин, завжди відрізняється від інтенсивності променя, який виходить з розчину. Проходження світла крізь розчин підлягає певній закономірності, яка має назву закону Ламберта-Бера [7].

Нами досліджувалися зразки, що були приготовані за різною технологією. Соки свіжих томатів і перцю солодкого були отримані в результаті пресування вихідної сировини, а плазма – унаслідок перетирання та чотирикратного циклу «заморожування – розморожування – центрифугування – фільтрування».

Колориметричні розрахунки були виконані з використанням розробленої програми в середовищі математичного пакета Mathcad 14, що значно інтенсифікує процес вимірювання. Оскільки визначення характеристик кольору розрахунковим методом зважених ординат передбачає використання спектрофотометричних даних досліджуваних зразків, то для всіх водних розчинів і контрольного зразка було визначено спектральний склад за допомогою спектрофотометра СФ-46. Метод зважених ординат ґрунтується на системі подання кольору XYZ і дозволяє кількісно охарактеризувати колір на основі спектральних даних досліджуваного зразка. Метод колірного графіка має більшу інформативність і якість визначення колірної системи (у тому числі колірного тону).

Для розрахунку колірних показників було застосовано принцип адитивного змішування кольорів і обрано тривимірну систему XYZ. Колориметрична система XYZ є неортогональною трикомпонентною моделлю подання кольору.

Відповідно до системи XYZ колір являє собою тривимірний вектор, чисельно характеризує дію випромінювання на стандартного спостерігача й описує спектральні властивості аналізованого об'єкта у вигляді тривимірних векторних координат. Математично колірне рівняння має вигляд:

$$F = x \cdot X + y \cdot Y + z \cdot Z, \quad (1)$$

де X, Y, Z – основні кольори;

F – сумарний колір;

x, y, z – координати кольору [8].

Таким чином, модуль суміші X, Y, Z і координати кольору дають однозначну оцінку кольору F .

Обчислення колірних параметрів здійснено методом зважених ординат, згідно з яким обчислення колірних параметрів здійснюється за допомогою таких виразів (формули 2-4) [9]:

$$X = \int_{380}^{750} \bar{x}(\lambda) \tau(\lambda) I_{\lambda}(A) d\lambda \quad (2)$$

$$Y = \int_{380}^{750} \bar{y}(\lambda) \tau(\lambda) I_{\lambda}(A) d\lambda \quad (3)$$

$$Z = \int_{380}^{750} \bar{z}(\lambda) \tau(\lambda) I_{\lambda}(A) d\lambda \quad (4)$$

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

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

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

$d\lambda$ – ширина спектрального інтервалу.

Результати розрахунку колориметричних характеристик водяних розчинів соку та плазми томатів ґрунтових і парникових наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристики кольору водних розчинів соків і плазми досліджуваних зразків із томатів свіжих

Досліджуваний зразок	Масова частка сухих речовин, %	Характеристики кольору			
		координати кольору			модуль кольору, $m \cdot 10^{-4}$
		$X \cdot 10^{-3}$	$Y \cdot 10^{-3}$	$Z \cdot 10^{-3}$	
№ 1	1,9	8,5	8,8	5,3	2,3
№ 2	2,1	7,7	7,9	4,6	2,0
№ 3	1,0	9,5	9,7	7,4	2,7
№ 4	1,8	9,1	9,3	6,6	2,5

Із наведених даних кількісних показників кольору в таблиці 1 випливає, що всі досліджувані зразки мають колір, який формується різноманітними кольорами, які мають різні значення кольорових координат у просторі XYZ для томатів ґрунтових і парникових. Крім цього видно, що колір плазми (зразки № 2, 4) має менші значення X , Y , Z за колір соку (зразки № 1, 3 відповідно). Це відображено і в модулі кольору, хоча різниця показників є незначною.

Колориметричні характеристики водних розчинів соку та плазми перцю свіжого ґрунтового та парникового різного сорту та кольору (зразки № 5-10) подані в таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристики кольору водних розчинів соків і плазми досліджуваних зразків

Досліджуваний зразок	Масова частка сухих речовин, %	Характеристики кольору			
		координати кольору			модуль кольору, $m \cdot 10^{-4}$
		$X \cdot 10^{-3}$	$Y \cdot 10^{-3}$	$Z \cdot 10^{-3}$	
№ 5	2,1	2,2	2,1	1,1	0,5
№ 6	2,1	5,8	5,7	3,7	1,5
№ 7	1,7	0,74	0,63	0,16	0,2
№ 8	2,2	5,0	5,0	2,5	1,3
№ 9	2,0	0,65	0,55	0,3	0,2
№ 10	2,0	5,0	4,9	2,9	1,3

Із вищенаведених даних кількісних показників кольору випливає, що всі досліджувані зразки мають колір, який формується різноманітними кольорами, а результати дослідження зразків перцю солодкого свіжого різних умов вирощування дуже різняться.

Так, виходячи з розрахунків і порівняння отриманих характеристик кольору, випливає, що його координати для всіх зразків плазми перцю значно вищі за аналогічні показники для соків перцю. Аналогічну залежність також видно з наведених даних модуля кольору. Так, для досліджуваних зразків № 2, 4, 6 цей показник на порядок вищий порівняно з модулем кольору зразків № 1, 3, 5.

Для кожного досліджуваного зразка за координатами кольору було розраховано трибарвні коефіцієнти (формула 5):

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, y = \frac{Y}{X + Y + Z}, \quad (5)$$

Вони дають можливість нанести кольоровість досліджуваних зразків на площину колірного графіка й обчислити колірний тон, а також колориметричну чистоту.

Колірний графік є трикутником, у вершинах якого розташовано одиничні кольори XYZ, а в центрі тяжіння трикутника – білий колір. На площину графіка нанесено криву колірності монохроматичного випромінювання. Перетин кривої спектральних тонів і прямої, проведеної через точку білого кольору й точку на-

несеної колірності, визначає колірний тон. Колориметричну чистоту розраховано за допомогою виразу (формула 6) [10]:

$$p_c = \frac{y_\lambda}{y_N} \cdot \frac{y_N - y_W}{y_\lambda - y_W}, \quad (6)$$

де y_λ – трибарвний коефіцієнт точки перетину прямої, проведеної через точку білого кольору та точку розрахованої колірності з лінією спектральних тонів;

y_N – трибарвний коефіцієнт зразка, що обчислюється;

y_W – трибарвний коефіцієнт білого кольору.

Спираючись на те, що отримані кольорові параметри не дають повної колориметричної оцінки досліджуваних зразків, були проведені підрахунки з використанням колориметричної системи L, λ, p_c .

Для системи вимірювання кольору L, λ, p_c координатами кольору є його яскравість (L), колірний тон (λ) і колориметрична чистота кольору (p_c). Яскравість характеризується кількістю світла, а колірний тон (λ) і колориметрична чистота кольору (p_c) є координатами, що визначають колірність.

Отримані колірні характеристики подані в таблиці 3.

Таблиця 3 – Характеристики кольору водних розчинів соків і плазми томатів свіжих і перцю солодкого свіжого різних сортів і умов вирощування

Досліджуваний зразок	Масова частка сухих речовин, %	Характеристики кольору		
		яскравість (L)	колірний тон (λ), нм. $\lambda \pm S_\lambda, S_\lambda = \pm 2$	колориметрична чистота кольору (p_c), відн. од.
№ 1	1,9	0,39	575	0,400
№ 2	2,0	0,39	575	0,410
№ 3	1,0	0,37	575	0,242
№ 4	1,8	0,37	575	0,292
№ 5	2,1	0,38	583	0,470
№ 6	2,1	0,38	580	0,370
№ 7	1,7	0,41	585	0,750
№ 8	2,2	0,40	577	0,500
№ 9	2,0	0,37	591	0,460
№ 10	2,0	0,383	580	0,420

З отриманих результатів видно, що відхилення колірного тону зразків № 1-4 лежить у межах похибки, проте ці зразки томатів різняться за колориметричною чистотою кольору та яскравістю. Також ми бачимо помітну загальну тенденцію, а саме значення колориметричної чистоти кольору для плазми більше, ніж для соку відповідного зразка.

Після порівняння характеристик кольору для соку двох видів томатів стає зрозумілим, що ґрунтові томати (зразок № 2) є більш яскравими за парникові аналоги. Також цю тенденцію ми спостерігаємо для плазми томатів, що підтверджує наше припущення.

Висновки

Узагальнення отриманих даних дозволило встановити, що колірні характеристики досліджуваних зразків водних розчинів плазми перцю ґрунтового та парникового значно різняться між собою. Як і очікувалося, червоний перець є яскравішим за жовтий. З порівняння колориметричних характеристик для досліджуваних зразків соку та плазми видно спадні значення колориметричної чистоти кольору для всіх видів перцю. Відповідно до таблиці 3, у результаті розрахунку колірних параметрів встановлено, що для досліджуваних зразків № 5, 6, 9, 10 відмінність колірному тону не є вираженою та відноситься до помаранчевої області видимого діапазону електромагнітного випромінювання. Для деяких зразків спостерігається зміщення колірному тону (наприклад, для зразка № 9) у бік жовтої частини спектра, що виявляється в зменшенні до значення цього параметра за величиною.

Таким чином, у результаті проведених колориметричних досліджень водних розчинів соків і плазми томатів свіжих і перцю солодкого свіжого різних умов вирощування було кількісно встановлено основні характеристики кольору, а саме яскравість, колірний тон і колориметричну чистоту кольору. Отримані результати дають змогу обґрунтувати подальше використання томатних овочів і продуктів їх переробки в харчовій промисловості як рецептурних компонентів, а також визначити, які функціонально-технологічні властивості вони дадуть харчовим продуктам у процесі їх виробництва та під час реалізації, що певною мірою визначить місце цієї продукції на ринку.

Список літератури

1. Карташова Л.В. Товароведение продовольственных товаров растительного происхождения / Л.В. Карташова, М.А. Николаева, Е.П. Печникова. – М.: Деловая лит-ра, 2004. – 816 с.
2. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов / Г. Бриттон. – М.: Мир, 1986. – 422 с.
3. Феденко В.С. Перспективи використання колориметрії для оцінки якості зерна / В.С. Феденко, В.С. Стружко // Хранение и переработка зерна. – 2000. – № 8. – С. 30-31.
4. Козярін І.П. Роль вітамінів у збереженні здоров'я людини / І.П. Козярін // Гігієна населених міст. – 2003. – Вип. 42. – С. 426-433.
5. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / У. Шобингер. – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с.
6. Завадская О. Эффективные способы хранения плодовойгодной и овощной продукции / О. Завадская // Настоящий хозяин. – 2008. – № 12. – С. 59-62.
7. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.Л. Марпл. – М.: Мир, 1990. – 580 с.

8. Иванов В.М. Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы / В.М. Иванов, О.В. Кузнецова // Успехи химии. – 2001. – Т. 70, № 5. – С. 411-428.
9. Булатов М.И. Практическое руководство по колориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа / М.И. Булатов, И.П. Калинин. – М.: Химия, 1965. – 230 с.
10. Байдичева О.В. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции / О.В. Байдичева [и др.] // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 20-22.

УДК 664.8.037.1:637.54

Одарченко Д.М., канд. техн. наук, доц.,

Гордієнко В.В., Мовчан А.О., Гасай Є.Л., Рибцева А.А. (ХДУХТ, Харків)

ВПЛИВ ЦИКЛІЧНОГО ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАЗМ З РІЗНИХ АНАТОМІЧНИХ ЧАСТИН ТУШОК БРОЙЛЕРІВ

У статті розглянуто основні електрофізичні характеристики плазм, виділених з різних анатомічних частин тушок бройлерів: залежність сили струму від напруги, кінетику сили струму, електрорушійну силу та водневий показник (рН). Виявлено зміни цих характеристик за умови циклічного заморожування досліджуваних плазм.

Ключові слова: *плазма, електрофізичні властивості, кінетика сили струму, питомий опір, гальванічні елементи.*

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Забезпечення якості й безпечності продовольчої сировини та харчових продуктів є одним з основних факторів, що зумовлює здоров'я населення [1].

У м'ясопереробній галузі в колі сучасних проблем щодо підвищення рівня якості та безпечності продукції на сьогодні все більшого значення набувають такі: виявлення фальсифікації продукції, що підлягала повторному заморожуванню, а також визначення критеріїв для ідентифікації м'ясної сировини як за видами, так і всередині видів (наприклад, за умови встановлення анатомічних відповідностей). Так, для різноманітних видів напівфабрикатів з м'яса птиці досить поширеним заходом фальсифікації є заміна білого м'яса червоним, яке менш поживне з точки зору харчової цінності. Актуальною проблемою галузі залишається також виявлення порушення умов зберігання продукції в разі використання повторного заморожування.

Існуючі методи, що застосовуються для вирішення вищевказаних проблем, мають низку недоліків, серед яких вибірковість дії, дороге обладнання, необхідність застосування великої кількості реактивів, потреба у кваліфікованих кадрах і спеціалізованих лабораторіях [2; 3].