

А.А. Дубініна, канд. техн. наук, проф.

Т.В. Щербакова, канд. техн. наук, доц.

Т.М. Попова, доц.

О.В. Гапонцева, асп.

ВПЛИВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ НА ЗМІНУ КОЛЬОРОПАРАМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДІВ ЯБЛУК

Наведено результати використання спектрофотометричного методу для оцінки кольору плодів яблук за допомогою кольоропараметричних характеристик.

Приведены результаты использования спектрофотометрического метода для оценки цвета плодов яблок при помощи цветопараметрических характеристик.

There are given the color estimation results of apples by means of spectrophotometric characteristics.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Якість як характеристика суті товарів і їх властивостей, завжди мала і має для людей велике практичне значення. Важливим критерієм якості є колір, який для харчових продуктів у більшості випадків визначається органолептичним, тобто суб'єктивним методом аналізу. Утім, сучасні вимоги споживачів до якісної та безпечної продукції потребують використання нових і удосконалення діючих об'єктивних методів оцінки кольору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Колір продукції з рослинної сировини формується за рахунок вмісту та співвідношення природних барвних речовин, рецептурних компонентів, що входять до складу продукту. Також важливий вплив мають технологічні параметри виробництва продукції, тобто температура обробки та термін її дії, кислотність середовища та кисень повітря.

Хімічний склад і смакові властивості яблук залежать від сорту, умов вирощування, ступеня зрілості. Пігментний комплекс складається переважно з поліфенольних речовин. Це велика група органічних сполук, що відрізняються за хімічною будовою, але мають деякі загальні ознаки [1].

Характерною рисою фенольних сполук є легке окислення з утворенням високореактивних проміжних продуктів типу

семихінонних радикалів або о-хінонів, здатність до взаємодії з білками за рахунок утворення водневих зв'язків, а також схильність до комплексоутворення з іонами металів. Як було встановлено, речовини пігментного комплексу рослинної сировини є лабільними сполуками і піддаються трансформації під дією внутрішніх і зовнішніх чинників [2; 3]. У літературі наведено дані, що катехіни, проантоціанідини, антоціанідини та їх глікозиди швидко руйнуються під дією світла з утворенням безбарвних псевдооснов. Зміна рН суттєво впливає на їх колір, високі температури викликають появу рожевого забарвлення за рахунок окислення лейкоантоціанів до відповідних антоціанів. Катехіни та лейкоантоціани належать до найбільш відновлених сполук, тому вони легко піддаються окисленню під час нагрівання або дії світла. Особливо швидко вони окислюються у лужному середовищі в аеробних умовах з утворенням темнозабарвлених кінцевих продуктів реакції типу меланінів або гумінових кислот [4; 5].

На сьогоднішній день не існує єдиної методики визначення кольору харчових продуктів. Найбільш розповсюдженим методом є сенсорна оцінка групою експертів за системою балових шкал. Серед інструментальних методів можна виділити спектрофотометричний метод, який використовують для оцінки кольору рослинної сировини та продуктів її переробки [6-8].

Мета та завдання статті. Метою роботи є дослідження зміни кольору подрібнених плодів яблук під час теплової обробки за допомогою кольоропараметричних характеристик.

Виклад основного матеріалу дослідження. Яблука – основна плодова культура, яка вирощується в більшості регіонів України, що зумовлено сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами. Пігментний комплекс яблук складається з хлорофілів, каротиноїдів, а також поліфенольних сполук – антоціанів, лейкоантоціанів, катехінів, флавонолів, загальний вміст і співвідношення яких зумовлює забарвлення плодів. Катехіни та лейкоантоціани не мають забарвлення, утім вони суттєво впливають на формування кольору продуктів переробки плодів яблук.

Для дослідження були обрані плоди яблук сорту Антонівка звичайна, що мають зеленувато-жовте забарвлення шкірочки та зеленувато-білий колір м'якоті.

Визначення пігментного комплексу плодів яблук проводили вимірюванням світлопоглинання водно-етанольних екстрактів в УФ – та видимій областях спектра за допомогою спектрофотометра. Також визначили наявність хлорофілу в гексанових екстрактах (рис. 1).

Р-вітамінні речовини в яблуках представлені переважно катехінами та лейкоантоціанами. Дослідні зразки плодів яблук не мають червоних відтінків забарвлення, тому у видимій області спектра відсутні відповідні смуги поглинання. Незначне підвищення світлопоглинання у червоній області спектра (600...700 нм) свідчить про наявність пігментного комплексу хлорофілів, який визначали у гексанових екстрактах із яблук. Встановлено, що вміст хлорофілу є незначним у порівнянні з іншими речовинами – 0,551 мг%.

У той же час інтенсивне поглинання в УФ-діапазоні свідчить про наявність безбарвних сполук катехінів і лейкоантоціанів (280 нм) та флавонолів (330 нм). У зразках яблук сорту Антонівка визначено вміст лейкоантоціанів, який складає 255,2 мг%, катехінів – 168,1 мг%, флавонолів – 9,4 мг%.

Особливостями цих сполук є висока лабільність під час переробки, що стає причиною втрати привабливого кольору готової продукції. Технологія одержання продуктів із фруктів передбачає механічну (подрібнення, очищення, пресування) і теплову обробку.

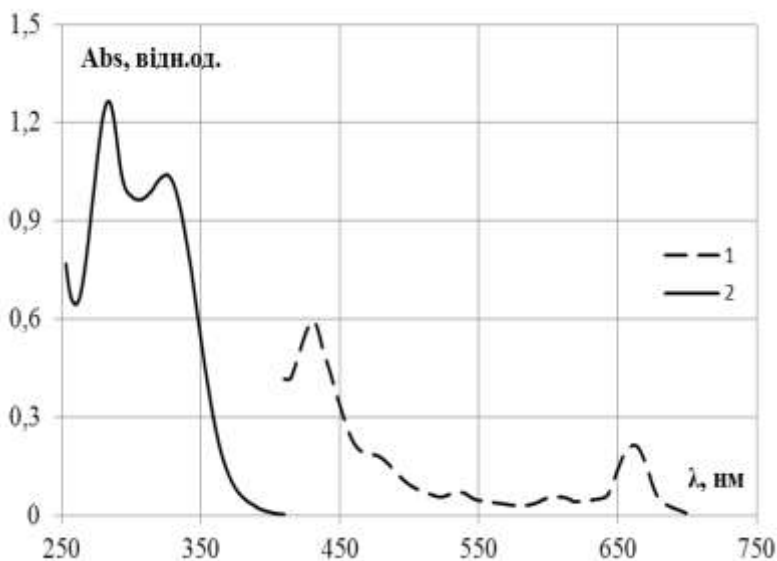


Рисунок 1 – Світлопоглинання (Abs) гексанового екстракту (1) та водно-спиртового екстракту поліфенольного комплексу (2) з плодів яблук

Складні багатостадійні біохімічні реакції, що виникають під час порушення цілісності рослинних клітин, викликають потемніння рослинної тканини. Температура суттєво впливає на активізацію вказаних процесів. Як показали проведені експерименти, коли подрібнені плоди піддавали температурній обробці протягом 10, 20, 30, 40, 50, 60 хв, вміст усіх поліфенольних сполук зменшувався (рис. 2; 3; 4).

Із досліджених фракцій найбільш глибоким перетворенням піддаються катехіни – зменшення вмісту при 40° С відбувається приблизно у 150 разів, при цьому лейкоантоціанів – у 12 разів, флавонолів – у 1,5 рази. Це пояснюється ферментативним окисленням поліфенольних сполук, що відбувається вже у перші хвилини. При цьому найкращим субстратом для ферментів є катехіни.

Під час витримування зразків при 80...100° С протягом певного часу процес окисного перетворення лейкоантоціанів та катехінів уповільнюється в результаті інактивації ферментів. При цьому в перші хвилини прогрівання зразків відзначається незначне зниження цих сполук (на 12,5...22,5%).

Зі збільшенням тривалості прогрівання, а особливо температури, втрати лейкоантоціанів та катехінів збільшуються. У зразках, прогрітих при температурі 80° С, наприкінці досліду залишилося 59% лейкоантоціанів та 49,1% катехінів. Флавоноли слабо окислюються ферментами.

За коефіцієнтами відбиття визначено кольорові характеристики (таб.).

Таблиця – Характеристики кольору дослідних зразків яблук

Дослідний зразок	Триколірні координати			Домінуюча довжина хвилі	Яскравість	Чистота кольору	Візуальна оцінка кольору зразків
	x	y	z	$\lambda_{\text{нм}}$	T, %	P, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
Температура 40° С							
Контроль	0,292	0,366	0,342	515,3	36,6	17,29	білий, із кремовим відтінком
Після витримування 20 хв	0,349	0,371	0,280	575,2	37,1	29,87	жовто-коричневий, насичений

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
Після витримання 30-60 с	0,390	0,381	0,229	582,6	38,1	44,22	темно-коричневий
Температура 80° С							
Контроль	0,292	0,366	0,342	515,3	36,6	17,29	білий, із кремовим відтінком
Після витримання 20-60 с	0,340	0,351	0,309	580,5	35,1	18,10	світлий, жовто-коричневий
Після витримання 30-60 с	0,431	0,377	0,218	589,1	37,7	52,77	темно-коричневий
Температура 100° С							
Контроль	0,292	0,366	0,342	515,3	36,6	17,29	білий, із кремовим відтінком
Після витримання 20-60 с	0,392	0,373	0,235	585,2	37,3	41,50	жовто-коричневий
Після витримання 30-60 с	0,461	0,387	0,152	589,4	38,7	63,66	темно-коричневий

Як свідчать отримані дані, дія температури викликає збільшення домінуючої довжини хвилі у червону область спектра у порівнянні із контрольними зразками з 515,0...574,0 до 587,8...592,1 нм, що характеризує появу коричневого кольору подрібнених яблук. Температура 40° С викликає зміну яскравості до 38,1%, чистоти тону – до 44,22% завдяки появі темно-коричневого забарвлення. Температура 80° С знижує яскравість до 37,7%, чистоту тону збільшує до 52,77%. За тривалої дії температури 100° С яскравість зростає до 38,7% у порівнянні з контролем, чистота тону зростає до 63,66% за рахунок підвищення червоної складової кольору майже у 2 рази та зменшення синьої складової у 2,3 рази.

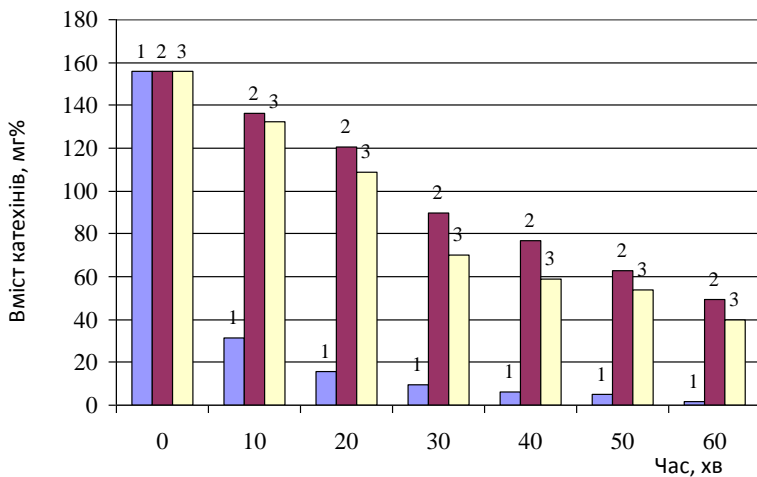


Рисунок 2 – Залежність вмісту катехинів у зразках яблук від терміну дії температури: 1 – 40° C; 2 – 80° C; 3 – 100° C

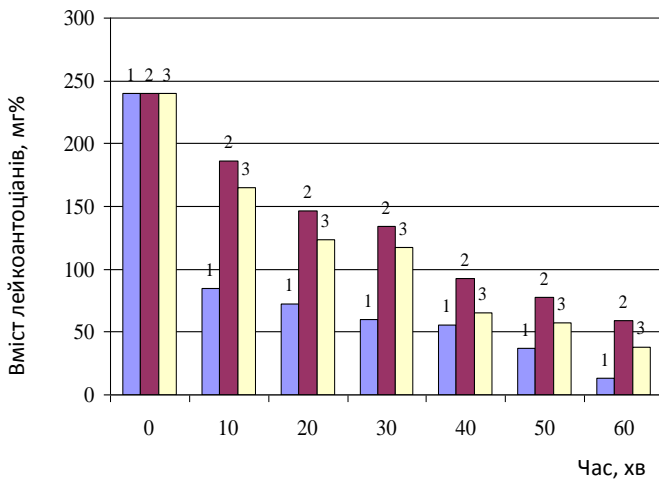


Рисунок 3 – Залежність вмісту лейкоантоціанів у зразках яблук від терміну дії температури: 1 – 40° C; 2 – 80° C; 3 – 100° C

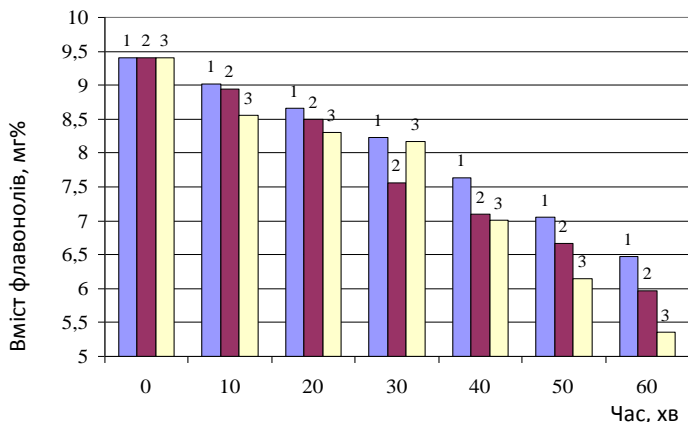


Рисунок 4 – Залежність вмісту флавонолів у зразках яблук від терміну дії температури: 1 – 40° С; 2 – 80° С; 3 – 100° С

Висновки. Таким чином, за проведеними експериментальними дослідженнями встановлено, що інструментально визначені кольорові характеристики дозволяють встановити домінуючий тон зразків за величиною домінуючої довжини хвилі, а чистота тону визначає ступінь появи коричневого кольору.

Отримані хроматичні характеристики добре збігаються з візуальною оцінкою кольору, тому даний спектральний метод можна використовувати для кількісної оцінки кольору плодів яблук під час їх переробки.

Список літератури

1. Родиков С. А. Экспресс-диагностика зрелости яблок / С. А. Родиков // Садоводство и виноградарство. – 2001. – № 1. – С. 23–25.
2. Merzlyak M. N. Apple Flavonols during processing / M. N. Merzlyak, A. E. Solovchenko, A. J. Smagin // J. Plant Physiol. – 2005. – Vol. 162. – P. 151–160.
3. Monzocco L. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods / L. Monzocco, S. Calligaris, D. Mastrocola // Trends in Food Science and Technology – 2001. – Vol. 11. – P. 340–346.
4. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов : монография / Г. Бриттон. – М. : Мир, 1986. – 424 с.
5. Delgado-Vargas F. Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains: Characteristics, biosynthesis, processing, and stability / F. Delgado-Vargas // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2000. – Vol. 40. – P. 173–179.

6. Вебицкий В. В. Использование СФ-метода для оценки качества соков / В. В. Вебицкий // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 1. – С. 36–38.
7. Бывальцев А. И. Определение цветности продуктов переработки сахарной свеклы с использованием спектрофотометра / А. И. Бывальцев, С. А. Титов, А. Л. Семенов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 12. – С. 50–51.
8. Valadez-Blanco R. In-line colour monitoring during food extrusion: Sensitivity and correlation with product colour / R. Valadez-Blanco // Food Res. Intl. – 2007. – Vol. 40, № 9. – P. 1129–1139.

Отримано 30.10.2012. ХДУХТ, Харків.

© А.А. Дубініна, Т.В. Щербакова, Т.М. Попова, О.В. Гапонцева, 2012.