УДК 543.062:635.15

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА КОЛЬОРУ НОВИХ ПРОДУКТІВ З КОРЕНЕПЛОДІВ РЕДЬКИ

Щербакова Т.В., Селютіна Г.А., Хацкевич Ю.М., Виродова О.В.
Харківський державний університет харчування та торгівлі

Досліджено колір продуктів переробки редьки за допомогою методу спектроскопії відбиття. За експериментальними даними коефіцієнтів відбиття визначено параметри кольору в системі CIE XYZ. Встановлено вплив технології на зміну величини домінуючої довжини хвилі, чистоти кольору, яскравості продуктів переробки у порівнянні із контролем. Проведено порівняльну оцінку параметрів кольору, отриманих за системами CIE XYZ та CIE Lab. Використаний метод суттєво полегшує оцінку кольору та споживних властивостей в цілому при розробці нових харчових продуктів, визначення умов технологічної переробки, а також впливу зберігання.

Ключові слова: споживні властивості, продукти переробки редьки, колір, домінуюча довжина хвилі, чистота кольору, яскравість.

Постановка проблеми. Проблема забезпечення населення високоякісними продуктами є актуальною у зв'язку із зростаючою несприятливою дією факторів зовнішнього середовища на імунологічний статус людини. Сучасна економічна ситуація в Україні підвищує ці негативні тенденції розбалансованістю раціонів, дефіцитом в них багатьох біологічно активних компонентів, виключенням з раціонів багатьох повноцінних продуктів, особливо рослинного походження. Рослинна сировина вміщує велику кількість компонентів, які визначають її харчову цінність. Особливо цінні речовини, які організм людини не виробляє, а отримує тільки з овочами і фруктами. Доведено, що продукція рослинного походження є необхідною для підвищення активності захисних сил організму, попередження різних захворювань та нормальної життєдіяльності людини [1].

На сучасному етапі забезпечення населення України продовольством в достатньому асортименті та кількості є завданням першочергової важливості. Одним з напрямків створення продуктів харчування повинно бути забезпечення їхньої високої якості. Тому проблема розробки нових продуктів переробки рослинної сировини із збалансованим хімічним складом та високими органолептичними характеристиками, що дозволяють одержати високоякісні, максимально наближені до сучасних рекомендацій нутріціології, продукти, є актуальною

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Споживна властивість харчових продуктів характеризується харчовою цінністю, яка обумовлена наявністю в них комплексу хімічних речовин, необхідних для функціонування організму людини: білки, жири, вуглеводи, мінеральні елементи, вітаміни. Також важливою є органолептична цінність продукту, що характеризується його зовнішнім виглядом, кольором, ароматом і смаком, консистенцією. Властивості товарів залежать від натуральних властивостей сировини, матеріалів, що використовуються для виробництва харчових продуктів формуються в процесі технологічної переробки [2].

За літературним даними редька – цінний харчовий продукт. Хімічний склад коренеплодів редьки непостійний і залежить від підтипу, сорту та умов вирощування. Сухі речовини складаються з вуглеводів, білків та жирів. В складі вільних амінокислот знайдено холін, аденін та інші пуринові основи. Харчова та біологічна цінність редьки обумовлена наявністю великої кількості мінеральних речовин – кальцію, заліза, магнію, фосфору. Дослідження підтверджують, що за умови регулярного вживання цього коренеплоду в їжу можна повністю задовольнити потребу організму в калії (357...1200 мг/100 г). Встановлено, що на сьогодні існують розробки продуктів, де в якості допоміжної сировини використовують редьку, проте продукції, основним компонентом якої є коренеплід, немає [3].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Колір є першою ознакою в товарознавчій оцінці, за якою характеризується якість харчового продукту. Необхідно також враховувати, що під час вибору продукту споживач керується головним чином зоровою оцінкою. На сьогоднішній день не існує єдиної методики визначення кольору харчових продуктів. У практичній діяльності колір найчастіше оцінюється візуально або шляхом порівняння з кольором еталону [4].

Основний спосіб визначення кольору за допомогою інструментального методу полягає у розкладанні світлового потоку на спектральні компоненти і вимірюванні кожного компонента окремо, тобто отримання спектральних характеристик обраного об'єкта дослідження – спектрального коефіцієнта пропускання для прозорих і спектрального коефіцієнта відбиття для непрозорих зразків – у діапазоні видимого спектру [5]. У зв'язку з цим актуальною є задача отримання об'єктивної і універсальної оцінки кольору готового продукту. Це дозволить вирішити проблему стандартизації кольору та оптимізувати експертизу якості харчових продуктів в цілому.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є оцінка кольору нових продуктів з коренеплодів редьки за допомогою інструментального методу з використанням кольоропараметричних характеристик.

Виклад основного матеріалу. Проведені попередні дослідження хімічного складу 8 господарсько-ботанічних сортів редьки, поширених в Східній Україні, показали, що для розробки нових продуктів переробки можна рекомендувати сорт: Серце дракона, який характеризуються підвищеним вмістом БАР, має високу антиоксидантну активність та меншу здатністю до акумулювання контамінантів з навколишнього серед-

© Щербакова Т.В., Селютіна Г.А., Хацкевич Ю.М., Виродова О.В., 2016

овища, а також відрізняється яскравим рожевим кольором коренеплоду [6].

Розроблено рецептури нових продуктів переробки редьки: «Редька ферментована», до складу якої входять подрібнені коренеплоди редьки, часник, сіль, цукор. А також «Редька маринована», до складу маринаду входять сіль, спеції, цукор, лимонна кислота. Для поліпшення кольору готового продукту використано свіжий сік журавлини, який також збільшує вміст поживних речовин.

Проведено серед органолептичних показників і оцінку кольору нових продуктів, який за нормативною документацією оцінюється як відповідний вихідній сировині (для продуктів рослинного походження).

Для отримання кількісних характеристик кольору дослідних зразків був використаний метод спектроскопії дифузного відбиття із колірною моделлю МКО або CIE (Commission Internationale de l'Eclairage – International Commission on Illumination), який базується на факті, що кольорова поверхня сприймається у своєму специфічному кольорі завдяки відбиттю світла з певною довжиною, усі інші хвилі є абсорбованими.

Дослідження спектрів дифузного відбиття дослідних зразків проводили на спектрофотометрі СФ-2000, обладнаному приставкою для вимірювання коефіцієнтів дифузного відбиття.

Метод дозволяє отримувати кількісні характеристики кольору у вигляді колориметричних показників координат X,Y,Z, які розраховуються за експериментальними даними коефіцієнтів відбиття. Параметри X,Y,Z надалі можуть бути перетворені у величини xy, Lab або HUE [7].

Координати кольору – це кількість трьох лінійно незалежних кольорів, оптичне змішування яких забезпечує отримання конкретного кольору. В якості трьох незалежних кольорів були прийняті наступні монохроматичні випромінювання: червоне, зелене, синє.

Методика визначення полягає у наступному. На першому етапі вимірювали коефіцієнти відбиття (R_f, %) усіх дослідних зразків. Спектральні характеристики отримували у діапазоні 400...700 нм з кроком у 1 нм та з кількістю циклів накопичення – 10.

Первинні дані значень коефіцієнтів відбиття свідчать, що колір зразка відповідає кольоровому тону випромінювання саме тієї ділянки спектру, де об'єкт найбільше відбиває світло, а насиченість світла, що сприймається, відповідає ступеню селективності відбиття. Спектр відбиття свіжої редьки (рис. 1, зразок 1) відрізняється практичною відсутністю відбиття у діапазоні видимого спектру 400...550 нм: R_f = 0. Інтенсивне відбиття відбувається при довжинах хвиль 630...700 нм (R_f > 40%), що відповідають червоному діапазону видимої області спектру. За результатами спектральних досліджень інших зразків встановлено, що спектральні криві не мають селективного відбиття у діапазоні видимого спектру 400...500 нм: коефіцієнти відбиття мають мінімальні значення і знаходяться у межах від 0 до 20%, ступінь селективності відбиття зростає у жовто-червоній області спектру з довжинами хвиль 550...700 нм (рис. 1, рис. 2).

На другому етапі за допомогою вбудованого програмного забезпечення SFScan визначали кольорові характеристики дослідних зразків в системі CIE XYZ. В якості стандарту освітлення було взято стандарт D_{65} МКО 1964, який відповідає денному світлу і є на сьогодні широко прийнятим для математичної оцінки кольору. Отримані питомі координати x і y за допомогою кольорового графіку у вигляді одиничної площини (x+y+z=1) тривимірного колірного простору дозволяють визначити наступні показники – домінуючий тон (домінуючу довжину хвилі λ), чистоту кольору P, %; яскравість T, %.

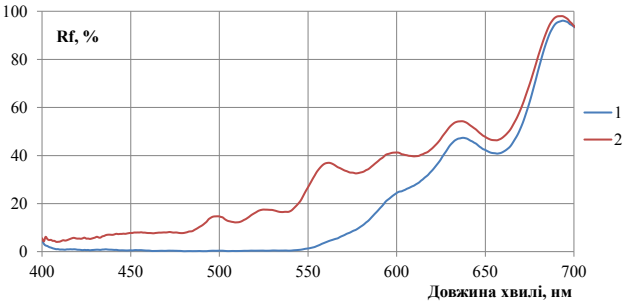

Рис. 1. Спектри відбиття зразків: 1 – редька свіжа (контроль), 2 – редька ферментована

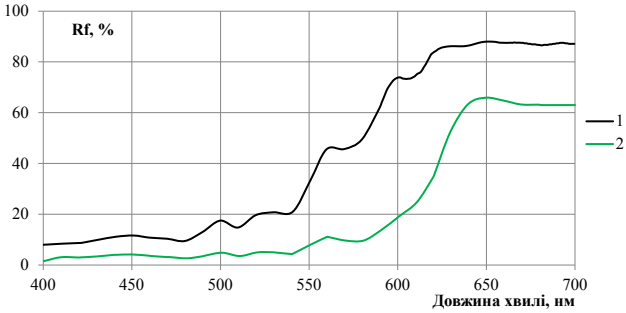

Рис. 2. Спектри відбиття зразків: 1 – редька маринована, 2 – редька маринована, термін зберігання 1 рік

Враховуючи, що колір будь-якого об'єкта може бути отриманий змішуванням певного монохроматичного випромінювання з білим, колірний тон хроматичного кольору – це довжина хвилі такого монохроматичного випромінювання,

Таблиця 1

Характеристики кольору дослідних зразків у системі CIE XYZ (Sr=0,05, n=5, p=0,95)

Дослідні зразки	Домінуюча довжина хвилі	Чистота кольору	Яскравість	Візуальна оцінка кольору
	λ нм	P, %	T, %	
Редька свіжа (контроль)	613,9	93,4	35,2	Рожевий насичений
Редька ферментована	609,5	69,4	35,3	Темно-рожевий
Редька маринована	590,9	72,9	39,1	Темно-рожевий
Редька маринована (термін зберігання 1 рік)	585,4	71,8	41,1	Рожевий

змішення якого в певній пропорції з білим забезпечує отримання кольору, тотожного у візуальному відношенні даному. Значення колірного тону дозволяє визначити, до якого основного кольору відноситься колір зразка.

За результатами розрахунків встановлено, що домінуюча довжина хвилі свіжої редьки (контроль) становить 613,9 нм, спектральний колір (домінуючий тон) зразка червоний. Цей параметр кольору для зразка «Редька ферментована» складає 609,5 нм), для зразка «Редька маринована» – 590,9 нм (табл. 1).

Домінуючий тон для цих зразків характеризується як червоно- оранжевий, що вказує на зменшення внеску червоної складової у загальний колір. Зсув величини домінуючої довжини хвилі у жовту область спектру у порівнянні із контролем пов'язано з частковою утратою кольору за рахунок виділення антоціанів з соком під час подрібнення і ферментації («Редька ферментована»). Для зразка «Редька маринована» це пов'язано з окисленням катехінів та лейкоантоціанів, що визначені у сировині, за рахунок термічної обробки (стерилізації) та наявності спецій (перець духмяний, гвоздика, зелень кропу), що містять дубильні речовини, які разом з продуктами окислення викликають покоричневіння різного ступеня.

За параметром «Яскравість» зразки мають наступні значення: для свіжої редьки – 35,2%, для ферментованої редьки – 35,3%, для маринованої редьки – 39,1%. Чистота кольору – колориметрична величина, що показує міру вираження колірного тону в цьому кольорі. Чистота кольору дорівнює відношенню параметру «Яскравість» монохроматичного випромінювання до суми параметрів «Яскравість» монохроматичного випромінювання і пучка білого світла. Найбільшою чистотою характеризуються монохроматичні кольори. Параметр «Чистота кольору» має найвище значення для свіжої редьки – 93,4%, тобто наближається до монохроматичного червоного випромінювання, та зменшується до 72,9% для маринованої редьки і до 69,4% – для ферментованої редьки.

Крім того, були розраховані кольорові координати у системі CIE Lab, за якими надалі було «відтворено» колір за допомогою програмного забезпечення CorelDraw. Між двома системами є взаємозв'язок через математичні перетворення, тому показники кольору за системою CIE Lab можна отримати, якщо відомі координати X, Y, Z за системою CIE XYZ. Результати представляються у спеціальній системі координат, на яку нанесено кольорову діаграму Хантера (рис. 3.). Ахроматичні кольори представлені на вісі L, починаючи з абсолютно білого (L=100) і закінчуючи абсолютно чорним (L=0). Хроматичні кольори розташовані у площині, що є перпендикулярною до вісі L: червоний колір лежить на вісі (+a), зелений – на (–a), жовтий і синій – на (+b) і (–b) відповідно.

За показниками системи Lab зразки розподілились наступним чином. Параметр «світлота» L, який змінюється у межах від 0 до 100 в залежності від внеску білого та чорного ахроматичних кольорів у загальний колір продукту, складає для редьки свіжої 40,91, незначно зменшується до 35,81 для ферментованої редьки, зростає до 69,17 для маринованої редьки. Параметри a і b знаходяться у жовто-червоній площині, що вказує на відповідний внесок цих складових кольору у загальний колір зразків (табл. 2).

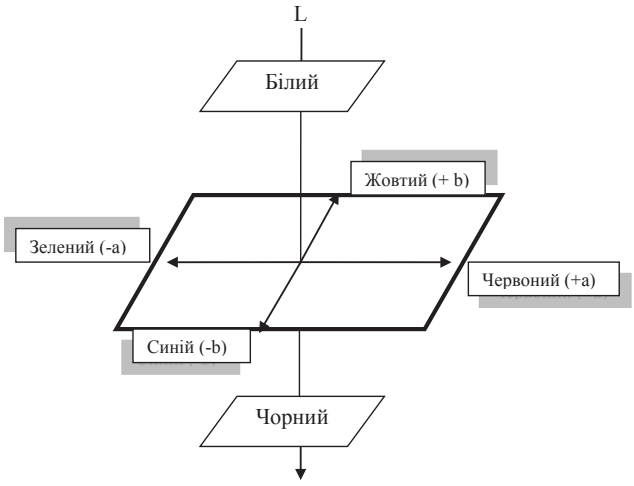

Рис. 3. Координати у системі Хантера для визначення показників кольору за параметрами L, a, b

Таблиця 2

Характеристики кольору дослідних зразків у системі CIE Lab (Sr=0,05, n=5, p=0,95)

Дослідні зразки	Світлота	Червоно-зелена компонента	Жовто-синя компонента
	L	a	b
Редька свіжа	40,91	40,51	32,22
Редька ферментована	35,81	50,78	52,71
Редька маринована	69,17	36,49	51,96
Редька маринована (термін зберігання 1 рік)	58,71	19,22	44,46

Важливою характеристикою кольору також є відношення a/b: для свіжої редьки воно складає 1,26, що вказує на переважний внесок червоної складової кольору зразка. Для ферментованої редьки a/b = 0,96, для маринованої – 0,70, що характеризує збільшення внеску жовтої складової у загальний колір зразків. Отримані дані збігаються із аналогічними у системі CIE XYZ.

Також були проведені дослідження кольору маринованої редьки після 1 року зберігання. Домінуючий тон характеризується як оранжево-червоний, що вказує на поступове зменшення внеску червоної складової у загальний колір у порівнянні із контролем та свіжовиготовленою маринованої редькою. Порівнюючи дані до і після зберігання необхідно відмітити, що в системі CIEXYZ параметри «Яскравість», «Чистота тону» протягом експерименту практично не змінилися. Величина а/б у системі CIE Lab після зберігання складає 0,43, що характеризує збільшення внеску жовтої складової у загальний колір зразка, тобто збільшення покоричневіння продукту.

Висновки і пропозиції. Таким чином, за проведеними експериментальними дослідженнями встановлено, що кольоропараметричні характе-

ристики дозволяють встановити домінуючий тон продукту, а чистота тону визначає ступінь його покоричневіння. Вони добре узгоджуються між собою у системах CIE XYZ та CIE Lab. Використаний метод суттєво полегшує оцінку кольору та споживних властивостей в цілому і може бути використаний при розробці нових харчових продуктів, визначення умов технологічної переробки, а також впливу зберігання на їх якість. Це допоможе отримувати продукцію не тільки із збалансованим хімічним складом, функціональними властивостями, біологічною цінністю, а також з високими органолептичними характеристиками, які дозволяють одержати продукти, максимально наближені до сучасних рекомендацій спеціалістів та споживчих переваг споживачів.

Список літератури:

1. Joshipura K. The effect of fruit and vegetable intake on risk of coronary heart disease / K. Joshipura // Ann. Intern. Med. – 2001. – Vol. 134. – P. 1106–1114.
2. Сирохман. І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К.: ЦУЛ, 2009 – 544 с.
3. Любченко Г. Чим корисна редька / Г. Любченко // Здоров'я. – 2011. – № 78. – С. 33-38.
4. Родина Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров / Т. Г. Родина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с.
5. Hunt R. W. G. Measuring colour / R. W. G. Hunt //J. Food. Agric. Chem. – 2004. – Vol. 52. – P.2491 – 2495.
6. Дубініна А. А. Визначення хімічного складу господарсько-ботанічних сортів редьки, поширених у Східній Україні /А. А. Дубініна, Г. А. Селютіна, О. В. Гапонцева // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. –– Харків: ХДУХТ. – 2013. – Вип. 1 (16). – С. 236-244.
7. Джадд Д. Цвет в науке и технике / Д. Джадд, Г. Вышецки. – М.: Мир, 1978. – 690 с.

Щербакова Т.В., Селютина Г.А., Хацкевич Ю.Н., Выродова О.В.
Харьковский государственный университет питания и торговли

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЦВЕТА НОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ КОРНЕПЛОДОВ РЕДЬКИ

Аннотация
Проведены исследования цвета продуктов переработки редьки с помощью метода спектроскопии отражения. По экспериментальным данным коэфициентов отражения определены параметры цвета в системе CIE XYZ. Установлено влияние технологии на изменение величины доминирующей длины волны, чистоты цвета, яркости продуктов переработки в сравнении с контролем. Проведена сравнительная оценка параметров цвета, полученных в системах CIE XYZ и CIE Lab. Примененный метод существенно облегчает оценку цвета и потребительных свойств в целом при разработке новых пищевых продуктов, определения условий технологической переработки, а также влияния хранения.
Ключевые слова: потребительные свойства, продукты переработки редьки, цвет, доминирующая длина волны, чистота цвета, яркость.

Shcherbakova T.V., Seljutina G.A., Khatskevych Yu.M., Vyrodova O.V.
Kharkiv State University of Food Technology and Trade

QUANTITATIVE ESTIMATION OF RADISH ROOTS COLOR

Summary
There was carried out the study of color of radish derived products by means of diffusion reflectance spectrometry. Using experimental data there were calculated color values in CIE XYZ. It is established the technology effect on the variation of dominant wavelength, color purity and brightness values in comparison with the control samples. There were compared the color parameters of both CIE XYZ and CIE Lab systems. The applied approach allows significant simplification of evaluation of color and consumer attributes as well for developing new food products as well as for estimation of technology and storage effects.
Keywords: consumer attributes, radish derived products, color, dominant wavelength, color purity, brightness.