

УДК 543.422.7:663.81

Д.М. ОДАРЧЕНКО,
А.І. КУДРЯШОВ,
С.В. ШТИХ,
Є.О. ІШТВАН,
О.О. СЮСЕЛЬ

Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

КОЛОРИМЕТРИЧНА ОЦІНКА ВОДЯНИХ РОЗЧИНІВ СОКІВ ТА ПЛАЗМ З ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІД

Проведений порівняльний аналіз колориметричних характеристик водяних розчинів соків та плазм з журавлини великоплідної та калини звичайної. Проведеними дослідженнями встановлені зміни колориметричних показників в залежності від впливу термічної обробки.

Ключові слова: водяні розчини, плазма, колориметричні показники, колір.

Зовнішній вигляд та колір харчових продуктів поряд зі смаковими властивостями є основними показниками якості.

Відомо, що одним із прогресивних способів переробки сировини є отримання соків, які мають фарбуючий ефект. Соки та напої на їх основі — найбільш перспективні продукти збагачення організму людини біологічно активними речовинами, що дозволяють вирішити проблеми мікронутрієнтного дефіциту. За нормативними документами, що діють в Україні, до соковмісних і сокових напоїв належать напої, які містять від 1 до 40 % соку. Велика частина соків на українському ринку (до 90 %) — це соки відновлені з концентратів, до складу яких входять штучні барвники, ароматизатори та консерванти, що негативно впливають на організм людини.

Майже всі водорозчинні рослинні барвники — від червоного до синього кольорів — є антоціановими барвниками та належать до представників флавоноїдних сполук [1]. За хімічною структурою антоціани — це моно- та диглікозиди антоціанідинів. Склад антоціанів достатньо індивідуальний для окремих видів дикорослих ягід. Суттєвим недоліком природних барвників є нестабільність складу, фізико-хімічних і спектральних характеристик. Зміна кількості та структури антоціанів призводить до послаблення та втрати натурального кольору. В більшості випадків це супроводжується погіршенням смаку та аромату, тому кількісний та якісний склад антоціанів в перспективі може слугувати одним з надійних критеріїв ідентифікації, що дозволяють встановити автентичність (натуральність) та рівень якості продуктів переробки дикорослих ягід. Інтенсивність забарвлення розчину залежить від постійного складу забарвлюючої речовини та є одним з основних чинників, що впливає на точність колориметричного визначення [2, 3].

Вивчення функціонально-технологічних властивостей водяних розчинів соків та плазм з журавлини великоплідної та калини звичайної дозволить більш ефективно застосовувати їх у кондитерській та харчовій промисловості.

Метою дослідження було визначення колориметричних параметрів кольору водяних розчинів соків і плазм з журавлини великоплідної, калини звичайної та встановлення зміни цих показників в залежності від впливу термічної обробки. Розрахунок проводився за допомогою обчислення основних колориметричних характеристик: координат кольору в системі XYZ, колірного тону, колориметричної чистоти кольору, які однозначно та об'єктивно визначають колірність досліджуваних зразків.

© Д.М. Одарченко, А.І. Кудряшов, С.В. Штих, Є.О. Іштван, О.О. Сюсель, 2012

Для аналізу спектрального складу за предмети дослідження були обрані водяні розчини свіжих соків, а також водяні розчини плазм з журавлини великоплідної та калини звичайної після чотириразового циклу заморожування-центрифуговання та термічної обробки. Для вирішення поставленого завдання були підготовлені зразки водяних розчинів соків зі свіжої журавлини та калини, а також плазм після чотириразового циклу заморожування-центрифуговання та термічної обробки. Регламент даного дослідження передбачав додаткове вивчення впливу операції термічної обробки чистої плазми ягід (нагрівання до 95 °С та кип'ятіння протягом 15 – 20 хв.) на зміну колориметричних параметрів водяних розчинів з неї. Для реєстрації та вимірювання кольору застосовують різні колориметричні методи, які надають можливості характеризувати колір, розглядаючи його фізичний аспект, тобто оптичні властивості об'єкта, при цьому суб'єктивна психологічна оцінка спостерігача виключається. До основних методів кольорних вимірювань належать розрахунковий та фотоелектричний. Проте розрахунковий метод прийнято вважати більш точним. Колориметричний розрахунковий метод ґрунтується на стандартних (основних) кольорах, розроблених Міжнародною комісією з освітлення (МКО) згідно з концепцією стандартного спостерігача.

Колір є тривимірною характеристикою, яка визначає кількісну та якісну характеристику випромінювання. Математичний опис кольору виражають різні колориметричні моделі, такі як RGB, Lab, CMYK, XYZ. Питомі координати кольору в колориметричній системі XYZ визначаються шляхом перерахунку відомих питомих координат RGB [3]. Модель є адитивною, і, згідно з системою XYZ, довільний колір може бути представлений як сума певних кількостей трьох нереальних (основних) кольорів. Основні кольори є лінійно незалежними, тому один із кольорів не може бути представлений у вигляді суми яких-небудь кількостей двох інших кольорів. Математично колірне рівняння має вигляд:

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

де, X, Y, Z — основні кольори; x, y, z — координати кольору; F — сумарний колір.

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

У процесі дослідження кольорних характеристик водяних розчинів соків та плазм з дикорослих ягід було використано два колориметричні методи: метод зважених ординат і метод кольорного графіка. Метод зважених ординат ґрунтується на системі представлення кольору XYZ і дозволяє однозначно кількісно характеризувати колір. Він належить до розрахункових методів колориметрії та дозволяє визначити характеристики кольору на основі спектральних даних досліджуваного зразка [4]. Метод кольорного графіка якісно виражає колір і має більшу інформативність.

Для колориметричних досліджень використовували спектрофотометр СФ-46 (з кюветою кварцовою прямокутною для шару рідини товщиною 10 мм) з метою виміру спектральних коефіцієнтів пропускання та визначення координат кольору (X, Y, Z), кольорного тону, колориметричної чистоти кольору. Отримані дані опрацьовували методами математичної статистики та кореляційного аналізу з використанням програмного забезпечення MathCad. Похибка вимірювань показників не перевищувала 5 %. Результати спектрофотометричних досліджень зразків водяних розчинів соків журавлини великоплідної та калини звичайної представлені на рис. 1.

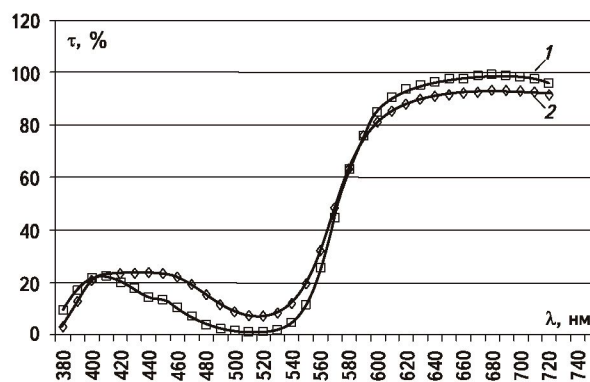


Рис. 1. Спектри пропускання водяних розчинів соків журавлини великоплідної та калини звичайної: зразок № 1 — водяний розчин соку журавлини великоплідної; зразок № 2 — водяний розчин соку калини звичайної

Відповідно до рис. 1, одержані спектральні залежності водяних розчинів соків журавлини великоплідної та калини звичайної показують, що дані кольори досліджуваних зразків мають складну природу та не відносяться до монохроматичних кольорів. Для них спостерігається характерний мінімум коефіцієнта пропускання в області 480 – 540 нм видимого електромагнітного випромінювання.

Отримані результати спектрофотометричних досліджень водяних розчинів плазм (рис. 2) вказують на те, що кольоровість зразків визначається внеском усього оптичного діапазону довжин хвиль за винятком такого інтервалу 470 – 550 нм для досліджуваних зразків № 3, 4, 5. Значна амплітуда спектрів свідчить про те, що колір дослідних зразків є достатньо яскравим.

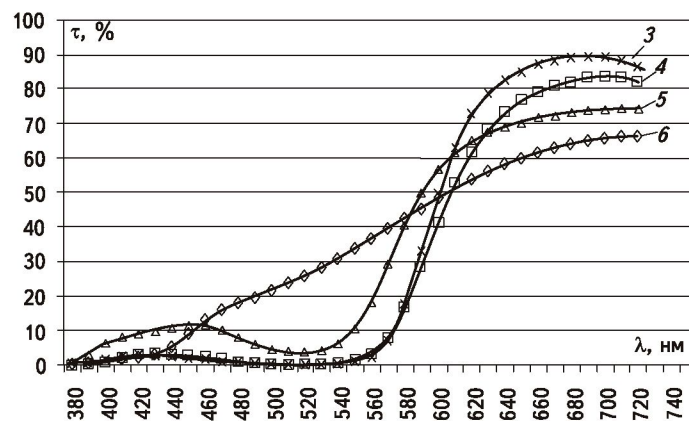


Рис. 2. Спектри пропускання водяних розчинів плазм журавлини великоплідної та калини звичайної після чотириразового циклу заморожування-центрифугування та термічної обробки: зразок № 3 — водяний розчин плазми журавлини великоплідної після чотириразового циклу заморожування-центрифугування; зразок № 4 — водяний розчин плазми журавлини великоплідної після чотириразового циклу заморожування-центрифугування та термічної обробки; зразок № 5 — водяний розчин плазми калини звичайної після чотириразового циклу заморожування-центрифугування; зразок № 6 — водяний розчин плазми калини звичайної після чотириразового циклу заморожування-центрифугування та термічної обробки

Проте після операції термічної обробки спостерігалася різка зміна кольору досліджуваного зразка № 2. Так колірність досліджуваного зразка № 6 (водяний розчин плазми калини звичайної після термічної обробки) визначається всіма компонентами видимого діапазону електромагнітного випромінювання.

Антоціани плодів калини є похідними ціанідину, серед яких виявлено ціанідин-3-глюкозид, ціанідин-3-арабінозосамбубіозид, ціанідин-3-ксилозоглюкозид. В термічно обробленій плазмі плодів калини суттєво змінюється хімічний склад. Очевидно різка зміна кольору пов'язана з тим, що при термічному впливі в плазмі калини відбувається розклад антоціанів, внаслідок чого рідина набуває світло-коричневого забарвлення.

Згідно з методом зважених ординат, обчислення колірних параметрів здійснюється за допомогою наступних виразів:

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

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

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

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 параметрів водяних розчинів соків та плазм з журавлини великоплідної та калини звичайної приведені в табл. 1.

Таблиця 1. Колориметричні параметри водяних розчинів соків та плазм з журавлини великоплідної та калини звичайної

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	1,2	5,60	3,50	0,90	10
№ 2	2,2	5,10	3,50	1,40	10
№ 3	2,2	6,50	3,30	0,20	10
№ 4	2,3	5,40	3,50	1,00	9,9
№ 5	1,9	6,40	3,30	0,30	10
№ 6	1,6	4,70	4,20	1,10	10

Із представлених даних кількісних показників кольору випливає, що всі досліджувані зразки мають колір, який формується різноманітними кольорами, що мають близькі за значенням координати. Це дозволяє стверджувати, що вклад основних лінійно незалежних кольорів системи XYZ в кожному випадку близький. Останнє підтверджують також і отримані результати для модулю кольору. Для кожного досліджуваного зразка по координатах кольору було розраховано трибарвні коефіцієнти:

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

Вони надають можливість нанести кольоровість досліджуваних зразків на площину колірного графіка та обчислити колірний тон, а також колориметричну чистоту. Колірний тон визначається довжиною хвилі λ такого монохроматичного випромінювання, яке необхідно змішати з білим кольором, для того, щоб кольоровість суміші співпала з кольоровістю заданого випромінювання. Колориметрична чистота виражається відношенням яскравості монохроматичного випромінювання, яку необхідно додати до яскравості білого кольору, для того, щоб одержати досліджуваний колір. Колірний графік є трикутником, у вершинах якого розташовані одиничні кольори XYZ, у центрі тяжіння трикутника поміщено білий колір. На площину графіка нанесено криву колірності монохроматичного випромінювання [4]. Перетин кривої спектральних тонів і прямої, проведеної через точку білого кольору та точку нанесеної колірності, визначає колірний тон. Розрахунок колориметричної чистоти проведений за допомогою виразу:

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

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.

Враховуючи, що отримані колориметричні параметри не дають повної колориметричної оцінки досліджуваних зразків, з метою встановлення їх колірності були проведені подальші колірні виміри, а саме, визначення колірного тону (λ) та колориметричної чистоти кольору (p_c). Отримані результати наведені в табл. 2. Колориметричні розрахунки були виконані з використанням розробленої програми в середовищі математичного пакету Mathcad, що значно інтенсифікує процес розрахунку.

Узагальнення отриманих даних дозволили встановити, що колірні характеристики досліджуваних зразків водяних розчинів плазми журавлини великоплідної та калини звичайної відрізняються після операцій термічної обробки, в той час як до впливу високих температур аналогічні величини мали близькі значення.

Таблиця 2. Колориметричні характеристики водяних розчинів соків та плазм з журавлини великоплідної та калини звичайної

Досліджуваний зразок	Масова частка сухих речовин, %	Характеристики кольору	
		Колірний тон (λ), нм. $\lambda \pm S_1, S_2 = \pm 2$	Колориметрична чистота кольору (ρ), відн. од.
№ 1	1,2	602	0,77
№ 2	2,2	603	0,59
№ 3	2,2	609	0,95
№ 4	2,3	602	0,71
№ 5	1,9	610	0,91
№ 6	1,6	583	0,75

Порівнюючи визначені колориметричні характеристики для досліджуваного зразку № 3 та № 5, відзначено зростання значення колірному тону та зниження величини колориметричної чистоти кольору. Слід зазначити обернену залежність зміни колірному тону та колориметричної чистоти в досліджуваних зразках № 4 та 6. Відповідно до табл. 2, у результаті розрахунку колірних параметрів встановлено, що для досліджуваних зразків № 1, 2, 3, 4 відмінність колірному тону не є вираженою та відноситься до помаранчевої області видимого діапазону електромагнітного випромінювання. Для досліджуваного зразку № 5 значення цього показника дещо більше, проте знаходиться в аналогічній області спектру. Зразок № 6 в порівнянні з розглянутими вище зразками має як кількісні, так і якісні відмінності кольору. Стосовно домінуючої довжини хвилі, слід зазначити, що її показники належать до жовтого кольору спектральних тонів, що проявляється в зменшенні значення даного параметру за величиною. Порівняння експериментальних даних досліджуваних зразків № 1 та № 2 зі зразками № 3 та № 4 показали, що чистота кольору збільшується. Це в свою чергу свідчить про переваги пропонованого способу отримання рідинних ягідних напівфабрикатів (плазми).

Висновки. Таким чином, у ході проведеного колориметричного аналізу водяних розчинів соків та плазм журавлини великоплідної та калини звичайної були проведені вимірювання основних колірних параметрів: колірному тону та його колориметричної чистоти. Установлено, що теплова обробка (нагрівання до 95 °С та кип'ятіння протягом 15 – 20 хв.) викликає різке зменшення величини колірному тону в область жовтого кольору спектральних тонів для досліджуваних зразків водяних розчинів плазми калини звичайної, що в подальшому вплине на напрямки її використання в харчовій промисловості. Проведеними дослідженнями та встановленими закономірностями науково-обґрунтовано перспективність використання розроблених напівфабрикатів з обраних видів дикорослих ягід. Тому регламентом подальшого наукового дослідження планується провести аналіз формування асортименту продуктів шляхом використання в їх рецептурі розроблених напівфабрикатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кричман Е.С. Некоторые аспекты применения пищевых красителей в производстве кондитерских изделий / Е.С. Кричман // Кондитерское производство. — 2007. — № 2. — С. 24 – 25.
2. Булатов М.И. Практическое руководство по колориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа / М.И. Булатов, И.П. Калинин. — М.: Химия, 1965. — 230 с.
3. 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.
4. Байдичева О.В. Цветометрия — новый метод контроля качества пищевой продукции / О.В. Байдичева [и др.] // Пищевая промышленность. — 2008. — № 5. — С. 20 – 22.

Проведен сравнительный анализ колориметрических характеристик водных растворов соков и плазм из клюквы крупноплодной и калины обыкновенной. Проведенными исследованиями установлены изменения колориметрических показателей в зависимости от влияния термической обработки.

Ключевые слова: водные растворы, плазма, колориметрические показатели, цвет.

**D. Odarchenko, A. Kudryashov,
S. Stich, E. Ishtvan, O. Sussil**

***Colorimetry estimation of water solutions
of juices and plasma from wildberries***

The comparative analysis of colorimetry descriptions of aquatic solutions of juices and plasma is conducted from a cranberry velikoplidnoy and viburnum ordinary. By the conducted researches the set changes of colorimetry indexes depending on influence of heat treatment.

During the conducted colorimetry analysis of aquatic solutions of juices and plasma of cranberry velikoplidnoy and viburnum ordinary there were the conducted measuring of basic colour parameters: colour tone and him colorimetry cleanness. Set, that thermal treatment (heating to 95 °C and boiling during 15 – 20 min) causes sharp displacement of size of colour tone in the area of yellow of spectral tones for the investigated standards of aquatic solutions of plasma of viburnum ordinary, that in future will influence on directions of her use in confectionery and food industry.

Key words: aqueous solutions, plasma, colorimetric indicators, color.

Одержана редколлегією 18.04.12 р.