

Отримання харчових барвників із зеленої маси буряків

Г.О. Сімахіна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології оздоровчих продуктів, Національний університет харчових технологій

З'ясовано сучасні підходи до використання синтетичних та натуральних барвників у харчових технологіях. Наведено основні джерела природних барвників, біологічну дію їх компонентів, переваги перед синтетичними сполуками. Обґрунтовано використання зеленої маси цукрових та кормових буряків для отримання каротиноїдно-хлорофільних барвників. Розроблено технологію натуральних барвників на основі зеленої маси буряків та листя чаю.

Ключові слова: барвники, каротиноїди, хлорофіл, зелена маса рослин, біологічна дія, технологія, органолептичні показники.

Выяснены современные подходы к использованию синтетических и натуральных красителей в пищевых технологиях. Приведены основные источники естественных красителей, биологическое действие их компонентов, преимущества перед синтетическими соединениями. Обосновано использование зеленой массы сахарной и кормовой свеклы для получения каротиноидно-хлорофильных красителей. Разработана технология натуральных красителей на основе зеленой массы свеклы и листя чая.

Ключевые слова: красители, каротиноиды, хлорофилл, зеленая масса растений, биологическое действие, технология, органолептические показатели.

The article represents the analysis of modern approaches to the usage of synthetic and natural colorants in food technologies. There were studied the main sources of natural colorants, biological action of their ingredients, and also their advantages in comparison with synthetic compositions. The usage of sugar and forage beet's green mass to obtain the carotenoid and chlorophyll colorant was grounded in the article. We also processed the new technology of natural colorants on the base of beet's green mass and tea leaves.

Keywords: colorants, carotenoids, chlorophyll, plants' green mass, biological action, technology, organoleptic indices.

Одним із найважливіших чинників, які зумовлюють харчову поведінку людини, є сенсорна реакція. Тому забарвлення їжі має велике значення і цей факт широко використовується у світовій практиці при виробництві широкого спектру харчових продуктів та напоїв.

Природні харчові барвники містять цінні біологічно активні компоненти: вітаміни, фенольні сполуки, глікозиди, органічні кислоти, ароматичні речовини, мікроелементи. Багато з них мають антиоксидантні властивості [1]. Тому їх використання дозволяє не тільки поліпшити зовнішній вигляд, а й значно підвищити харчову, біологічну цінність готових продуктів, надати їм певних функціональних властивостей.

Нині спостерігається чітка тенденція до розширення ви-

робництва харчових продуктів з природними барвниками. Тому робота, спрямована на пошук нових джерел натуральних барвних речовин, передусім каротиноїдів та хлорофілів, є **актуальною** і потребує уваги як теоретиків, так і практиків.

Збільшення споживання синтетичних харчових добавок іноді призводить до харчових отруєнь, сприяє підвищенню захворюваності населення й навіть може вплинути на зміни у генофонді. Серед відомих барвних добавок 23 заборонено в країнах ЄС як потенційно небезпечні. **Метою** цього дослідження є розроблення технології отримання хлорофільно-каротиноїдних барвників з натуральної сировини – зеленої маси буряків та листя чаю.

Пігменти рослинного походження різноманітні за хімічним

складом та структурою [2]. Переважна більшість з них нешкідливі для людини, оскільки адаптація її організму до природних харчових компонентів відбувалася в ході еволюції. Усі натуральні барвники можна використовувати в інноваційних технологіях для забарвлення харчових продуктів і підвищення їхньої біологічної цінності.

Разом з тим, науковці, які працюють в цьому напрямі, відзначають обмеження можливості використання певних натуральних барвників у харчовій промисловості, зважаючи на їх нестабільність до фізичних і хімічних впливів, до дії кислот і лугів, кисню повітря, температури, мікробіологічного псування. Зміна забарвлення харчових продуктів у процесі технологічного перероблення сировини знижує їхню харчову та біоло-

ТЕХНОЛОГІЇ

гічну цінність, сприяє утворенню нових сполук та їх негативного впливу на показники якості продукту. Так, при тепловому обробленні сировини відбуваються небажані зміни в складі каротиноїдів, хлорофілів, антоціанів, інших фенольних сполук, вітаміну С [3].

З цієї точки зору синтетичні барвники мають значні технологічні переваги. Вони менш чутливі до умов технологічного оброблення та зберігання, дають яскраві, легко відтворювані кольори. Їхня собівартість набагато нижча від собівартості натуральних барвників, а виробництво не залежить від сезонності. Без синтетичних барвників сучасне розмаїття й обсяг виробництва харчових продуктів були б істотно обмежені [4].

Однак для розширення спектру оздоровчих продуктів необхідно продовжувати пошук нових дешевих джерел барвників і використовувати для їхнього виробництва такі технології, які б забезпечували отримання цільових продуктів підвищеної стабільності до негативних фізичних та хімічних впливів.

Аналіз стану виробництва натуральних вітчизняних харчових барвників свідчить про недостатність їх асортименту та кількості. Надзвичайно цінні в біологічному сенсі барвники хлорофільно-каротиноїдного комплексу в Україні взагалі не виробляються.

Біологічні характеристики каротиноїдів, особливо β -каротину, добре вивчені [5]. Епідеміологічні дослідження показали, що зі збільшенням споживання овочів і фруктів з високим вмістом β -каротину знижується імовірність розвитку деяких видів раку (наприклад, легенів, шлунку). У ряді досліджень на тваринах і на людині встановлено, що β -каротин у харчових раціонах підсилює імунні реакції.

Хлорофіл також посилює імунну систему організму. Більш того, він здатен запобігати патологічним змінам ДНК. Дея-

кі вчені вважають, що саме хлорофіл блокує перший етап перетворення здорових клітин на ракові, виступаючи антимутагеном [6].

Хлорофіл виводить із організму токсини, підвищує функції щитоподібної та підшлункової залоз, допомагає при анемічних захворюваннях, знижує нервозність.

Зазначені якості β -каротину та хлорофілу ще раз підкреслюють актуальність їх виробництва та комплексів біологічно активних речовин на їхній основі.

Останнім часом у виробництві харчової продукції спостерігається тенденція до широкого використання місцевих рослинних ресурсів, у тому числі зеленої маси рослин. Це сприяє значній економії сировини, зниженню витрат на її доставку до місця перероблення, дозволяє отримати біологічно цінні й водночас дешеві барвники і доступні для всіх верств населення і продукти з їх використанням.

Основним постачальником сировини для отримання натуральних харчових барвників є консервна та фармакологічна промисловість, у процесі діяльності яких утворюється значна кількість вторинних рослинних матеріалів. Разом з тим, слід пам'ятати, що деякі з них можуть виявитись шкідливими для здоров'я людини, – наприклад, барвні речовини з листя чорниці подразнюють слизові оболонки, деякі трави містять токсичні пігменти тощо [7].

Усі ці небажані компоненти відсутні у плодоовочевій сировині, яка широко використовується у харчуванні. З цієї точки зору, дешевим і досить розповсюдженим джерелом каротинових та хлорофільних барвників може стати зелена маса буряків – як цукрових, так і столових. Аналіз вітамінного складу і наявність широкого спектру інших біологічно активних речовин у зеленому листі буряків дає підстави віднести їх до групи високовітамінних джерел.

В Національному університеті харчових технологій для отримання харчових барвників використали суху рослинну сировину – зелену масу буряків та листя чаю.

Для такої сировини необхідні спеціальні умови екстрагування. Вони визначаються потребою створення максимально сприятливих умов для подолання перешкод масопереносу: в даному випадку – дифузії молекул води всередину кожної клітини, вилучення з неї водо- або спирторозчинних речовин.

При роботі з висушеною рослинною сировиною найбільший опір проникненню води у клітину чинить мембрана, оскільки в цьому разі вона втрачає характер напівпроникної оболонки. Тому її необхідно зруйнувати.

Цьому сприяє подрібнення досліджуваного матеріалу. При диспергуванні досягається декілька ефектів – збільшується поверхня контакту рідкої та твердої фаз; зменшується довжина шляху дифузії речовин з глибини пор до поверхні твердої фази; руйнуються стінки і мембрани клітин, відкриваючи вихід розчинним речовинам у екстрагент.

На практиці ступінь подрібнення має певні межі. По-перше, при збільшенні дисперсності часток матеріалу різко зростають енерговитрати. По-друге, ступінь подрібнення обмежується необхідністю створення сприятливих умов для подальшого фільтрування.

Тому кожен вид рослинної сировини необхідно подрібнювати до певного оптимального розміру часток. Ми встановили, що і для чаю, і для листя буряків оптимальним з обох точок зору є розмір часток 1,5-2,0 мм.

Суха сировина перед екстрагуванням піддається оводненню, що досягається шляхом її попереднього замочування. Цей етап технологічного процесу можна проводити окремо або суміщати з наступними стадіями. В даній роботі при отриманні барвників

поєднували стадії замочування та екстрагування.

Стадія оводнення досить тривала, що пояснюється невеликою швидкістю процесу. І природно, її тривалість різна для різних рослинних матеріалів. Так, за нашими даними, для листя чаю вона склала 3,5-4,0 год., а для листя буряків – майже вдвічі менше.

Це можна пояснити різною структурою досліджуваних матеріалів. Обидва вони представляють собою капілярно-пористі системи. Разом з тим, листя буряків

квів відзначаються більш пористою структурою. Пори мають вигляд довгих звивистих каналців, значно більших у діаметрі, ніж у листі чаю. Це видно з порівняння фотографій мікроструктури обох матеріалів, зроблених у ході попередніх досліджень.

У зв'язку зі встановленою різною тривалістю набрякання процеси екстрагування барвників проводили роздільно для кожного виду сировини.

З теорії екстрагування відомо, що процеси дифузії та розчинення прискорюються шля-

хом підвищення температури. У наших дослідженнях це незначно впливає на тривалість екстрагування. Очевидно для досліджуваних нами матеріалів, особливо для листя буряків, структура більшою мірою впливала на швидкість екстрагування, ніж температура процесу.

На підставі результатів теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано технологію отримання барвників із зеленої маси буряків та листя чаю, принципова технологічна схема якої зображена на **рис. 1**.

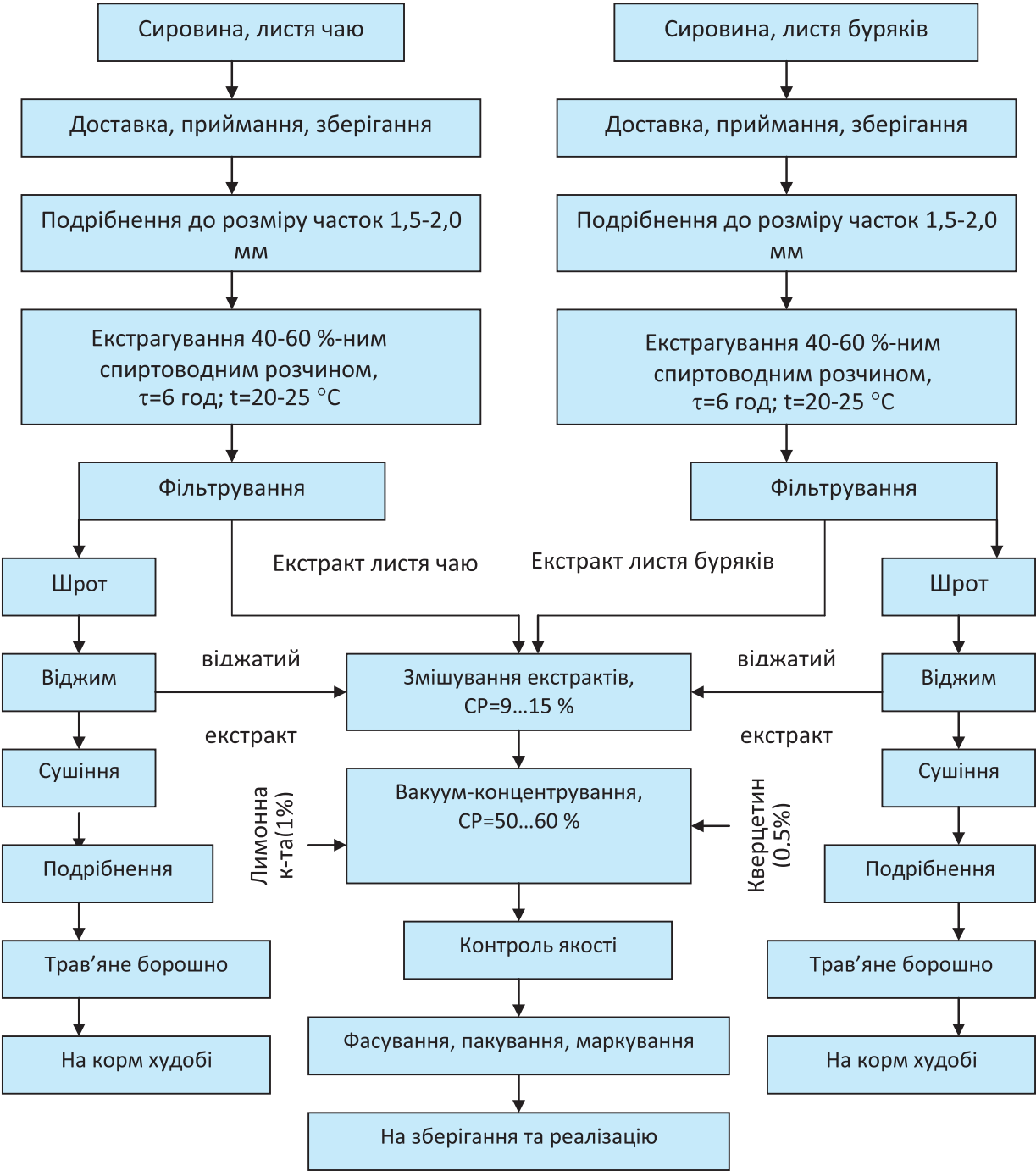


Рис. 1. Принципова технологічна схема отримання барвників з листя чаю та зеленої маси буряків

ТЕХНОЛОГІЇ

Екстрагування водно- та спирторозчинних речовин проводили у режимі замкнутого періодичного процесу в апараті з механічним перемішуванням протягом 4-6 год. Концентрація екстрактивних речовин у рослинній сировині безперервно зменшується, а в розчиннику зростає до значень 9-15 % сухих речовин, наближаючись до рівноважного стану.

Відомо, що замкнуті нестационарні процеси, які відбуваються при перемішуванні, недостатньо ефективні, однак для виробництва невеликих обсягів барвників вони цілком виправдані.

Коментуючи наведену принципову схему одержання барвників, слід зазначити доцільність введення на стадії концентрування суміші екстрактів лимонної кислоти у кількості 1 % до маси екстракту або кверцетину (0,5 % до маси екстракту).

Відомо, що більшість природних барвників (антоціани, хлорофіли, каротиноїди тощо) за своєю хімічною суттю є досить нестійкими сполуками. Тому при їх вилученні з сировини та особливо згущенні екстрактів доцільно вводити різноманітні стабілізатори, що забезпечують тривале зберігання барвників без зміни їхнього кольору.

Як добавки-стабілізатори природних барвників використовуються різні сполуки. Серед них найбільш ефективними є антиоксиданти (наприклад, токоферолі, органічні кислоти, сірковмісні амінокислоти, глутатіон, деякі мікроелементи тощо).

В даній технології в якості стабілізаторів барвних речовин чайного листя і зеленої маси буряків запропоновано використання лимонної кислоти і кверцетину – кожен зокрема або в суміші.

Завдяки введенню стабілізаторів зникає необхідність пастеризувати отримані барвники і таким чином можна уникнути шкідливої дії високих температур на біологічно активні речовини.

Хімічний склад отриманих барвників наведено в **табл. 1**.

Таким чином, барвники, отримані з листя чаю та зеленої маси буряків, являють собою сиропоподібну рідину із вмістом сухих речовин до 60 %, забарвлену в інтенсивний зелений колір, із характерним смаком, без стороннього запаху. Органолептичні показники отриманих барвників цілком придатні для надання певного забарвлення різним харчовим продуктам будь-якої консистенції: плодово-ягідним киселям, желе, мусам, кукурудзяним паличкам, драже, карамелям, безалкогольним напоям тощо.

Таблиця 1

Хімічний склад концентрату барвників із зеленої маси буряків та листя чаю

| Показники | Вміст біокомпоненту |
|---------------------------|---------------------|
| Білок, % | 21,32 |
| Сума хлорофілів, мг/100 г | 2234,65 |
| Каротиноїди, мг/ 100 г | 1328,00 |
| Кальцій, мг/ 100 г | 140,5 |
| Магній, мг/100 г | 134,8 |
| Калій, мг/100 г | 216,4 |
| Натрій, мг/100 г | 95,6 |
| Фосфор, мг/100 г | 111,5 |
| Залізо, мг/100 г | 0,86 |
| Кобальт, мг/100 г | 0,012 |
| Хром, мг/100 г | 0,264 |

Органолептичні показники отриманих барвників наведено в **табл. 2**.

Таблиця 2

Органолептичні показники барвників із зеленої маси буряків та листя чаю

| Показники | Характеристика |
|------------------|--|
| Зовнішній вигляд | Густа сиропоподібна рідина |
| Колір | Зелений із помітним коричневим відтінком |
| Смак | Характерний, злегка терпкий, в'язучий |
| Запах | Приємний, властивий зеленим рослинам, багатим на сонячну енергію |

Дозування барвників при додаванні до певних харчових продуктів має варіюватись у кожному конкретному випадку. Виходячи з літературних даних, для забарвлення, наприклад, киселів барвники додають із розрахунку 0,05...0,07 % до маси виробу; при забарвленні мусів – 0,08-1,0 %; напоїв – 1,0-1,5 %.

У табл. 3 наведено фізико-хімічні показники досліджуваних зразків барвників: з чайного листа (зразок 1), з листа буряків (зразок 2), з суміші листа чаю та листа буряків (зразки 3-5).

г/100г, а в даному разі він становить 4,08 г/100 г. Істотного технологічного недоліку в цьому немає, однак при внесенні такого барвника до харчових продуктів (наприклад, карамельної маси чи борошnianих кондитерських виробів) його витрати мають бути збільшені, що, в свою чергу, призведе до збільшення вологості кінцевого продукту порівняно з передбаченою стандартами або технічними умовами.

Максимальним вмістом барвних речовин відзначається зразок 2, отриманий із зеленої

ного пігменту в отриманому розчині барвника.

Зразок 4 (суміш зеленого чаю та зеленої маси буряків) також містить більше хлорофілу, ніж зразки 3 і 5, оскільки його отримано з суміші, в якій вміст листа буряків вищий в 3 рази, ніж листа чаю (0,5 : 1,5).

За запропонованою нами технологією передбачається безвідходне перероблення листа чаю та зеленої маси буряків, отриманий після фільтрування шрот шляхом сушіння та подрібнення перетворюється на трав'яне борошно з

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків барвників

| Зразок барвника (концентрат) | Показники | | | | | |
|------------------------------------|--|---------------|--------------------------------------|---|-----|-----------------------|
| | питома густина при 20 ⁰ | вміст СР,% | вміст барвних речовин, г/кг | кислотність у перерахунку на лимонну кисло- ту,% | рН | розчинність у воді |
| 1 (чайний лист) | 1173 | 56,5 | 40,8 | 7,63 | 5,0 | повна |
| 2 (листа буряків) | 1235 | 51,0 | 52,5 | 7,85 | 5,1 | неповна |
| 3 (чайний лист + листа буряків) | 1162 | 53,8 | 48,8 | 7,91 | 5,2 | повна |
| 4 (чайний лист + листа буряків) | 1198 | 55,4 | 51,2 | 7,70 | 5,5 | неповна |
| 5 (чайний лист + листа буряків) | 1174 | 51,8 | 49,4 | 6,95 | 5,3 | повна |

Примітка: зразки 3 і 5 містять суміші листу чаю та листу буряків у співвідношенні 1 : 1, а в зразку 4 – у співвідношенні 0,5 : 1,5.

Аналіз результатів таблиці 3 дає змогу зробити такі висновки.

Усі зразки барвників мають значний вміст (як концентрати) сухих речовин, вирізняються достатньою кислотністю і, за винятком зразка 4, оптимальним значенням рН.

Разом із цим, у зразку 1 (барвник із чайного листа) вміст барвних речовин занижений, оскільки за існуючими вимогами цей показник має становити 4,5-5,0

маси буряків. Те, що його розчинність у воді неповна, свідчить про високий вміст у зразку хлорофілу, оскільки відомо, що чистий хлорофіл лише у спирті дає істинні розчини. У воді він нерозчинний, зате утворює колоїдний розчин. Якщо при концентруванні розчинів барвників, які містять хлорофіл, або при їх зберіганні випадає осад у вигляді коагуляту, то додавання спирту дозволяє відразу ж його розчинити. Разом з тим, взаємодію хлорофіловмісних барвників з водою можна використовувати як якісну реакцію на вміст зеле-

високим вмістом харчових волокон та інших біологічно активних речовин, цілком придатне для використання на корм худобі або для збагачення ґрунтів.

Запропонована технологія нескладна й може бути успішно реалізована на консервних виробництвах; в окремих цехах, обладнаних екстракторами та концентраторами; на підприємствах фармакологічної промисловості тощо.

Рослинна сировина, використана в даній роботі для досліджень, у достатніх обсягах вирощується в Україні. Особливо це

ТЕХНОЛОГІЇ

стосується буряків як основної технічної культури. За запропонованою схемою можна отримувати барвники з різних культур – сільськогосподарських та лікарських.

Барвники можна одержувати не лише з висушеної, а й зі свіжої сировини. У такому разі перероблення сировини доцільно організовувати безпосередньо на місці її вирощування та збирання.

Залежно від наявності груп барвників у сировині можна одержувати барвні розчини різного кольору і таким чином постійно розширювати спектр натуральних барвників, залучаючи до цього процесу дешево, в тому числі нетрадиційну сировину.

Дозування барвників у кожному конкретному випадку може змінюватись навіть при забарвленні одних і тих же харчових виробів залежно від якості і кольору сировини, реакції харчового середовища, особливості технологічних режимів тощо.

Тому при отриманні кожної нової партії харчових барвників рекомендовано проводити попередні дослідження і встановлювати оптимальну дозу барвника. При цьому слід враховувати, що, наприклад, барвники з високим вмістом антоціанів дають найбільш інтенсивне забарвлення харчових продуктів із кислою реакцією середовища.

Хлорофільні барвники діють по-іншому. Спиртові екстракти таких барвників мають яскраво-зелений колір. Їхнє забарвлення не змінюється при різних значеннях рН середовища і це дає можливість використовувати такі барвники для збагачення широкого спектру харчових продуктів.

Одним із основних показників, що характеризують якість натуральних барвників, є вміст у них барвних речовин. Численними експериментальними дослідженнями різних авторів встановлено, що концентрація барвних речовин у натуральних барвниках має становити 45...50 г/кг.

Для отримання зелених натуральних барвників у нашій краї-

ні є достатня кількість необхідної сировини – як сільськогосподарської, так і лікарської (наприклад, лаванда та шавлія).

ВИСНОВКИ

Однією із найважливіших характеристик якості та товарознавчої оцінки харчових продуктів є їхні органолептичні властивості, котрі визначаються рядом показників і, передусім, смаком та кольором. Для надання харчовим продуктам таких властивостей у промисловості широко використовуються харчові барвники – синтетичні та натуральні. За прогнозами фахівців ринок барвників в подальшому зростатиме в основному за рахунок сполук природного походження. З точки зору отримання широкого спектру оздоровчих харчових продуктів необхідно використовувати саме такі барвники. Отримання продуктів з високими органолептичними та якісними характеристиками є особливо важливим у зв'язку із входженням України до Світової організації торгівлі.

Барвні речовини природного походження в основному складаються із трьох груп – флавоноїдів, каротиноїдів, хлорофілів. В сучасній харчовій промисловості найбільше використовуються барвники перших двох груп, які надають продуктам червоного, червоно-фіолетового, жовтогарячого забарвлення. Натуральний пігмент хлорофіл поки що використовується недостатньо, оскільки має низьку термостабільність, і тому необхідні подальші наукові дослідження з розроблення стійких форм хлорофілу (сьогодні використовується лише його мідні комплекси).

Враховуючи високу біологічну цінність каротиноїдів та хлорофілу, їх виняткову роль у функціонуванні організму людини, особливо важливою тенденцією у розробленні барвників на сучасному етапі є виробництво хлорофільно-каротиноїдних барвників. Воно економічно вигідне, оскільки сировиною для

таких барвників можуть бути побічні продукти консервної та фармакологічної промисловості. Досить перспективним джерелом для отримання каротиноїдних та хлорофільних барвників є зелена маса рослин різних видів плодовоовочевої сировини, наприклад листя буряків, моркви тощо. На кафедрі технології оздоровчих продуктів НУХТ розроблено технологію отримання барвників із зеленої маси буряків та листя чаю з використанням у якості стабілізаторів лимонної кислоти та кверцетину. Запропонована технологія досить проста, не вимагає складного обладнання, доцільна з економічної точки зору, а її продукція матиме широке використання в різних галузях харчової промисловості.

Список використаних джерел

1. *Барабой В.А.* Растительные фенолы и здоровье человека / В.А. Барабой. – М. : Наука, 1984. – 160 с.
2. *Бриттон М.Г.* Биохимия природных пигментов / М.Г. Бриттон. – М. : Мир, 1986. – 422 с.
3. *Голубев В.И.* Безотходная технология консервного производства / В.И. Голубев, И.Н. Жиганов. – М. : Пищепромиздат, 1998. – 214 с.
4. *Донченко Л.В.* Безопасность пищевой продукции / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М.: Пищепроиздат, 2001. – 528 с.
5. *Кудрицкая С.Е.* Каротиноиды плодов и ягод / С.Е. Кудрицкая. – К. : Вища школа, 1990. – 221 с.
6. *Георгиевский В.П.* Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комисаренко. – Новосибирск: Наука, 1990. – 336 с.
7. *Ильина С.И.* Двенадцать месяцев здоровья / С.И. Ильина. – К. : Здоров'я, 2001. – 217 с.

**Рецензент: В.М. Логвін,
д.т.н., проф.**