

UTILIZAREA COLORANȚILOR NATURALI ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

*Aliona Ghendov-Moșanu, dr., conf. univ.
Universitatea Tehnică a Moldovei*

INTRODUCERE

Piața coloranților naturali pentru substituirea coloranților sintetici crește în întreaga lume. Din 2005 până în 2009, piața mondială de coloranți derivați în mod natural a crescut cu aproximativ 35% [1]. Problemele de aprovizionare cu surse naturale pot fi cauzate de mai mulți factori cum ar fi recolta slabă, inundații, secetă sau altele, care conduc la mărirea costului de aprovizionare a coloranților alternativi. De aceea, la utilizarea sporită a coloranților derivați în mod natural și alimentelor de colorare, specialiștii în domeniu și în agronomie lucrează pentru a dezvolta noi soiuri de plante sau grupuri de plante selectate cu caracteristicile dorite, pentru a crește procentul de pigment de culoare extractibil [2]. Aceasta va permite dezvoltarea agronomiei în țară prin satisfacerea cererii privind utilizarea coloranților naturali și prin reducerea costului de aprovizionare.

1. CARACTERISTICA COLORANȚILOR NATURALI

În Regulamentul CE 1333/2008 din 16 decembrie 2008 a „European Parliament and Council” privind aditivii alimentari este stabilită definiția coloranților naturali: *sunt constituenți naturali ai produselor alimentare (coloranți naturali), care în mod normal nu sunt consumați ca produse alimentare, ca atare, și care nu sunt utilizați ca ingrediente pentru a produce un aliment* [3]. În categoria coloranților naturali sunt incluse și preparatele obținute din materii prime alimentare și din alte surse naturale comestibile obținute prin metode fizice și/sau chimice de extracție, conducând la o extracție selectivă a pigmentilor în raport cu constituția nutritivi sau aromatici [4]. Legislația Uniunii Europene (UE) precizează că nu sunt considerați coloranți produsele alimentare uscate sau concentrate și aromatizantii încorporați în timpul fabricării produselor alimentare pentru a conferi acestora valoare nutritivă, gust și miros, deși au și un efect secundar de colorare.

Un produs alimentar folosit ca un colorant, din care nu au fost extrași selectiv pigmentii, o să

păstreze o mare parte din caracteristicile originale ale materiei prime cum ar fi culoarea, aroma și gustul. În cazul în care ingredientul care urmează a fi utilizat pentru colorarea unui produs este un ingredient alimentar frecvent consumat, atunci se consideră un produs alimentar și nu este supus reglementărilor de culoare. De exemplu, un piure de spanac (fiert, măcinat, uscat sau concentrat) utilizat pentru a da culoarea verde unui produs alimentar se consideră produs alimentar. Alte exemple tipice sunt ingredientele cum ar fi ierburile și condimentele ale căror funcție principală este de a conferi o aromă unui produs alimentar, dar poate avea și un efect colorant secundar. Drept exemplu, șofranul nu este considerat aditiv de culoare, deoarece conferă gust produsului [4].

Coloranți naturali obținuți din surse naturale pot fi: extrași în mod selectiv de către solvenți; extrași selectivi prin solvenți, apoi modificați chimic [5].

Există patru clase principale de pigmenți obținuți din plante, care reprezintă majoritatea culorilor naturale, ce pot fi încorporați în produsele alimentare: clorofilele, carotenoidele, antocianii, betanina [4].

În cazul în care se dorește înlocuirea unuia sau a mai multor coloranți sintetici prin coloranți derivați din surse naturale, trebuie neapărat studiate proprietățile fiecărui pigment.

Clorofila (E140), complexii de cupru ai clorofilelor (E141) - nuanțe de culoare verde. Clorofilele sunt pigmenți verzi prezenți în toate plantele și algele de fotosinteză. Principalele surse folosite pentru producerea acestor coloranți naturali sunt lucerna, spanacul, urzicile etc. Acestea sunt de regulă uscate înainte de extracție [6]. În calitate de solvent se utilizează uleiul vegetal, care este standardizat, care după extracție poate fi utilizat în calitate de colorant alimentar. De asemenea, furnizorii de coloranți produc emulsii de culoarea clorofilei, care pot fi amestecate cu apă.

Există diferite tipuri de clorofile (clorofila *a*, *b*, *c*, *d* și *e*). Toate plantele și unele bacterii conțin clorofila *a* și *b*. Celelalte clorofile (*c*, *d* și *e*) au fost găsite doar în alge. Fiecare tip de clorofilă are culoarea verde ușor diferită. Clorofila are nuanță de la albastru spre verde, întrucât clorofila *b* are

culoarea verde. Structura și stabilitatea tuturor clorofilelor sunt foarte asemănătoare.

Clorofila are o structură chimică care încorporează un ion de magneziu într-un inel porfirinic. În timpul procesului de extracție pigmentul este îndepărtat din protecția celulelor vegetale și ionul de magneziu în cadrul ciclului porfirinic poate fi pierdut, ceea ce are ca efect transformarea pigmentului verde strălucitor într-o culoare palidă, oliv sau verde-gri [7]. Acest pigment format este sensibil la lumină, pH și căldură. Cercetătorii investighează și alte surse potențiale de clorofilă pentru a le găsi pe cele care au un conținut de clorofilă inițial mai ridicat.

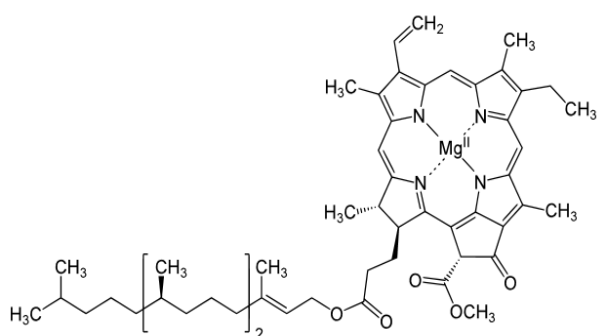


Figura 1. Structura chimică a α -clorofilei.

Pentru îmbunătățirea stabilității colorantului alimentar pe bază de clorofilă, ionul de magneziu din structura clorofilei poate fi înlocuit cu ionul de cupru. Aceasta permite obținerea unui complex mai stabil și oferă o intensitate mai mare a culorii. Datorită diferenței considerabile în structura chimică, există două E-uri diferite pentru culorile de clorofilă derivate. Clorofila și clorofilina sunt E140, iar complexii de cupru ai clorofilelor și clorofilinelor sunt E141 [8].

Carotenoidele/ β -caroten (E160a) – galben/portocaliu/nuanțe de culoare roșie. E160a se referă atât la carotenii micști, cât și la β -caroten. Carotenii micști sunt o combinație între cei doi: α -caroten și β -caroten.

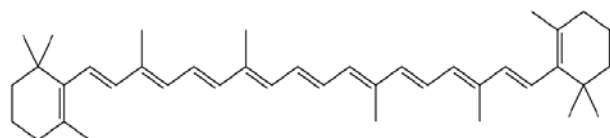


Figura 2. Structura chimică a β -carotenului.

β -carotenul este unul dintre cele mai comune carotenoide și este utilizat pe scară largă în industria alimentară ca un colorant alimentar. Carotenii pot fi extrași dintr-un număr mare de surse, inclusiv alge,

morcovi și ulei de palmier, sau produși prin fermentarea microorganismelor [9]. Carotenii mai pot fi produși din alge *Dunaliella salina*, fiind cultivate comercial în condiții care permit algelor să acumuleze până la 10% din masa lor uscată ca β -caroten. Cu toate acestea, pe parcurs, majoritatea β -carotenilor utilizați în producția de alimente au fost produși prin sinteză chimică, care este identică cu forma găsită în natură. În același timp, producătorii de produse alimentare utilizează derivate de β -caroten din surse naturale, care sunt oferite în prezent de mai mulți furnizori de coloranți, chiar dacă aceștia sunt mult mai scumpi și încă limitați în aprovizionare. β -carotenul fabricat sintetic sau derivat dintr-o sursă naturală are același număr - E160a [2].

Luteina (E161b) - nuanțe de culoare galbenă. Luteina este un pigment carotenoid găsit în concentrații mari în legume cu frunze verzi, lucernă și petalele de gălbenele (*Tagetes erecta L.*). Uleiul de culoare luteină solubil este de regulă produs din gălbenele sau din lucernă ca un produs secundar, prin extracție de clorofilă [10]. După extracție cu solvent, extractul este concentrat și deodorizat. Luteina poate fi suspendată în ulei sau în forme dispersabile în apă, produse de emulsificare. Aceasta este utilizată pentru a oferi culoarea galben-aurie unei game de produse alimentare, inclusiv băuturi și deserturi. Structura chimică a luteinei este similară cu cea a β -carotenului, dar are o stabilitate mai bună la tratamente termice și la oxidare. Cu toate acestea, expunerea la oxigen, mai ales în prezența luminii, determină o estompare a culorii. Decolorarea poate fi prevenită sau redusă prin adăugarea antioxidanților în tehnologiile de fabricație a alimentelor. Este stabilă la variații ale pH-ului cu o nuanță de culoare constantă, la intervalul pH-ul tipic produselor alimentare și băuturilor. Nu este utilizată pe scară largă în industria alimentară, probabil din cauza unui cost mai mare comparativ cu annatto și curcumina. Astfel, luteina prezintă o stabilitate mult mai mare la lumină, în comparație cu curcumina și în UE este permisă într-o gamă mai largă de produse alimentare și băuturi decât annatto [2].

Licopenul (E160d) - galben/portocaliu/nuanțe de culoare roșie. Licopenul este un pigment carotenoid cu structura similară a carotenului și se găsește în cantități mici în multe fructe și legume. Tomatele sunt principala sursă de acest pigment. Pepenele verde și grapefruitul roșu conțin doar cantități moderate de licopen [10]. Se pot produce nuanțe de culoare de la roșu la galben, în funcție de nivelul utilizat și aplicare în produsele

alimentare. Însă sunt mai scumpe decât alte tipuri de carotenoide [11].

Culorile pe bază de licopen au devenit disponibile ca urmare a unei combinații a dezvoltării unui soi de roșii cu un conținut foarte ridicat de licopen și îmbunătățite în procesul de producție [9]. Licopenul din tomate a fost aprobat ca un colorant alimentar în Europa în 1997 și în SUA în 2005 [11]. În prezent, numai extrasul de licopen din tomate este aprobat în UE.

La utilizarea licopenului dizolvat sau emulsionat în alimente se produce o culoare galbenă spre portocaliu, în timp ce dispersiile fine de cristale de licopen sunt necesare pentru a da o culoare roșie [12]. În prezența căldurii și a grăsimilor, cristalele se vor dizolva, conducând la modificarea culorii de la roșu la o nuanță portocalie. Viteza de modificare a culorii depinde de conținutul de grăsime, nivelul de saturație al grăsimii și temperatura procesului. La niveluri de peste 8% grăsime este dificilă obținerea culorii roșii. Licopenul dispersat are o intensitate a culorii de 6...8 ori mai mare decât cea a β -carotenului [13]. Licopenul colorat este sensibil la oxidare, dar stabilitatea poate fi îmbunătățită prin încorporarea acidului L-ascorbic.

Nuanța culorii licopenului este similară cu ponceau 4R și roșu allura, dacă aceste culori sunt utilizate la un nivel scăzut. La creșterea dozei de utilizare a licopenului apare culoarea portocalie.

Licopenul poate fi folosit în dulciurile neutre, unde se cere o culoare roșie stabilă. Nu este permis în produsele din carne, dar poate fi utilizat cu succes în produsele din pește prelucrat, de exemplu, surimi [2].

Antocianii (E163) / nuanțe de roșu purpuriu/albastru. Antocianii (din greacă, „*anthos*” – floare, „*kyanose*” – albastru) sunt cel mai mare grup de pigmenți hidrosolubili în regnul vegetal, aparținând familiei de compuși, flavonoide, care la rândul lor fac parte dintr-un grup și mai mare numit polifenoli [14, 15].

Antocianii sunt responsabili pentru nuanțele de roșu, violet și albastru în fructe, legume, flori și semințe, dar, de asemenea, joacă un rol important în fiziologia plantelor cum ar fi cel de atragere a insectelor polenizatoare sau de a contribui la împrăștierea semințelor [16].

Culoarea antocianilor depinde de pH-ul disponibil al acestora. La schimbarea culorii antocianilor de la roșu spre albastru prin violet valoarea pH-ului crește. Deci, atunci când sunt utilizați antocianii este important să se cunoască pH-ul produsului alimentar pe care îl colorează. Culoarea antocianilor este mai stabilă la pH 4 sau mai mic, fiind utilizați în alimentele acide.

Pigmenții antociani sunt solubili în apă, fiind capabili să reziste la perioade scurte de încălzire moderată. Similar cu alți pigmenți de culoare, antocianii se vor decolora la expunerea îndelungată la lumină. Prezența acidului L-ascorbic poate provoca în timp, de asemenea, brunificare sau decolorare. Băuturile fortificate cu acid L-ascorbic în cantitate de 250 ppm pot conduce la pierderea culorii de până la 50% în primele trei luni de depozitare [17].

În literatura de specialitate sunt descrise aproape 300 de antociani diferiți, având structuri chimice diferite [18]. Acest lucru poate afecta stabilitatea lor. Antocianii au fost extrași din coacăze negre, *aronia Melanocarpa* [19], pieliță de struguri [20] și de mai mulți ani din boabe de soc. Mai recent, s-au folosit noi surse cum ar fi ridichea, varza roșie și morcovul negru/mov. Antocianii din surse noi au structura acetilată și s-a demonstrat că păstrează mai bine culoarea la valorile ale pH-ului mai mari decât formele de bază ale nonacetilaților [2]. Antocianii acetilați au o mai mare stabilitate la factorii fizici cum ar fi căldura, lumina și prezența dioxidului de sulf [21]. Folosirea coloranților care conțin antociani acetilați mărește intervalul de pH în care se menține culoarea roșie stabilă [22].

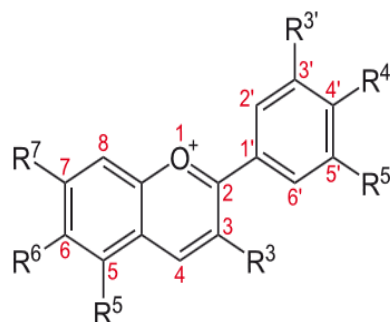


Figura 3. Structura chimică a celor șase antociani din care cei mai frecvenți sunt: pelargonidina ($R_1, R_2 = H$), cianidina ($R_1 = OH, R_2 = H$), delphinidina ($R_1, R_2 = OH$), peonidina ($R_1 = OCH_3, R_2 = H$), petunidina ($R_1 = OCH_3, R_2 = OH$), malvidina ($R_1, R_2 = OCH_3$).

Cercetările continuă cu examinarea structurii și stabilității antocianilor dintr-o varietate de fructe, legume și flori, în scopul de a găsi noi surse, apoi a fi utilizați în procesele tehnologice. Studiile efectuate în ultimii ani sunt legate de obținerea acestora din cartofi violeți și roșii, coceni purpuriu [23] și sorg [24]. Producătorii de coloranți naturali sunt activi în acest domeniu, în scopul de a oferi producătorilor de produse alimentare o paletă mai

largă de selecție a coloranților cu diferite stabilități. De exemplu, ColorMaker în parteneriat cu D. D. Williamson au obținut o culoare albastră naturală din antociani, care este stabilă la valori ale pH-ului între 5,5 și 8 [25]. Antocianii sunt folosiți pentru a colora o gamă largă de produse alimentare. Aplicațiile tipice includ băuturi răcoritoare, jeleuri și iaurturi, dar ca forme mai stabile de culori antocianii au devenit disponibili la procesarea mai multor alimente.

Betanina (E162) - nuanțe de culoare roz /roșu. Principala sursă comestibilă de betanină este sfecla roșie [26]. Betanina, cum ar fi și antocianii, este un pigment solubil în apă. Compoziția chimică a betaninei conține două grupe structurale: betacianină roșie-violet și betaxantină galbenă [27]. Pigmenții de betanină sunt aprobați și utilizați pe scară largă ca un colorant alimentar, deoarece produc o gamă atractivă de nuanțe de roz/roșu în alimente și băuturi. Sucul de sfeclă roșie a fost adăugat la produsele alimentare pentru culoarea sa încă din secolul al XVIII-lea. Unele soiuri de sfeclă roșie sunt foarte bogate în acest pigment, care conține până la 200 mg/100 g de betacianină [28].

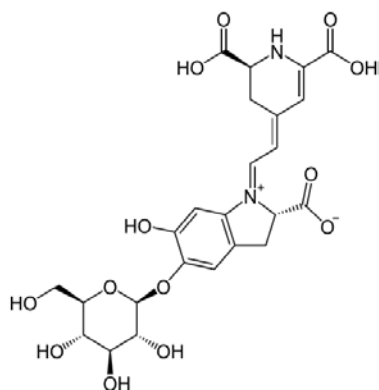


Figura 4. Structura chimică a betaninei.

Când sucul de sfeclă roșie este utilizat în calitate de colorant, acesta trebuie pasteurizat pentru a reduce numărul de microorganisme. Sucul de sfeclă roșie poate conține până la 70% zahăr și 0,5% pigment de betanină. Intensitatea culorii poate fi mărită prin fermentarea sucului, îndepărtarea alcoolului pe parcursul etapei de concentrare. La fel ca și mulți alți coloranți, sucul de sfeclă roșie poate fi uscat prin pulverizare pentru a produce o pulbere. Betanina este un colorant puternic, astfel încât cantitățile necesare pentru a colora un aliment sau o băutură sunt de regulă scăzute [27].

Betanina este sensibilă la căldură și poate fi predispusă la oxidare în alimente cu activitatea apei (a_w) ridicată. Stabilitatea optimă a betaninei este la pH-ul 4,5. Acest pigment se recomandă pentru

produsele alimentare cu termen de valabilitate mic. La încălzirea prelungită, betanina capătă culoarea maro, ceea ce o face improprie pentru multe aplicații alimentare procesate termic. Cu toate acestea, betanina poate fi folosită pentru deserturi, băuturi și produse refrigerate pasteurizate, care sunt expuse la un ușor tratament termic. Astfel, culoarea de sfeclă roșie trebuie să fie adăugată în produs la un stadiu avansat de fabricație pentru a evita expunerea în exces la căldură [27].

La conținutul ridicat de zahăr și nivelul scăzut de a_w , pigmentul betanina este mai stabil la căldură. Pentru prevenirea oxidării betaninei, ce conduce la pierderea culorii, în alimente pot fi incluși antioxidanți. Din sursele bibliografice se cunoaște că acidul L-ascorbic poate stabiliza betalaina [30]. Herbach și colab. [31] au examinat stabilitatea betacianinei în sucul de *Pitaya purpurium* (fruct de cactus) în timpul prelucrării și păstrării acestuia. Astfel, adăugarea acidului L-ascorbic în concentrație de 1% a redus efectele nocive ale luminii asupra culorii sucului în timpul păstrării.

2. INFLUENȚA FACTORILOR FIZICI ASUPRA STABILITĂȚII COLORANȚILOR NATURALI

În prezent, există o gamă largă de produse alimentare disponibile în comerț care acoperă o paletă largă de nuanțe de culori, inclusiv galben, portocaliu și roșu. Stabilitatea și utilizările acestora sunt foarte asemănătoare cu culoarea aditivă corespunzătoare a pigmentului pe care le conțin. De exemplu, un concentrat de struguri roșii va conține pigmenți antociani și, prin urmare, va fi sensibil la pH într-un mod similar cu culoarea antocianilor.

Din moment ce produsele alimentare de colorat nu au fost extrase, în mod selectiv, acestea vor conține alte componente de culoarea aditivului corespunzător. Acest lucru poate provoca redarea aromei sau poate exista o opacitate atunci când este utilizat în unele produse alimentare [28].

Colorantul natural trebuie să fie utilizat în cantitate mai mare, în alimente și băuturi, pentru a obține același efect ca un și colorant sintetic corespunzător. De asemenea, produsele alimentare de colorare diferă de coloranții sintetici, în sensul că acestea necesită adesea depozitarea în condiții de refrigerare și să aibă un termen de valabilitate mai mic. Utilizarea anumitor produse alimentare colorate trebuie să fie însoțită de cunoașterea revizuirilor aduse limitelor legale de folosirea acestora [28].

Matricea de produse va afecta modul adecvat de colorare pentru o anumită aplicație. Pentru a decide dacă produsul este cel mai bine colorat, cu o formă lichidă sau de pulbere, se fac diferite teste. Alimentele pe bază de apă sau pe bază de ulei au cerințe diferite [28].

Anumite ingrediente într-un produs alimentar vor îmbunătăți stabilitatea culorii în timp ce altele vor destabiliza o culoare. Un exemplu în acest sens sunt ionii metalici adăugați pentru a fortifica un produs alimentar sau o băutură sau care sunt prezenți într-o sursă de apă dură. Acești ioni metalici pot destabiliza unele culori. De exemplu, ionii de calciu pot forma complexe insolubile cu annatto și carmin și din această cauză pigmenții se precipită [28]. Creșterea conținutului de substanțe

uscate sau a nivelurilor de zahăr în produsele de cofetărie, de exemplu, are un efect stabilizator asupra culorilor. Culoarea de sfeclă roșie este mai stabilă în produsele de cofetărie bogate în zahăr decât în sistemele apoase [32]. Nivelul de proteine poate avea, de asemenea, un efect de stabilizare mai bun al culorii. De exemplu, pigmentul norbixina în annatto se leagă bine în cazul proteinelor din lapte și brânză [28]. Un alt considerent este prezența alcoolului care afectează stabilitatea unor culori. Unele tipuri de caramel se vor precipita la o anumită concentrație de alcool.

În tabelul 1 sunt prezentate exemple de utilizare a coloranților naturali în produse și pigmentarea lor corespunzătoare [2].

Tabelul 1. Exemple de utilizare a coloranților naturali în produsele alimentare și pigmentarea lor corespunzătoare [2].

Surse de coloranți naturali	Principalii pigmenți de colorare	Nuanțe de culori
Coacăze negre, morcov negru, ridiche, varză roșie, boabe de soc, struguri, aronia	Antocianii	Roz / roșu / violet
Morcov	Carotenoidele	Galben / portocaliu
Lămâie	Carotenoidele	Galben
Dovleac	Carotenoidele	Portocaliu
Tomate	Licopenul	Roșu / portocaliu
Suc de sfeclă roșie	Betanina	Roz / roșu
Spanac, urzică	Clorofila	Verde

Prezența sulfiților într-un aliment sau o băutură poate provoca decolorarea annatto, antocianilor și pigmenților de curcumină.

Sistemele de culoare emulsionate își pot pierde stabilitatea atunci când sunt încorporate într-un produs alimentar sau a băuturilor care conțin alcool. Forma fizică a produsului va dicta dacă este mai potrivit să se utilizeze un colorant lichid sau un colorant de tip pudră. Cei mai mulți coloranți sunt acum disponibili în ambele forme [2].

La colorarea unui produs alimentar cu mai multe componente sunt necesari coloranți care să nu interacționeze între ei, păstrându-se în acest fel culorile deserturilor stratificate. Pentru această aplicație, un colorant microîncapsulat, în cazul în care pigmentul este încapsulat într-un purtător insolubil cum ar fi carbohidrații, guma sau proteinele, poate fi o opțiune bună. Microîncapsularea poate oferi o mai bună protecție împotriva oxidării sau condițiilor acide prin protejarea moleculei de culoare de oxigen sau acid. În produsele alimentare spumante cum ar fi masele spumante sau înghețata, aerul încorporat va dilua culoarea. La înlocuirea unui colorant sintetic solubil

în apă cu o emulsie de colorant solubil în ulei într-un produs alimentar, cu structură de spumă sau emulsie, emulsia colorantului poate afecta stabilitatea alimentului prin schimbarea proprietăților tensioactive ale matricei alimentare [2]. Atunci când un produs alimentar de colorat, cu aroma corespunzătoare, este introdus în produs, acesta poate provoca unele probleme. De exemplu, când sunt utilizați pentru glazurarea de culoare a tortului spanacul sau paprica, se influențează gustul și aroma tortului. Acest lucru poate fi o problemă deosebită atunci când un produs alimentar de colorat este utilizat la un nivel ridicat pentru a oferi o nuanță de culoare profundă. În acest caz, o soluție posibilă constă în încorporarea în rețetă a unei arome.

Procedeul de fabricare și tipul de prelucrare afectează culoarea produsului. Cu cât temperatura este mai ridicată și timpul de procesare este mai mare, cu atât efectul negativ asupra culorii va fi mai mare. În tabelul 2 este prezentată o sinteză a unor coloranți naturali și a produselor alimentare de colorare care pot fi folosite pentru a înlocui unii coloranți sintetici [2].

Tabelul 2. Sinteza unor coloranți naturali și a produselor alimentare de colorare care pot fi folosite pentru a înlocui unii coloranți sintetici [2]

Culoare	Pigmenți de culoare	Nuanța culorii	Aplicare în industria alimentară
Antociani E 163	Antociani	Roșu, violet, albastru	Băuturi nealcoolice; gemuri; produse de cofetărie; iaurt și toppinguri din fructe
Varza rosie, morcov violet, concentrate din fructe roșii	Antociani	Roșu, violet, albastru	Băuturi nealcoolice; gemuri; produse de cofetărie; iaurt și toppinguri din fructe
Produse din morcov portocaliu	β -caroten	Portocaliu, galben	Grăsimi de lactate; băuturi nealcoolice; deserturi; produse de cofetărie
Produse din ardei roșu	Carotenoide	Portocaliu la roșu	Carne; supe; snacks-uri. Utilizarea acestora este limitată datorită gustului
Licopen E160d	Licopen	Portocaliu la roșu	Produse lactate cu un conținut redus de grăsimi; băuturi alcoolice și nealcoolice, produse de cofetărie zaharoase; marinade
Caroteni E160a	β -caroten, mixt de carotenoide	Portocaliu	Se utilizează într-o formă identică cu cea naturală; băuturi răcoritoare; deserturi; produse zaharoase; produse din carne
Luteină E161b	Luteină	Galben	Băuturi (cu aromă de lămâie); deserturi din lactate și sosuri pentru salate
Extract de ardei roșu E 160c	Capsantină, capsorubină, β -caroten	Portocaliu la roșu	Carne; supe; sosuri; snacks-uri; deserturi
Clorofilă E140	Clorofilă	Oliv, verde	Înghețată; produse lactate; produse de cofetărie și de patiserie, gemuri; jeleuri
Complecși de cupru ai clorofilelor E141	Clorofilă	Albastru, verde	Înghețată; produse de panificație; produse de cofetărie zaharoase; gemuri, jeleuri
Produse din urzică și spanac	Clorofilă	Verde	Înghețată; glazură pentru decorare
Sfeclă roșie E162 Produse din sfeclă roșie	Betanină	Roz, roșu	Produse lactate; înghețată, preparate din fructe; iaurt, amestecuri uscate, produse de cofetărie și patiserie; alimente cu activitatea apei scăzută care sunt puțin tratate termic

Uneori poate fi posibilă adaptarea procesului de fabricație pentru a îmbunătăți stabilitatea culorii, de exemplu prin adăugarea produselor de colorare în procesul de fabricație după răcirea rapidă a produsului, minimizând astfel expunerea la căldură. În acest caz, trebuie să fie evaluate toate problemele microbiologice care pot apărea în urma acestei modificări [2]. Combinarea coloranților cu alte ingrediente în premixuri poate contribui la

îmbunătățirea stabilității culorilor sensibile. Amestecarea produsului sau umplerea lui în ambalaj poate afecta stabilitatea coloranților care sunt predispuși la schimbări din cauza nivelului crescut de oxigen, care poate fi captat fie în produs și/sau în spațiul superior al ambalajului. Controlul cantității de aerare în timpul fabricării, precum și umplere în vid și sigilare a produsului pot, în unele cazuri, ajuta

la eliminarea oxigenului, ceea ce conduce la reducerea efectelor de oxidare asupra coloranților [2].

Coloranții naturali sunt mai puțin stabili în timp decât cei artificiali, deoarece aceștia au tendința de a se decolora. Acest lucru ar putea fi o problemă pentru produsele cu o durată lungă de depozitare. Cu cât este mai mare temperatura de

depozitare, cu atât mai mare este și tendința de decolorare.

Selectarea ambalajului corect poate ajuta la menținerea culorii dorite pe toată perioada de valabilitate a produsului.

Stabilitatea la pH-ul pentru fiecare pigment de culoare poate fi găsită în tabelul 3 [2].

Tabelul 3. Stabilitatea la prelucrare a unor coloranți-aditivi și a produselor alimentare de colorare [2]

Colorant/ produs alimentar de colorare	Pigmenți de culoare	Stabilitatea colorantului			
		căldură	lumină	oxigen	acid
Antociani E163	Antociani	Stabilă	O oarecare stabilitate	O oarecare stabilitate, se va oxida lent în H ₂ O	Nuanțele depind de pH. Cele mai stabile la <3,8
Varză roșie, morcov violet, concentrate din fructe roșii	Antociani	Stabilă	O oarecare stabilitate	O oarecare stabilitate, se va oxida lent în H ₂ O	Nuanțele depind de pH. Cele mai stabile la <3,8
Sfeclă roșie E162 Produse din sfeclă roșie	Betanină	Sensibilă	Destul de stabilă	Se oxidează mai rapid în alimente cu a _w mărite	Stabilă între pH 3...7
Extract de ardei roșu E 160c	Capsantină, capsorubină, β-caroten	Destul de stabilă	Sensibilă	Sensibilă	Stabilă
Produse din ardei roșu	Carotenoide	Destul de stabilă	Sensibilă	Sensibilă	Stabilă
Licopen E 160d	Licopen	Stabilă	Stabilă	Sensibilă	Stabilă
Caroteni E 160a	β-caroten; mixt de carotenoide	Stabilă	Sensibilă	Sensibilă	Stabilă între pH 2...8
Luteină E 161b	Luteină	Stabilă	Stabilă	Stabilitate moderată	Stabilă între pH 2...7
Clorofilă E 140	Clorofilă	Sensibilă	Destul de sensibilă	Sensibilă	Sensibilă
Complecși de cupru ai clorofilelor E141	Clorofilă	Stabilă	Stabilă	Echitabilă	Stabilă
Produse din urzică și spanac	Clorofilă	Sensibilă	Sensibilă	Sensibilă	Sensibilă

Când colorantul alimentar selectat este sensibil la oxigen și lumină, forma de ambalare a produsului este importantă. Mulți coloranți naturali vor dispărea sau se vor brunifica în timp, atunci când sunt expuși la lumină. De exemplu, pigmentii carotenoizi sunt foarte sensibili la lumină, deoarece aceasta contribuie la oxidarea pigmentilor naturali, de aceea produsele alimentare și băuturile vor avea o expunere limitată la lumina soarelui și la

iluminare. Iluminatul poate fi deosebit de dăunător, dar acest lucru depinde de spectrul de lumină și de intensitate, precum și de durata expunerii produsului [33]. Stabilitatea diferiților coloranți naturali la oxidare, de asemenea, variază. Carotenii și pigmentii luteina sunt deosebit de sensibili la oxidare, estompând culoarea. Stabilitatea poate fi îmbunătățită prin tehnologia de producție, prin

încapsularea care protejează colorantul natural de oxidare.

Pentru formarea culorii produsului, când se utilizează colorantul natural sensibil la oxigen, se recomandă adăugarea antioxidanților (acidul L-ascorbic, tocoferolul). Aceasta oferă o protecție împotriva degradării prin oxigen. În cazul în care un produs are o durată de depozitare îndelungată, trebuie luat în considerare efectul de degradare sau decolorare a culorii datorită luminii și/sau oxidării [2, 33].

3. POSIBILITĂȚI DE SUBSTITUIRE A COLORANȚILOR SINTETICI CU CEI NATURALI ÎN FABRICAȚIA ALIMENTELOR

Procedeul de substituie a coloranților sintetici cu cei naturali în produsele alimentare este destul de complicat și depinde de condițiile de formare și de prelucrare a coloranților din surse naturale. Producătorii de coloranți naturali dețin informații confidențiale privind obținerea și utilizarea acestora [2].

La Conferința Innovations in Natural Color 2010, compania Nestlé a prezentat evoluția culorilor Smarties. Până în 2006, Smarties din Europa conținea 4 din Southampton șase culori - galben de chinolină, galben portocaliu FCF, carmozină și ponceau 4R cu alți coloranți [2]. Între 2006 și începutul anului 2009, aceștia au fost înlocuiți cu o combinație de culori, inclusiv β-caroten, complexe

de cupru ale clorofilelor, riboflavină și curcumină. Carminul și dioxidul de titan au continuat să fie utilizați.

Între 2009 și 2010, Nestlé a înlocuit culorile din Smarties în Europa cu produse alimentare de colorat, substituind culorile roz, roșu, violet, galben și portocaliu, folosind lămâie, ridiche, șofran, morcov negru, hibiscus și varză roșie. În același timp, în activitatea Nestlé a apărut o problemă privind volumele mari de material uscat, care, utilizat în calitate de produs alimentar de colorare, cauzează o amestecare neuniformă cu produsul. Produsele alimentare de colorare necesită temperaturi controlate la depozitare și transport (spre deosebire de cei mai mulți coloranți de sinteză), având un termen de valabilitate mai mic înainte de utilizare, astfel crescând costurile totale [2, 34]. În anul 2009, la Conferința anuală a British Retail Consortium, a fost prezentat un studiu de caz cu privire la înlocuirea colorantului sintetic roșu allura în rahatul turcesc. Deoarece rahatul este încălzit până la temperatura ridicată în timpul procesului de producție, nu a fost posibil să se utilizeze o culoare roșie din sfeclă roșie. Compania a colaborat cu producătorii de coloranți naturali și după 20 de studii clinice au elaborat culoarea roșie acceptabilă în produs, utilizând o combinație de concentrate de fructe și legume roșii [2, 95].

Exemple de substituie a unor coloranți sintetici (Southampton șase culori) prin coloranți naturali de la 3 furnizori diferiți din Marea Britanie sunt prezentate în tabelul 4 [2].

Tabelul 4. Exemple de substituie a unor coloranți sintetici prin coloranți naturali în produsele de patiserie [2]

Colorant sintetic	Substituie cu unele culori alternative		
	D. D. Williamson UK	Overseal Natural Ingredients (Naturex)	Wild Flavours
Roșu allura	Roșu de soc; roșu de sfeclă	Carmine; roșu de sfeclă; antociani în combinație cu carotenul	Roșu de sfeclă; antociani; carminul de cochennilla
Ponceau 4R	Morcov negru; roșu de soc; roșu de sfeclă	Carmine; roșu de sfeclă; antociani în combinație cu carotenul	Necunoscut
Tartrazină	Curcumină; luteină; carotene	Șofran în complexe cu cuprul clorofilelor; luteină; curcumină	Curcumină; β-caroten
Galben portocaliu FCF	Paprica; carminul de cochennilla	Paprica	Paprica; β-caroten
Galben de chinolină	Curcumină; luteină; carotene	Șofran în complexe cu cuprul clorofilelor; luteină; curcumină	Necunoscut
Azorubină (carmozină)	Peliță strugurilor	Carmine; roșu de sfeclă; antociani în combinație cu carotenii	Necunoscut

Substituirea Southampton șase culori în băuturi a fost întreprinsă de către mai mulți producători. Este dificil a formula propuneri generale cu privire la substituirea lor, deoarece băuturile variază foarte mult prin matricele lor, ingrediente și pH, precum și expunerea lor la căldură, lumină și oxigen. De exemplu, galbenul portocaliu FCF în băutura pasteurizată poate fi substituit prin curcumină. În cazul în care produsul a fost ambalat într-o sticlă transparentă, curcumina nu este potrivită datorită stabilității slabe la lumină [2].

Antocianii redau culoarea roșie în băuturi care au un pH scăzut, dar nu sunt potriviți pentru aplicații la pH neutru. Pentru băuturile cu un pH scăzut, antocianii derivați din struguri pot da o culoare clară violet-roșu.

Pentru culorile roșu-deschis sunt preferate concentrate de soc [36]. Pentru băutura cu căpșună „milkshake” ar putea fi posibil să se utilizeze o culoare de sfeclă roșie, care este stabilă la un pH neutru, dar culoarea de sfeclă roșie are stabilitate limitată la căldură. În acest caz poate fi recomandat licopenul sau carminul [2]. Mulți dintre carotenoizi, cum ar fi coloranții de β -caroten și paprica, sunt potriviți pentru substituirea galben și portocaliu Southampton șase culori. β -carotenul se utilizează pentru culorile galben și portocaliu deschis, iar paprica pentru nuanțe mai profunde de portocaliu, însă acestea nu sunt solubile în apă și le face să se disperseze mult mai dificil în băuturi. De aceea, producătorii de coloranți naturali elaborează emulsii din acești coloranți, care sunt potriviți pentru băuturi. De exemplu, ingredientele naturale Overseal furnizează o gamă solubilă de acești pigmenți (din gama Em-Seal), care au o dispersabilitate bună. Dacă este necesară o băutură complet clară de portocaliu, Overseal oferă microemulsii care au dimensiunea picăturii de ulei de aproximativ 0,1 μ m. Există mai multe tipuri de băuturi pe piața din Marea Britanie, care au fost reformulate în ultimii câțiva ani pentru a elimina Southampton șase culori. De asemenea, CHR-Hansen oferă coloranți naturali care au o stabilitate îmbunătățită la lumină și la oxidare și prezintă pigmenți solubili în ulei [2].

4. CONCLUZII

Coloranții naturali reprezintă o alternativă ieftină și accesibilă pentru substituirea coloranților sintetici în produsele alimentare. Aceștia trebuie să fie utilizați în cantități mai mari pentru a obține același efect ca și colorant sintetic corespunzător. Stabilitatea colorantului natural poate fi afectată de

matricea produsului alimentar, de procedul de fabricare, tipul de prelucrare a alimentului și de factorii fizici (căldură, lumină, oxigen, acid, activitatea apei). Coloranții naturali sunt mai puțin stabili în timp decât cei sintetici, deoarece aceștia au tendința de a se decolora. Specialiștii în industria alimentară trebuie să colaboreze cu producătorii de coloranți naturali, deoarece este dificil a formula propuneri generale cu privire la substituirea coloranților sintetici cu cei naturali pentru a obține produse alimentare funcționale.

5. MULȚUMIRI

Această lucrare a fost sprijinită prin intermediul proiectului 16.80013.5107.22/Ro “Substituirea aditivilor alimentari sintetici cu componenți bioactivi extrași din resursele naturale regenerabile”, finanțată de Guvernul Republicii Moldova.

Bibliografie

1. **Block, G., Patterson, B., Subar, A.** *Fruit, vegetables and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence.* *Nutrition Cancer* 18:29. 1992.
2. *Guidelines on approaches to the replacement of Tartrazine, Allura Red, Ponceau 4R, Quinoline Yellow, Sunset Yellow and Carmoisine in food and beverages.* Food Standards Agency.
3. *Regulamentul (CE) Nr. 1333/2008 al Parlamentului European și al Consiliului din 16 decembrie 2008 privind aditivi alimentari.* *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*, 31.12.2008.
4. **Banu, C. (coordonator)** *Aplicații ale aditivilor și ingredientelor în industria alimentară.* Ed. ASAB, București: 21-48. 2010.
5. **Salskov-Iversen, A.** *Industry requirements and trends in food colour., Presentation given at the Innovations in Food Colour Europe 31st March, Kingsway Hall Hotel, London WC2B UK.* 2009.
6. **Marquez, U., Sinnecker, P.** *Chlorophylls in Foods: Sources and Stability, 193-213, In: Socaciu C, Food colourants: Chemical and Functional Properties, CRC Press.* 2007.
7. **Roenfeldt Nielson S., Holst S.** *Developments in natural colourings, 331-350, In: MacDougall D, Colour in Food; Improving Quality, Woodhead Publishing Limited.* 2002.
8. **Hendry, G. A. F.** *Chlorophylls and chlorophyll derivatives., 132-155, In: Hendry, G. A. F. and Houghton J.D, Natural Food Colourants, 2nd, Blackie Publishing.* 1996.

9. **Francis, F.** Carotenoids as food colorants, *Cereal Foods World*, 45(5): 198-203. 2000.
10. **Francis, F.** Food colourings. In: MacDougall D, *Colour in Food: improving quality*, Woodhead Publishing Limited: 297-331. 2000.
11. **Mortensen, A.** Carotenoids and other pigments as natural colourants, *Pure and Applied Chemistry*, 78(8): 1477-1491. 2006.
12. **Danzig, L.** Colour me Tomato. *International Food Ingredients*, 1: 42-43. 2004.
13. **Kendrick, A.** Lycopene- Formulations to take the pigment from the tomato to table., Presentation given at the Innovations in Food Colour Europe 31st March, Kigsway Hall Hotel, London WC2B UK. 2009.
14. **Jaclyn Shipp, El-Sayed M. Abdel-Aal.** Food Applications and Physiological Effects of Anthocyanins as Functional Food Ingredients, *The Open Food Science Journal* 4: 7-22. 2010
15. **Mazza, G.** Anthocyanins and heart health. *Ann. Ist. Super Sanita.* 43: 369-374. 2007.
16. **Schemske, D., Bradshaw, H.** Pollinator preference and the evolution of floral traits in monkeyflowers (*Mimulus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA* 96: 11910-11915. 1999.
17. **Klingenberg, A., Martin, P.** Nature's kaleidoscope of colour, *Functional Foods & Nutraceuticals*, March: 40-41. 2004.
18. **Artes, F.** Analysing changes in fruit pigments, In: MacDougall D, *Colour in fruit; improving quality*, Woodhouse Publishing Limited, p. 248-282. 2002.
19. **Baerle, A.** Studiu privind separarea și stabilizarea coloranților din *Aronia Melanocarpa*. Teza de doctor în științe chimice, Chișinău. 2006.
20. **Caldare, V.** Elaborarea tehnologiei de producere de antociane bazată pe procesele baro-membranice. Teza de doctor în științe tehnice, Chișinău. 2006.
21. **Christiansen, C.** Natural red coloring, *Fruit Processing*, 15(3): 136-138. 2005.
22. **Bridle, P.** Anthocyanins as natural food colours - selected aspects. *Food Chemistry* 58(1, 2): 103-109. 1997.
23. **Jing, P., Noriega, V., Schwartz, S. et al.** Effects of growing conditions on purple corn cob (*Zea mays L.*) anthocyanins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(21): 8625-8629. 2007.
24. **Awika, J., Rooney, L., Waniska, R.** Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties, *Food Chemistry*, 90(1-2): 293-301. 2004.
25. **www.ddwilliamson.com**
26. **Castellar, M., Obón, J., Fernández-López, J.** The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from *Opuntia stricta* fruits, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1): 122-128. 2006.
27. **Herbach, K. M. et al.** Impact of thermal treatment on color and pigment pattern of red beet (*Beta vulgaris L.*) preparations. *Journal of Food Science* 69(6): 491-498. 2004.
28. **Henry, B. S.** Natural Food Colors, 39-78, In: Hendry, G. A. F. and Houghton J.D, *Natural Food Colourants*, Blackie Publishing. 1992.
29. **Malien-Aubert, C., Dangles, O., Amiot, M.** Colour stability of commercial anthocyanin-based extracts in relation to the phenolic composition. Protective effects by intra-and intermolecular copigmentation, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(1): 170-176. 2001.
30. **Herbach, K., Stintzing, F., Reinhold, C.** Betalain stability and degradation - structural and chromatic. Aspects, *Journal of Food Science* 71(4): 41-50. 2006.
31. **Herbach, K. M., Maier, C., Stintzing, F. et al.** Effects of processing and storage on juice colour and betacyanin stability of purple pitaya juice, *European Food Research and Technology*, 224(5) 649-658. 2007.
32. **Delgado-Vargas, F.** Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains - characteristics, biosynthesis, processing, and stability, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(30): 173-289. 2000.
33. **Manzocco, L., Kravina, G., Calligaris, S. et al.** Shelf life modelling of photosensitive food: the case of colored beverages, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(13): 5158-5164. 2008.
34. **Tolliday** The growth of natural colours in Nestlé confectionery, presented at Innovation in Natural Colour 2010 Conference, London 25th February. 2010.
35. **Martinez-Inchausti, A.** Clean Labels, A Retail Perspective, presented at BCCC Technology Conference 26-27th March in Stratford upon-Avon. 2009.
36. **Lampe, T.** Colours to bring life to beverage products, *Food Ingredients and Analysis International*, 24(2): 18, 20-21. 2003.