

POSIBILITĂȚI DE UTILIZARE A CAROTENOIDELOR DE ORIGINE VEGETALĂ ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

Mariana RAILEAN*

Universitatea Tehnică a Moldovei, Școala Doctorală "Știința Alimentelor, Inginerie Economică și Management",
Chișinău, Republica Moldova

Railean Mariana, e-mail: marianarailean@gmail.com

Rezumat. Coloranții utilizați în alimente reprezintă o clasă importantă de aditivi din industria alimentară. Carotenoidele sunt pigmenți naturali, care se găsesc atât în părțile colorate ale plantelor: fructele, florile, rădăcinile cât și în părțile verzi ale lor fiind mascate de prezența clorofilei. Culoarea este elementul caracteristic a carotenoidelor care variază de la galben la roșu și se datorează sistemului lor de legături duble conjugate creând un cromofor și permițând astfel absorbția luminii vizibile între 400 și 500 nm. Spre deosebire de coloranții artificiali, cei naturali sunt foarte sensibili la oxigen, lumină, căldură, la variația pH-ului și ioni metalici. Ei înlocuiesc coloranții alimentari sintetici, care sunt toxici, și trezesc un interes deosebit datorită proprietăților lor provitaminice (vitamina A), antioxidante și antiradicalice.

Cuvinte cheie: carotenoide, structura chimică, surse,

Carotenoidele reprezintă o mare familie de pigmenți naturali, răspândiți pe larg în natură. Peste 700 tipuri de carotenoide au fost isolate și caracterizate, având nuanțe de galben, portocaliu sau roșu [1]. Carotenoidele sunt sintetizate de organisme fotosintetice, de la bacteriile fotosintetice anaerobe până la cianobacterii (pentru procariote), alge și plante superioare (pentru eucariote). Multe organisme non-fotosintetice, anumite bacterii și ciuperci sintetizează acești compuși [2]. La plante, carotenoidele sunt clar observați prin culoarea pe care o dau fructelor (tomate), florilor și rădăcinilor (morcov). Sunt prezente și în țesăturile verzi, dar culoarea lor este mascată de cea a clorofilei [3].

Animalele nu sunt în măsură să sintetizeze carotenoidele. Prezența lor în anumite organisme precum crustacee, insecte, pești și păsări rezultă din absorbția alimentelor [3].

Fructele și legumele consumate de către oameni furnizează anumite carotenoide [4]. Plantele verzi pot conține cantități variate de carotenoide (de exemplu, spanac conține aproximativ 20 mg/100g, mazăre - 5 mg/100g, broccoli 2 mg/100g) [5]. Proporțiile diferitor tipuri de carotenoide constituie astfel: β -caroten variază 25%-30%, luteină 40%-50%, violaxantină 15%, neoxantină 15% și în cantități mici: α -caroten, zeaxantină, antheraxantină și luteină epoxidică [4]. Unele fructe roșii sunt bogate în lichen. De exemplu, tomate conțin 30 mg/100g [4], iar pepene verde 4,5 mg/100 g [5]. Fructele și legumele galbene și portocalii sunt bogate în:

- β -caroten în dovlecei (3 mg/100 g), mango și caise [5];
- β -criptoxantină în portocale (0,2 mg/100g) și papaya [5];
- zeaxantină în ardei roșu și fructe Goji;
- α -caroten în caise și dovlecei;
- derivați epoxidici.

Rădăcinile și tuberculii (de exemplu, morcov și cartof dulce) conțin în principal α -caroten care constituie 15%-50% din totalul carotenoidelor. Astfel, morcov conține aprox. 3,5 g/100g de α -caroten, și 8 mg/100g de β -caroten și intermediarii lor de biosinteză [5].

Semințele de culoare galbenă (de exemplu porumbul, grâul) acumulează luteină β -caroten, zeaxantină și criptoxantine [5].

Coloranți naturali obținuți din surse naturale pot fi: extrașii în mod selectiv de către solvenți sau extrașii selectiv prin solvenți, apoi modificați chimic [6, 7].

Carotenoidele trezesc un interes deosebit datorită proprietăților lor provitaminice (vitamina A), antioxidante și antiradicalice [1].

Structura de bază a carotenoidelor este liniară și simetrică, este posibilă ciclizarea la unul sau ambele capete. Varietatea carotenoidelor se datorează transformărilor structurale ca hidrogenarea, deshidrogenarea sau oxidarea [1].

Carotenoizii sunt molecule cu o structură tridimensională precisă (Figura 1), care este decisivă pentru proprietățile lor fizico-chimice și nutriționale [7]. În reprezentarea spațială, se observă că lanțul izoprenoid este liniar, dar cele două cicluri în poziții terminale nu sunt în același plan.

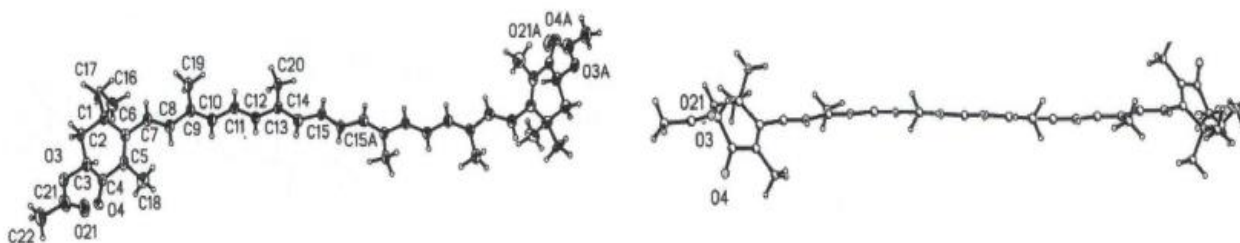


Figura 1. Exemple de reprezentare tridimensională a unui derivat carotenoid (diacetat al 6-cis-astaxantin) [8]

Diferiții izomeri geometrici *cis* (la diferite niveluri ale moleculei) au proprietăți de solubilitate și stabilitate diferită în comparație cu izomerul *trans*. Majoritatea carotenoidelor cunoscuți au cel puțin un carbon asimetric, care poate induce diverși izomeri optici, inclusiv enantiomeri [9]. Majoritatea carotenoidelor poartă inele α - sau β - în poziții terminale. Aceste modificări structurale determină natura diverselor carotenoide: poziția legăturii duble, deschiderea inelelor, prezența sau absența grupărilor hidroxil (-OH) sau oxo ($>C=O$). Clasa de carotenoide cu atomi de oxigen sunt xantofile, în timp ce cele compuse numai din atomi de carbon și hidrogen sunt caroteni [10].

Culoarea este elementul caracteristic a carotenoidelor care variază de la galben la roșu. Aceste molecule își datorează culoarea sistemului lor de legături duble conjugate creând un cromofor și permițând astfel absorbția luminii vizibile între 400 și 500 nm. Gradul de conjugare al cromoforului determină caracteristicile de absorbție a carotenoidelor [1].

Coloranți artificiali sunt utilizați pe larg în industria alimentară și farmaceutică. În 1938 se utilizau în jur de 200 de pigmenți artificiali distincți, dar în prezent sunt autorizați spre utilizare în industria alimentară numai șapte dintre acești pigmenți. Acești coloranți au cauzat serioase probleme de sănătate [11].

Cererea consumatorilor și a industriei alimentare pentru coloranții alimentari naturali a crescut considerabil în ultimii 30 de ani. Pigmenții naturali nu sunt nocivi pentru sănătate, în plus, ei pot avea proprietăți benefice reprezentând astfel avantaje față de utilizarea coloranților artificiali [12]. Carotenoidele, ca coloranți naturali sunt utilizați pe larg în industria alimentară pentru îmbunătățirea aspectului alimentelor. În *Regulamentul CE 1333/2008* din 16 decembrie 2008, a „European Parliament and Council” privind aditivii alimentari este stabilită definiția coloranților naturali: *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* [13]. Legislația UE precizează că produsele alimentare uscate și concentrate, care sunt adăugate la procesarea alimentelor nu pot fi numiți coloranți, deși au un efect secundar de colorare [7].

Piața mondială a carotenoidelor este reprezentată de 76% de carotenoide de sinteză, iar restul sunt naturali, obținuți prin extracție sau fermentare. În 2014, piața mondială a carotenoidelor sintetice și naturale a reprezentat 1,4 miliarde USD pentru un volum de aproximativ 1400 tone. S-a preconizat că până în 2020, volumul de vânzări a carotenoidelor va crește până la 1800 tone reprezentând 1,8 miliarde USD. Europa este principala piață de vânzare a carotenoidelor constituind 42% din totalul mondial, America de Nord și Asia, respectiv 25% și 20%. Prețul carotenoidelor sintetici variază între 250-2000 USD/kg, iar cei naturali – 350-7500 USD/kg.

Această diferență colosală de prețuri rezultă din faptul că mai multe carotenoide au devenit mărfuri (cum ar fi luteina sau β -carotenul), în timp ce altele (cum ar fi licopenul sau compușii similari) păstrează o valoare adăugată foarte mare [12].

În prezent, carotenoidele sunt folosiți ca coloranți în alimentația umană și animală (acvacultură, păsări de curte). Acestea au o influență benefică asupra sănătății umane, prevenind apariția cancerului și problemelor oftalmologice, păstrând memoria, sănătatea oaselor, pielii etc. [12]. În tabelul 1 este dată o sinteză de utilizare a carotenoidelor naturali în industria alimentară [10].

Tabelul 1

Aplicațiile carotenoidelor naturali în industria alimentară [10]

Carotenoide	Nuanța culorii a caroteno	Aplicare în industria alimentară
β -caroten	Portocalie, galbenă	Grăsimi de lactate; băuturi nealcoolice; deserturi; produse de cofetărie
Carotenoide	Portocalie spre roșie	Carne; supe; snacks-uri. Utilizarea acestuia este limitată datorită gustului
Licopen	Portocalie spre roșie	Produse lactate cu un conținut redus de grăsimi; băuturi alcoolice și nealcoolice, produse de cofetărie zaharoase; marinade
β -caroten; mixt de carotenoide	Portocalie	Se utilizează forma identică cu cea naturală; băuturi răcoritoare; deserturi; produse de cofetărie zaharoase; produse din carne
Luteina	Galbenă	Băuturi (cu aromă de lămâie); deserturi din lactate și sosuri pentru salate
Capsantină, capsorubină, β -caroten	Portocalie spre roșie	Carne; supe; sosuri; snacks-uri; deserturi

Carotenoizii sunt insolubili în apă, dar sunt solubili în solvenții nepolari și în grăsimile alimentare. Spectrul unui carotenoid are trei maxime, ale căror lungimi de undă depind de numărul de legături duble conjugate. Lungimile de undă de absorbție ale carotenoidelor colorate sunt cuprinse între 400-700 nm, în spectrul luminii vizibile [14].

Spre deosebire de coloranții artificiali, cei naturali sunt foarte sensibili la oxigen, lumină și căldură. Această instabilitate este legată de lanțul lung de carbon nesaturat. De asemenea carotenoidele sunt sensibili la variația pH și ioni metalici, care conduc la decolorare [8]. Proprietățile fizico-chimice a carotenoidelor sunt influențate compoziția matricei alimentare.

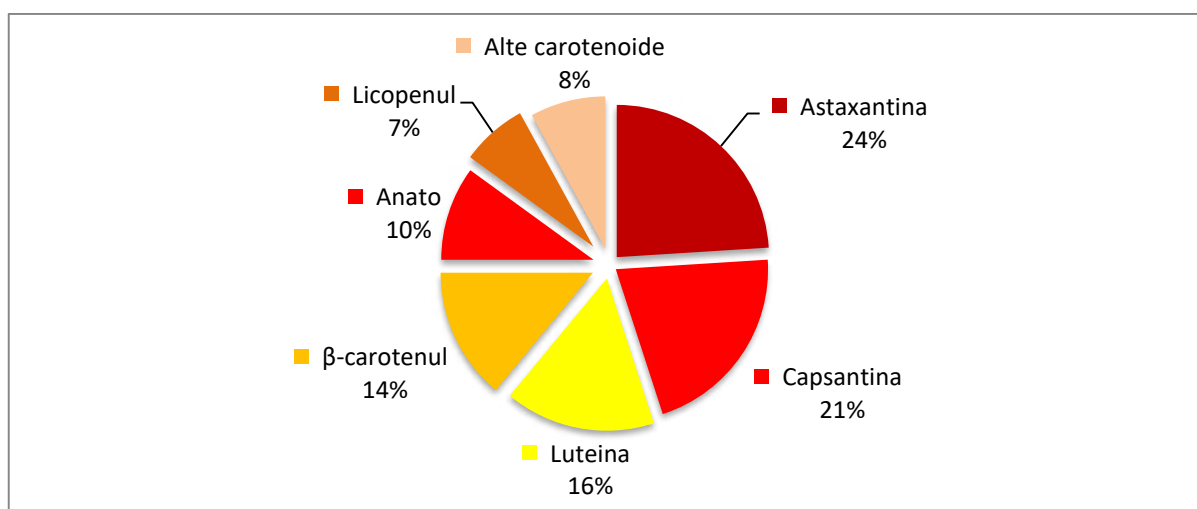


Figura 3. Repartizarea tipurilor de carotenoide pe piața mondială [12]

Referințe

1. BRITTON, G., LIAASEN-JENSEN, S. and PFANDER, H. (1995) Carotenoids. Volume 1B: spectroscopy., 360 pp. Birkhäuser, Basel.
2. GOODWIN, T.W. (1980) The biochemistry of the carotenoids. Vol.I : Plants., 377 pp. Chapman & Hall, London.
3. ARMSTRONG, G.A. and HEARST, J.E. (1996) Genetics and molecular biology of carotenoid pigment biosynthesis. FASEB J. 10, 228-237. , 81 Olson, J.A. and Krinsky, N.I. (1995) Introduction: the colorful, fascinating world of the carotenoids: important physiologic modulators. FASEB J. 9, 1547-1550.
4. BRITTON, G. and F. KHACHIK (2009). Distribution of carotenoids in vegetables and fruits. Carotenoids: Volume 5: Nutrition and health. G. Britton, S. Liaaen-Jensen, H. Pfander and Synnove. Basel Switzerland, Birkhauser Verlag AG: 45-66].
5. National Nutrient Database for Standard Reference. A. R. Service., <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>
6. SALSKOV-IVERSEN, A., (2009), *Industry requirements and trends in food colour*, Presentation given at the Innovations in Food Colour Europe 31st March, Kingsway Hall Hotel, London.
7. GHENDOV-MOȘANU, A. *Compuși biologic activi de origine horticola pentru alimentele funcționale*. Tehnica-UTM, Chișinău, 2018, 236 p.
8. BRITTON, G., S. LIAAEN-JENSEN, et al. (2008 b). Special molecules, special properties. Carotenoids. Volume 4: natural functions. G. Britton, S. Liaaen-Jensen, H. Pfander, W. G. Siems and Synnove. Basel Switzerland, Birkhauser Verlag AG: 1-6.
9. LIAAEN-JENSEN, S. (2008). Structure and chirality. Carotenoids. Volume 4: natural functions. G., Britton, S. Liaaen-Jensen, H. Pfander, W. G. Siems and Synnove. Basel Switzerland, Birkhauser Verlag AG: 7-14.
10. Charlotte SY THESE : L'Universite d'Avignon et des Pays du Vaucluse Ecole Doctorale Sciences des Procedes, Sciences des Aliments, de Montpellier (ED 306) "Nouveaux carotenoides issus de bacteries marines: etude de leur stabilite, de leur pouvoir antioxydant et de leur biodisponibilite a l'aide de modeles chimiques et biologiques. Comparaison avec les proprietes fonctionnelles de carotenoides de reference". 2011
11. DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Colouring our foods in the last and next millennium. *Journal of Food Science and Technology*, v. 35, p. 5-22, 2000.
12. <https://www.deinove.com/fr/profil/strategie-et-marches/marche-carotenoides>
13. Regulamentul (CE) 1333/2008 al Parlamentului European și al Consiliului din 16 decembrie 2008 privind aditivii alimentari, *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*, 31.12.2008.
14. FRIGAARD, N-U. Carotenoid biosynthesis, function, and evolution. *University of Copenhagen – Department of Biology*. (ref. du 21/04/2008), disponible sur: <http://www.bio.ku.dk/nuf/index.htm>