

SECȚIA IV  
ȘTIINȚE INGINEREȘTI ȘI CERCETĂRI APLICATIVE/  
ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED RESEARCH/  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

EFECTUL PARAMETRILOR TEHNOLOGICI ASUPRA STABILITĂȚII  
ANTOCIENILOR DIN FRUCTE DE PĂDURE

THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE STABILITY OF  
ANTHOCYANS FROM FOREST FRUITS

**Viorica BULGARU**

Universitatea Tehnică a Moldovei  
E-mail: [viorica.bulgaru@tpa.utm.md](mailto:viorica.bulgaru@tpa.utm.md)  
ORCID: 0000-0002-1921-2009

**Olga SMEREA**

Universitatea Tehnică a Moldovei  
E-mail: [olga.smerea@doctorat.utm.md](mailto:olga.smerea@doctorat.utm.md)  
ORCID: 0009-0004-2520-439X

**Angela GUREV**

Universitatea Tehnică a Moldovei  
E-mail: [angela.gurev@chim.utm.md](mailto:angela.gurev@chim.utm.md)  
ORCID: 0000-0001-8493-5257

**Aliona GHENDOV MOȘANU**

Universitatea Tehnică a Moldovei  
E-mail: [aliona.moșanu@tpa.utm.md](mailto:aliona.moșanu@tpa.utm.md)  
ORCID: 0000-0001-5214-3562

**Rezumat:** În ultimii ani a crescut interesul față de utilizarea coloranților naturali în diferite ramuri ale industriei, în special în industria alimentară, având în vedere aspectele dăunătoare (grad de toxicitate ridicat, precum și afecțiuni ale sănătății consumatorilor) ale aditivilor de sinteză. Rezultatele cercetărilor în domeniu au demonstrat că coloranții naturali sunt apreciați datorită proprietăților antioxidante, biodisponibilității, efecte benefice asupra sănătății. De asemenea, un factor important îl au diversitatea de materii prime vegetale (plantele, semințele, fructele și legumele) din care se pot obține coloranții naturali, accent fiind pus pe materii prime secundare, precum și metodele tehnologice de obținere prietenoase mediului înconjurător. Acest articol rezumă problema actuală privind înlocuirea coloranților sintetici cu cei naturali, prin prezentarea strategiilor fezabile (proprietăți, metode de extragere, factori de influență a calității, procese de stabilizare și metode de păstrare) care vor contribui la utilizarea coloranților naturali, în particular a antocianelor obținuți din fructe de pădure (afine, coacăză, josta, fragi, etc.).

**Cuvinte-cheie:** coloranți de sinteză, coloranți naturali, metode de extracție, pH, temperatură

**Abstract:** In recent years, there has been increased interest in the use of natural dyes in various branches of industry, especially in the food industry, considering the harmful aspects (high degree of toxicity, as well as consumer health disorders) of synthetic additives. The results of research in the field have shown that natural dyes are appreciated due to their antioxidant properties, bioavailability, beneficial effects on health. Also, an important factor is the diversity of plant raw materials (plants, seeds, fruits and vegetables) from which natural dyes can be obtained, with emphasis also being placed on secondary raw materials, as well as environmentally friendly technological methods of production. This present article summarizes the current issue regarding the replacement of synthetic dyes by natural ones by presenting the feasible strategies (properties, extraction methods, quality influencing factors, stabilization processes and preservation methods)

that will contribute to the use of natural dyes, in particular of anthocyanins obtained from forest fruits (blueberries, currants, josta, strawberries, etc.).

**Key words:** extraction methods, natural dyes, pH, synthetic dyes, temperature

## Introducere

Culoarea este o componentă importantă pentru a crește acceptabilitatea consumatorului față de produse alimentare [17] și acest aspect rămâne o preocupare majoră pentru industria alimentară având în vedere calitatea coloranților utilizați.

Tradițional culoarea produselor alimentare este asociată cu aroma acestora, însă ideile inovative provocatoare din industria alimentară vin cu produse în care culoarea poate contrazice aroma.

Utilizarea coloranților în industria alimentară se face reieșind din unul din motivele următoare:

- 1) pentru a înlocui culoarea naturală pierdută a produsului în timpul procesării tehnologice,
- 2) pentru a crește culoarea naturală a produsului alimentar,
- 3) pentru a minimiza variațiile de culoare a unui lot anumit de produs alimentar fabricat. [18].

În funcție de sursa de proveniență coloranții alimentari sunt clasificați în trei grupe:

- a) Coloranți naturali, coloranți organici derivați din surse naturale comestibile precum antocieni;
- b) Coloranți identici naturali, obținuți prin sinteză chimică astfel încât să fie identice cu coloranții găsiți în natură (de exemplu,  $\beta$ -caroten și riboflavină);
- c) Coloranți sintetici, produși prin sinteză chimică (de exemplu, tartrazină și carmoizină) [12].

Coloranții alimentari sintetici sunt substanțe chimice care provin din derivații de gudron de cărbune și majoritatea conțin o grupă azo. O mare parte din produsele alimentare și băuturile de pe piață de desfacere pot conține unii coloranți sintetici, de multe ori în cantități excesive. Studiile din domeniu au demonstrat în nenumărate rânduri că cauza unor intoxicații alimentare, alte boli de sănătate, poluarea mediului înconjurător pot fi asociate prezenței coloranților sintetici în produsele alimentare [7, 9].

Sortimentul de coloranți sintetici este unul destul de vast. Tipurile de coloranți artificiali aprobați pentru utilizare de către EFSA (European Food Safety Authority) și FDA (Food and Drug Administration) sunt:

- Albastru nr. 1 (Albastru strălucitor), culoarea albastră cu nuanță verzuie, utilizat la fabricarea înghețatei, glazurii, supe ambalate, mazăre conservată.
- Albastru nr. 2 (Indigo Carmine), culoarea albastru regal, utilizat la fabricarea înghețatei, bomboanelor, cerealelor.
- Roșu nr. 3 (eritrozină), colorare roșie cu nuanță vișinie, se utilizează la fabricarea bomboanelor, produse de cofetărie.
- Roșu nr. 40 (Roșu Allura), culoare roșie închisă, este folosit la fabricarea băuturilor pentru sportivi, bomboane, condimente și cereale.
- Galben nr. 5 (Tartrazină), culoare galbenă-lămâie, utilizat la fabricarea bomboanelor, băuturi răcoritoare, chipsuri, pufuleți, cereale.
- Galben nr. 6 (Galben intens), culoare galben-portocaliu, care este utilizat la fabricarea bomboane, sosuri, produse de panificație și fructe conservate [9].

Coloranții identici naturali sunt pigmenți artificiali care se găsesc și în natură, așa ca  $\beta$ -carotenul, cantaxantina și riboflavina [18].

Coloranții naturali specifici produselor alimentare sunt obținuți din surse regenerabile. De obicei, coloranții sunt extrași din surse vegetale, dar și insectele, algele, cianobacteriile și ciupercile pot fi o sursă bună pentru obținerea de coloranți naturali diferiți. Pentru extragerea coloranților naturali solubili în apă se folosește de obicei apă sau alcool de o concentrație mai redusă și solvenți organici pentru pigmenții lipofili. [18].

Clasificarea coloranților naturali și a celor sintetici este realizată reieșind din proprietățile, structurile chimice și utilizările acestora [9, 20]. Coloranții naturali pot fi clasificați după:

structura chimică în:

- derivați izoprenoizi (carotenoizi),
- flavonoide (flavone, flavonoli și antocieni),
- derivați azoto-heterociclici (betalaine)
- derivați pirolici (clorofile) [1, 20, 30] .

proveniența surse (de origine animală, vegetală sau minerală):

- pigmenți albaștri, au o rezistență excelentă la acțiunea luminii și formarea diluțiilor.

- pigmenți roșii, stabili la lumină și diluții.
- pigmenți galbeni, prezintă stabilitate înaltă în diluții.
- pigmenți verzi,
- pigmenți albi
- pigmenți negri, obținuți în mare parte din plante bogate în tanin, rezistenți la acțiunea factorilor mediului înconjurător [1, 20, 26, 30].

Cu toate că aspectele nocive ale coloranților sintetici sunt cunoscute, aceștia rămân a fi folosiți ca aditivi pentru a înlocui coloranții naturali, pentru a obține anumite proprietăți senzoriale îmbunătățite în special intensitatea, stabilitatea și uniformitatea culorii [9]. Desigur pentru producători este mai avantajos din punct de vedere economic să folosească coloranți sau pigmenți sintetici în fabricarea produselor alimentare, deoarece acest tip de coloranți prezintă o rezistență mai mare la temperatură, la radiații solare sau modificări ale pH-ului [16, 20].

În ultimii ani crește numărul consumatorilor informați despre efectele toxice ale coloranților sintetici având în vedere mediatizarea problemelor de sănătate cauzate de acești compuși, ceea ce conduce spre schimbarea preferințelor consumatorului și anume utilizarea coloranților naturali în fabricarea produselor alimentare.

Coloranții naturali sunt considerați siguri pentru consum atunci când nu prezintă reacții alergice, sunt inofensivi, necancerogene, nu prezintă nici un risc de poluare pentru mediu înconjurător dar și pentru proprietățile benefice așa ca activitatea antioxidantă și antimicrobială. Creșterea cererii pentru utilizarea coloranților naturali este estimată la 7% anual. În ultima vreme, coloranții alimentari naturali au aplicații variate în industria alimentară, în cel puțin un sector al ramurii respectiv [3, 24]. Piața globală a coloranților alimentari naturali include în principal caramela, carotenoizi, antocianine, curcumin cu aplicații în industria laptelui, industria panificației și a produselor de cofetărie, fabricarea băuturilor alcoolice și nealcoolice, etc [25].

Sunt cunoscute metode standarde de colectare, extracție, purificare, stabilizare și standardizare pentru o varietate de coloranți alimentari naturali cum ar fi antocianine, betalaine, clorofile, carotenoide, taninuri, chinone, șofrănel, turmeric etc., care au grupuri de compuși chimici ce pot fi utilizate direct ca coloranți pentru a produce diferite nuanțe, de la verde la galben, portocaliu, roșu, albastru și violet, în funcție de sursa de colorant [20].

### Antociani – coloranți naturali

Antocianii sunt considerate coloranți naturali în legislația Uniunii Europene, iar conform sistemului de numerotare a Comisiei Codex Alimentarius i se atribuie numărul E 163 [17].

Acestea sunt o subgrupă a flavonoidelor, derivate din părți ale plantelor: frunze, flori, fructe, petale [6] responsabili pentru nuanțele de roșu, violet și albastru în materiile prime vegetale.

**Tabelul 1. Variația culoarea antocienilor în funcție de valoarea pH-ului**

Materia primă vegetală	Denumire plantă	pH		
		acid	neutru	alcalin
Fructe	<i>Pomuşoare / fructe de pădure</i>	Roz	Roz deschis	Portocaliu
	<i>Rodie</i>	Portocaliu deschis	Cafeniu închis	Cafeniu deschis
	<i>Struguri</i>	Roz	Violet deschis	Verde-galbenă
Legume	<i>Varză roşie</i>	Roşu	Albastru	Portocaliu-galben
	<i>Cartofi dulci violeti</i>	Roz	Roz	Verde
	<i>Fasolea neagră</i>	Roşu	Violet	Verde- galben
	<i>Curcuma</i>	Galben	Galben	Portocaliu
	<i>Morcovi violeti</i>	Roşu	Roz	Portocaliu - galben

Sursa: [26]

Aplicarea tuturor acestor coloranți este încă limitată din cauza instabilității lor la căldură, lumină și valori diferite de pH. Acești factori vin să influențeze ulterior comportamentul colorantului având efecte adverse asupra compoziției chimice a produsului alimentar, condițiilor de procesare tehnologică și depozitare [22].

Transformările structurale ale antocianinelor sunt asociate cu schimbarea culorii în funcție de pH-ul mediului în care se folosește (produs alimentar) și poate să se schimbe de la nuanțele de roșu până albastru-violet. Antocianii își mențin culoarea stabilă la valori ale pH-ului de până la 4 [11, 26]. Studiile realizate de mai

mulți autori, compilate în lucrarea lui Suman et al, 2018, au prezentat sensibilitatea antocianinelor la valoarea pH-lui obținute din diferite surse de fructe și legume.

Antocianinele pot fi extrase din plante prin diferite metode, cea mai cunoscută fiind extargerea lichid-lichid, cu utilizarea solvenților organici, care sunt considerați drept poluanți a mediului înconjurător. Din metodele emergente aplicate în industria obținerii colorantului respectiv cel mai des se utilizează extracția cu fluide supercritice, anume CO<sub>2</sub>, utilizarea ultrasunetului, enzimelor hidrolitice sau fermentarea materii prime vegetale din care urmează să fie extrase antocianinele [4].

Metode de extracție a antocianilor din surse naturale vegetale [15]:

- Extracție cu solvenți organici implică alegerea solvenților și utilizarea căldurii și/sau amestecarea [15, 21].
  - Etanol, acetonă și apă,
  - Metanol, etanol și acetonă

Extracția convențională solid-lichid se recomandă a fi realizată în aparatul Soxhlet.

- Extracție cu fluide supercritice - fluidul supercritic pătrunde în matricea probei și dizolvă analitul [22]. CO<sub>2</sub> este fluidul supercritic utilizat pentru extracția antocianinelor din surse vegetale [5].
- Extracție cu lichid presurizat (PLE) - se aplică presiune pentru a crește viteza de transfer de masă între matricele solide și solventul de extracție [15].
- Extracție asistată de ultrasunet - cavitația acustică generată rupe peretele celular al plantei, favorizând astfel pătrunderea solventului în matricea probei analizate și astfel crește transferul de masă a analitului din matricea probei în solvent [2].

Antocianinele sunt apreciate datorită proprietăților sale cromatice deosebite, dar și avantajelor pe care le au pentru sănătatea consumatorului, așa ca reducerea riscului de boli ale sistemului nervos, sistemul ocular, coronare, diabet, obezitate, un bun antiinflamator și anticarcinogen, efecte antimicrobiene și antivirale precum și impactul pozitiv asupra comportamentului cognitiv [14, 23].

### Stabilitatea antocianilor în matricea produselor alimentare

Coloranții derivați din plante aparțin unor grupe chimice așa ca carotenoizii, polifenolii, chinonele sau alcaloizii, cu structuri chimice complexe care pot suferi modificări la fluctuații ale valorilor pH-lui, temperaturii, acțiunea luminii, prezența oxigenului, umiditate. Astfel, pentru dezvoltarea ramurii industriei privind producerea de coloranți naturali este necesar de identificat tehnologii de stabilizare a acestora sub influența diferitor parametri ai proceselor tehnologice specifice industriei alimentare [3].

Degradarea antocianilor poate avea loc în timpul etapelor procesului de obținere propriu-zisă a colorantului și a diferitelor etape a procesului tehnologic de fabricare a produselor alimentare sau depozitarea alimentelor.

Metodele alese de stabilizare și conservare a coloranților naturali trebuie să fie simple și rapide, care să permită implementarea lor la scară industrială cu costuri rezonabile [8].

Respectiv, o cunoaștere corectă a factorilor care guvernează stabilitatea antocianilor, drept colorați, în matricea unui produs alimentar este foarte important.

Cu toate că culoarea roșie antocianică se manifestă bine la un pH de 3.5, aceasta poate fi intensificată ca urmare a fenomenelor de co-pigmentare, intra și inter-moleculară și posibilităților de coexistare în soluții apoase în echilibru cu cinci specii, în funcție de pH cation flavylum, bază carbinol, calconă, bază chinoidă și bază chinoidă anioică.

În ceea ce privește temperatura, antocianinele devin mai palide la tratare termică pe măsură ce echilibru este deplasat către formele incolore de carbinol și calcone [8].

Lumina este una din cauzele majore de degradare a antocianilor, iar prezența razele UV măresc viteza de degradare termică a lor. Efectul dat de lumină este în raport cu lungimea de undă la care au fost iradiati antocianii, astfel că lungimile de undă scurte deteriorează mai mult, iar excluderea radiațiilor UV îmbunătățesc considerabil calitatea extractelor.

Oxigenul are efect distructiv asupra stabilității antocianilor iar păstrarea lor în vid sau atmosferă de azot este mai avantajoasă în comparație cu expunerea lor la oxigenul molecular. Oxigenul degradează antocianii fie direct, fie indirect, prin oxidarea compușilor (ionii metalici sau acidul ascorbic), care ulterior degradează antocianii [11].

Antocianii se pot transforma în compuși decolorați sub acțiunea peroxidului de hidrogen format la oxidarea acidului ascorbic [28].

Prezența enzimei polifenoloxidaza de asemenea va conduce la degradarea antocianilor. În procesele tehnologice, în vederea păstrării culorii produselor, în special sucuri, inactivarea polifenoloxidazei este o sarcină primordială. Una din metodele cele mai cunoscute este blanșarea fructelor înainte de procesare [26].

Tehnicile specifice procesului de stabilizare a antocianilor sunt împărțite în:

- procese chimice (de exemplu includere moleculară în ciclodextrine)
- procese mecanice (de exemplu, uscarea prin pulverizare, extrudare, emulsionare și liofilizare) [8, 19].

Microîncapsularea este aplicată pentru a stabili, a îmbunătăți solubilitatea și a furniza pigmenți naturali industriei alimentare. Această tehnologie permite ambalarea oricărui solid, gaz sau lichid în capsule sigilate de dimensiuni variind de la milimetri la nanometri. Culoarele încapsulate sunt mai ușor de manipulat, prezintă o solubilitate, stabilitate și biodisponibilitate îmbunătățită și respectiv un termen de valabilitate mai mare [25].

Uscarea prin pulverizare este o metodă ce poate fi asociată cu microîncapsularea substanțelor fenolice extrase din plante, cum ar fi antocianinele. Maltodextrina, inulina, guma arabică, amidonul de tapioca, fibrele de citrice și alte materiale de glucoză sunt utilizate în principal ca materii matrice. Uscarea prin pulverizare compilată cu microîncapsularea antocianilor rămâne până când cea mai sigură metodă privind stabilitatea colorantului. Alte procese mecanice sunt mai puțin studiate dar rămân un domeniu promițător pentru cercetare [26].

Copigmentarea este un proces în care pigmenții fără culoare, sau ionii metalici, formează asocieri moleculare sau complexe, generând o schimbare sau o creștere în intensitate a culorii. Copigmentarea intermoleculară poate avea loc între antociani și catechine, aminoacizi, polizaharide și ioni metalici [11].

Copigmenții formează complexe necovalente cu antociani și modifica proprietățile pigmenților prin deplasări hipercromice și batocromice [29].

Rezultatele modelării moleculare au arătat că o varietate largă de copigmenți pot intensifica culoarea antocianilor mai mult decât liganzii individuali, iar acidul fenolic-flavonol-antocianina ar putea fi folosit ca colorant roșu alimentar promițător [10, 13].

## Concluzii

Diversificarea deprinderilor nutriționale ale consumatorilor, cererea crescută față de produse alimentare sănătoase implică revizuirea listei ingredientilor alimentari și excluderea celor cu impact negativ asupra sănătății, asupra mediului înconjurător.

Problema utilizării coloranților de sinteză poate fi aplanată prin introducerea coloranților naturali în diferite ramuri ale industriei, în special a industriei alimentare, având în vedere existența surselor naturale de origine vegetală și animală bogate în compușii respectivi precum și a tehnologiilor avansate în vederea obținerii și păstrării coloranților naturali.

## Mulțumiri

Proiect științific AUF: Extraction « verte », stabilisation et valorisation des composants bioactifs de Ribes nidrigolaria et Cucurbita maxima (ExtraVert\_CBA).

## Referințe bibliografice

1. Albuquerque B., Oliveira M., Barros L., Ferreira I. Could fruits be a reliable source of food colorants? Pros and cons of these natural additives. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, vol. 61. 2021. p. 805–35.
2. Azmir J., Zaidul I.S.M., Rahman M.M., Sharif K.M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M.H.A., Ghafoor K., Norulaini N.A.N., Omar A. K. M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *J. Food Eng.*, vol. 117(4). 2013. p. 426-436.
3. Brudzynska P., Sionkowska, A., Grisel, M. Plant-Derived Colorants for Food, Cosmetic and Textile Industries: A Review. *Materials* vol. 14. 2021. p. 3484.
4. Chávez L.A.C., García-Barrientos R., Ortega, L.E.G., Garcia O.D., Alvarado, M.I.E. Natural vs Synthetic Colors. In *Flavonoids—A Coloring Model for Cheering Up Life*. Badria, F.A., Ananga, A., Eds.; IntechOpen, London, UK. 2019.
5. De Andrade Lima M., Kestekoglou I., Charalampopoulos D., Chatzifragkou A. Supercritical Fluid Extraction of Carotenoids from Vegetable Waste Matrices. *Molecules*, vol. 24. 2019. p. 466.

6. Delgado-Vargas F., Paredes López O. *Natural Colorants for Food and Nutraceuticals Uses*. CRC Press LLC: Boca Raton, USA. 2003.
7. Devi M., Ariharan V., Nagendra Prasad P. Annatto: eco-friendly and potential source for natural dye. *International research journal of pharmacy*, vol. 4(6). 2016. p. 106-108.
8. De Vos P., Faas M.M., Spasojevic M., Sikkema J. Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. *Int. Dairy J.*, vol. 20. 2010. p. 292–302.
9. Dey S., Hema Nagababu B. Applications of food color and bio-preservatives in the food and its effect on the human health. *Food Chemistry Advances*, vol. 1. 2022. p. 100019.
10. Fonseca Feitosa B., Decker B.L.A., De Brito E.S., Rodrigues S., Mariutti L.R.B. Microencapsulation of anthocyanins as natural dye extracted from fruits – a systematic review. *Food chemistry*, vol. 424. 2023. p. 136361.
11. Ghendov-Moșanu A. Compuși biologic activi de origine horticolă pentru alimente funcționale. Editura „Tehnica-UTM”. 2018. p. 236.
12. Gould K., Davies K., Winefield, C. *Anthocyanins Biosynthesis, Functions, and Applications*. Springer Science-Business Media, LLC. New York. 2009.
13. Khalifa I., Du, J., Nawaz A., Li C. Multiple Co-Pigments of Quercetin and Chlorogenic Acid Blends Intensify the Color of Mulberry Anthocyanins: Insights from Hyperchromicity, Kinetics, and Molecular Modeling Investigations. *J. Sci. Food Agric.*, vol. 101. 2021. p. 1579–1588.
14. Li N., Wang Q., Zhou J., Li, S., Liu J., Chen H. Insight into the Progress on Natural Dyes: Sources, Structural Features, Health Effects, Challenges, and Potential. *Molecules*, vol. 27. 2022. p. 3291.
15. Lourenço S.C., Moldão-Martins M., Alves, V.D. Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications. *Molecules*, vol. 24. 2019. p. 4132.
16. Mansour, R. Natural dyes and pigments: extraction and application. In: *Handbook of Renewable Materials for Coloration and Finishing* (Y. Mohd, ed.), Scrivener Publishing LLC. 2018. p. 75–102.
17. Mateus N., Freitas, V. *Anthocyanins as Food Colorants*. University of Porto, Department of Chemistry, Porto, Portugal. 2008. p. 22.
18. Mortensen V. Carotenoids and other pigments as natural colorants. *Pure Appl. Chem.*, Vol. 78(8), 2006. p. 1477–1491.
19. Nedovic N., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., Bugarski, B. An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Sci.*, vol. 1. 2011. p. 1806–1815.
20. Olas O., Bialecki J., Urbanska K., Brys, M. The Effects of Natural and Synthetic Blue Dyes on Human Health: A Review of Current Knowledge and Therapeutic Perspectives. *Adv Nutr.* Vol. 12. 2021. p. 2301–2311.
21. Płotka-Wasyłka J., Rutkowska, M., Owczarek, K., Tobiszewski, M., Namieśnik, J. Extraction with environmentally friendly solvents. *TrAC Trends Anal. Chem.*, vol. 91. 2017. pp. 12–25. 20
22. Prado J.M., Veggi, P.C., Náthia-Neves, G., Meireles, M.A.A. Extraction Methods for Obtaining Natural Blue Colorants. *Current Analytical Chemistry*, vol. 16. 2020. p. 504-532. 16
23. Prior R.L. Absorption and metabolism of anthocyanins: potential health effects. In: Mark S. Meskin, Wayne R. Bidlack, Audra J. Davies, Douglas S. Lewis, and R. Keith Randolph (Eds.), *Phytochemicals: Mechanisms of Action*. Boca Raton, Fla., CRC press, London. 2003. 23
24. Scotter, M. L. Overview of EU regulations and safety assessment for food colours. In: Scotter MJ, editors. *Colour Additives for Foods and Beverages*, Amsterdam: Elsevier. 2015. p. 61–74. 11
25. Sen T., Barrow C.J., Deshmukh S.K. Microbial Pigments in the Food Industry—Challenges and the Way Forward. *Front. Nutr.* Vol. 6(7). 2019. p.12. 13
26. Singh S. Gaikwad K.K., Lee Y.S. Anthocyanin – A Natural Dye for Smart Food Packaging Systems. *Korean Journal of Packaging Science & Technology*, Vol. 24(3). 2018. p. 167-180. 15
27. Srivastava, R., Singh, N. Importance of natural dye over synthetic dye: a critical review. *IJHS*, vol. 5(2). 2019. p. 148-150. 9
28. Tatarov P. *Chimia produselor alimentare*”, Technical University of Moldova, Ed. Technica. 2017. p. 450. 26
29. Trouillas P., Sancho-Garcia J.C., De Freitas V., Gierschner, J., Otyepka, M., Dangles, O. Stabilizing and Modulating Color by Copigmentation: Insights from Review Theory and Experiment. *Chem. Rev.*, vol. 116. 2016. p. 4937–4982. 28
30. Yusuf M., Shabbir M., Mohammad F. Natural colorants: Historical, processing and sustainable prospects. *Nat Prod Bioprospect*, vol. 7. 2017. p. 123–45. 7