

CARACTERISTICI COMPOZIȚIONALE ALE EXTRACTELOR ALCOOLICE DIN COACĂZĂ NEAGRĂ (*Ribes nigrum*), VIȘINĂ (*Prunus cerasus*) ȘI CIREAȘĂ AMARĂ (*Prunus avium*)

CZU: 663.83

DOI: <https://doi.org/10.52673/18570461.24.1-72.02>

Doctor în științe chimice, conferențiar universitar

Ecaterina COVACI

Laureată a Premiului AȘM în domeniul ingineriei „Boris Lazarenko” pentru anii 2022–2023

E-mail: ecaterina.covaci@enl.utm.mdORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8108-4810>

Universitatea Tehnică a Moldovei

COMPOSITION FEATURES OF ALCOHOLIC EXTRACTS FROM BLACKCURRANT (*Ribes nigrum*), SOUR CHERRY (*Prunus cerasus*) AND BITTER CHERRY (*Prunus avium*)

Summary. The paper elucidates the potential of biologically active substances of sour cherry, blackcurrant, and bitter cherry fruits through the prism of fundamental research and quantifications achieved through analytical methods of study. The hydro-alcoholic extracts from blackcurrant and sour cherry presented values of over 90% DPPH• radical inhibition, being also the most stable by composition during storage of 30 and 90 days. Based on the HPLC representatives, it was established that the main anthocyanin components in sour cherry extracts are: cyanidin-3-O-glucosyl-rutinoside, (2.4 mg/100 g), cyanidin-3-O-rutinoside, (162 mg/100 g) and cyanidin-3-O-monoglucosil-rutinoside (3.86 mg/100 g). These anthocyanin compounds represent over 62.8% of the 7 anthocyanins identified in blackcurrant extract. A major positive correlation, $R^2 = 0.98$ and $p < 0.01$, between antioxidant capacity, anthocyanin content, and color parameters, was established confirming that these phenolic compounds are the most important color constituents in the analyzed fruits. Thus, fresh or frozen cherry and blackcurrant fruits are an excellent source of phenolic substances, rich in vitamins and resistant to oxidation.

Keywords: antioxidant capacity, bitter cherry, blackcurrant, phenolic compounds, anthocyanin content, colour parameters, and sour cherry.

Rezumat. Lucrarea elucidează potențialul de substanțe biologice active al fructelor de vișină, coacăză neagră și cireașă amară prin prisma cercetărilor fundamentale și a cuantificărilor realizate prin metode analitice de studiu. Extractele hidroalcoolice din coacăza neagră și vișină au prezentat valori de peste 90% de inhibare a radicalului DPPH•, fiind și cele mai stabile după compoziție pe durata păstrării de 30 și 90 de zile. În baza reprezentanților HPLC s-a determinat că principalele componente antocianice din extractele de vișină sunt cianidin-3-O-glucosil-rutinozida (2,4 mg/100 g), cianidin-3-O-rutinozida (162 mg/100 g) și cianidin-3-O-monoglucosida (3,86 mg/100 g). Acești compuși antocianici reprezintă peste 62,8% din cei 7 antociani identificați în extractul de coacăză neagră. Au fost stabilite corelații pozitive majore, $R^2 = 0,98$ și $p < 0,01$, între capacitatea antioxidantă, conținutul de antociani și parametrii de culoare, care confirmă că acești compuși fenolici sunt cei mai importanți constituenți ai culorii în fructele analizate. Astfel, fructele de vișină și coacăză neagră, în formă proaspătă sau congelată, constituie o sursă excelentă de substanțe fenolice, bogate în vitamine și având o rezistență foarte mare la oxidare.

Cuvinte-cheie: capacitate antioxidantă, cireașă amară, coacăză neagră, compuși fenolici, conținutul de antociani, parametri cromatici și vișina.

INTRODUCERE

În ultimii ani, extractele de plante și compuși bioactivi naturali au substituit antioxidanții sintetici, devenind componente ale produselor alimentare, preparatelor farmaceutice și cosmetice funcționale. Acest lucru se datorează cererii ascendente de pe piață pentru preparate naturale, care pot înlocui componentele sintetice a căror utilizare trebuie limitată. Prin urmare, cercetările privind selectarea și caracterizarea chimică

a diferitor materii prime vegetale, precum și bioactivitatea, biodisponibilitatea substanțelor biologice active obținute din ele prezintă un interes științific și practic deosebit [1-2].

Multe boli degenerative, cum ar fi cancerul, ateroscleroza și diabetul zaharat, rezultă din efectele nocive ale radicalilor liberi asupra sistemelor celulare. Extractele de plante conțin compuși bioactivi care acționează ca antioxidanți și pot neutraliza activitatea radicalilor liberi. Așadar, antioxidanții sunt considerați compuși

preventivi, deoarece pot repara daunele cauzate de radicalii liberi.

Un grup mare de compuși biologic activi sunt cei fenolici. Aceștia constituie metaboliți secundari ai plantelor care conțin inele benzenice cu unul sau mai mulți substituenți hidroxilici, variind de la molecule fenolice simple la structuri foarte complexe [3]. Compușii fenolici au cele mai puternice proprietăți antioxidante și antiradicalice dintre toți metaboliții secundari, ei reacționând cu o gamă largă de radicali liberi, inclusiv anioni hidroxil, superoxid și alți radicali organici și non-organici. Polifenolii pot spori, de asemenea, acțiunea altor antioxidanți, inclusiv a vitaminelor liposolubile și substanțelor solubile în apă cu greutate moleculară mică [4].

Valoarea nutritivă a fructelor depinde de calitatea, compoziția chimică și cantitatea substanțelor constitutive, ceea ce determină efectul terapeutic și profilactic al acestora asupra corpului uman. Substanțele biologic active din fructele sezoniere – coacăza neagră, vișina și cireșa amară –, sunt bine cunoscute și pe larg aplicate în industriile cosmetică, alimentară, nutraceutică și în medicină. Principalii compuși apreciați sunt cei fenolici (antociani, leucoantociani, catechine, flavonoli etc.), vitaminele și mineralele. Aceste materii prime vegetale cultivate sezonier în Republica Moldova sunt utilizate atât proaspete, cât și conservate (inclusiv gemuri), uscate, congelate, ca infuzii, băuturi răcoritoare, extracte concentrate etc.

Potrivit cercetărilor efectuate de R. Gutiérrez-Escobar, pot fi utilizate diferite tehnici pentru analizarea conținutului de compuși polifenolici din probele experimentale [5]. Aceste tehnici se rezumă în următoarele: metode spectroscopice [6] (NIR [7] și absorbanta UV prin indice Folin-Ciocalteu [8], indice polifenolic

[9] etc.; metode cromatografice [10] (cromatografia de gaz [11], cromatografia lichidă de înaltă performanță [12], cromatografia lichidă de performanță ultraînaltă [13]) și alte alternative analitice [14-16] (nas și limbă electronice). Cea mai exactă metodă este cromatografia lichidă de performanță ultraînaltă (UHPLC), în timp ce tehnicile spectroscopice sunt cele mai simple, dar mai puțin selective.

Prezentul studiu a rezumat cercetările privind compoziția și proprietățile antioxidante ale extractelor hidroalcoolice din trei fructe: coacăza neagră (*Ribes Nigrum*), vișina (*Prunus Cerasus*) și cireșa amară (*Prunus Avium*), specii temperate, adaptate la clima Republicii Moldova.

MATERIALE ȘI METODE

Studiile științifice practice axate pe prepararea și studierea compozițională a extractelor din cele trei fructe au fost realizate în cadrul Centrului de Cercetări Oenologice, Facultatea Tehnologia Alimentelor a Universității Tehnice a Moldovei. Etapele tehnologice de obținere a extractelor hidroalcoolice din fructele care au constituit obiectul studiului sunt prezentate în figura 1. Fructele studiate au fost procesate la coacere tehnologică deplină, mărunțite și supuse extracției alcoolice timp de 24 de ore, cu agitarea periodică. Ulterior, din amestecul obținut a fost separată partea solidă de cea lichidă, s-a realizat filtrarea grosieră, extractele fiind păstrate în continuare la temperatura de 20 °C.

În scopul stabilirii valorice a unor indici cromatici (Ic – intensitatea colorantă, puritatea culorii) și specifici profilului antocianic au fost utilizate metodele de analiză ce figurează în literatura de specialitate [17].

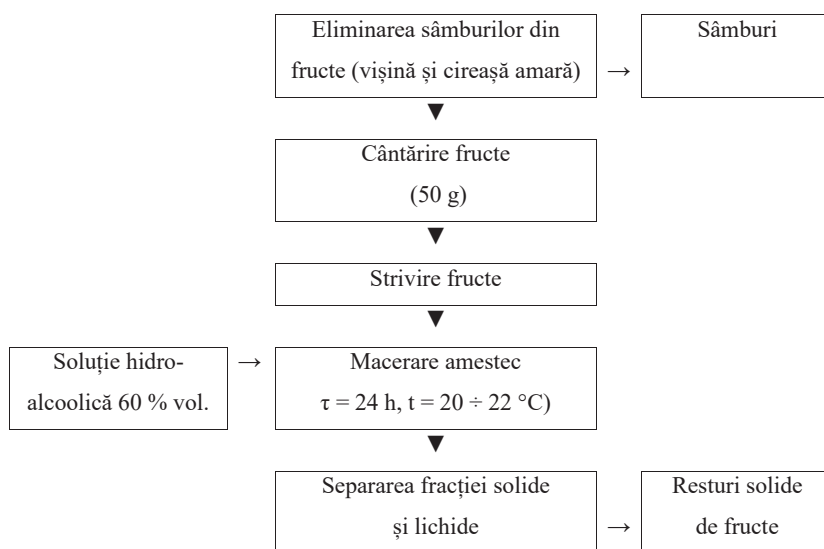


Figura 1. Etapele tehnologice de obținere a extractelor hidroalcoolice din vișină, cireasă amară și coacăză neagră.

Pentru a evalua indicele cromatic I_c , probele experimentale au fost centrifugate (2000 rpm timp de 15 minute), fiind-le apreciată absorbanta la 420, 520 și 620 nm, în cuve de 1 mm. Fiecare dintre aceste lungimi de undă este responsabilă pentru propriul spectru de lumină: galben (420 nm), roșu (520 nm) și, respectiv, violet (620). În baza valorilor obținute la spectrofotometru T 80 au fost calculați parametrii cromatici conform expresiilor (1) ÷ (4):

$$a) \text{ intensitatea culorilor: } I_c = A_{420} + A_{520} + A_{620} \quad (1)$$

b) puritatea culorilor: galbenă (G), roșie (R) și violetă (V):

$$G = \frac{A_{420}}{I_c} * 100\% \quad (2)$$

$$R = \frac{A_{520}}{I_c} * 100\% \quad (3)$$

$$V = \frac{A_{620}}{I_c} * 100\%, \quad (4)$$

unde: A_{420} – capacitatea de absorbție la 420 nm;

A_{520} – capacitatea de absorbție la 520 nm;

A_{620} – capacitatea de absorbție la 620 nm.

Aprecierea capacității antioxidante prin hidratul 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH°) implică centrifugarea probelor de studiu (2000 rpm timp de 15 min.), administrarea în eprubete de sticlă a 0,1 ml de probă de analizat și 4,9 ml de DPPH° (60 Mm), amestecarea conținutului și peste 30 de minute determinarea absorbantei la 517 nm în cuve de 10 mm comparativ cu DPPH° pur. Aprecierea estimativă a capacității antioxidante (CA) se realizează prin expresia:

$$CA = \frac{A_{inițială} - A_{finală}}{A_{inițială}} * 100\%, \quad (5)$$

unde: $A_{inițială}$ – absorbanta probei de DPPH° pur la 515 nm,

$A_{finală}$ – absorbanta amestecului după 30 de minute.

Din experiența practică, cu cât gradul de diminuare a culorii soluției de DPPH° și valoarea absorbantei finale sunt mai reduse, cu atât proba de studiu prezintă o capacitate antioxidantă mai mare. Reacția chimică produsă conform mecanismului de acțiune cu radicalul DPPH este prezentată în figura 2.

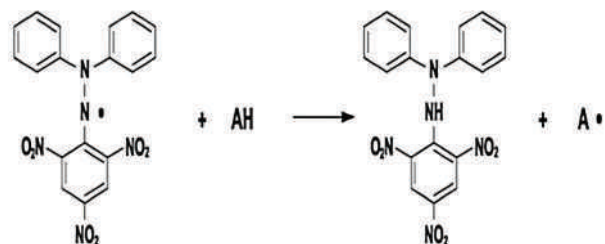


Figura 2. Principiul metodei de determinare a activității antioxidante cu ajutorul radicalului liber DPPH [18].

Datele experimentale au fost prelucrate statistic utilizând Microsoft Office Excel 2007 pentru a determina valorile medii de-a lungul erorii standard. Folosind un nivel de semnificație de $p < 0,05$, testele statistice ANOVA (analiza varianței – o metodă statistică utilizată pentru a testa diferențele semnificative între mediile grupurilor de date experimentale) și PCA (analiza componentelor principale ce arată dependența liniară a caracteristicilor varietale) au fost utilizate pentru a cerceta variații multiple în conformitate cu testul Pearson [19].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele experimentale (tabelul 1) denotă o valoare maximă a intensității culorii extractelor din cele două tipuri de coacăză studiate, urmată de vișină și cireșa amară. Referitor la puritatea culorilor galbenă, roșie și violetă: culoarea roșie în extracte este cuprinsă în limitele 63 ÷ 69%, iar cea violetă, cum era de așteptat, de minim 3 ÷ 9%. În dinamica păstrării extractelor aflate în studiu valoarea parametrilor cromatici s-a redus cu până la 10% peste 30 de zile și cu până la 17%, peste 90 de zile de păstrare.

Probele de extracte experimentale au fost testate pentru aprecierea capacității antioxidante prin inhibarea radicalului DPPH°, valori incluse în diagramă (figura 3). Efectul maxim de inhibare, de peste 90%, s-a determinat la extractele de coacăză neagră, manifestat prin conținutul maxim al substanțelor fenolice colorate în roșu-purpuriu – antocianii delfinidin-3-O-glucosidă, delfinidin-3-O-rutinosidă, cianidin-3-O-glucosidă și cianidin-3-O-rutinosidă, conform studiilor efectuate de Fu Liang Han în 2015 [20].

Tabelul 1

Indicele cromatic în extractele analizate, $p \leq 0,05$

Proble de extracte hidroalcoolice analizate	Intensitatea culorii	Puritatea culorii, %		
		galbenă	roșie	violetă
Coacăza neagră I	5,06	27,94	68,11	3,95
Coacăza neagră II	5,68	31,81	64,88	3,31
Vișina	4,14	23,96	68,84	7,20
Cireșa amară	3,33	28,27	63,13	8,60

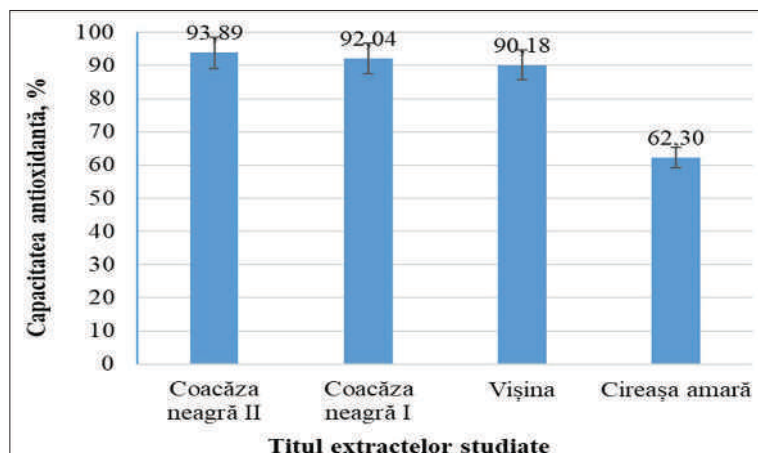


Figura 3. Rezultatele capacității antioxidante a extractelor studiate.

În raport cu spectrele de absorbție la lungimi de undă specifice fiecărei clase de compuși, s-a determinat conținutul compușilor fenolici (figura 4). Datele obținute reprezintă media a trei determinări cu standardul deviere. Conținutul compușilor fenolici în extractele de vișină se apropie de 4 mg/g extract, urmat de extractul de coacăză cu variații între 3,5 ÷ 3,7 mg/g extract. Și vizual a fost posibil de apreciat că extractele din cireașă amară au conținuturi sub 2,25 mg/g extract.

Pe durata păstrării extractelor hidroalcoolice de studiu, conținutul compușilor fenolici variază în dinamică în limita 10 ÷ 21% din valoarea inițială a acestora (figura 4). Studiile experimentale realizate de R. Filimon et al. (2011) constată un conținut între 2,87 mg/g extract la speciile de cireș amar Amar de Maut și cel mai important conținut, de până la 4,47 mg/g extract, la vișinele din soiul Engleze timpurii [21].

În scopul aprecierii compoziționale a extractelor hidroalcoolice privind conținutul celor 5 antociani constitutivi a fost realizată analiza HPLC a probelor de studiu. În baza reprezentărilor HPLC s-a stabilit că principalele componente antocianice din extractele de vișină studiate au fost cianidin-3-O-glucosil-rutinozida (2,4 mg/100 g), cianidin-3-O-rutinozida (162 mg/100 g) și cianidin-3-O-monoglucozida (3,86 mg/100 g). Acești compuși antocianici – cianidin-3-glucosil-rutinozida și delfinidin-3-rutinozida în medie au reprezentat 62,8% și 27,0% din cei 7 antociani identificați în extractul de coacăză neagră. Compusul cianidin-3-glucosil-rutinozida este în minoritate completă față de 96% al cianidin-3-O-rutinozidinei. Aceste conținuturi descriu capacitatea antioxidantă majorată a extractelor de coacăză și vișină, acțiunea acestor componente fiind determinată de grupările OH din pozițiile C3' și C4' de pe calcon [22].

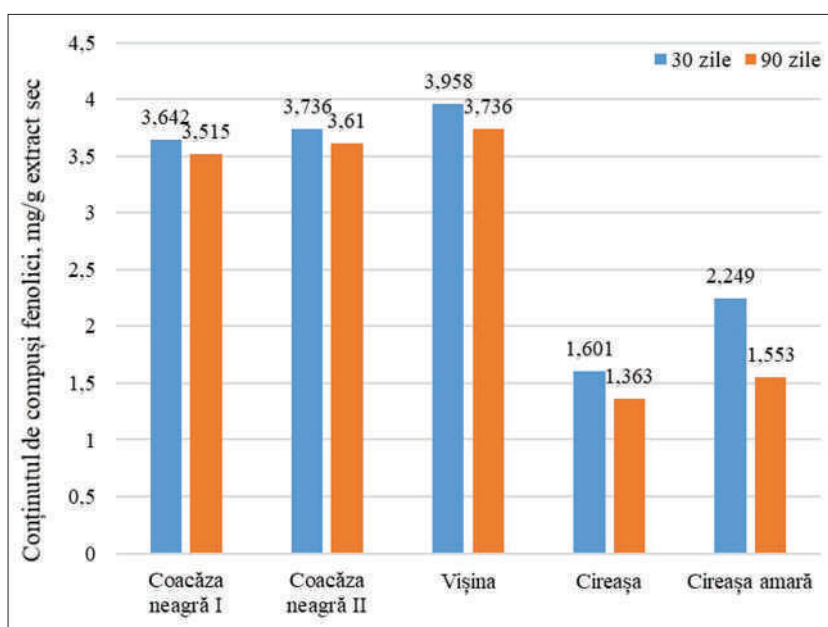


Figura 4. Dinamica conținutului de compuși fenolici pe durata păstrării.

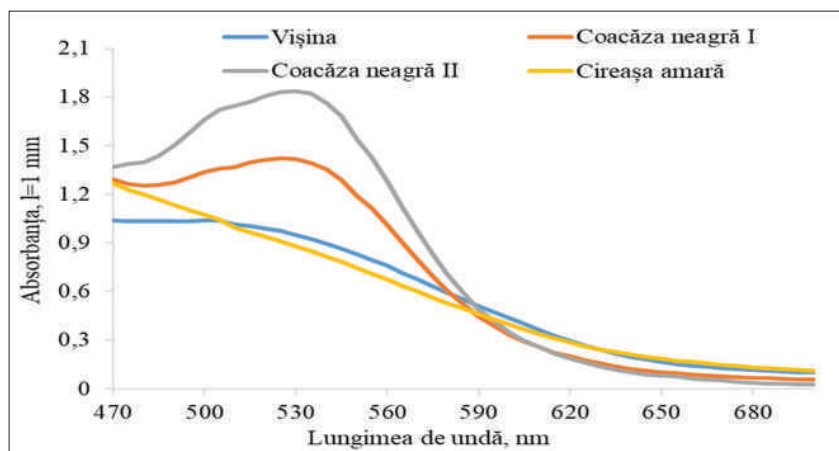


Figura 5. Analiza spectrală a extractelor aflate în studiu.

Tabelul 2
Rezultatele testului Anova

Sursa variației	SS	df	MS	F	p-value	F crit.
Între rânduri	3203609	5	640721,7	15,57182	5,42E-06	2,772853
În cadrul rândurilor	740632,3	18	41146,24			
Total	3944241	23				

Tabelul 3
Valoarea nivelului de corelare a rezultatelor experimentale ale extractelor hidroalcoolice din fructe

Parametrii corelației statistice	Capacitatea antioxidantă	Conținutul total de antociani	Intensitatea colorantă	Puritatea culorii galbene	Puritatea culorii roșii	Puritatea culorii violete
Capacitatea antioxidantă	1,0000	0,9918	0,9794	0,4777	0,7342	- 0,9983
Conținutul total de antociani	0,9918	1,0000	0,9972	0,5861	0,6414	- 0,9976
Intensitatea colorantă	0,9794	0,9972	1,0000	0,6452	0,5820	- 0,9896
Puritatea culorii galbene	0,4777	0,5861	0,6452	1,0000	- 0,2457	- 0,5286
Puritatea culorii roșii	0,7342	0,6414	0,5820	- 0,2457	1,0000	- 0,6930
Puritatea culorii violete	- 0,9983	- 0,9976	- 0,9896	- 0,5286	- 0,6930	1,0000

Referitor la principalii antociani și compuși polifenolici identificați în extractul de cireașă amară, dintre toți pigmentii identificați se remarcă abundența cianidin-3-O-rutinozidei. Raportată la concentrația pigmentului de 100 mg/100 g, aceasta reprezintă între 82 și 92% din conținutul total de pigmenți antocianici constitutivi. Astfel, antocianii cianidin 3-O-glucozida și cianidin 3-O-rutinozida au îmbunătățit culoarea extractelor în special prin interacțiuni intramoleculare decât prin autoasocierea acestora pe durata păstrării extractelor.

Analizând datele și spectrele obținute (figura 5), se constată un conținut ridicat de antociani în extractele studiate. Coacăza neagră și vișina au avut cele mai semnificative creșteri ale liniei spectrale la lungimile de undă cuprinse între 510 și 520 nm, specifice acestor

compuși fenolici, confirmând participarea antocianilor la formarea culorii fructelor drept constituenți principali.

Rezultatele experimentale au fost prelucrate statistic, fiind stabilită corelația între parametrul capacitatea antioxidantă și valorile parametrilor cromatici/conținutul total de antociani în extractele aflate în studiu (tabelele 2 și 3).

În baza analizei de varianță (test ANOVA, factor unic) s-a calculat o probabilitate p-valoare mult mai mică decât condiția generală de $p \leq 0,01$, astfel, rezultatele sunt semnificative din punct de vedere statistic și poate fi stabilită corelarea.

În tabelul 3 sunt incluse corelațiile între capacitatea antioxidantă, cantitatea de antociani totali și parametrii cromatici, folosind programul Microsoft Excel®

prin opțiunea instrumente de analiză a datelor. S-a constatat o corelație pozitivă majoră ($R^2=0,9918$) între conținutul de antociani și intensitatea colorantă, adică un conținut scăzut de pigmenți antocianici determină valorile parametrilor cromatici să evolueze negativ, așa cum s-a întâmplat în ceea ce privește puritatea culorii violete ($R^2 = - 0,9983$), indicând aspectul culorii complementare albastre în compoziția cromatică a extractelor.

Între conținutul total de antociani și cei doi parametri cromatici – intensitatea culorii și puritatea culorii roșii, corelați mai sus, s-au găsit, de asemenea, corelații pozitive de 0,9972 și 0,6414. Acest lucru poate fi explicat simplu prin faptul că antocianii fac parte din compușii fenolici. În extractele aflate în studiu, antocianii sunt a doua cea mai mare clasă de compuși fenolici (după hidroxicinamați), cu o rată cuprinsă între 58 ÷ 75% din totalul de compuși fenolici.

CONCLUZII

- Interesul pentru utilizarea terapeutică a produselor naturale și a terapiilor alternative, în special a celor derivate din plante, care conțin antioxidanți și compuși fenolici naturali benefici pentru sănătate a crescut datorită efectelor secundare minime, costurilor și toxicității reduse [23].

- Activitatea antioxidantă a probelor studiate a confirmat conținutul bogat al acestora în compuși fenolici, o capacitate antioxidantă mare de a capta speciile de radicali liberi și, în consecință, de a proteja membrana eritrocitelor umane împotriva deteriorării celulelor induse de $ROO\bullet$ [22].

- Extractele hidroalcoolice din coacăză neagră și vișină au prezentat valori de peste 90% de inhibare a radicalilor DPPH \bullet , fiind și cele mai stabile după compoziție pe durata conservării de 30 și 90 de zile. Acestea constituie o sursă excelentă de substanțe fenolice și de vitamine, posedând o rezistență mare la oxidare. În schimb, specia de cireasă amară *Prunus Avium* nu a prezentat un conținut major de compuși fenolici, nu și-a păstrat componența bioactivă pe durata conservării și, în consecință, nu există condiții prealabile pentru recomandarea acesteia ca sursă de extracție a substanțelor biologice active (SBA), având în vedere producția mică în comparație cu vișinele și coacăza neagră.

- Păstrarea extractelor hidroalcoolice în condiții anaerobe, la întuneric și la o temperatură de 15 ÷ 20 °C permite conservarea potențialului bioactiv al fructelor de vișină și coacăză neagră. Potențialul biologic ridicat al fructelor de vișină și coacăză neagră demonstrat experimental permite extrapolarea posibilelor beneficii pentru sănătate în mai multe boli, cum ar fi cele

cardiovasculare, diabetul, patologii inflamatorii și hemolitice [1], precum și aplicarea acestora în formulările farmaceutice și în nutraceuticele alimentare.

- Metodele fizico-chimice (HPLC și spectrofotometrice) sunt propice pentru stabilirea concentrațiilor diferitor clase de compuși organici în probele de studiu hidroalcoolice pentru aprecierea sumară a conținutului de SBA.

- Au fost stabilite corelații pozitive majore, $R^2=0,98$ și $p < 0,01$, între conținutul de antociani și parametrii de culoare, confirmând că acești compuși fenolici sunt cei mai importanți constituenți ai culorii în fructele analizate.

BIBLIOGRAFIE

1. Moure, A., Cruz, J.M. Natural antioxidants from residual sources. In: Food Chem., 2001, vol. 71 (2), 145-171.
2. Shahidi, F., Amibigaipalan, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – a review. In: Journal of Functional Foods, 18(B), 2015, 820-827.
3. Chiochio, I., Mandrone, M., Tomasi, P., Marincich, L., Poli, F. Plant Secondary Metabolites: An Opportunity for Circular Economy. In: Molecules, 2021, 26, 495.
4. Saha, A., Basak, B.B. Scope of value addition and utilization of residual biomass from medicinal and aromatic plants. In: Ind. Crops. Prod. 2020, 145, 111979.
5. Gutiérrez-Escobar, R., Aliaño-González, M.J., Cantos-Villar, E. Wine polyphenol content and its influence on wine quality and properties: A review. In: Molecules, 2021, 26, 718.
6. Newair, E.F., Kilmartin, P.A., Garcia, F. Square wave voltametric analysis of polyphenol content and antioxidant capacity of red wines using glassy carbon and disposable carbon nanotubes modified screen-printed electrodes. In: Eur. Food Res. Technol., 244, 2018, 1225–1237, <https://doi:10.1007/s00217-018-3038-z>
7. Martelo-Vidal, M.J., Vázquez, M. Determination of polyphenolic compounds of red wines by UV–VIS–NIR spectroscopy and chemometrics tools. In: Food Chem., 158, 2014, <https://doi:10.1016/j.foodchem.2014.02.080>
8. Singleton, V. L., Rossi, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. In: American Journal of Enology and Viticulture, 16, 1965, 144-158.
9. Zhang, A., Fang, Y., Wang, H., Li, H., Zhang, Z. Free-radical scavenging properties and reducing power of grape cane extracts from 11 selected grape cultivars widely grown in China. In: Molecules, 16(12), 2011, 10104-22, <https://doi:10.3390/molecules161210104>
10. Viñas, P., Campillo, N., Martínez-Castillo, N., Hernández-Córdoba, M. Solid-phase microextraction on-fiber derivatization for the analysis of some polyphenols in wine and grapes using gas chromatography-mass spectrometry. In: J. Chromatogr. A, 1216, 2009, 1279–1284, <https://doi:10.1016/j.chroma.2008.12.058>

11. Tashakkori, P., Tağaç, A.A., Merdivan, M. Fabrication of montmorillonite/ionic liquid composite coated solid-phase microextraction fibers for determination of phenolic compounds in fruit juices by gas chromatography and liquid chromatography. In: J. Chromatogr. A, 1635, 2021, 461741, <https://doi:10.1016/j.chroma.2020.461741>
 12. Moutounet, M., Rabier, P., Puech J. L., Verette, E., Barillere J.M. Analysis by HPLC of extractable substances in oak wood application to a Chardonnay wine. In: Sci. Aliment., 9, 1989, 35-51.
 13. Lukić, I., Radeka, S., Budić-Leto, I., Bubola, M., Vrhovsek, U. Targeted UPLC-QqQ-MS/MS profiling of phenolic compounds for differentiation of monovarietal wines and corroboration of particular varietal typicity concepts. In: Food Chem., 300, 2019, 125251, <https://doi:10.1016/j.foodchem.2019.125251>
 14. Garcia-Hernandez, C., Salvo-Comino, C., Martin-Pedrosa, F., Garcia-Cabezón, C., Rodríguez-Mendez, M.L. Analysis of red wines using an electronic tongue and infrared spectroscopy. Correlations with phenolic content and color parameters. In: LWT, 118, 2020, 108785, <https://doi:10.1016/j.lwt.2019.108785>
 15. Cetó, X., Céspedes, F., Del Valle, M. BioElectronic tongue for the quantification of total polyphenol content in wine. In: Talanta, 99, 2012, <https://doi:10.1016/j.talanta.2012.06.031>
 16. Rudnitskaya, A., Rocha, S.M., Legin, A., Pereira, V., Marques, J.C. Evaluation of the feasibility of the electronic tongue as a rapid analytical tool for wine age prediction and quantification of the organic acids and phenolic compounds. The case-study of Madeira wine. In: Anal. Chim. Acta, 662, 2010, 82-89, <https://doi:10.1016/j.aca.2009.12.042>
 17. Musteață, Gr., Sclifos, A., Gherciu-Musteață L., Covaci Ec. Îndrumar metodic. Controlul tehnico-chimic și microbiologic al băuturilor alcoolice. Chișinău: UTM, 2017, 80 p.
 18. Musa, K.H., Abdullah, A., Kuswandi, B., Hidayat, A. A novel high throughput method based on the DPPH dry reagent array for determination of antioxidant activity. In: Food Chemistry, 141, 2013, 4102-4106, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.112>
 19. Pintilescu, C. Multivariate Statistical Analysis (Analiză statistică multivariată). Iași: Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, 2007, România.
 20. Fu, Liang Han, Yan Xu. Effect of the structure of seven anthocyanins on self-association and colour in an aqueous alcohol solution. In: South African Journal of Enology and Viticulture, 2015, 36 (1), 105-116.
 21. Filimon, R., Niculaua, M., Sârbu, S., Filimon, R. Determination of chromatic characteristics of the hydroalcoholic extracts obtained from the fruits of some cherry and sour cherry varieties. In: Lucrări științifice seria Agronomie, 54 (1), 2011, 124-129.
 22. Apud, R., Stivala, M., Vaquero, M., Fernández, P. Bioactive compounds in wine: recent advances and perspectives. In: Nova, 2015, 135 p.
 23. Li, L., Hwang, E., Ngo, H.T.T. Ribes nigrum L. Prevents UVB-mediated Photoaging in Human Dermal Fibroblasts: Potential Antioxidant and Antiinflammatory Activity. In: Photochemistry and Photobiology, 94 (5), 2018, 1032-1039.
- MULȚUMIRI.** Aducem sincere mulțumiri realizatorilor Proiectului instituțional 020405 *Optimizarea tehnologiilor de procesare a alimentelor în contextul bioeconomiei circulare și schimbărilor climatice*, Bio-OpTehPAS, coordonator subprogram proiect dr. hab., conf. univ. Aliona GHENDOV-MOȘANU, proiect ce se desfășoară în cadrul Centrului de Cercetări Oenologice, Departamentul Oenologie și Chimie, Facultatea Tehnologie Alimentelor, UTM.