

Ministerul Educatiei si Cercetarii al Republicii Moldova



Universitatea Tehnică a Moldovei

**STUDIUL HPLC/DAD AL DERIVAȚILOR
ACIDULUI CINAMIC ÎN VEDEREA
MONITORIZĂRII CALITĂȚII ȘI SIGURANȚEI
VINURILOR**

Student :

**Grosu Catalina
Grupa TVPF-221**

Coordonator:

**Baerle Alexei
Dr., conf., univ.**

Chișinău, 2026

REZUMAT

Prezenta lucrare de licență este dedicată studiului compoziției fenolice și evaluării stabilității oxidative a unor vinuri autohtone moldovenești obținute din soiurile Fetească Neagră, Fetească Albă și Rară Neagră, utilizând metoda cromatografiei lichide de înaltă performanță în fază inversă cu detector cu rețea de diode (HPLC-DAD). Cercetarea a avut drept obiectiv identificarea și cuantificarea principalilor compuși fenolici și a derivaților acestora, precum și corelarea rezultatelor analitice cu proprietățile senzoriale, stabilitatea și calitatea vinurilor analizate, care mai apoi, la rândul lor influențează siguranța consumatorului.

În cadrul studiului au fost investigate vinuri roșii seci din soiul Fetească Neagră 2025, vinuri rosé seci din soiul Rară Neagră 2024 și vinuri albe seci din soiul Fetească Albă 2025, provenite de la diferiți producători autohtoni. Analizele cromatografice au fost realizate cu ajutorul unui sistem cromatografic Agilent Technologies seria 1260 Infinity, echipat cu detector cu rețea de diode (DAD – Diode Array Detector), autosampler automat și coloană cromatografică C18, utilizând eluare în gradient pentru separarea compușilor fenolici. Achiziția și prelucrarea datelor cromatografice au fost efectuate prin intermediul software-ului Agilent OpenLab CDS ChemStation.

Rezultatele obținute au evidențiat existența unor profile fenolice distincte pentru fiecare categorie de vin analizată. Vinurile roșii din soiul Fetească Neagră au prezentat cele mai ridicate concentrații de antocieni, flavonoli și derivați ai acizilor cinamici, demonstrând o structură fenolică complexă și o capacitate antioxidantă ridicată. Vinurile rosé din soiul Rară Neagră au evidențiat concentrații moderate de compuși fenolici, specifice extracției limitate din timpul procesului tehnologic, în timp ce vinurile albe din soiul Fetească Albă au prezentat cele mai reduse concentrații ale compușilor fenolici, caracteristice acestei categorii de produse.

Evaluarea organoleptică a probelor a confirmat datele cromatografice, vinurile roșii prezentând profile aromatice complexe și structură gustativă amplă, vinurile rosé caracterizându-se prin prospețime și arome de fructe roșii, iar vinurile albe evidențiind note florale și fructate specifice soiului Fetească Albă.

În urma cercetărilor efectuate s-a constatat că toate probele analizate prezintă profile fenolice conforme caracteristicilor tipice ale soiurilor și tehnologiilor de vinificare utilizate, fără indicii de degradare oxidativă severă sau neconformități care ar putea afecta siguranța consumatorului. Studiul confirmă importanța compușilor fenolici în stabilitatea oxidativă, capacitatea antioxidantă și calitatea senzorială a vinurilor și demonstrează eficiența sistemului cromatografic Agilent Technologies seria 1260 Infinity și a metodei HPLC-DAD pentru analiza și evaluarea produselor vinicole moderne.

Summary

This bachelor's thesis is dedicated to the study of the phenolic composition and the evaluation of the oxidative stability of Moldovan autochthonous wines obtained from the Fetească Neagră, Fetească Albă, and Rară Neagră grape varieties, using the high-performance liquid chromatography method in reversed phase coupled with a diode array detector (HPLC-DAD). The research aimed to identify and quantify the main phenolic compounds and their derivatives, as well as to correlate the analytical results with the sensory properties, stability, and quality of the analyzed wines, which subsequently influence consumer safety.

The study investigated dry red wines from the Fetească Neagră 2025 variety, dry rosé wines from the Rară Neagră 2024 variety, and dry white wines from the Fetească Albă 2025 variety, produced by different local wineries. Chromatographic analyses were performed using an Agilent Technologies 1260 Infinity chromatographic system equipped with a diode array detector (DAD – Diode Array Detector), automatic autosampler, and C18 chromatographic column, employing gradient elution for the separation of phenolic compounds. Data acquisition and chromatographic processing were carried out using Agilent OpenLab CDS ChemStation software.

Prior to chromatographic analysis, wine samples underwent preliminary preparation, including proper dilution and filtration through hydrophobic PTFE filters with a pore size of 0.22 μm using sterile laboratory syringes. After filtration, the samples were transferred into 1.5 mL chromatographic vials compatible with the HPLC autosampler for automatic injection and chromatographic analysis.

The obtained results revealed distinct phenolic profiles for each analyzed wine category. Red wines from the Fetească Neagră variety showed the highest concentrations of anthocyanins, flavonols, and cinnamic acid derivatives, demonstrating a complex phenolic structure and high antioxidant capacity. Rosé wines from the Rară Neagră variety exhibited moderate concentrations of phenolic compounds, characteristic of the limited extraction occurring during the technological process, while white wines from the Fetească Albă variety presented the lowest concentrations of phenolic compounds, specific to this category of products. The organoleptic evaluation of the samples confirmed the chromatographic data. Red wines exhibited complex aromatic profiles and broad gustatory structure, rosé wines were characterized by freshness and red fruit aromas, while white wines displayed floral and fruity notes specific to the Fetească Albă variety.

Based on the conducted research, it was established that all analyzed samples presented phenolic profiles consistent with the typical characteristics of the grape varieties and winemaking technologies used, without indications of severe oxidative degradation or non-conformities that could negatively affect consumer safety. The study confirms the importance of phenolic compounds in the oxidative stability, antioxidant capacity, and sensory quality of wines, and demonstrates the efficiency of the Agilent Technologies 1260 Infinity chromatographic system and the HPLC-DAD method for the analysis and evaluation of modern wine products.

CUPRINS

REZUMAT.....	9
INTRODUCERE.....	13
Capitolul 1. Structura chimică și rolul biologic al acizilor cinamici din struguri.....	16
1.1 Ce sunt acizii cinamici.....	16
1.2 Structura chimica a acizilor cinamici.	18
1.3 Derivații acizilor cinamici în struguri și vinuri.....	20
1.4 Rolul biologic al acizilor cinamici in struguri si vinuri.....	23
1.5 Rolul antioxidant și stabilitatea oxidativă.....	23
1.6 Influența asupra proprietăților senzoriale.....	24
1.7 Rolul în calitate și siguranță.....	26
2. Influența acizilor cinamici asupra proprietăților senzoriale ale vinurilor.....	27
2.1 Influența generală asupra proprietăților senzoriale.....	27
2.2 Soiul Fetească Albă și influența acizilor cinamici asupra vinului.....	27
2.3 Soiul Fetească Neagră și influența acizilor cinamici asupra vinului.....	29
2.4 Soiul Rară Neagră și influența acizilor cinamici asupra vinului.....	31
3. Acizii cinamici ca indicatori direcți și indirecti de calitate și siguranța.....	32
3.1 Acizii cinamici ca indicatori direcți ai calității.....	32
3.2 Acizii cinamici ca indicatori indirecti ai calității.....	33
3.3 Rolul în siguranța vinurilor.....	33
3.4 Importanța metodei HPLC/DAD în monitorizare, compararea cu alte metode de determinare a acizilor cinamici.....	34
Capitolul 2. Metode de identificare-dozare Acizilor Cinamici (cu accent la HPLC/DAD)....	37
4.1 Metode clasice de analiză a acizilor hidroxicinamici.....	37
4.2 Principiul metodei HPLC.....	38
4.3 Detectorul cu aranjament de diode (DAD).....	41
4.4 Etapele analizei HPLC/DAD.....	43
4.5 Avantajele metodei HPLC/DAD.....	44
4.6 Aplicarea metodei în analiza vinurilor studiate.....	44
Capitolul 3. Studiul experimental.....	46
5.1 Principiul metodei de cercetare.....	46
5.2 Descriere metodologiilor de cercetare și materialelor utilizate.....	55
5.3 Interpretarea statistică a datelor experimentale.....	83
5.4 Caracteristica organoleptică a probelor de vin sec.	90
5.5 Concluzie.....	95
BIBLIOGRAFIE.	

INTRODUCERE

Sectorul vitivinicol reprezintă unul dintre cele mai importante domenii ale industriei agroalimentare, având o relevanță economică, socială și culturală deosebită în numeroase regiuni viticole ale lumii. În Republica Moldova, viticultura și vinificația constituie ramuri tradiționale ale agriculturii, caracterizate printr-o diversitate considerabilă de soiuri autohtone și prin dezvoltarea continuă a tehnologiilor de producere și analiză a vinurilor. În contextul actual al globalizării pieței vinurilor și al creșterii exigențelor consumatorilor privind calitatea și siguranța produselor alimentare, monitorizarea compoziției chimice a vinurilor devine un element esențial pentru asigurarea conformității produselor și pentru menținerea competitivității producătorilor.

Compoziția chimică a vinului este extrem de complexă, fiind rezultatul interacțiunii dintre compușii naturali ai strugurilor, procesele biochimice din timpul fermentației și transformările care au loc în timpul maturării și depozitării. Printre clasele importante de compuși care contribuie la caracteristicile chimice și senzoriale ale vinului se numără compușii fenolici. Aceștia sunt responsabili, în mare măsură, de culoarea, structura, stabilitatea oxidativă și proprietățile antioxidante ale vinurilor. În cadrul acestei categorii, acizii hidroxicinamici și derivații acestora ocupă un rol important, fiind implicați atât în procesele metabolice ale plantei, cât și în transformările chimice care au loc în timpul vinificației.

Acizii hidroxicinamici sunt derivați ai acidului cinamic și includ compuși precum acidul cafeic, acidul p-cumaric, acidul ferulic și esterii acestora cu acidul tartric, cum ar fi acidul caftaric și acidul coutaric. Acești compuși sunt prezenți în mod natural în struguri și, ulterior, în vinuri, contribuind la stabilitatea chimică și la evoluția caracteristicilor senzoriale ale produsului final. În același timp, acizii hidroxicinamici pot participa la diverse reacții de oxidare sau transformări microbiologice, generând compuși secundari care pot influența pozitiv sau negativ calitatea vinului. Din acest motiv, analiza acestor compuși este deosebit de importantă pentru evaluarea calității materiei prime și pentru monitorizarea proceselor tehnologice din vinificație.

În ultimele decenii, dezvoltarea metodelor moderne de analiză instrumentală a permis studierea detaliată a compoziției fenolice a vinurilor. Dintre tehnicile utilizate în analiza compușilor fenolici, cromatografia lichidă de înaltă performanță (HPLC – High Performance Liquid Chromatography) s-a impus ca una dintre cele mai eficiente și precise metode de separare și identificare a acestor substanțe. Utilizarea detectorului cu aranjament de diode (DAD – Diode Array Detector) permite înregistrarea spectrelor de absorbție în domeniul ultraviolet și vizibil pentru fiecare compus separat cromatografic, facilitând identificarea și cuantificarea acestora cu o mare acuratețe.

Astfel, metoda HPLC/DAD este larg utilizată în laboratoarele de cercetare și control al calității vinurilor pentru analiza compoziției fenolice și pentru evaluarea stabilității produselor vitivinicole.

În acest context, studierea derivaților acidului cinamic prin metode cromatografice moderne reprezintă o direcție importantă de cercetare în domeniul oenologiei. Analiza acestor compuși oferă informații relevante privind compoziția fenolică a vinurilor, influența soiului de struguri, condițiile tehnologice de vinificație și evoluția vinurilor în timpul maturării. De asemenea, monitorizarea acizilor hidroxicinamici și a derivaților acestora poate contribui la identificarea unor posibile defecte microbiologice sau oxidative, constituind un instrument util pentru controlul calității și siguranței produselor.

Prezenta lucrare abordează studiul derivaților acidului cinamic din vinuri prin metoda HPLC/DAD, având ca scop evaluarea rolului acestor compuși în monitorizarea calității și siguranței vinurilor. Cercetarea se bazează pe analiza unor probe de vin obținute din soiuri reprezentative pentru viticultura Republicii Moldova, și anume: vin roșu din soiul Fetească Neagră recolta anului 2025, vin alb din soiul Fetească Albă recolta anului 2025 și vin rosé din soiul Rară Neagră recolta anului 2024.

Alegerea acestor probe se bazează pe importanța economică și oenologică a acestor soiuri autohtone, precum și pe particularitățile lor compoziționale, care pot influența profilul fenolic al vinurilor. Soiul Fetească Neagră este unul dintre cele mai valoroase soiuri autohtone de struguri roșii, recunoscut pentru capacitatea sa de a produce vinuri cu structură fenolică complexă, intens colorate și cu un potențial bun de maturare. Compoziția fenolică a acestor vinuri este influențată de conținutul ridicat de antociani, taninuri și acizi fenolici, inclusiv derivați ai acidului cinamic. Analiza acestor compuși poate oferi informații relevante privind caracteristicile chimice ale vinului și evoluția sa în timp.

Soiul Fetească Albă, la rândul său, reprezintă unul dintre cele mai răspândite soiuri de struguri albi din regiune, fiind apreciat pentru vinurile proaspete și aromate pe care le produce. În vinurile albe, acizii hidroxicinamici joacă un rol important în procesele de oxidare și în stabilitatea culorii, motiv pentru care analiza acestora este esențială pentru evaluarea calității vinului.

Vinurile rosé obținute din soiul Rară Neagră se caracterizează printr-un profil aromatic delicat și o structură fenolică moderată, determinată de durata relativ scurtă a macerării cu pielețele. Studiul compușilor fenolici din aceste vinuri, inclusiv al derivaților acidului cinamic, poate contribui la înțelegerea proceselor de extracție fenolică și la optimizarea tehnologiilor de producere a vinurilor rosé. Prin analiza comparativă a acestor trei tipuri de vinuri, lucrarea își propune să evidențieze variațiile compoziției fenolice în funcție de soiul de struguri, tipul de vin și anul de recoltă. Rezultatele obținute pot contribui la o mai bună înțelegere a rolului derivaților acidului cinamic în structura

chimică a vinurilor și la dezvoltarea unor metode eficiente de monitorizare a calității produselor vitivinicole.

Scopul principal al acestei lucrări este studiul derivaților acidului cinamic din vinuri prin metoda HPLC/DAD în vederea monitorizării calității și siguranței vinurilor. Pentru realizarea acestui scop au fost stabilite următoarele obiective:

1. Analiza literaturii de specialitate privind compușii fenolici din struguri și vinuri, cu accent pe acizii hidroxicinamici;
2. Caracterizarea rolului acizilor cinamici în determinarea proprietăților senzoriale și a stabilității vinurilor;
3. Descrierea metodelor analitice utilizate pentru identificarea și dozarea acestor compuși;
4. Aplicarea metodei HPLC/DAD pentru identificarea și cuantificarea derivaților acidului cinamic în probele de vin analizate;
5. Evaluarea rezultatelor obținute în raport cu calitatea și siguranța vinurilor studiate.

Prin abordarea acestor obiective, lucrarea contribuie la aprofundarea cunoștințelor privind compoziția fenolică a vinurilor și la evidențierea utilității metodelor cromatografice moderne în controlul calității produselor vitivinicole.

BIBLIOGRAFIE

1. „Open Notebook Science Challenge: Solubilities of Organic Compounds in Organic Solvents”. Nature Precedings. 2010. doi:10.1038/npre.2010.4243.3. Dorothea Garbe "Cinnamic Acid" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2000, Wiley-VCH, Weinheim. doi:10.1002/14356007.a07_099 Budavari, Susan, ed. (1996), The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals (ed. a 12-a), Merck, ISBN 0911910123 Cinnamic acid, flavornet.org. https://ro.wikipedia.org/wiki/Acid_cinamic , accesat la data de 18.03.2026.
2. JACKSON, Ronald S. Wine Science: Principles and Applications. 4th ed. Amsterdam: Academic Press, 2014.
3. WATERHOUSE, Andrew L.; SACKS, Gavin L.; JEFFERY, David W. Understanding Wine Chemistry. Chichester: Wiley, 2016.
4. RIBÉREAU-GAYON, Pascal; GLORIES, Yves; MAUJEAN, Alain; DUBOURDIEU, Denis. Handbook of Enology. Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. Chichester: Wiley, 2006.
5. MORENO, Juan; PEINADO, Rafael. Enological Chemistry. Amsterdam: Academic Press, 2012.
6. CHEYNIER, Véronique. Polyphenols in foods are more complex than often thought. American Journal of Clinical Nutrition, 2005, vol. 81, nr. 1, p. 223S–229S.
7. CASTILLO-MUÑOZ, Noemí et al. Hydroxycinnamic acids and flavan-3-ols in grapes and wines. Food Chemistry, 2007, vol. 102, nr. 4, p. 1321–1328.
8. OLIVEIRA, Carla M.; FERREIRA, Ana C.S.; DE FREITAS, Victor; SILVA, Artur M.S. Oxidation mechanisms of wine phenolic compounds. Food Research International, 2011, vol. 44, p. 1115–1126.
9. KALLITHRAKA, Stamatina; SALACHA, Maria I.; TZOUROU, Ioanna. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of wines. Food Chemistry, 2009, vol. 113, nr. 2, p. 500–505.
10. LORRAIN, Bénédicte; KY, Isabelle; PECHAMAT, Laetitia; TEISSEDRE, Pierre-Louis. Evolution of phenolic compounds in wine. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2013, vol. 53, nr. 7, p. 683–712.
11. FLAMINI, Riccardo; DE ROSSO, Massimo; DE MARCHI, Francesco. High-performance liquid chromatography in wine analysis. Journal of Chromatography A, 2013, vol. 1287, p. 1–9.
12. REVILLA, Emilio; RYAN, John M. Analysis of phenolic compounds in wines by HPLC. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, vol. 48, p. 484–488.
13. NAÇZK, Marian; SHAHIDI, Fereidoon. Extraction and analysis of phenolics in food. Journal of Chromatography A, 2004, vol. 1054, p. 95–111.
14. RICE-EVANS, Catherine A.; MILLER, Nicholas J.; PAGANGA, George. Antioxidant properties of phenolic compounds. Free Radical Biology and Medicine, 1997, vol. 22, nr. 5, p. 933–956.
15. BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-food products. Food Chemistry, 2006, vol. 99, p. 191–203.
16. PÉREZ-MAGARIÑO, S.; GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, M.L. Evolution of phenolic compounds during wine aging. Food Chemistry, 2004, vol. 85, p. 465–472.
17. DE BEER, Danie; JOUBERT, Elizabeth; GELDERBLUM, Wentzel C.A.; MANLEY, Marena. Phenolic compounds: structure and biological activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, vol. 50, p. 2393–2399.

18. BURNS, J.; GARDNER, P.T.; MATTHEWS, D. Extraction of phenolics and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, vol. 49, p. 5797–5802.
19. KENNEDY, James A. Grape and wine phenolics: Observations and recent findings. *Ciencia e Investigación Agraria*, 2008, vol. 35, nr. 2, p. 107–120.
20. NĂSTAS, V.; POPA, A. *Chimia vinului*. Chișinău: UTM, 2018.
21. *Codul practicilor oenologice*. Chișinău: Oficiul Național al Viei și Vinului, ediția actualizată.
22. Vasile Arhip. AMPELOGRAFIE. Indicații metodice pentru lucrarile de laborator. Chisinau: UTM, 2024. „Feteasca alba” p.36-39; „Feteasca neagra” p.72-74; „Rara neagra” p.82-84
23. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. – „Handbook of Enology. Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments”, Wiley, 2006.
24. Snyder, L.R., Kirkland, J.J., Dolan, J.W. *Introduction to Modern Liquid Chromatography*, ediția a III-a, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2010, pp. 1–45.
25. Dong, M.W. *Modern HPLC for Practicing Scientists*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2006, pp. 15–72.
26. Agilent Technologies. *Agilent Diode Array Detector Reference Manual*, Santa Clara, California, 2016, pp. 25–97.
27. Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. *Handbook of Enology. Volume 2: The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments*, John Wiley & Sons, Chichester, 2006, pp. 141–266.
28. Jackson R.S. – „Wine Science: Principles and Applications”, Academic Press, 2014.
29. Agilent Technologies. *Agilent 1260 Infinity II LC System – User Manual and Technical Overview*, Santa Clara, California, 2017, pp. 12–84. Skoog, D.A., Holler, F.J., Crouch, S.R. *Principles of Instrumental Analysis*, ediția a VII-a, Cengage Learning, Boston, 2018, pp. 785–842.
30. Meyer, V.R. *Practical High-Performance Liquid Chromatography*, ediția a V-a, John Wiley & Sons, Chichester, 2010, pp. 53–118.
31. Jackson, R.S. *Wine Science: Principles and Applications*, ediția a IV-a, Academic Press, London, 2014, pp. 287–394.
32. Bakker, J., Clarke, R.J. *Wine Flavour Chemistry*, ediția a II-a, Wiley-Blackwell, Oxford, 2012, pp. 95–184.
33. Moreno-Arribas, M.V., Polo, M.C. *Wine Chemistry and Biochemistry*, Springer, New York, 2009, pp. 215–336.
34. Covaci E., Arhip V. (2020) *Operațiuni tehnologice de condiționare și stabilizare a vinurilor: Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor de laborator*. Chișinău: Tehnica UTM, 65 pp. ISBN 978-9975-45-641-8
35. Nollet, L.M.L., Toldrá, F. *Handbook of Food Analysis by HPLC*, CRC Press, Boca Raton, 2012, pp. 233–318.
36. Waterhouse, A.L. “Wine Phenolics”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 957, 2002, pp. 21–36.
37. De Villiers, A., Vanhoenacker, G., Majek, P., Sandra, P. “Determination of Phenolic Compounds in Wine by Liquid Chromatography Coupled to Mass Spectrometry”, *Journal of Chromatography A*, Vol. 1054, 2004, pp. 195–204.
38. Revilla, E., Ryan, J.M. “Analysis of Several Phenolic Compounds with Potential Antioxidant

- Properties in Grape Extracts and Wines by High-Performance Liquid Chromatography–Photodiode Array Detection”, *Journal of Chromatography A*, Vol. 881, 2000, pp. 461–469.
39. OIV – Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts, International Organisation of Vine and Wine, Paris, 2023, pp. 45–129. Harris, D.C. *Quantitative Chemical Analysis*, ediția a IX-a, W.H. Freeman and Company, New York, 2016, pp. 640–689.
 40. Fanali, S., Haddad, P.R., Poole, C.F., Riekkola, M.L. *Liquid Chromatography: Fundamentals and Instrumentation*, Elsevier, Amsterdam, 2013, pp. 75–154
 41. Kazakevich, Y., Lobrutto, R. *HPLC for Pharmaceutical Scientists*, Wiley-Interscience, New Jersey, 2007, pp. 103–188.
 42. McMaster, M.C. *HPLC: A Practical User’s Guide*, ediția a II-a, Wiley-Interscience, New Jersey, 2007, pp. 21–96.
 43. Bakker J., Clarke R.J. – „*Wine Flavour Chemistry*”, Wiley-Blackwell, 2012.
 44. . Escarpa, A., González, M.C. – “Approach to the Content of Total Extractable Phenolic Compounds from Different Food Samples by Comparison of Chromatographic and Spectrophotometric Methods”, **Analytica Chimica Acta**, Vol. 427, 2001, pp. 119–127.
 45. Ignat, I., Volf, I., Popa, V.I. – “A Critical Review of Methods for Characterisation of Polyphenolic Compounds in Fruits and Vegetables”, *„Food Chemistry”*, Vol. 126, 2011, pp. 1821–1835.
 46. Flamini, R., Mattivi, F., Rosso, M.D., Arapitsas, P., Bavaresco, L. – „Advanced Knowledge of Three Important Classes of Grapevine and Wine Phenolics: Anthocyanins, Stilbenes and Flavonols”, *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 14, 2013, pp. 19651–19669.
 47. Careri, M., Corradini, C., Elvirio, L., Nicoletti, I., Zagnoni, I. – “Direct HPLC Analysis of Quercetin and Trans-Resveratrol in Red Wine, Grape, and Winemaking Byproducts”, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Vol. 51, 2003, pp. 5226–5231.
 48. Sun, J., Liang, F., Bin, Y., Li, P., Duan, C. – “Screening Non-Colored Phenolics in Red Wines Using Liquid Chromatography/Ultraviolet and Mass Spectrometry/Mass Spectrometry Libraries”, **Molecules**, Vol. 12, 2007, pp. 679–693.
 49. Monagas, M., Gómez-Cordovés, C., Bartolomé, B., Laureano, O., Ricardo-da-Silva, J.M. – “Monomeric, Oligomeric, and Polymeric Flavan-3-ol Composition of Wines and Grapes from *Vitis vinifera* L. cv. Graciano, Tempranillo, and Cabernet Sauvignon”, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Vol. 51, 2003, pp. 6475–6481.
 50. Rodríguez-Delgado, M.A., González-Hernández, G., Conde-González, J.E., Pérez-Trujillo, J.P. – “Principal Component Analysis of the Polyphenol Content in Young Red Wines”, **Food Chemistry**, Vol. 78, 2002, pp. 523–532.
 51. Gómez-Plaza, E., Gil-Muñoz, R., López-Roca, J.M., Martínez, A. – “Color and Phenolic Compounds of a Young Red Wine as Affected by Winemaking Techniques”, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Vol. 48, 2000, pp. 736–741.
 52. Rentzsch, M., Wilkens, A., Winterhalter, P. – “Non-Flavonoid Phenolic Compounds”, în **Wine Chemistry and Biochemistry**, Springer, 2009, pp. 509–527.
 53. Sacchi, K.L., Bisson, L.F., Adams, D.O. – “A Review of the Effect of Winemaking Techniques on Phenolic Extraction in Red Wines”, **American Journal of Enology and Viticulture**, Vol. 56, 2005, pp. 197–206.

54. Covaci, E., Sclifos, A., Vladei N. Enhancing the Acidity and Sensory Profile of Two Wines from the Stefan Voda PGI Wine Region Using Native Grape Microflora. 2026/1, Food and Nutrition Sciences, 17 (1), 50-67. https://www.scirp.org/pdf/fns_2704280.pdf
55. Specificatii teoretice despre Agilent 1260 Infinity II LC System. <https://www.agilent.com/en/product/liquid-chromatography/hplc-systems/preparative-hplc-systems/1260-infinity-ii-preparative-lc-system> - accesat 04.04.2026
56. Imagine ‘Anexa 3.3 Agilent Technologies seria 1260 Infinity, echipat cu detector cu rețea de diode (DAD – Diode Array Detector), utilizat în studiul experimental. “ <https://www.agilent.com/en/product/liquid-chromatography/hplc-systems/gpc-sec-solutions/1260-infinity-ii-gpc-sec-system> -accesat 04.04.2026
57. Scutaru Iu. Oenochimie Partea 2. Substanțele fenolice ale vinurilor, Chișinău, Editura Tehnica-UTM, 2020.
58. Balanuță, A., Sclifos, A., Scutaru, I., Zgardan, D., Mitina, I., Nazaria, A. Bazele științifice și tendințe noi în oenologie. Indicații metodice pentru efectuarea lucrărilor de laborator. Chișinău, Editura „Tehnica-UTM”, 2023.-56 p. ISBN 978-9975-45-893-1
59. Vladei, N., Covaci, E. Tehnici de analiză senzorială a vinului: Note de curs. Chișinău, Editura „Tehnica-UTM”, 2025. 87 p. ISBN: 978-9975-64-522-5.
60. Scutaru Iu. Aplicarea Spectroscopiei UV-VIS în studiul produselor vitivinicole. Chișinău, Editura Tehnica-UTM 2021, 32 p.
61. Musteață Gr., Gherciu-Musteață L., Sclifos A., Covaci E. Controlul tehnico-chimic și microbiologic al băuturilor alcoolice. Îndrumar pentru realizarea lucrărilor de laborator. Chișinău, Editura Tehnica-UTM, 2017, 88 p.
62. Covaci, E., Balanuță, A., Scutaru, I., Codrean, S. A. (2012). Capitolul IX. Optimizarea procesului de fermentare a strugurilor în vederea majorării conținutului de substanțe biologice active. Teoria și Arta Educației Fizice în Școală, (4), 230-267.
63. Covaci, E., Mîndru, A. (2023). The consumption preferences of the Republic of Moldova population regarding wines and alcoholic beverages. Journal of Social Sciences, 6(2), 47-58. ISSN 2587-3490.
64. Metodele de analiză în domeniul fabricării vinurilor HG no. 708 din 20.09.2011. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=72491&lang=ro
65. Sturza Rodica, Balanuță Anatol, Sclifos Aliona și Covaci Ecaterina. Indicații metodice pentru realizarea proiectelor de an și de licență la proiectarea întreprinderilor vitivinicole. 3,75 c.a, 50 exemple, Tehnica – UTM, 2023, ISBN- 978-9975-45-945-7