



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**CALITATEA ȘI SIGURANȚA CĂRNII DE PORC  
IMPORTATE ȘI LOCALE**

**Student:**

**Potîngă Irina**

**Conducător:**

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

**Chișinău, 2022**

## Rezumat

la lucrarea științifică a studentei Potîngă Irina, cu subiectul:

„Calitatea și siguranța cărnii de porc importante și locale.”

În teza de master au fost studiate și expuse date generale despre carne, structura cărnii, valoarea nutritivă a acesteia și clasificări, cu accent nemijlocit pe carnea de porcină. De asemenea a fost descris succint conceptul de calitate și siguranță a cărnii, pentru a sublinia specificul lucrării.

Totodată, a fost identificată și structurată cea mai potrivită metodă instrumentală pentru îndeplinirea scopului propus: verificarea metodelor de determinare a conținutului de vitamine din grupa B, cât și a vitaminelor liposolubile, ca indicator a calității cărnii. Date despre metoda HPLC, funcționarea sistemului și elementele cheie ale acestuia au fost prezentate. Cât și se găsesc informații despre fiecare compus ce prezintă interes de identificare - caracteristicile și proprietățile vitaminelor.

În lucrarea propriu-zisă este prezentată cercetarea vizând identificarea vitaminelor în probe de carne, realizată în cadrul laboratorului UTM, cu ajutorul instrumentelor și reactivilor de care dispune instituția. Inițial a fost selectată metoda specifică utilizării sistemului HPLC și reactivii potriviți pentru demararea corespunzătoare a procesului. O etapă majoră a fost pregătirea probelor pentru analiză: probe de ficat de bovină, ficat de porc și respectiv de găină, probe standard de vitamine, probe de pulpă de porc importată și de origine locală. După care analiza însuși s-a demarat, cu o durată de 30 min pentru fiecare probă în parte. În rezultat au fost obținute multicromatogramele fiecărei probe, date de vizualizare a spectrelor UV/vis pe lungimile de undă selectate de către noi, conform interesului de cercetare.

Rezultatele au fost caracterizate și abordate în raport cu date standard și informațiile din surse bibliografice, confirmând prezența în probe a câtorva vitamine hidrosolubile.

Teza de master este constituită din 3 capitole și alcătuiește un volum de X pagini, în care au fost prezentate 14 tabele, 12 figuri și 28 imagini, 5 anexe și 5x surse bibliografice.

## Summary

to the scientific paper of the student Irina Potîngă with the subject:  
„Quality and safety of imported and local pork”

In the Master's Degree Thesis, general data on meat, the structure of the meat, its nutritional value and classifications were studied and presented, with a direct focus on pork meat. The concept of meat quality and safety was also briefly described, in order to emphasize the specifics of the paper. At the same time, the most suitable instrumental method for fulfilling the purpose of the work was identified and structured: the verification of the methods for determining the content of B vitamins, as well as of the fat-soluble vitamins, as an indicator of the quality of the meat. Data on the HPLC method, system operation and its key elements were introduced. As well as information on each compound that is of interest for identification - the characteristics and properties of vitamins.

The paper itself presents the research aimed at identifying vitamins in meat samples, carried out in the TUM laboratory, using tools and reagents available to the institution. Initially, the specific method of using the HPLC system and the appropriate reagents were selected for a proper start of the process. A major step was the preparation of samples for analysis: samples of beef, pork and chicken liver, standard vitamin samples, samples of imported and locally sourced pork meat. After that, the analysis itself started, with a duration of 30 minutes for each individual sample. As a result, the multichromatograms of each sample were obtained, data for visualization of UV/vis spectra on the wavelengths selected by us, according to the research interest.

The results were characterized and approached in relation to standard data and information from bibliographic sources, confirming the presence in samples of several water-soluble vitamins.

The thesis consists of 3 chapters, a volume of X pages, in which were presented 14 tables, 12 figures and 28 images, 5 annexes and 5x bibliographic sources.

## Lista tabelelor

1	<b>Tabel 1.1</b>	Conținutul de vitamine al cărnii de porcină în funcție de regiunea anatomică [8]
2	<b>Tabel 1.2</b>	Compoziția cărnii de porcină în funcție de regiunea anatomică și starea de îngrășare a animalului [8]
3	<b>Tabel 1.3</b>	Grila de clasificare a carcaselor de porcine [14]
4	<b>Tabel 2.1</b>	Formele posibile ale tocoferolului [51]
5	<b>Tabel 2.2</b>	Compoziția probelor de vitamine supuse analizei HPLC
6	<b>Tabel 3.1</b>	Conținutul de vitamine hidrosolubile în probă standard
7	<b>Tabel 3.2</b>	Conținutul de vitamine hidrosolubile în proba de ficat de bovină
8	<b>Tabel 3.3</b>	Conținutul de vitamine hidrosolubile în proba de ficat de porcină
9	<b>Tabel 3.4</b>	Conținutul de vitamine hidrosolubile în proba de ficat de găină
10	<b>Tabel 3.5</b>	Aprecierea organoleptică a mostrelor de carne de porc locală și importată, repodent 1
11	<b>Tabel 3.6</b>	Aprecierea organoleptică a mostrelor de carne de porc locală și importată, repodent 2
12	<b>Tabel 3.7</b>	Aprecierea organoleptică a mostrelor de carne de porc locală și importată, repodent 3
13	<b>Tabel 3.8</b>	Conținutul de vitamine hidrosolubile în proba de carne de porc locală
14	<b>Tabel 3.9</b>	Conținutul de vitamine hidrosolubile în proba de carne de porc importată

## Lista figurilor

1	<b>Figura 1.1</b>	Structura mușchiului [9]
2	<b>Figura 1.2</b>	Structura mușchiului striat [adaptat din 10, 12]
3	<b>Figura 1.3</b>	Organizarea structurală a colagenului [11]
4	<b>Figura 2.1</b>	Piridoxal 5-fosfat, forma activă metabolic a B6
5	<b>Figura 2.2</b>	Structura chimică a ciancobalaminei [23]
6	<b>Figura 2.3</b>	Formula chimică a retinolului
7	<b>Figura 2.4</b>	Diferența dintre moleculele de ergocalciferol și colecalciferol, formulele chimice
8	<b>Figura 2.5</b>	Aspectul schematic al unui sistem HPLC [36]
9	<b>Figura 2.6</b>	Schema procesului de pregătire a analizei HPLC
10	<b>Figura 2.7</b>	Schema probelor supuse analizei HPLC
11	<b>Figura 3.1</b>	Sursele erorilor generate în timpul analizei cromatografice [49]
12	<b>Figura 3.2</b>	Timpul consumat pentru analiza cromatografică [49]

## Lista imaginilor

1	<b>Imagine 2.1</b>	Un sistem HPLC tipic: A – aspect interior [36], B – aspect exterior [38]
2	<b>Imagine 2.2</b>	Ilustrare schematică a unei cromatograme [39]
3	<b>Imagine 2.3</b>	Graficul evoluției concentrației fazei B
4	<b>Imagine 2.4</b>	Cele 3 amestecuri de ficat (bovină, porc, găină) după mărunțire în mixer și ultrasunet.
5	<b>Imagine 2.5</b>	Probă de ficat supusă ultrasunetului
6	<b>Imagine 2.6</b>	Probă de ficat centrifugată
7	<b>Imagine 2.7</b>	Pregătirea probelor standard vitamine
8		
9	<b>Imagine 2.8 și 2.9</b>	Proba de carne de porc în procesul de mărunțire cu blender manual
10	<b>Imagine 2.10</b>	Probe plasate în sistem HPLC (probe de ficat, probe standard și soluția blanc
11	<b>Imagine 2.11</b>	Aparatul utilizat pentru analiza HPLC, SHIMADZU LC-2030C 3D Plus, liquid chromatograph
12	<b>Imagine 3.1</b>	Date oferite de sistemul HPLC privind proba Standard II
13	<b>Imagine 3.2</b>	Spectru UV/vis pentru B1 din surse bibliografice [46]
14	<b>Imagine 3.3</b>	Spectru UV/Vis a B1 din proba Standard II
15	<b>Imagine 3.4</b>	Spectru UV/Vis a B6 din proba Standard II
16	<b>Imagine 3.5</b>	Spectru UV/vis pentru B6 din surse bibliografice [46]
17	<b>Imagine 3.6</b>	Spectru UV/vis pentru B12 din surse bibliografice [47]
18	<b>Imagine 3.7</b>	Spectru UV/Vis a B12 din proba Standard II
19	<b>Imagine 3.8</b>	Date oferite de sistemul HPLC privind proba de ficat de bovină
20	<b>Imagine 3.9</b>	Spectru UV/vis pentru B2, din surse bibliografice [48]
21	<b>Imagine 3.10</b>	Date oferite de sistemul HPLC privind proba de ficat de porcină
22	<b>Imagine 3.11</b>	Spectru UV/vis pentru isomer a vitaminei B2 iso în proba de ficat de porcină
23	<b>Imagine 3.12</b>	Date oferite de sistemul HPLC privind proba de ficat de găină
24	<b>Imagine 3.13</b>	Spectru UV/vis pentru a vitaminei B2, proba ficat de găină
25	<b>Imagine 3.14</b>	Spectru UV/vis a vitaminei B2iso, proba ficat de găină
26	<b>Imagine 3.15</b>	Date oferite de sistemul HPLC privind proba de carne de porcină locală
27	<b>Imagine 3.16</b>	Date oferite de sistemul HPLC privind proba de carne de porcină importată (dil.4)
28	<b>Imagine 3.17</b>	Date oferite de sistemul HPLC privind proba de carne de porcină locală (dil.8)

# CUPRINS

Lista tabelelor .....	8
Lista figurilor .....	8
Lista imaginilor .....	9
INTRODUCERE.....	12
1. Cadru conceptual: calitatea și siguranța cărnii de porcină .....	13
1.1 Carne – generalități .....	14
1.1.1 Compoziția cărnii .....	14
1.1.2 Valoarea nutritivă a cărnii .....	19
1.2 Clasificarea și prezentarea carcaselor de porcine.....	20
1.3 Conceptul privind calitatea și siguranța cărnii .....	21
1.3.1 Calitatea cărnii .....	21
1.3.2 Siguranța cărnii.....	23
2. Sarcini propuse și metode .....	25
2.1 Vitamine – caracteristici, surse, analiză.....	25
2.1.1 Vitamine hidrosolubile – grupa B.....	25
2.1.2 Vitamine liposolubile .....	28
2.1.3 Analiza vitaminelor .....	31
2.2 Metoda HPLC .....	33
2.2.1 Principiul sistemului HPLC .....	34
2.2.2 Metoda cu gradient .....	37
2.3 Elaborarea metodei de pregătire a probei pentru analiza HPLC .....	37
2.3.1 Realizarea probelor de ficat .....	38
2.3.2 Realizarea probelor standard .....	40
2.3.3 Realizarea probelor de carne .....	41
3. Rezultate și discuții.....	45
3.1 Analiza probelor Standard.....	45
3.2 Rezultatele probelor de ficat .....	49
3.3 Rezultatele probelor de Pulpă Porc.....	55
3.3.1 Analiza organoleptică a cărnii .....	55
3.3.2 Carne de origine locală .....	58
3.3.3 Carne de import .....	60
3.4 Discuții asupra rezultatelor .....	62
CONCLUZII.....	64
BIBLIOGRAFIE.....	65

<b>ANEXA 1</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXA 2</b> .....	<b>70</b>
<b>ANEXA 3</b> .....	<b>71</b>
<b>ANEXA 4</b> .....	<b>74</b>
<b>ANEXA 5</b> .....	<b>75</b>

## INTRODUCERE

În ultimele decenii cererea de alimente se schimbă către un consum mai ridicat de carne și produse lactate, cât și alte produse alimentare care necesită mai multe resurse naturale [1]. Animalele furnizează numeroase bunuri și servicii oamenilor, cum ar fi laptele, carnea, ouăle, piei, fibrele, tracțiunea și îngrășăminte. Pe lângă acestea, ele servesc multe roluri sociale și financiare în comunități diferite [2].

Totodată, animalele și oamenii trăiesc mai aproape ca niciodată din cauza urbanizării, defrișărilor, schimbărilor climatice, creșterii populației, creșterii mobilității și intensificării industriei zootehnice. Aceasta înseamnă că bolile care sar de la animale la oameni (zoonoze) sunt în creștere și se pot răspândi în câteva ore sau zile. Astfel avem că aproximativ 75% din bolile infecțioase recent apărute care afectează oamenii sunt de origine animală [3]. Fapt ce ne atenționează tot mai mult organizarea și asigurarea calității și securității produselor de origine animală pe întregul lanțul alimentar, de la creșterea vieții, până la etapa de comercializare a produsului finit.

Astfel, calitatea cărnii depinde de un număr mare de variabile de la fermă la masă. Unele dintre cele mai importante sunt legate de tratamentul ante-mortem al animalelor. În plus, există și alte variabile, cum ar fi practicile de sacrificare, modificările post-mortem, manipularea carcasei la abator, depozitarea și practicile de gătit. Toți acești factori introduc o variabilitate mare atât în calitate, cât și siguranța cărnii. Respectiv, disponibilitatea tehnicilor de măsurare a factorilor de calitate și securitate este extrem de importantă pentru standardizarea calității, deoarece va fi hotărâtoare pentru acceptarea consumatorilor [16].

Nemijlocit carnea de porc are diverse calități benefice care o fac ușor de încorporat într-un meniu echilibrat. Varietatea de opțiuni variază de la bucăți decadente și aromate până la bucăți slabe și bogate în nutrienți, care sunt accesibile, ușor de făcut și plăcute oamenilor de toate vârstele. Carnea de porc este, de asemenea, plină de proteine, fiind ușor de inclus într-o dietă echilibrată și sănătoasă [4]. În felul următor poate fi declarat un produs calitativ, odată ce întrunește condițiile organoleptice, aspect fizic, comercial și este nutritiv.



## BIBLIOGRAFIE

1. FAO. *The future of food and agriculture – Trends and challenges*, 2017, pag.10
2. FAO. Agriculture and Consumer Protection Department, Animal Production and health: *Production Systems*. © 2021 ([www.fao.org/livestock-systems/](http://www.fao.org/livestock-systems/))
3. FAO, USAID. *Protecting people and animals from disease threats*, 2019, pag.4
4. Pork Checkoff. *Pork nutrition*. Disponibil: [www.pork.org](http://www.pork.org). ©National Pork Board 2021.
5. Comisia Europeană: *Prezentarea generală a sectorului cărnii de porc*. ©2021 Disponibil: [ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/animals-and-animal-products/animal-products/pork](http://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/animals-and-animal-products/animal-products/pork)
6. FAO: Animal Production and Health Division, *Pigs and...* ©2016. Disponibil: AGA webmaster
7. HOTĂRÎRE Nr. 696 din 04-08-2010 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „*Carne – materie primă. Producerea, importul și comercializarea*”
8. MINCU Iulian. *Tratat de dietetică*. București: Editura Medicală, 1974.
9. FAO. *Guidelines for slaughtering, meat cutting and further processing*. Rome: 1991. ISBN 92-5-102921-0. Disponibil: [www.fao.org](http://www.fao.org)
10. LISTRAT Anne, Bénédicte L., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Picard B. and Bugeon J. *How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality*. The Scientific World Journal 2016. Disponibil: [www.hindawi.com](http://www.hindawi.com)
11. MUSTEAȚĂ G., ZGARDAN D. *Biochimie*. UTM 2015. ISBN 978-9975-45-400-1
12. The BC Cook Articulation Committee. *Meat Cutting and Processing for Food Service*. Bccampus 2015. ISBN 978-1-989623-09-1.
13. FAO. *Met and meat products*. Animal Production and Health Division ©2015. Disponibil: AGA webmaster [www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/)
14. LEGE Nr. 27 din 10-03-2017 privind *Clasificarea carcaselor de bovine, porcine și ovine*. Guvernul RM.
15. TOLDRA F., REIG M., HERNANDEZ P., NAVARRO JL. *Lipids from pork meat as related to a healthy diet*. 1996
16. NOLLET Leo M. L. *Handbook of food Analysis*, pag.1961-1974
17. ALLARD Denis. *The “Farm to Plate” approach – Everyone’s Business*. Canadian Journal of Infectious Diseases, 13. ©2002. 10.1155/2002/578623.
18. FAO. *Technical guidance principles of risk-based meat inspection and their application*. Rome: 2019. ISBN: 978-92-5-131663-4

19. BAIGENT M. J., CARPENTER, Kenneth. "Vitamin", Encyclopedia Britannica. March 5, 2021. Disponibil: <https://www.britannica.com/science/vitamin>.
20. CLIFFORD J., CURELY J. *Water-Soluble Vitamins: B-Complex and Vitamin C*, CSU Extension. Revised 12/19. Disponibil: <https://extension.colostate.edu/topic-areas/nutrition-food-safety-health/>
21. National Institutes of Health. *Thiamine: Fact Sheet for Health Professionals*. Office of Dietary Supplements ©2019. Disponibil: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/>
22. School of Public Health, Harvard T.H.Chan. *The Nutrition Source*, © 2021. Disponibil: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/>
23. FAO. *Fish Feed Technology*. 1980. ISBN 92-5-100901-5
24. U.S. Department of Health and Human Services. *Vitamin B2 Fact Sheet for Health Professionals*. ©2020. Disponibil: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Riboflavin-HealthProfessional/>. Accessed 1/31/20.
25. National Institutes of Health. *Facts about Vitamin B6 Fact Sheet for Health Professionals*. Office of Dietary Supplements. 24 February 2020. Retrieved 5 February 2021.
26. DA SILVA VR, GREGORY III JF. *Vitamin B6*. In *Present Knowledge in Nutrition*, Eleventh Edition. London, United Kingdom: Academic Press (Elsevier) 2020. pp. 225–38. ISBN 978-0-323-66162-1.
27. JOSEPH, MICHAEL (10 January 2021). *30 Foods High In Vitamin B6*. Nutrition Advance. Retrieved 17 August 2021. All nutritional values within this article have been sourced from the USDA's FoodData Central Database.
28. COMBS GF (2007). *The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health* (3rd ed.). San Diego: Elsevier Academic Press. pp. 320–324. ISBN 978-0-8121-0661-9.
29. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes: Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. Washington, DC: National Academy Press, 1998.
30. National Institutes of Health Office of Dietary Supplements. *Niacin Fact Sheet for Health Professionals*. ©2020 Disponibil: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/>.
31. NOLLET, Leo M.L. *Food Analysis by HPLC*; 2nd Edition. New York: Marcel Dekker Inc., Basel 2000. ISBN: 0-8247-8460-X
32. Thermo Fisher Scientific Inc. *Determination of water- and fat-soluble vitamins by HPLC*, technical note 72488, ©2017. TN72488-EN 1017M
33. MORENO, P.; SALVADO, V. *Determination of Eight Water- and Fat-Soluble Vitamins in Multivitamin Pharmaceutical Formulations by High-Performance Liquid Chromatography*. J. Chromatogr., 2000.

34. H.GIKA, G.KAKLAMANOS, P.MANESIOTIS, G.THEODORIDIS. *Chromatography: High-Performance Liquid Chromatography*. Encyclopedia of Food and Health, Five Volume Set, pag. 93-99. Elsevier Ltd, 2016. ISBN 978-0-12-384953-3.
35. SHIMADZU, Excellence in science. ©2021 Disponibil: [www.shimadzu.com/an/service-support/technical-support/analysis-basics/](http://www.shimadzu.com/an/service-support/technical-support/analysis-basics/)
36. Juliane BÖTTCHER, Mareike MARGRAF, Kate MONKS. *HPLC Basics – principles and parameters*. Science Together, KNAUER Wissenschaftliche Geräte GmbH 2019.
37. MEYER, V. R. *Practical High Performance Liquid Chromatography*. Chichester: WILEY, 2010.
38. WATERS. *Beginners Guide to Liquid Chromatograph*, chapter: How Does High Performance Liquid Chromatography Work?. ©2021 Disponibil: [www.waters.com](http://www.waters.com)
39. KROMIDAS, S.; KUSS, H.-J. *Chromatogramme richtig integrieren und bewerten: Ein Praxishandbuch für die HPLC und GC*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, 2008.
40. Advanstar Communications Inc. *The chromatography and Sample Preparation Terminology Guide*. Volume 31 Number S10, ©2013.
41. RONALD E. Majors, WILMINGTON, DE. *Sample preparation fundamentals for chromatography*. ©Agilent Technologies, Inc. Canada: November 13, 2013. 5991-3326EN
42. MOLDOVEANU SC, DAVID V. *Sample Preparation in Chromatography*. Amsterdam: Elsevier, 2002.
43. ALMEIDA, C.M.M. *Overview of Sample Preparation and Chromatographic Methods to Analysis Pharmaceutical Active Compounds in Waters Matrices*. Separations 2021. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/separations8020016>
44. WASIK, A.; KOT-WASIK, A.; NAMIESNIK, J. *New trends in sample preparation techniques for the analysis of the residues of pharmaceuticals in environmental samples*. Curr. Anal. Chem. 2016.
45. G. SMAKULA, A., 2. *physiol. Chemistry*. 1934.
46. SpectraBase. John Wiley & Sons, Inc. ©2008-2021. Disponibil: <https://spectrabase.com/spectrum>
47. Dr Birgit SCHELLING. *Using UV/VIS Spectroscopy for Different types of Vitamin B12 Analysis*. Mettler-Toledo GmbH Analytical, International labmate - ©2018. Disponibil: <https://www.labmate-online.com/>

48. De JESUS, Marcelo & Fraceto, Leonardo & Martini, M. Florencia & Pickholz, Monica & Ferreira, Carmen & de Paula, Eneida. *Non- inclusion complexes between riboflavin and cyclodextrins*. The Journal of pharmacy and pharmacology ©2012.
49. Agilent Technologies survey
50. ZADOROJNĀI L. Metode fizico-chimice de analiză. Ciclu de prelegeri. Ed. Tehnica-UTM, 2018.
51. ECHA InfoCard database. *Information on chemicals*. Disponibil: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals>
52. GOCT P 55482-2013. Disponibil: <https://docs.cntd.ru/document/1200104685>.
53. Sartorius. *HPLC Sample Preparation*. Rely on Sartorius solutions and benefit from optimized workflows for clean results. ©2017
54. MOLDOVEANU, S. *Solutions and challenges in sample preparation for chromatography*. J. Chromatogr. Sci. 2004
55. R. AMIDŽIĆ, J. BRBORIC, O. ČUDINA, and S. VLADIMIROV. *RP-HPLC determination of vitamins B1, B3, B6, folic acid and B12 in multivitamin tablets*. Journal of the Serbian Chemical Society, vol. 70, no. 10, pp. 1229–1235, 2005.