



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

# **VALORIFICAREA ACIZILOR CARBOXILICI ALIMENTARI DIN FRUCTELE NEMATURATE**

**Student:**

**Voroniuc Doina**

**Conducător:**

**dr., conf.univ. Baerle Alexei**

**Chișinău – 2019**

**ADNOTARE**

**VORONIUC Doina:** Valorificarea acizilor carboxilici alimentari din fructele necoapte, Chişinău, 2019.

**Structura tezei de licenţă:** Lucrarea conţine 3 capitole, 30 figuri, 13 tabele; 81 surse.

**Cuvinte cheie:** acizi carboxilici alimentari, schimbător de ioni, oţet de mere, cărbune activat, proce de sorbţie-desorbţie.

**Scopul lucrării:** elaborarea metodelor de valorificare a acizilor carboxilici alimentari din fructele necoapte.

Pentru realizarea acestui scop au fost propuse următoarele obiective:

1. Analiza literaturii privind compoziţia chimică şi valoarea nutritivă a fructelor de măr;
2. Argumentarea necesităţii valorificării fructelor necoapte ca sursei de substanţe cu potenţial înalt de utilizare în industria alimentară în calitate de agenţi de acidulare.
3. Familiarizarea teoretică cu noţiunea de schimbător de ioni, metode de lucru cu schimbători de ioni, domeniile de utilizare, avantajele şi dezavantajele lor.
4. Testarea eficienţei procesului de prelucrare a sucului model şi real cu cărbune activat în scopul înlăturării substanţelor balast (apolare şi polimerice), dar şi coloranţilor liposolubili/
5. Testarea metodei de separare a sărurilor organice din soluţii concentrate;
6. Perfectarea utilajului de laborator, necesar pentru cercetarea electrochimică a soluţiilor apoase de electroliţi. Elaborarea sistemului electrochimic de control a proceselor de sorbţie-desorbţie.
7. Corespunderea conţinutului şi metodologiei cercetărilor cu conceptul de Siguranţa Alimentelor.

**Actualitatea temei** este argumentată de necesitatea valorificării acizilor carboxilici din fructele necoapte în scop alimentar.

*Partea introductivă* a lucrării relevă aspecte corelate valorificării fructelor necoapte.

*Primul capitol* include studiul bibliografic şi descrie morfologia, compoziţia chimică, domeniile de utilizare a fructelor de măr.

*În capitolul doi* este enumerată şi caracterizată materia primă utilizată şi metodele de cercetare.

*Capitolul trei* include rezultatele experimentale privind măsurarea rezistenţei / conductivităţii soluţiei imediat la ieşire din coloana cu adsorbent; modelarea procesului de filtrare a sucului, bogat în acizii alimentari, prin sorbenţi - schimbător de ioni şi cărbune activat; particularităţile fazice ai amestecului citrat / bicarbonat în sistemul etanol / apă la diferite valori ale pH-ului.

*Concluzii.* A fost demonstrat, că sucul de fructe necoapte cu conținut ridicat de acizi organici poate fi supus prelucrării cu sorbenți sintetici (anioniți) și cu cei artificiali (cărbune activat) în scopul obținerii regulatorilor de aciditate.

## ABSTRACT

**VORONIUC DOINA:** Valorification of carboxylic acids of unripe fruits, Chişinău, 2019.

**Structure of the license thesis:** the thesis is structured in three chapters, conclusions and the list of cited works. The paper contains 3 chapters, 30 figures, 13 tables, 80 bibliographic links.

**Keywords:** food carboxylic acids, ion exchanger, apple vinegar, activated charcoal, sorption

**Purpose of the work:** *elaboration of food carboxylic acids from unripe fruits valorization methods*. In order to achieve this goal, the following objectives were proposed:

1. Analysis of the literature on the chemical composition and nutritional value of apple fruits;
2. Arguing the need to capitalize on unripe fruits as a source of substances with high potential for use in the food industry as acidifying agents.
3. Theoretical familiarization with the notion of ion exchangers, working methods with ion exchangers, their fields of use, their advantages and disadvantages.
4. Testing the efficiency of the process of processing the model and real juice with an apolar sorbent (activated carbon) in order to remove the ballast substances (apolar and polymeric), but also the liposoluble dyes;
5. Testing the method of separating organic salts from concentrated solutions;
6. Improvement of the laboratory equipment necessary for electrochemical research of aqueous electrolyte solutions. Elaboration of the electrochemical system of measurement of the sorption.
7. The correspondence of the content and research methodology at each stage with the concept of Food Safety.

**The relevance** is argued by the need to use carboxylic acids from unripe fruits for food.

*The introductory part* of the paper reveals aspects related to the use of unripe fruits.

*The first chapter* includes the bibliographic study and describes the morphology, the chemical composition, the fields of use of the apples.

*In chapter two*, the raw material and the used research methods are characterized.

*Chapter three* includes the experimental results regarding the measurement of the resistance / conductivity of the solution immediately upon leaving the absorbent column; modeling the process of filtering the juice, rich in food acids, through sorbents - ion exchanger and activated carbon; the phase characteristics of the citrate mixture with ethanol / water system at different pH values.

*Conclusions.* With the help of the model systems, close to the composition with the real ones, it has been shown that fruit juice with high organic acids content can be processed with synthetic (anionit) and artificial (activated carbon) sorbents in order to obtain regulators of acidity.

## Cuprins

<b>INTRODUCERE .....</b>	<b>8</b>
<b>1. COMPOZIȚIA CHIMICĂ ȘI VALOAREA BIOLOGICĂ A FRUCTULUI DE MĂR PE PARCURSUL COACERII .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.1. Compoziția chimică a fructelor.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.2. Fructele proaspete .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.2.1. Fructe sămânțoase .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3. Studiul botanic a mărului .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3.1. Mărul .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3.2. Fructul .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3.3. Sămînța.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3.4. Creșterea fructelor .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3.5. Fenofazele procesului de fructificare .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.4. Utilizarea fructului de măr în alimentație .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.4.1. Conserve sterilizate din fructe.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.5. Suc de mere.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.6. Purificarea apelor naturale .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.6.1. Eliminarea suspensiilor .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.6.2. Deferizare și demanganizare .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.6.3. Sterilizarea sau dezinfectia apei .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.7. Concentrarea ionilor cu rășini schimbătoare de ioni....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.7.1. Noțiuni despre schimbători de ioni .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.7.2. Reținerea de cationi pe rășini schimbătoare de anioni .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.7.3. Tipuri de schimbători de ioni .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.7.4. Rășini cu proprietăți complexante.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

1.7.5. Aplicații analitice .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.8. Cărbunele activat .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.8.1. Producția de cărbune activat .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.8.2. Aplicații în care se utilizează cărbune activat .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.8.3. Adsorbția pe carbunele activat .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>2. MATERIALE ȘI METODE</b> .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.1. Materiale .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.1.1. Materia primă .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.2. Reactivi .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3. Spectrofotometrul DR 5000 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b><u>3. DISCUȚIA REZULTATELOR</u></b> .....	<b><u>58</u></b>
3.1. Configurația instalației experimentale pentru măsurarea rezistenței / conductivității soluției imediat la ieșire din coloana cu adsorbent .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.2. Modelarea procesului de filtrare a sucului, bogat în acizii alimentari, prin sorbenti - schimbător de ioni și cărbune activat .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.3. Particularitățile fizice ai amestecului citrat / bicarbonat în sistemul etanol / apă la diferite valori ale pH-ului .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>CONCLUZII</b> .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	<b>10</b>

## INTRODUCERE

Pomicultura a fost și va rămâne pentru viitor una din ramurile principale în agricultura și economia Republicii Moldova. Mărul este specia pomicolă predominantă, căruia îi revine 60-70% din producția de fructe și un loc important în export.

Fructele joacă un rol important în alimentație. Ele sunt bogate în glucide, vitamine și substanțe minerale, au un grad înalt de asimilare, calități gustative și nutritive deosebite. Majoritatea fructelor pot fi folosite în alimentație în stare proaspătă și, după caz, în diferite preparate culinare sau conserve.

Merele au multiple utilizări fiind consumate atât în stare proaspătă cât și sub formă de compoturi, gemuri, sucuri, concentrate de sucuri, oțet, dar și pentru extracția aromelor și a diferiților compuși chimici existenți în fruct. Analizând acumularea și transformarea compușilor biochimici din mere pe parcursul creșterii și dezvoltării fructelor putem stabili momentul optim de extracție a diferiților compuși biochimici de interes. Acest lucru va permite valorificarea fructelor imature care se pierd o dată cu căderile fiziologice. În Coreea, din totalul producției de mere, în anul 2007 un procent cuprins între 20-30% au reprezentat căderile fiziologice [58, 59].

În Republica Moldova merele sunt al treilea produs cu valoare înaltă din sectorul agrar după valoarea încasărilor, fiind un produs strategic pentru zona de nord al republicii, unde se află cele mai mari plantații. Suprafața totală a livezilor în țara noastră atinge cca 65 de mii de ha, fiind crescute cca 20 de soiuri de mere, iar producția de mere estimându-se la cca 500 mii tone anual [37, 39].

La faza timpurie de maturare a merelor, în deosebi, în anii cu umiditate insuficientă a solului, în plantații se înlătură cca 25-30% din roada preconizată. Această operațiune agricolă poartă denumirea de reglarea încărcăturii de rod la pomii fructiferi. Cantitatea semnificativă de fructe verzi nu se valorifică în scop alimentar, ci este transformată în masă verde de fertilizant [37, 40].

Totodată, în industria alimentară nu sunt cunoscuți suficienți acidifianți de origine naturală. În majoritate se folosesc monoacizi de proveniență chimică/biochimică.

Volumele semnificative de mere în faza timpurie de maturare, ce se obțin la reglarea sarcinii recoltei, cât și necesitatea în acidifianți naturali pentru utilizarea în industria alimentară, impune drept sarcină de bază valorificarea acestor fructe de mere și obținerea unor produse cu conținut semnificativ de acizi organici nativi și alte substanțe nutritive valoroase [37].

### **Scopul și obiectivele tezei:**

*Scopul acestei lucrări* constă în elaborarea metodelor de valorificare a acizilor carboxilici alimentari din fructele necoapte.

Pentru realizarea acestui scop au fost propuse următoarele obiective:

1. Analiza literaturii privind compoziția chimică și valoarea nutritivă a fructelor de măr;
2. Argumentarea necesității valorificării fructelor necoapte ca surse de substanțe cu potențial înalt de utilizare în industria alimentară în calitate de agenți de acidulare.
3. Familiarizarea teoretică cu noțiunea de schimbător de ioni, metode de lucru cu schimbători de ioni, domeniile de utilizare, avantajele și dezavantajele lor.
4. Testarea eficienței procesului de prelucrare a sucului model și real cu un sorbent apolar (cărbune activat) în scopul înlăturării substanțelor balast (apolare și polimerice), dar și coloranților liposolubili/
5. Testarea metodei de separare a sărurilor organice din soluții concentrate;
6. Perfectarea utilajului de laborator, necesar pentru cercetarea electrochimică a soluțiilor apoase de electroliți. Elaborarea sistemului electrochimic de măsurare / control a proceselor de sorbție-desorbție.
7. Corespunderea conținutului și metodologiei cercetărilor la fiecare etapa cu conceptul de Siguranța Alimentelor.



## BIBLIOGRAFIE

1. HG nr.1403 din 09.12.2008 cu privire la aprobarea Reglementării tehnice „Oțeturi și acid acetic de uz alimentar,,
2. MUNTEANU, T. Sucuri și băuturi din fructe și legume. Prepararea și valoarea alimentară. București: Ceres, 1989; 146 p.
3. LUPESCU, F. Cultura mărului. București: Agrosilvica, 1968; 221 p.
4. SONEA, V. Pomicultura. București: Ed.Didctică și Pedagogică, 1968; 368 p.
5. BABUC, V., PEȘTEANU, A. Producerea merelor. Chișinău: S.n.,2013; 240 p.
6. BURZO, I., TOMA, C. Fiziologia plantelor de cultură. Chișinău:Știința, 1999.
7. SCHMID, H. Pomii fructiferi: sămânțoase, sîmburoase, arbuști. București: M.A.S.T., 1999; 217 p.
8. CIUMAC, J. Merceologia produselor alimentare. Chișinău: Ed. Tehnică, 1995; 168 p.
9. BACU, C. Biotehnologii în industria alimentară. București: Ed. Tehnică, 2000.
10. BACU, C. Manualul inginerului de industrie alimentară, vol. I . București: Ed. Tehnică, 1998.
11. BECEANU, D., BENEĂ, F. Ghid profesional pentru valorificarea în starea proaspătă a fructelor și legumelor. Iași: Ed. Autograph, 1999.
12. SARCA, G. Sucurile concentrate și naturale de măr, evaluarea soiurilor destinate pentru prelucrare. Lucrări științifice, Univ. din Oradea, Facultatea de Protecția Mediului, 2005.
13. SEGAL, R. Valoarea nutritivă a produselor agroalimentare. București: Ed. Ceres, 2003.
14. BANU C. Tratat de chimie alimentară. Ed. AGIR, București 2003. – 468 p
15. BANU C., NOUR V., VIZIREANU C., MUSTEATA G., RASMERITA D., RUBTOV S. Calitatea și analiza senzorială a produselor alimentare. Editura: A.G.I.R., 2007. 574 p.
16. GOST 28562-90 „Produse obținute prin prelucrarea fructelor și legumelor. Metoda refractometrică de determinare a substanțelor uscate solubile”
17. ACKERMANN, J., FISCHER, M., AMADÓ, R. Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (Cv. Glockenapfel). J. Agric. Food Chem. 40, 1992, 1131-1134
18. COLARIC, M., ȘTAMPAR, F., HUDINA, M. Content levels of various fruit metabolites in the ‘Conference’ pear response to branch bending. Scientia. Hort. 113, 2007, 261-266
19. KINGSTON, C.M. Maturity indices of apples and pears. Hort. Rev. 1994, 408-414
20. LITTLE, C.R., HOLMES, R.J. Storage technology for apples and pears. Inst. Hort. Dev. Agr. Victoria. Knoxfield. 2000, pp. 130-139.
21. WANG, T., GONZALEZ, A.R., GBUR, E.E., ASELAGÉ, J.M. Organic acid changes during ripening of processing peaches. J. Food Sci. 58, 1993, 631-632
22. WILLS, R.B.H., MCGLASSON, W.B., GRAHAM, D., JOYCE, D.C. Post harvest. An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. University of new South Wales Press Ltd. Australia, 2007, pp. 29-50
23. GHETIU, M.M., Chimia organică.-Chișinău: Tehnica- Info, 1999.-500 p.
24. GRUIA, R., LAZURCA,D. Cercetări privind perfecționarea metodelor de extracție a compușilor bioactivi din produse vegetale, Universitatea „Transilvania“, Brașov, p. 175
25. SAVEL, I., Substanțe biologice active, Chișinău, Editura -Tehnică, 1997, p.-304;
26. IONICĂ, E. Vitamine și elemnte minerale vol 3, București, Editura – ARS Docendi, 2014, p-369;
27. DR. VARGA, E. Vitamine și minerale. Elemente esențiale vieții, București, Editura – Farma Media, 2010, p- 219;
28. CEPOI, L., Microbiologia și biotehnologia, Chișinău, Editura – Tehnică, 2000;A
29. CIUMAC, J., Merceologia produselor alimentare, Chișinău, Editura – Tehnică, 1995;

30. NIAC, G., Alimentație nutrienți, alimente, București, Editura – Emia, 2001;
31. JELEA, M., Microbiologie generală – Note de curs, București, Editura - CEPA II, 2011;
32. REGLEMENTAREA TEHNICĂ, Sucuri și anumite produse similare destinate consumului uman, Aprobata prin Hotărârea Guvernului 2009;
33. HAKKINEN S.H.; KARENLAMPI S.O.; HEINONEN I.M.; MYKKANEN H.M.; TORRONEN A.R. Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47, 2274-2279.
34. КАСАТКИН, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Государственное Научно-Техническое Издательство Химической Литературы, Москва, 1961, p.860.
35. WAWRZKIEWICZ, M., HUBICKI, Z. Equilibrium and kinetic studies on the adsorption of acidic dye by the gel anion exchanger, *Journal of Hazardous Materials*, 172 (2009) 868-874.
36. ГОСТ 32097-2013 Уксусы из пищевого сырья. Общие технические условия.
37. CRUCIRESCU, D. Fructele de mere în faza timpurie de coacere- materie primă pentru obținerea acidifiantului natural. Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare.
38. MARIN, N.M. Schimbători de ioni clasici și neconvenționali cu aplicații în controlul calității mediului înconjurător. Teză de doctor. Universitatea din București, 2019.
39. Biroul Național de statistică. Anuarul Statistic al Republicii Moldova, 2018.
40. PEȘTEANU A., CALESTRU O. Reglarea încărcăturii de rod la pomii de măr de soiul Golden Reinders prin diverse metode de rărire. *Știința agricolă*, nr. 2, 2017, p. 37-42.
41. Producția totală de mere în Republica Moldova pe anul 2016.
42. OWEN T. Method development and validation. *Fundamentals of modern UV-visible spectroscopy*, 1996. Farmacopeea Română. Ediția a X-a, București: Editura Medicală, 1993.
43. ROMAN L, BOJIȚĂ M, SĂNDULESCU R. Validarea metodelor de analiză și control. București: Editura Medicală, 1998.
44. DORNEANU V, STAN MARIA, MUSTEAȚĂ MF. Chimie Analitică. Iași: Editura □Gr.T. Popa, 2003.
45. TOFANA, M. Aditivi alimentari-interacțiunea cu alimentul. Editura ACADEMICPRES, Cluj-Napoca, 2006;
46. BANU, C. Aditivi și ingrediente pentru industria alimentară. Editura, ASAB, București 2010.
47. OWEN, T. Method development and validation. *Fundamentals of modern UV-visible spectroscopy*, 1996.
48. ROMAN, L., BOJIȚĂ, M. Validarea metodelor de analiză și control. București: Ed. Medicală, 1998.
49. DORNEANU, V., STAN, M. Chimie analitică. Iași: Ed. Gr.T.Popa., 2003.
50. DORNEANU, V., STAN. M. Metode chimice și Instrumentale de analiză. Iași: Ed. U.M.F., 2007.
51. BUNEA, A., MIRJANA, A., NEACSU, R. VERHE, J. V. CAMP, 2008, Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea* L.), *Food Chemistry*, 649–656.
52. LANCASTER, J., E. JAN, E. GRANT, and CAROLYN E. LISTER, 1994, Skin Color in Apples—Influence of Copigmentation and Plastid Pigments on Shade and Darkness of Red Color in Five Genotypes, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:1, 63-69.

53. MUREȘAN (CERBU) A., SEVASTIȚA, M., ANDREI BORȘA, SIMONA MAN, VLAD MUREȘAN, 2011, Relationship between the Polarimetric Determination of Starch and the Starch Iodine Index in Apple Variety Jonathan, *Bulletin UASVM Agriculture*, 68(2):533.
54. MUREȘAN (CERBU) ELENA ANDRUTA, SEVASTIȚA MUSTE, BORȘA A., ZORIȚA SCONȚA, DIANA CRAINIC, MUREȘAN V., 2012, Total phenolic content changes during apple growth as a function of variety and fruit position in the crown, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18 (4), 341-344.
55. MUREȘAN (CERBU), ELENA ANDRUTA SEVASTIȚA MUSTE, ANDREI BORȘA, ROMINA VLAIC, VLAD MUREȘAN, (2013), Assessment of apple peel chlorophyll content on three different varieties during fruit growth, *Book of Abstracts, 4th CASEE Conference "Food and Biomass Production - Basis for a Sustainable Rural Development"*, 60.
56. ODRIOZOLA-SERRANO, ISABEL, ROBERT SOLIVA-FORTUNY, OLGA MARTI'NBELLOSO, 2008, Effect of minimal processing on bioactive compounds and color attributes of fresh-cut tomatoes, *Science Direct, LWT*, 41, 217–226.
57. ŚCIBISZ IWONA, MARYSE REICH, SYLVIE BUREAU, BARBARA GOUBLE, MATHILDE CAUSSE, D. BERTRAND, CATHERINE M.G.C. RENARD, 2011, Mid-infrared spectroscopy as a tool for rapid determination of internal quality parameters in tomato, *Food Chemistry*, 125, 1390–1397.
58. ZHENG, H.Z., I.W. HWANG, S.K. CHUNG, 2009, Enhancing polyphenol extraction from unripe apples by carbohydrate-hydrolyzing enzymes, *Journal of Zhejiang University Science B*, 10:12, 912–919.
59. ANDRUȚA, E. Cercetări privind dinamica aculării și transformării principalilor compuși biochimici din trei soiuri de măr. Teză de doctor. Cluj-Napoca, 2013.
60. Compendiu de Lucrări Practice: Metode fizico-chimice de analiză, Ed. Lumina, Chișinău, 1993.
61. C. LUCA, AL. DUCA, AL. CRIȘAN, *Chimie Analitică și Analiză Instrumentală*, EDP, București, 1983. 4. C. Pumnea, I. Dina, Fl. Sorescu, M. Dumitru și T. Niculescu, *Tehnici Speciale de Analiză Fizico-Chimică a Materialelor Metalice*, Ed. Tehnică, București, 1988.
62. D.J. PIETRZYK, ȘI C. W. FRANK, *Chimie Analitică*, Ed. Tehnică, București, 1989.
63. E. CORDOȘ, *Analiză Instrumentală*, Univ. Babes-Bolyai, Cluj-Napoca, 1988.
64. E. SELIN LINDGREN, *X-ray Fluorescence Analysis - Energy Dispersive*, în *Encyclopedia of Analytical Chemistry* Editor - Robert A. Meyers, John Wiley & Sons Ltd, Chichester. ISBN 0-471-97670-9 - publicată și pe Internet.
65. F. ROUESSAC, A. ROUESSAC, *Analyse Chimique, Methodes et techniques instrumentales modernes*, 3e edition, Masson, Paris, 1997.
66. G. NIAC ȘI O. HOROVITZ, *Chimie-Fizică - Îndrumător pentru lucrări de laborator*, lito. Institutul Politehnic Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, 1982.
67. H. NAȘCU, L. JĂNTSCHI, T. HODIȘAN, C. CIMPOIU AND G. CÂMPAN, *Some Applications of Statistics in Analytical Chemistry*, *Rev. Anal. Chem.*, 18(6), 409-456 (1999).
68. H. NAȘCU, *Metode și Tehnici de Analiză Instrumentală*, Ed. U.T.PRES, Cluj-Napoca, 2003.
69. L. JĂNTSCHI, *Metrologia și monitorizarea mediului*, Amici, Cluj-Napoca, 2003, 148 p., ISBN 973-85727-2-X.
70. L. ROMAN, M. BOJIȚĂ, R. SĂNDULESCU, *Validarea Metodelor de Analiză Instrumentală*, Ed. Medicală, București, 1998.
71. L. TOVISSI ȘI V. VODĂ, *Metode Statistice*, Ed. Stiințifică și Enciclopedică, București, 1982.

72. LUPU, F. GRIGORESCU, L. LUPU, Analiza Instrumentală în Metalurgie și Construcții de Mașini, Ed. Tehnică, București, 1986.
73. M. I. BARITZ, P. IORDACHE, Măsurarea și Metrologia Mărimilor Fizico-Chimice, Univ. Transilvania Brașov, 1995.
74. M. MEDELEANU ȘI M. MILEA, Îndrumător de Lucrări: Metode Spectroscopice în Chimia Organică, Universitatea Politehnică Timișoara, 1998. Chimie Analitică și Instrumentală 315 §23 316 Horea Iustin NAȘCU, Lorentz JĂNTSCHI
75. M. PLENICEANU, M. ISVORANU, C. SPÂNU, Chimie Analitică, Reprografia Univ. Craiova, 1998.
76. POTRA G. TEODOR, Probabilități și Statistică Matematică. Procese Stochastice, Transilvania Press, Cluj-Napoca, 2003.
77. S. GOCAN, Cromatografia de Înaltă Performanță, p. I-a - Cromatografia de Gaze, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1998.
78. S. GOCAN, Cromatografie de Înaltă Performanță, p. II-a, Cromatografia de Lichide pe Coloană, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2002.
79. T. HODIȘAN, H. NAȘCU, I. HAIIDUC, C. CIMPOI, Chimie Analitică, Ed. Quo Vadis, ClujNapoca, 1997. 24. T. Hodișan, I. Haiduc, C. Cimpoi, Chimie Analitică, Cartimpex, Cluj-Napoca, 1999.
80. W. FRANCISC, F. WINTER, I. LAZĂU, I. MENESSY, F. MARX, Metode de Investigație și de Analiză din Chimia Solidului, Univ. Politehnică Traian Vuia, Timișoara, 1983.
81. NAȘCU, H.I., JANTSCHI, L. Chimie analitică și Instrumentală. Cluj-Napoca: Ed. Academic Pres, 2006; 328 p.