

Cristina-Gabriela GRIGORAȘ

**VALORIFICAREA FRUCTELOR
ȘI A SUBPRODUSELOR DIN INDUSTRIA
DE PRELUCRARE A FRUCTELOR
PRIN EXTRAȚIE DE COMPUȘI BIOACTIVI**



EDITURA „ALMA MATER”
BACĂU, 2025

REFERENȚI ȘTIINȚIFICI

Ș. I. dr. ing. ec. Andrei-Ionuț SIMION
Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău

Prof. univ. dr. ing. habil. Crina-Maria RADU
Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
GRIGORAȘ, CRISTINA-GABRIELA

**Valorificarea fructelor și subproduselor din industria de prelucrare
a fructelor prin extracție de compuși bioactivi / Cristina Gabriela**

Grigoraș. - Bacău : Alma Mater, 2025

Conține bibliografie

ISBN 978-606-527-735-9

664.8

Copyright © 2025, Cristina-Gabriela GRIGORAȘ

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate autoarei

Lucrarea de față este o traducere realizată de autoare a tezei de doctorat intitulată *Valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformation des fruits par extraction des composés bioactifs*.

Versiunea originală, în limba franceză, a tezei de doctorat este disponibilă la adresa de internet <https://theses.hal.science/tel-00772304v1>.

CUPRINS

PREFAȚĂ	1
ABREVIERI	5
CAPITOLUL I. FRUCTELE ȘI SUBPRODUSELE DIN INDUSTRIA DE VALORIFICARE A FRUCTELOR	9
I. 1. Fructele în alimentația umană	11
I. 2. Valorificarea fructelor	12
I. 2. 1. Fructele proaspete	12
I. 2. 2. Prelucrarea fructelor	14
I. 3. Valorificarea subproduselor din industria de prelucrare a fructelor	14
I. 3. 1. Cadrul legislativ referitor la utilizarea subproduselor din industria fructelor	15
I. 3. 1. Direcții de valorificare a reziduurilor de fructe	18
I. 3. 1. 1. Valorificarea în alimentația animalelor	18
I. 3. 2. 2. Valorificarea prin etalare pe sol și compostare	20
I. 3. 2. 3. Valorificarea sub formă de biomasă și combustibili	22
I. 3. 2. 4. Valorificarea în industria alimentară	27
I. 3. 2. 5. Alte utilizări ale subproduselor din industria fructelor	30

I. 4. Fructele și subprodusele rezultate în urma valorificării acestora – surse de principii active	32
I. 4. 1. Fibre dietetice	33
I. 4. 2. Enzime	36
I. 4. 3. Acizi organici	39
I. 4. 4. Coloranți	40
I. 4. 5. Aromatizanți	40
I. 4. 6. Metaboliți secundari	42
I. 4. 6. 1. Compușii fenolici	44
I. 4. 6. 2. Compușii triterpenici	53
I. 4. 6. 3. Extracția și analiza metaboliților secundari	60
Concluzii	87

CAPITOLUL II. MATERIALE ȘI METODE UTILIZATE PENTRU EXTRAȚIA COMPUȘILOR BIOACTIVI

II. 1. Materialul vegetal	91
II. 1. 1. Cireșele	92
II. 1. 1. 1. Descrierea botanică a cireșelor	92
II. 1. 1. 2. Compoziția cireșelor	93
II. 1. 2. Tescovina de mere	97
II. 1. 2. 1. Descrierea botanică a merelor	97
II. 1. 2. 2. Tescovina de mere	98
II. 1. 2. 3. Compoziția merelor și a tescovinei de mere	99
II. 2. Tratarea materialului vegetal	103
II. 2. 1. Congelarea	104
II. 2. 2. Deshidratarea	106
II. 2. 2. 1. Liofilizarea	106
II. 2. 2. 2. Deshidratarea cu zeoliți	107
II. 3. Extracția compușilor bioactivi	109

**VALORIFICAREA FRUCTELOR ȘI A SUBPRODUSELOR DIN INDUSTRIA
DE PRELUCRARE A FRUCTELOR PRIN EXTRAȚIE DE COMPUȘI BIOACTIVI**

II. 3. 1. Macerarea	112
II. 3. 2. Extracția cu solvent sub presiune (ASE)	112
II. 3. 3. Extracție asistată de ultrasunete (USAE)	114
II. 3. 4. Extracția asistată de microunde (MWAE)	116
II. 4. Caracterizarea extractelor	120
II. 4. 1. Analiza prin cromatografie de înaltă performanță în strat subțire (HPTLC)	120
II. 4. 2. Analiza prin cromatografie de lichide de înaltă performanță (HPLC)	122
II. 4. 3. Analiza prin cromatografie în fază supercritică (SFC)	132
II. 5. Fraționarea și purificarea extractelor	134
II. 5. 1. Extracția lichid-lichid (ELL)	134
II. 5. 2. Cromatografia de partaj centrifug (CPC)	135
II. 5. 3. Cromatografia semi-preparativă (CSP)	136
II. 6. Activitățile antioxidante ale extractelor brute și ale fracțiunilor	137
II. 6. 1. Compuși fenolici totali (Testul Folin-Ciocalteu)	138
II. 6. 2. Flavonoide totale	139
II. 6. 3. Activitatea antioxidantă (Testul DPPH)	140
II. 6. 4. Capacitatea reducătoare (Testul FRAP)	141
Concluzii	143

**CAPITOLUL III. COMPUȘI BIOACTIVI OBȚINUȚI DIN FRUCTE
ȘI SUBPRODUSELE REZULTATE DIN INDUSTRIA DE
PRELUCRARE A FRUCTELOR - REZULTATE ȘI DISCUȚII - 145**

III. 1. Compuși bioactivi din cireșe	147
III. 1. 1. Extracția fără solvent asistată de microunde a antocianinelor din cireșe	148
III. 1. 1. 1. Influența parametrilor de extracție	148
III. 1. 2. Aplicarea metodei de extracție optimizate	153

III. 1. 3. Uscarea extractelor de cireșe	154
III. 1. 4. Caracterizarea extractelor de cireșe	155
III. 1. 5. Izolarea și purificarea antocianinelor din cireșe	157
III. 1. 5. 1. Fraționarea extractelor de cireșe prin cromatografie de partaj centrifug (CPC)	157
III. 1. 5. 2. Fraționarea extractelor de cireșe prin HPLC semi- preparativă (CSP)	160
III. 1. 6. Analiza antocianinelor purificate	164
III. 2. Compuși bioactivi din tescovina de mere	166
III. 2. 1. Obținerea tescovinei de mere	167
III. 2. 2. Conservarea tescovinei de mere: deshidratare cu zeoliți versus liofilizare	168
III. 2. 2. Extracția compușilor bioactivi din tescovina de mere	170
III. 2. 2. 1. Metodologia de extracție	170
III. 2. 2. 2. Dezvoltarea unei metode de analiză HPLC a extractelor din tescovină de mere	171
III. 2. 2. 3. Influența tehnicii de extracție	174
III. 2. 2. 4. Influența solventului de extracție	176
III. 2. 2. 5. Optimizarea extracției compușilor nepolari din tescovina de mere	178
III. 2. 3. Identificarea claselor de compuși bioactivi din tescovina de mere	183
III. 2. 3. 2. Analiza extractelor de tescovină de mere prin cromatografie de lichide de înaltă performanță (HPLC)	183
III. 2. 3. 2. Analiza extractelor de tescovină de mere prin Cromatografie Lichidă de Înaltă Performanță (HPLC)	188
III. 2. 3. 3. Analiza extractelor de tescovină de mere prin cromatografie în fază supercritică (SFC)	210
III. 2. 3. 4. Analiza extractelor de tescovină de mere prin cromatografie de lichide de înaltă performanță cuplată cu spectrometrie de masă (HPLC-MS)	215

III. 2. 4. Evaluarea activităților antioxidante ale extractelor de tescovină de mere	232
III. 2. 4. 1. Fraționarea extractelor de tescovină de mere	234
III. 2. 4. 2. Evaluarea activităților antioxidante	235
Concluzii	247

CAPITOLUL IV. MANAGEMENTUL PROCESULUI DE VALORIFICARE A FRUCTELOR ȘI SUBPRODUSELOR DIN INDUSTRIA DE PRELUCRARE A FRUCTELOR PRIN EXTRAȚIE DE COMPUȘI BIOACTIVI

249

IV. 1. Apariția și evoluția conceptului de „dezvoltare durabilă”	251
IV. 2. Aspecte de mediu specifice procesului de recuperare a principiilor active	254
IV. 2. 1. Analiza procesului tehnologic	254
IV. 2. 2. Factori poluanți	258
IV. 2. 3. Identificarea aspectelor de mediu	260
IV. 3. Evaluarea și cuantificarea aspectelor de mediu identificate	264
IV. 3. 1. Evaluarea impactului aspectelor de mediu identificate	264
IV. 3. 2. Cuantificarea aspectelor de mediu	268
IV. 3. 2. 1. Descrierea metodei de cuantificare	268
IV. 3. 2. 2. Aplicarea metodei de cuantificare în cazul procesului de recuperare a principiilor active din fructe și subprodusele acestora	270
IV. 4. Remedierea aspectelor de mediu cu impact semnificativ	272
IV. 4. 1. Tratarea reziduurilor vegetale epuizate	272
IV. 4. 2. Tratarea reziduurilor cromatografice	274
IV. 4. 3. Tratarea amestecurilor de reactivi	276
IV. 4. 4. Tratarea apelor uzate	277
Concluzii	279

CONCLUZII GENERALE ȘI PERSPECTIVE	281
ANEXE	291
Anexa 1. Solvenți și standarde utilizate	293
Anexa 2. Analiza HPLC a fracțiunilor obținute prin extracție lichid-lichid din extractele brute de tescovină de mere	294
Anexa 3. Drepte de etalonare compuși fenolici totali	297
Anexa 4. Drepte de etalonare flavonoide totale	298
Anexa 5. Drepte de etalonare FRAP	299
REFERINȚE BIBLIOGRAFICE	301