

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CHIMIE INDUSTRIALĂ ȘI INGINERIA MEDIULUI

Ing. Dumitru Condrat

TEZĂ DE DOCTORAT

CONTRIBUȚII LA OBTINEREA  
UNOR EXTRACTE DIN PLANTE (PHANEROGAME)  
CU EFECT ANTIOXIDANT

(REZUMAT)

Conducător științific  
Prof.dr.ing. ALFA XENIA LUPEA

TIMIȘOARA

2010

## CUPRINS

Introducere	5
PARTEA I. STADIU ACTUAL AL CUNOAȘTERII ÎN DOMENIU	7
I.1. Antioxidanți naturali (alimentari)	7
I.1.1. Acidul ascorbic	7
I.1.1.1. Aspecte generale	7
I.1.1.2. Structură.Nomenclatură	7
I.1.1.3. Proprietăți fizice și chimice	8
I.1.1.4. Proprietăți terapeutice	10
I.1.2. Antocianidine	12
I.1.2.1. Aspecte generale	12
I.1.2.2. Structură.Clasificare	13
I.1.2.3. Proprietăți fizice și chimice	14
I.1.2.4. Proprietăți terapeutice	15
I.1.3. Flavonoide	16
I.1.3.1. Aspecte generale	16
I.1.3.2. Clasificare.Structură	16
I.1.3.3. Proprietăți fizice și chimice	17
I.1.3.4. Aplicații terapeutice	19
I.1.4. Glutathionul	20
I.1.4.1. Aspecte generale	20
I.1.4.2. Sinteză	21
I.1.4.3. Proprietăți terapeutice	21
I.1.5. Carotenoide	21
I.1.5.1. Aspecte generale	21
I.1.5.2. Clasificare.Structură	22
I.1.5.3. Nomenclatură	22
I.1.5.4. Proprietăți fizice și chimice	23
I.1.5.5. Aplicații terapeutice	26
I.1.6. Tocoferoli	27
I.1.6.1. Aspecte generale	27
I.1.6.2. Clasificare.Structură	28
I.1.6.3. Proprietăți fizice și chimice	28
I.1.6.4. Efecte terapeutice	30
I.2. Extracția și separarea antioxidantilor naturali	30
I.2.1. Tehnici clasice de extracție	30
I.2.1.1. Extracția simplă (macerarea)	30
I.2.1.2. Extracția multiplă (în trepte)	30
I.2.1.3. Extracția continuă în contracurent cu contact multiplu	30
I.2.1.4. Procedul Soxhlet	31
I.2.2. Tehnici alternative de extracție	31
I.2.2.1. Extracția cu fluide supercritice	31
I.2.2.2. Extracția cu microunde	31
I.2.2.3. Extracția cu ultrasunete	32

I.3. Identificarea substanțelor cu efect antioxidant	33
I.3.1. Metode spectroscopice de cercetare	33
I.3.1.1. Spectroscopia electronică (UV-VIZ)	33
I.3.1.2. Spectroscopia de vibrație (IR)	35
I.3.1.3. Rezonanța magnetică nucleară (RMN)	37
I.3.1.4. Spectrometria de masă (SM)	37
I.3.2. Metode cromatografice de identificare	38
I.3.2.1. Cromatografia pe hârtie	38
I.3.2.2. Cromatografia în strat subțire	39
I.3.2.3. Cromatografia pe coloană	39
I.3.2.4. Cromatografia de gaze	40
I.3.2.5. Cromatografia de lichide de înaltă performanță (HPLC)	40
I.4. Activitatea antioxidantilor naturali ( alimentari)	42
I.4.1. Aspecte generale	42
I.4.2. Activitatea antioxidantă și antiradical	42
I.5. Aplicații ale antioxidantilor naturali	47
I.6. Acțiunea biologică a antioxidantilor	48
I.7. Date botanice despre plantele din genul	
Angiospermatophyta și Spermatophyta alese pentru obținerea extractelor cu efect antioxidant	49
I.7.1. Alchemilla vulgaris	49
I.7.2. Allium ursinum	51
I.7.3. Acorus calamus	53
I.7.4. Solidago virga aurea	56
I.7.5. Agrimonia eupatoria	58
I.7.6. Viscum album	60
I.7.7. Veronica officinalis	62
PARTEA A-II-A. CONTRIBUȚII PROPRII	64
II.1. Specificații plante uscate din genul	
Angiospermatophyta și Spermatophyta	64
II.2. Obținerea extractelor vegetale cu efect antioxidant	65
II.2.1. Aspecte generale	65
II.2.2. Extracte apoase	66
II.2.3. Extracte diclormetanice	67
II.2.4. Extracte hidroalcoolice	67
II.2.4.1. Obținerea extractelor prin extracție statică	67
II.2.4.2. Obținerea extractelor prin metoda Soxhlet	70
II.2.4.3. Obținerea extractelor în condiții dinamice	72
II.2.4.4. Obținerea extractelor prin extracție cu ultrasunete	73
II.3. Identificarea calitativă și cantitativă a principiilor active din materiile prime vegetale din clasa Monocotiledonate și Dicotiledonate	74

II.3.1. Extractul diclormetanic	75
II.3.1.1. Frațiunea nesaponificabilă	75
II.3.1.1.1. Identificarea uleiurilor volatile	75
II.3.1.1.2. Identificarea alcaloizilor de bază	75
II.3.1.1.3. Identificarea carotenoidelor	76
II.3.1.1.4. Identificarea substanțelor triterpenice	76
II.3.1.2. Frațiunea saponificabilă	77
II.3.1.2.1. Identificarea acizilor grași	77
II.3.1.2.2. Identificarea antracenolilor	77
II.3.2. Extractul metanolic	77
II.3.2.1. Identificarea glucidelor reducătoare	77
II.3.2.2. Identificarea antocianozidelor	78
II.3.3. Extractul apos	79
II.3.3.1. Identificarea aminoacizilor și proteinelor	79
II.3.3.2. Identificarea glucidelor reducătoare	79
II.3.3.3. Identificarea sărurilor alcaloizilor	79
II.3.4. Acidul ascorbic	80
II.3.4.1. Reacții de identificare	81
II.3.4.2. Metode de determinare cantitativă a acidului ascorbic	83
II.3.4.2.1. Metoda electrochimică	83
II.3.4.2.2. Metoda 2,6-diclorfenol indofenol	86
II.3.5. Antocianidine	88
II.3.5.1. Analiza calitativă a antocianidinelor	88
II.3.5.2. Analiza cantitativă a antocianidinelor	89
II.3.6. Flavonoide	90
II.3.6.1. Reacții de identificare	90
II.3.6.2. Determinarea conținutului total de flavonoide	92
II.3.6.3. Determinarea cantitativă a quercetinei, kamferolului, rutinei și miricetinei din extracte metanolice, etanolice și apoase	95
II.3.7. Taninuri	104
II.3.7.1. Reacții de culoare și precipitare	105
II.3.7.2. Determinarea cantitativă a taninurilor la rece cu soluție de $\text{KMnO}_4$ 0,01N	107
II.3.7.3. Determinarea cantitativă a acidului galic prin cromatografie de lichide de înaltă performanță	108
II.3.8. Compuși polifenolici	112
II.3.8.1. Identificarea calitativă a compușilor polifenolici	113
II.3.8.2. Determinarea conținutului de polifenoli totali	113
II.4. Analiza unor compuși naturali din extractele vegetale cercetate prin spectrometrie de masă	115
II.5. Metode de analiză fizico-chimice a activității antioxidante și antiradical a extractelor vegetale cercetate	128

II.5.1. Metoda spectrofotometrică cu DPPH (1,1-difenil-2 picrilhidrazil)	128
II.5.2. Metoda permanganometrică	133
II.5.3. Metoda chemiluminometrică utilizând luminol	135
II.6. Studiul activității antimicrobiene a extractelor hidroalcoolice vegetale cercetate	144
II.7. Aplicații ale extractelor vegetale cercetate	147
II.7.1. Influența extractului de <i>Solidago virga aurea</i> și a mixturii antioxidante asupra stabilității termice a uleiului de măsline extra virgin prin analiză termică diferențială (TG/DG/DTA)	147
Concluzii	157
Bibliografie	160
Anexe	169
Anexa 1	171
Anexa 2	174
Anexa 3	177
Anexa 4	201

## REZUMAT

Teza de doctorat cuprinde 218 pagini din care prima parte (stadiul actual al cunoașterii în domeniu) extinsă pe 63 de pagini, iar partea a doua (contribuții proprii) acoperă 155 de pagini.

Prima parte cu o extindere de 63 pagini prezintă în mod detaliat obiectivele tezei fiind urmată de o prezentare generală a chimiei unor antioxidanți naturali: acid ascorbic, antocianidine, flavonoide, glutation, carotenoide, tocoferoli, a metodelor de extracție și separare a antioxidanților naturali, a metodelor de indentificare spectroscopice și cromatografice, prezentare realizată atât pe baza literaturii de specialitate din domeniu cât și pe baza unor articole publicate în ultimii ani.

În continuare se face o prezentare sintetică a activității antioxidante și antiradicalice a antioxidanților naturali, a acțiuni biologice și a principalelor aplicații ale acestora.

Prima parte a tezei de doctorat se încheie cu date botanice foarte bine sistematizate despre plantele *Alchemilla vulgaris*, *Allium ursinum*, *Acorus calamus*, *Solidago virga aurea*, *Agrimonia eupatoria*, *Viscum album* și *Veronica officinalis* pentru determinarea unor extracte cu efect antioxidant.

Partea a doua a tezei, contribuții proprii are o extindere de 155 pagini și este organizată în șapte subcapitole.

În subcapitolul II.2. sunt prezentate tipurile de extracte realizate, apoase, diclormetanice, hidroalcoolice și metodele folosite pentru obținerea acestora. Condițiile experimentale pentru obținerea extractelor vegetale au fost variate nu numai în privința metodelor ci și în privința parametrilor experimentali (timp de extracție, temperatură de extracție). În cazul extractelor hidroalcoolice cercetate s-a putut evidenția faptul că randamentele cele mai bune în compuși flavonoidici se obțin folosind alcool metilic cu un conținut de 4% apă, iar condițiile optime pentru extracție sunt temperatura de 4°C și un timp de extracție de 120 de ore. De asemenea au fost confirmate rezultate superioare în conținutul în principii active a extractelor vegetale cercetate obținute la baie cu ultrasunete comparativ cu cele obținute la un timp de extracție de 10 minute.

Subcapitolul II.3. prezintă reacțiile de indentificare calitativă a principiilor active din extracte, extractele diclormetanice, atât pentru fracțiunea nesaponificabilă pentru care se indentifică uleiurile volatile, alcaloizii de bază, carotenoidele, substanțele triterpenice, cât și pentru fracțiunea saponificabilă, în care se indentifică acizi grași și antracenoli. Pentru extractele metanolice și apoase au fost indentificate glucidele reducătoare, antocianozidele, aminoacizi, proteinele, sărurile de alcaloizi.

S-au indentificat următoarele grupe de principii active: ulei volatil în rădăcină și partea aeriană; alcaloizi în flori, ramuri tinere și muguri; carotenoide în flori, ramuri tinere, muguri și fructe; glucide reducătoare în toate extractele vegetale cercetate cu excepția extractului de *Viscum album*, substanțe triterpenice în rădăcină și partea aeriană, acizi grași și antocianozide în toate părțile vegetale a plantelor cercetate, aminoacizi și proteine în extractul de *Acorus calamus* și *Viscum album*. O atenție deosebită este acordată acidului ascorbic, important antioxidant natural, datorită multitudinii proceselor fiziologice și biochimice, în care, direct, sau indirect este implicat, care a fost indentificat pentru toate extractele obținute, respectiv determinat cantitativ prin două metode: metoda

electrochimică, respectiv metoda 2,6-diclorfenol-indofenol. În cazul metodei electrochimice, în timpul electrolizei acidul ascorbic donează electroni electrodului de lucru, prin intermediul căruia în voltagramă această oxidare anodică se prezintă sub forma unui pic. Determinarea cantitativă se realizează folosind metoda aditivelor standard pentru metoda electrochimică. În cazul metodei 2,6-diclorfenol-indofenol, metoda se bazează pe acțiunea reductoare a acidului ascorbic asupra 2,6-diclorfenol-indofenol în mediu acid, când acidul ascorbic trece în acid dehidroascorbic, iar substanța oxidată-colorată în forma sa redusă –incoloră.

Rezultatele obținute prin cele două metode sunt într-o bună concordanță, excepția înregistrată pentru extractul de *Acorus calamus* ar putea fi atribuită materialului recoltat în perioade sau condiții diferite.

Subcapitolul II.3.5. prezintă analiza calitativă și cantitativă a compușilor antocianidici prezenți în extractele celor șapte plante studiate, determinate calitativ prin cromatografie în strat subțire iar cantitativ prin spectrometrie în domeniu vizibil. Pentru extractele hidroalcoolice conținutul cel mai ridicat de antocianidine s-a înregistrat pentru *Alchemilla vulgaris* și *Allium ursinum*.

În subcapitolul II.3.6. s-a determinat conținutul total de flavonoide prin metoda spectrofotometrică, metodă care constă în spectrofotometrare soluțiilor la lungimi de undă caracteristice (510 nm), alegerea lungimi fiind dependentă de solventul utilizat. Conținutul total de flavonoide s-a exprimat ca și concentrație echivalentă de quercetină. Tinctura de *Solidago virga aurea* are concentrația cea mai mare în flavonoide ( $3.012 \cdot 10^{-2}$  mol/L), urmată de tinctura de *Agrimonia eupatoria* ( $2.665 \cdot 10^{-2}$  mol/L), și cea de *Viscum album* ( $2.317 \cdot 10^{-2}$  mol/L).

Tincturile de *Allium ursinum*, *Acorus calamus* și cea de *Veronica officinalis* au conținutul cel mai scăzut.

Folosirea cromatografiei de lichide de înaltă performanță (HPLC) a permis determinarea conținutului de quercetină, miricetină, rutină și kamferol din extractele vegetale cercetate. Analiza cantitativă a fost efectuată atât pentru extractele hidroetanolic, hidrometanolic obținute în condiții de extracție statică cât și prin ultrasonare ca și pentru extractele apoase. Cromatograful utilizat a fost tipul HPLC Varian Pro Star model 240, fiind compus dintr-o pompă ternară, injector automat, termostat fixat la temperatura camerei și detector UV-VIS (UV-VIS VARIAN MODEL 345). Rezultatele obținute au indicat prezența quercetinei în toate extractele cu excepția extractului metanolic 96% de *Viscum album*. Comparând conținutul de quercetină și kamferol s-a ajuns la concluzia că acesta este cel mai ridicat pentru extractele apoase, în schimb extractul etanolic are conținutul cel mai ridicat în rutină. Comparând conținutul de flavonoide din cele șapte extracte, acesta este cel mai ridicat pentru *Solidago virga aurea* și cel mai scăzut în extractele de *Acorus calamus* și *Viscum album*. Interesant este faptul că miricetina are ponderea cea mai mare în extractul de *Solidago virga aurea* indiferent de solventul folosit pentru extracție, dar nu a apărut în celelalte extracte. În mod asemănător unele extracte nu au în conținut kamferol, respectiv rutină.

În subcapitolul II.3.7. s-a determinat calitativ și cantitativ taninurile din extractele vegetale studiate. La originea taninurilor se află acidul galic, respectiv catechinic, care sub forma unor acizi polifenolici intră în molecula taninurilor hidrolizabile alături de o monoglucidă, de obicei glucoza și se găsesc în diferite părți vegetale ale plantelor. Toate extractele vegetale obținute conțin taninuri puse în evidență în prima etapă prin reacții de

culoare. Conținutul în taninuri al extractelor s-a determinat cantitativ prin titrare la rece cu soluție de permanganat 0.01N.

Extractele hidroalcoolice de *Alchemilla vulgaris*, *Agrimonia eupatoria*, *Solidago virga aurea* au valorile cele mai mari, în schimb, extractul de *Veronica officinalis* are conținutul în substanțe tanante cel mai scăzut.

Rezultatele obținute arată că conținutul de substanțe tanante scade în ordine *Alchemilla vulgaris*>*Agrimonia eupatoria* >*Solidago virga aurea*>*Viscum album*>*Acorus calamus*>*Allium ursinum*>*Veronica officinalis*. Determinarea cantitativă a acidului galic s-a realizat prin cromatografie de lichide de înaltă performanță ( HPLC ). Rezultatele obținute indică faptul că cantitatea de acid galic exprimată ca mg/mL extract vegetal variază astfel:

- 0,0011-0,0576 mg/mL pentru extractul metanolic 96%;
- 0,0020-0,0184 mg/mL pentru extractul metanolic 80%;
- 0,0010-0,0182 mg/mL pentru extractul etanolic 96%;
- 0,0020-0,0125 mg/mL pentru extractul etanolic 96% obținut la baia cu ultrasunete;
- 0,0029-0,0186 mg/mL pentru extractul etanolic 60% obținut la baia cu ultrasunete.

Determinarea conținutului de compuși polifenolici totali s-a realizat prin metoda spectrofotometrică, metodă care confirmă cel mai ridicat conținut de polifenoli pentru extractul de *Alchemilla vulgaris* în concordanță cu cel de taninuri și de acid galic.

Pentru completarea rezultatelor s-a apelat la spectrometria de masă, pentru analiza extractelor insistându-se asupra extractului de *Alchemilla vulgaris*. Pentru identificarea acidului galic, pirogalolului, quercetinei, rutinei, kamferol, catechinei, acidului ascorbic, compușilor naturali cu potențial antioxidant din extractele vegetale cercetate s-a recurs la izolarea ionului molecular corespunzător, fragmentarea acestuia, urmată de izolări și fragmentări succesive ale ionilor în vederea comparării cu spectrele de masă de fragmentare ale standardelor înregistrate în aceste condiții. Spectrele de masă obținute au confirmat prezența compușilor naturali preconizați.

Unul dintre obiectivele principale ale tezei de doctorat a fost studiul posibilității de aplicare a extractelor ca antioxidanți pentru uleiurile vegetale, pentru acesta au fost puse la punct trei metode pentru determinarea activității antioxidante și anume: metoda spectrofotometrică cu DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil), metoda permanganometrică, metoda chemiluminometrică utilizând luminol.

În subcapitolul II.5. s-a studiat activitatea antioxidantă și antiradicalică a celor șapte extracte vegetale studiate raportată la activitatea antioxidantă a acidului ascorbic, acidului galic, quercetinei, rutinei și kamferolului considerate standarde de referință.

Deși nu este specificată pentru un anumit component, metoda spectrofotometrică cu 1,1-difenil-2-picrilhidrazil este folosită în majoritatea lucrărilor de specialitate pentru determinarea capacității antioxidante totale a unei probe. Acest radical (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) este des folosit pentru testarea capacității compușilor de a acționa ca și inhibitori de radicali liberi sau ca donor de hidrogen, precum și pentru evaluarea activității antioxidante. Aplicată extractelor hidroalcoolice au evidențiat o activitate antiradicalică mai mare pentru cele metanolice, această activitate comparată cu cea a standardelor a dus la următoarele concluzii: activitatea extractelor de *Solidago virga aurea* și *Viscum album* este apropiată de cea a soluției standard de acid galic. În cazul



altor extracte de *Alchemilla vulgaris*, de *Acorus calamus* s-a stabilit pentru extracte o activitate apropiată de cea a soluțiilor standard: quercetină, rutină, acid ascorbic. De menționat că activitatea antioxidantă a standardelor variază în ordinea: acid galic > quercetină > rutină > acid ascorbic. În cazul metodei cu permanganat, metoda aplicată extractelor vegetale apose au dus la concluzia că, capacitatea antioxidantă cea mai mare o prezintă maceratele obținute din partea aeriană a extractului de *Solidago virga aurea* și cea mai scăzută – maceratul de *Acorus calamus*. În cazul acestor două extracte activitatea antioxidantă cea mai mare, respectiv cea mai redusă coincide pentru cele două metode folosite la determinare.

Pentru determinarea capacității antioxidante a extractelor s-a aplicat și o metodă chemiluminometrică utilizând luminolul. Activitatea antioxidantă a fiecărui extract a fost comparată cu activitatea antioxidantă a standardelor de quercetină, kamferol și rutină, tratate cu același reactiv. Prin aplicarea acestei metode procentul de inhibiție al semnalului luminos este cu atât mai mare cu cât activitatea antioxidantă este mai accentuată. Chiar dacă pentru standarde a apărut o inversiune în ceea ce privește activitatea antioxidantă pentru extractul de *Solidago virga aurea* s-a determinat una dintre cele mai ridicate activități antioxidante, explicabilă prin conținutul ridicat de compuși cu efect antioxidant determinați anterior prin HPLC.

În subcapitolul II.6. s-a realizat un studiu al activității antimicrobiene a extractelor hidroalcoolice. Activitatea antimicrobiană a fost determinată prin metoda difuziei în agar cu discuri impregnate cu 10 substanțe antimicrobiene etalon și a fost testată pe patru specii bacteriene. Activitatea antibacteriană a fost estimată prin metoda Kirby-Bauer. Rezultatele obținute au demonstrat că activitatea bacteriană a celor șapte extracte hidroalcoolice față de bacteriile Gram pozitive este apropiată de cea a standardelor de referință pentru *Staphylococcus aureus*. O activitate comparabilă cu a etaloanelor a fost înregistrată și față de *Escherichia coli*, bacterie Gram negative. Cele mai largi zone de inhibiție au fost în cazul extractelor de *Alchemilla vulgaris*, *Allium ursinum* și *Solidago virga aurea* pentru *Staphylococcus aureus* și *Pseudomonas aeruginosa*.

Zone de inhibiție mai mici au fost înregistrate pentru extractele studiate în cazul testării contra *Proteus vulgaris*.

În ultimul subcapitol al tezei de doctorat s-a urmărit o aplicare practică a extractului de *Solidago virga aurea*, respectiv a unei mixturi antioxidante asupra stabilității termice a uleiului de măsline extra virgin. Acest studiu s-a realizat prin aplicarea analizei termice diferențiale (TG/DG/DTA). Dacă prima etapă de descompunere a uleiului de măsline extra virgin este de 233,7<sup>0</sup>C și respectiv 240,2<sup>0</sup>C pentru ulei cu adaos de butilhidroxitoluen (BHT) – antioxidant admis pentru industria alimentară – până la 285,2<sup>0</sup>C pentru probele tratate cu mixtură antioxidantă, respectiv cu extract de *Solidago virga aurea* în cantități diferite, temperatura primei etape de descompunere se deplasează mult ajungând la 254,6<sup>0</sup>C, respectiv 285<sup>0</sup>C pentru adaosul cu cele mai bune rezultate. S-a stabilit, de asemenea, că în cazul unor cantități prea mari de adaos de extract începe să se manifeste acțiunea prooxidantă a acestuia.

Aceste rezultate deschid perspective noi de folosire a unor antioxidanți naturali, extracte vegetale, inclusiv și în cazul unor alimente care prin compoziția lor sunt autoprotejate.

## CONCLUZII

1. s-au obținut extracte apoase, hidroalcoolice și diclormetanice prin mai multe metode de extracție;
2. principiile active din materiile prime vegetale cercetate au fost determinate calitativ și cantitativ prin metode spectroscopice și cromatografice;
3. s-a analizat extractul de *Alchemilla vulgaris* prin spectrometrie de masă, picurile moleculare din spectrul caracteristic extractului vegetal au fost comparate cu picurile moleculare a unor soluții de standarde, flavonoide de tipul quercetină, miricetină, kamferol, rutină, catechină; compuși fenolici de tipul pirogalol, acid galic( $C=0.15$  mg/mL).Standardele au fost identificate în extractul metanolic cercetat, având aceleași picuri moleculare;
4. s-a determinat activitatea antioxidantă a tuturor extractelor vegetale obținute prin trei metode, metoda spectrofotometrică cu 1,1-difenil,2-picrilhidrazil (DPPH), metoda permaganometrică și metoda chemiluminometrică cu luminol.Prin metoda ce utilizează radicalii liberi de tip DPPH s-au înregistrat valori mai mari ale procentului de inhibiție decât valorile determinate prin metoda chemiluminometrică ce utilizează luminol.Rezultatele obținute prin aplicarea celor trei metode, arată că extractele vegetale analizate sunt buni inhibitori de radicali liberi de tip 1,1-difenil,2-picrilhidrazil;
5. prin analiza activității antimicrobiene a celor șapte extracte vegetale s-a stabilit că cele mai largi zone de inhibiție au fost în cazul extractelor de *Alchemilla vulgaris*, *Allium ursinum* și *Solidago virga-aurea*, pentru *Staphylococcus aureus* și *Pseudomonas aeruginosa*.Zone de inhibiție mai mici au fost înregistrate pentru extractele studiate în cazul testării față de *Proteus vulgaris*.
6. s-a determinat influența activității antioxidante a extractului de *Solidago virga aurea* și a mixturi obținute asupra stabilității termice a uleiului de măsline extra virgin prin analiză termică diferențială (TG/DG/DTA).S-a demonstrat că principiile active extrase din partea aeriană de *Solidago virga aurea* au activitate antioxidantă adăugate ca atare în uleiul de măsline extra virgin, activitate mai mare decât cea a t-butil-hidroxitoluenului (BHT) dacă cantitățile utilizate sunt egale.

Rezultatele cercetărilor experimentale care au stat la baza elaborării acestei teze au constiuit obiectul următoarelor lucrări:

- 1 lucrare ISI publicată în Food Science and Technology Research, Japonia, **15**(1), 95-98 (2009).
- 1 lucrare ISI publicată în Revista de chimie ,**60**(11), 1129-1134 (2009).
- 1 lucrare ISI publicată în Oxidations Communications, Bulgaria, **32**(4), 924-929 (2009).
- 1 lucrare ISI acceptată în Central European Journal of Chemistry (Spinger Verlag), Germania, 2009.
- 6 lucrări publicate în Analele Universității din Craiova, X(XLVI)/**2005**; XII(XLVIII)/**2007**; XIII(XLIX)/**2008**; XIV(XLX)/**2009**, ISSN 1435-1275

- 2 lucrări publicate în Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences, Lozenec, Bulgaria, **2009** , ISSN 1313-7735
- 1 lucrare publicată în Biotechnologies–Present and Perspectives, Simpozion International, Suceava , **2007**, ISSN 1842-4597
- 1 lucrare publicată în Scientific and Technical Bulletin, Arad, Year XIII, vol.12, **2007**, ISSN 1582-1021
- 1 lucrare publicată în Analele Universității din Oradea, vol.VIII, **2009**, ISSN 1583-4301