



UNIVERSITATEA  
LUCIAN BLAGA  
— DIN SIBIU —



Școala doctorală de Științe Inginerești și Matematică

Domeniul de doctorat: Inginerie Industrială

# TEZĂ DE DOCTORAT

## Rezumat

**CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA  
TEHNOLOGIILOR DE OBTINERE A ULEIURILOR  
ESEŢIALE ȘI A COMPUȘILOR AROMATICI,  
CU APLICAȚII ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ**

Doctorand:

**Ing.chim. TIBERIUS-ILIE OPRUȚA**

Conducător de doctorat:

**Prof. univ.dr. ing. OVIDIU TIȚA**



Prin această teză de doctorat, mi-am dorit să explorez o serie de tehnici și metode industriale optimizate pentru producția uleiurilor esențiale, simultan cu avansarea tehnicilor și dezvoltarea metodelor analitice destinate caracterizării acestora.

Teza se axează pe **două direcții importante corelate**: cercetarea metodelor industriale de producție a uleiurilor esențiale naturale (uleiul de ienupăr fructe, uleiul de oregano, uleiul de cimbru, uleiul de coriandru) și utilizarea lor în producția de amestecuri aromatizante pentru diverse produse finite alimentare.

Partea documentară cuprinde **2 capitole** în care sunt prezentate:

- Stadiul actual al cunoașterii pe domeniul de uleiuri esențiale și legislația aferentă;
- Aplicații industriale ale uleiurilor esențiale în industria aromelor și industria parfumeriei;
- Noțiuni legislative europene în industria aromelor și a parfumeriei. Impactul acestora în relația cu uleiurile esențiale naturale;
- Prezentarea uleiurilor esențiale utilizate în industria alimentară (oregano, coriandru fructe, cimbru, ienupăr);

Partea experimentală cuprinde **4 capitole** în care sunt prezentate:

- Materialele și metodele pentru caracterizarea uleiurilor esențiale în vederea determinării potențialului antibacterian;
- Utilizarea uleiurilor esențiale în aplicațiile din industria alimentară (potențialul de conservanți naturali, preparate aromatizante pentru sosuri și produse din carne);
- Concluzii finale
- Contribuții proprii și direcții viitoare de cercetare și dezvoltare;

Cercetările s-au desfășurat pe parcursul a patru ani (2019 – 2023) și s-au efectuat în cadrul societăților Solina Romania SRL și Esentivia SRL din Alba Iulia iar interpretarea datelor s-a realizat atât în cadrul acestor companii cât și în cadrul Centrului de Cercetare în Biotehnologii și Ingineria Alimentară - Facultatea de Științe Agricole, Industrie Alimentară și Protecția Mediului din cadrul Universității „Lucian Blaga”

<b>CAPITOLUL 1 – INTRODUCERE.....</b>	<b>4</b>
<b>SCOPUL ȘI OBIECTIVELE ȘTIINȚIFICE ALE TEZEI DE DOCTORAT.....</b>	<b>5</b>
<b>1. ULEIURILE ESENȚIALE</b>	
1.1. Metode analitice și tehnici utilizate pentru caracterizarea uleiurilor volatile.....	5
<b>CAPITOLUL 2.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Uleiul esențial de oregano (<i>Origanum vulgare l.</i>)</b>	
2.1.3 Proprietățile fizico-chimice și organoleptice ale uleiului de oregano.....	5
<b>2.2 Uleiul esențial de coriandru (<i>Coriandrum Sativum l.</i>)</b>	
2.2.3 Proprietățile fizico-chimice și organoleptice ale uleiului de coriandru semințe.....	6
<b>2.3 Uleiul esențial de cimbru (<i>Thymus vulgaris l.</i>)</b>	
2.3.3 Proprietățile fizico-chimice și organoleptice ale uleiului de cimbru .....	6
<b>2.4 Uleiul esențial de ienupăr fructe (<i>Juniperus communis l.</i>)</b>	
2.4.3 Proprietățile fizico-chimice și organoleptice ale uleiului de ienupăr fructe.....	6
<b>CONTRIBUȚII PERSONALE. PARTE EXPERIMENTALĂ</b>	
<b>CAPITOLUL 3.....</b>	<b>7</b>
<b>CARACTERIZAREA ULEIURILOR ESENȚIALE ÎN VEDEREA STABILIRII PROPRIETĂȚILOR AROMATIZANTE ȘI/SAU ANTIMICROBIENE</b>	
<b>3.2 Materiale si metode.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3 Rezultate si discutii.....</b>	<b>7</b>
3.3.1 Uleiul esential de oregano ( <i>Origanum Vulgare L.</i> ).....	7
3.3.2 Uleiul esential de coriandru ( <i>Coriandrum Sativum L.</i> ).....	8
3.3.3 Uleiul esential de ienupar fructe ( <i>Juniperus Communis L.</i> ).....	9
<b>CAPITOLUL 4</b>	
<b>UTILIZAREA ULEIURILOR ESENȚIALE ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ</b>	
4.1 Direcții de utilizare a uleiurilor esențiale naturale.....	11
4.2 Utilizarea uleiurilor esențiale naturale ca agenți de aromatizare în producția industrială de sosuri.....	12
4.3 Utilizarea uleiurilor esențiale în preparate aromatizante pentru diverse produse pe baza de carne (aroma Frankfurter, barbeque si carnati afumati CA).....	12
<b>CAPITOLUL 5 - CONCLUZII FINALE.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPITOLUL 6 – Contribuții proprii și direcții viitoare de cercetare.....</b>	<b>15</b>
<b>LISTA DISEMINARILOR.....</b>	<b>16</b>
<b>BIBLIOGRAFIE SELECTIVA.....</b>	<b>17</b>

Uleiurile esențiale sunt amestecuri complexe de diverși constituenți, cum ar fi fenilpropanoidele, esterii și mono-, sesqui-, di-, tri- și tetraterpenele. În stadiul actual al cunoașterii utilizările lor terapeutice sunt legate de tratamentul cancerului, al diabetului și al bolilor cardiovasculare și neurologice, pe lângă faptul că au efecte anti-îmbătrânire, antioxidante și antimicrobiene (Saljoughian et al. 2018; Benny și Thomas 2019; Bezerra et al. 2020b). Uleiurile esențiale sunt obținute din materiale vegetale, inclusiv flori, rădăcini, scoarță, frunze, semințe, coajă, fructe, ale plantele întregi (Hyldgaard et al., 2012). De-a lungul istoriei, aceste uleiuri volatile au fost privite cu mare interes, deși multe dintre utilizările lor s-au pierdut cu timpul, este general acceptat faptul că oamenii au încercat diferite metode și tehnici pentru extragerea lor din plantele aromatice, încă din zorii umanității. Aplicațiile uleiurilor esențiale în diferite scopuri sunt variate și includ nu numai utilizarea lor în bucătărie pentru a spori gustul alimentelor, ci și utilizarea lor în industria parfumeriei și cosmeticelor.

## SCOPUL ȘI OBIECTIVELE ȘTIINȚIFICE ALE TEZEI DE DOCTORAT

Teza de doctorat ”**Cercetări privind optimizarea tehnologiilor de obținere a uleiurilor esențiale și a compușilor aromatici, cu aplicații în industria alimentară**” urmărește ca obiective:

- ◆ Stabilirea de metode analitice de caracterizare a uleiurilor esențiale (compozițional, fizico-chimic și organoleptic) în vederea identificării parametrilor tehnologici optimi pentru producția industrială a acestora.
- ◆ Determinarea parametrilor tehnologici optimi pentru procesul de distilare cu abur (timp de antrenare, debit de abur, cantitate optimă de material vegetal/sarja) cu scopul de a obține randamente de antrenare îmbunătățite și o calitate superioară (compozițional și organoleptic) pentru uleiurile esențiale naturale.
- ◆ Determinarea compoziției uleiurilor esențiale naturale: oregano, cimbru, coriandru semințe și ienupăr fructe, utilizând metode analitice specifice (gaz cromatografie GC-FID) și identificarea compușilor aromatici cu potențial antimicrobian din compoziția acestora.
- ◆ Determinarea principalilor parametri fizico-chimici (densitate, indice de refracție și putere rotatorie) pentru uleiurile esențiale și a influenței parametrilor tehnologici de producție asupra acestora.
- ◆ Analiza din punct de vedere organoleptic (aspect, miros) a uleiurilor esențiale naturale cu scopul de a identifica cele mai bune calități care ulterior vor fi utilizate în prepararea de amestecuri aromatizante.
- ◆ Obținerea și caracterizarea unor mixuri de uleiuri esențiale naturale și investigarea potențialelor proprietăți antimicrobiene ale acestora.
  
- ◆ Caracterizarea din punct de vedere structural, fizico-chimic și organoleptic a unor preparate aromatizante, obținute utilizând uleiurile esențiale naturale.
- ◆ Studiarea influenței originii materiei prime vegetale (arealul geografic) asupra compoziției și proprietăților fizico-chimice și organoleptice, în cazul uleiului esențial de ienupăr obținut din fructe de ienupăr recoltate din zona Balcanilor.
- ◆ Obținerea și caracterizarea mixurilor de uleiuri esențiale naturale utilizate în aromatizarea unor produse alimentare obținute la scara pilot-industrial (sosul roșu de pizza și sosul alb „QSR”)
- ◆ Stabilirea parametrilor optimi de proces, pentru etapele tehnologice de producție industrială a uleiurilor esențiale (oregano, cimbru, coriandru, ienupăr fructe)

**Cuvinte cheie:** uleiuri esențiale, oregano, cimbru, sosuri, gaz cromatografie, producție industrială.

## STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII PRIVIND OBTINEREA, IMPORTANȚA ȘI UTILIZAREA ULEIURILOR ESENȚIALE.

Uleiurile esențiale sunt amestecuri complexe de compuși naturali, carotenoizi, mai ales monoterpene și sesquiterpenes, diferite grupe chimice de terpene, hidrocarburi aromatice și derivații lor oxidați cum ar fi aldehide, cetone, alcoolii și esteri obținute din plantele aromatice. Multe specii de plante sintetizează și acumulează substanțe organice extractibile, în cantități suficiente, utilizate la nivel industrial ca și materii prime pentru diverse aplicații comerciale.

### 1.1. Metode analitice și tehnici utilizate pentru caracterizarea uleiurilor esențiale

Cele mai uzuale și clasice analize specifice la care sunt supuse uleiurile esențiale sunt următoarele:

- Determinarea parametrilor fizico-chimici: densitate relativă, indice de refracție, putere rotatorie, punct de congelare, reziduu de evaporare, solubilitate în etanol, Indice de aciditate, Indice de peroxid;
- Determinarea compoziției: cromatografie de gaze (GC) – cea mai des utilizată, cromatografie în strat subțire (TLC), cromatografie de lichide (HPLC) – în special pentru determinarea furocumarinelor din uleiuri de citrice.

În prezent, însă, identificarea componentelor uleiurilor esențiale se realizează de obicei cu ajutorul cromatografiei gazoase cuplate cu spectrometrie de masă (GC-MS) sau cu detector de ionizare cu flacără (GC-FID), utilizând o coloană capilară (30 m × 0,25 mm, cu grosimea filmului de 0,25 μm).

<sup>a</sup>Pe baza prețurilor medii oferite în 2007;

Se poate concluziona că utilizarea industrială a uleiurilor esențiale este un domeniu foarte promițător și o creșterea anuală constantă va fi observată în viitor. Multe lucrări de cercetare vor fi întreprinse atât în ceea ce privește siguranța alimentară a produselor deja existente, dar și pe dezvoltarea de noi tehnologii și produse naturale (extracte din plante) utilizate ca agenți de aromatizare sau ca produse de bază în industria parfumurilor. Ambele direcții au o importanță egală. Întotdeauna de-a lungul timpului a existat și va exista un trend continuu de a veni cu ceva nou în industrie, indiferent că vorbim de cea alimentară, parfumerie, cosmetica etc. Obiceiurile se schimbă, companiile deja consacrate (ex: Coca Cola, McDonald's, Unilever, McKormick - arome și altele) vor fi întotdeauna conectate la nevoile pieții și se vor lupta continuu să vină pe piață cu produse inovatoare, cu eticheta curată („clean label”). Acest lucru va determina fără îndoială o dezvoltare constantă a industriei uleiurilor esențiale și o creștere a volumelor acestora, aducând astfel doar beneficii atât în sectorul alimentar cât și în cel al parfumurilor și cosmeticelor.

## CAPITOLUL 2

### PREZENTAREA ULEIURILOR ESENȚIALE UTILIZATE ÎN APLICAȚIILE DIN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

#### 2.1 ULEIUL ESENȚIAL DE OREGANO (*Origanum vulgare* L.)

Există un număr mare de specii în întreaga lume care au fost desemnate cu numele de oregano, majoritatea aparținând genurilor *Origanum* din familia *Lamiaceae* (*vulgare*, *viride*, *virens*, *majorana* și *onites*) și *Lippia* din familia *Verbenaceae* (*graveolens*) (Martínez-Rocha

et al., 2008). Uleiul esențial de oregano s-a dovedit a fi printre cei mai eficienți agenți cu proprietăți antimicrobiene și antioxidante (Fernández-Pan și colab., 2012).

**Tabelul nr. 1.** Proprietăți fizico-chimice ale uleiurilor de oregano

Parametru	<i>O. vulgare</i>	<i>Th. capitatus</i>
$\alpha D$ - putere rotatorie	-2 - +3°	-2 - +3°
$nD^{20}$ – indice de refracție	1,502 – 1,528	1,500 – 1,510
$d_{20}^{20}$ – densitate relativă	0,935 – 0,970	0,935 – 0,960
Solubilitate	1:2 în etanol de 70° (v/v)	
Conținut în fenoli	65 - 75 %	60 – 75 %

## 2.2 ULEIUL ESENȚIAL DE CORIANDRU (*Coriandrum Sativum L.*)

### *Proprietăți fizico-chimice și organoleptice. Compoziția chimică*

Ca și caracteristici fizico-chimice și organoleptice, uleiul din fructe de coriandru este un lichid incolor sau slab gălbui având un miros plăcut, dulceag, lemnos-picant și aromatic. Proprietățile fizico-chimice ale uleiului esențial se regăsesc în tabelul 11, de mai jos. Spre deosebire de uleiul obținut din fructe, cel din iarba are un miros proeminent intens aldehydic-gras, amintind de ploșnita de camp.

**Tabelul nr.2.** Proprietăți fizico-chimice ale uleiului de coriandru fructe

Parametru	<i>Coriandrum sativum L.</i>
$\alpha D^{20}$ - putere rotatorie	-8 - +15°
$nD^{20}$ – indice de refracție	1,62 – 1,472
$d_{20}^{20}$ – densitate relativă	0,862 – 0,878
Solubilitate	1:3 în etanol 70% (v/v)
Indice de Aciditate	Max. 3
Indice de Ester	Max 22

## 2.3 ULEIUL ESENȚIAL DE CIMBRU (*Thymus vulgaris L.*)

Ca și caracteristici fizico-chimice și organoleptice, uleiul de „cimbru roșu” este un lichid brun-roșcat, portocaliu-roșcat sau brun cenușiu, cu un miros bogat și intens fenolic, dulceag, cald ierbaceu, ușor picant și foarte aromat.

**Tabelul nr. 3.** Constantele fizico-chimice ale uleiului de „cimbru roșu”, *Thymus zygis*

Parametru	<i>Thymus zygis</i>
$\alpha D^{20}$ - putere rotatorie	-3 - 0°, greu măsurabilă
$nD^{20}$ – indice de refracție	1,496 – 1,505
$d_{20}^{20}$ – densitate relativă	0,915 – 0,935
Solubilitate	1:2 în etanol 80% (v/v)
Conținut în fenoli	38 – 56%

Marea varietate de chemotipuri care se cunosc în cazul uleiului de cimbru se datorează în mare parte influenței factorilor externi, precum clima, solul, expunerea solară, etc

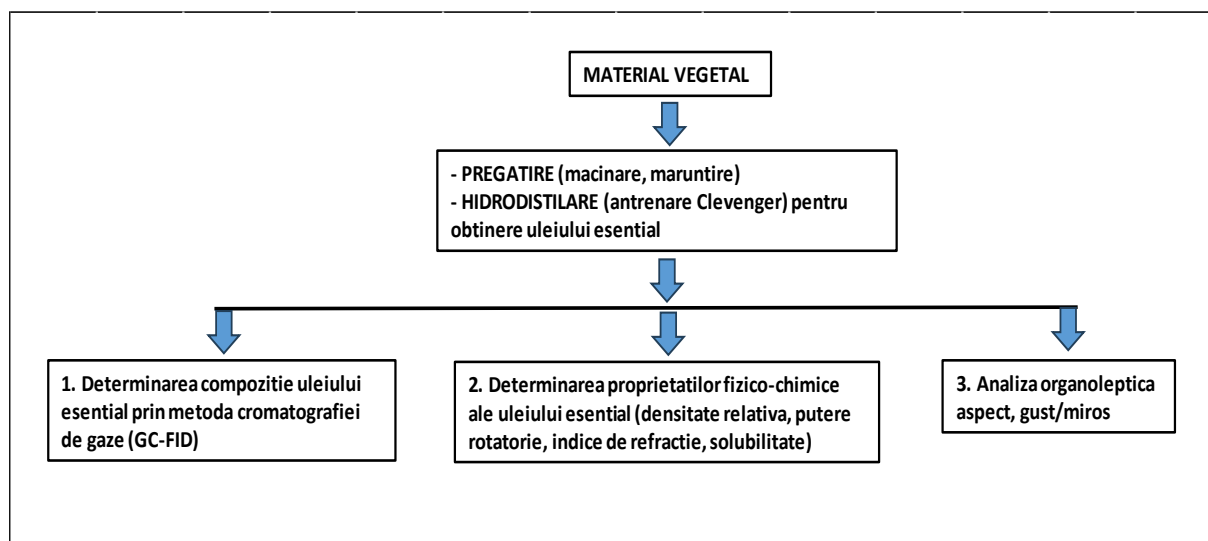
## 2.4 ULEIUL ESENȚIAL DE IENUPAR FRUCTE (*Juniperus communis L.*)

Uleiul esențial de ienupar fructe este un ulei volatil detul de larg utilizat in industrie, fiind un metabolit secundar al plantei *juniperus communis l.*, specie care crește în special în zona pasunilor alpine, păduri uscate de pin, vaile raurilor sau în zone cu sol bogat în umiditate (Adams, 1998). Uleiul esențial din fructe de ienupar communis este un lichid mobil, incolor, până la slab gălbui, cu un miros proaspăt, cald, bogat, balsamic, lemnos-dulceag și cu reminescente de pin montan. Tabele de mai jos rezuma proprietățile acetsui ulei.

## CONTRIBUȚII PERSONALE. PARTE EXPERIMENTALĂ OBTINEREA SI CARACTERIZAREA ULEIURILOR ESENTIALE NATURALE (OREGANO, CIMBRU, CORIANDRU, IENUPAR FRUCTE).

### 3.2. Materiale si metode

Protocolul de caracterizare a uleiurilor esentiale extrase din materiale vegetale cuprinde etapele prezentate in schema bloc din fig.1.



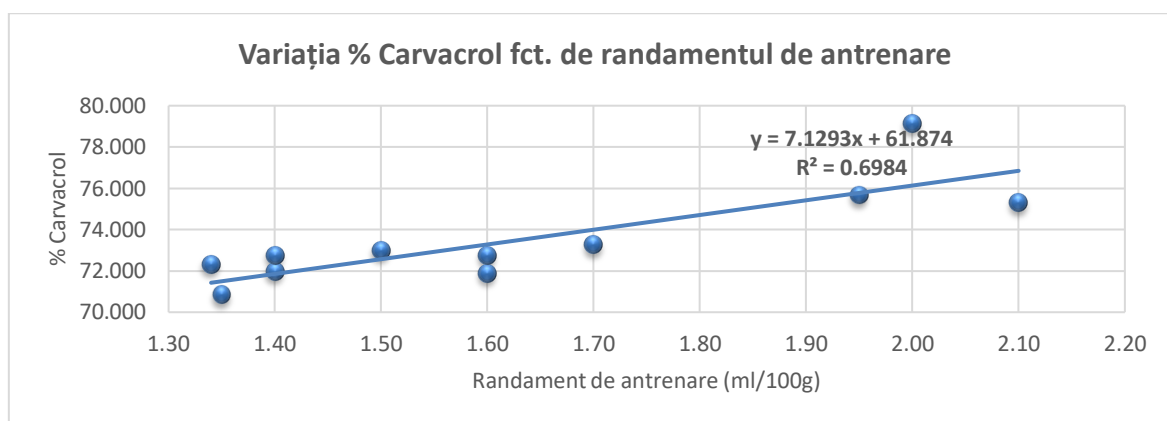
### .4. Protocolul de caracterizare al uleiurilor esentiale

Materialul vegetal, dupa caz, oregano, cimbru, coriandru si ienupar fructe a fost obtinut de la companiile Solina Romania SRL, Esentivia SRL, din Romania, respectiv Herba Natura doo – Macedonia de Nord respectiv Alta Oils Ltd – Bulgaria. Solventii folositi: alcool izopropilic, hexan, alcool etilic au fost procurati de la Merck Milipore.

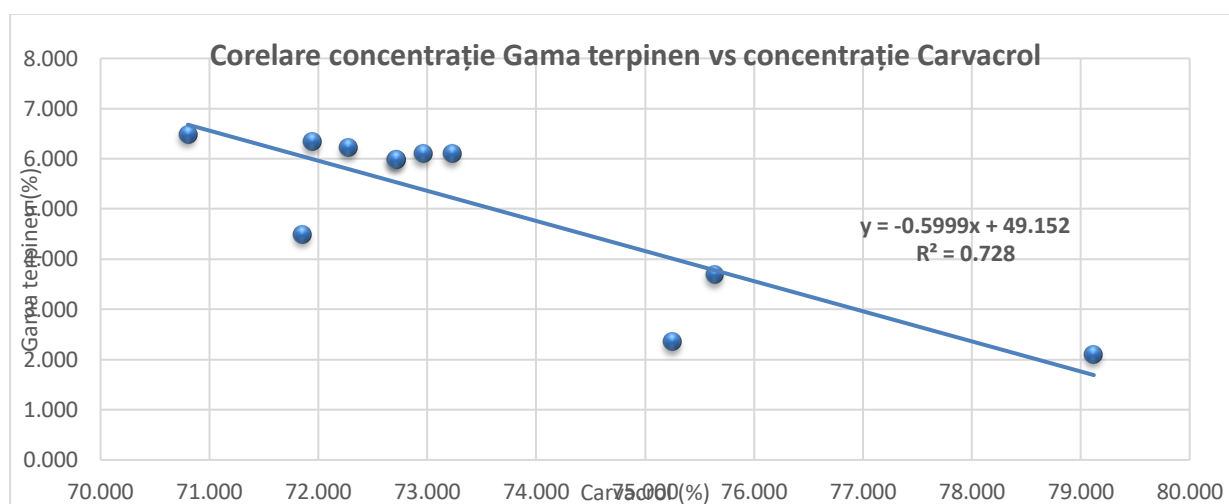
### 3.3. Rezultate si discutii

#### 3.3.1 Uleiul esential de oregano (*Origanum vulgare L.*)

In probele studiate, analizand concentratia unuia dintre componentii principali, gama-terpinen versus variatia concentratiei componentului majoritar carvacrol, se observa o corelare intre acesti parametri cu un factorul de incredere  $R^2 = 0.728$  bun. Din punct de vedere compozitional, daca procesul tehnologic de antrenare cu vapori respecta parametrii stabiliti, continutul de gama terpinen ramane constant in relatie cu continutul de carvacrol. Din graficul de mai sus se poate vedea ca si la uleiuri din material vegetal de origini diferite coeficientul de incredere R este unul bun, media concentratiei de gama-terpinen fiind de 5.060 % iar cea de carvacrol 72.713 % pentru probele analizate.



**Figura nr. 2.** Corelare concentrație Gama Terpinen vs concentrație Carvacrol (vulgare L.)



**Figura nr. 3.** Variația % Carvacrol funcție de randamentul de antrenare

Pe de alta parte este interesant de observat corelarea dintre valorile randamentului de antrenare si continutul in compusul majoritar de interes (carvacrol). Din garficul de mai sus se observa aceasta dependenta cu un factor de incredere bun,  $R^2 = 0.6984$ . Probele obtinute din materialul vegetal de origine Turcia cu randamente de antrenare cele mai ridicate (INAN, Manolya), dar si materialul macedonian (MIN HERBA), au si cele mai ridicate concentratii in carvacrol.

### Concluzii

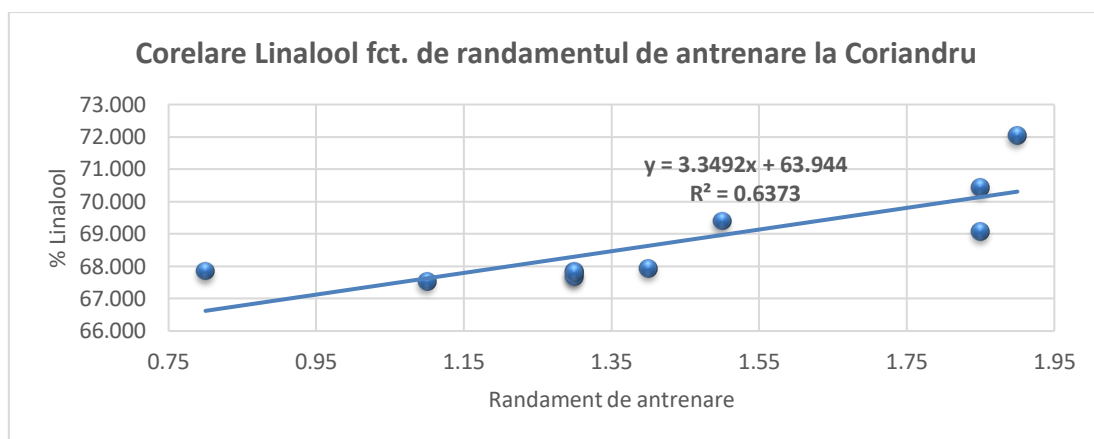
Uleiurile esentiale de oregano obtinute din materii prime de origine Turcia si Macedonia au concentratia de carvacrol cea mai ridicata, motiv pentru care dozajul lor in amestecurile cu proprietati antioxidante si antimicrobiene poate fi mai redus, acest lucru avand un impact pozitiv in costul de productie al retetei.

S-a constatat ca materia prima de origine romaneasca are o concentratie de carvacrol peste 70 % dar in acelasi timp are si un continut mai mare de carvacril-metil-eter, componentul cheie care confera uleiului posibilitatea de a fi utilizat in amestecurile aromatizante unde se doreste accentuarea notei ierboase, de spicy a produsului finit.

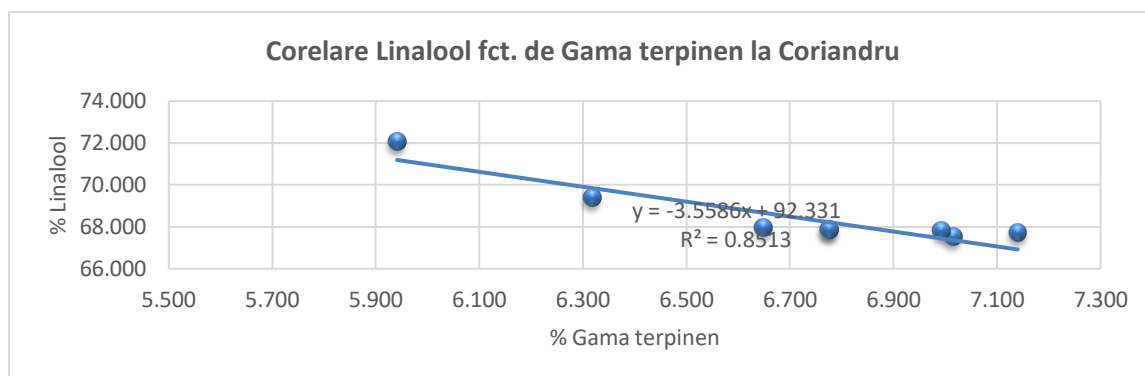
### 3.3.2. Uleiul esential de coriandru (*Coriandrum Sativum L.*)

Au fost analizate de asemenea 10 loturi distincte de uleiuri de coriandru respectiv: lot 834-RO, lot 804-RO, 7569-RO, 7606-RO, 7632-RO, 7609-RO, Star 180-RU, IND-RU, ARM100-RO, 793-RO.





**Figura nr. 4.** Corelare Linalool funcție de randamentul de antrenare la coriandru



**Figura nr. 5.** Corelare Linalool funcție de Gama terpinen la coriandru

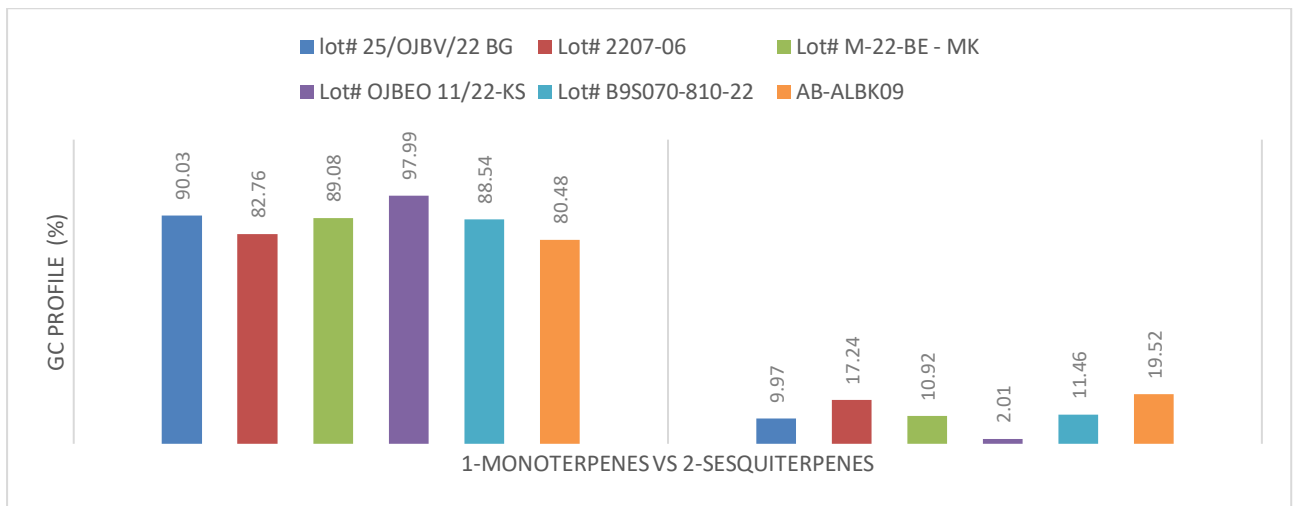
Din punct de vedere al procesului tehnologic de distilare, dacă parametrii rămân constanti, se obțin profiluri structurale și implicit organoleptice similare și constante, acest lucru având impact pozitiv în procesul de obținere a preparatului aromatizant.

Catacterizarea din punct de vedere al parametrilor fizico-chimici și structurali arată că materialul vegetal (semintele de coriandru) de origine românească (zona Galați) oferă un ulei la fel de calitativ ca și cel rezultat din materialul rusesc (considerat pe piața ca fiind un etalon de calitate superioară). Acest lucru ne ajută să promovăm producția de ulei esențial din surse locale, influențând pozitiv și costurile de producție (materialul românesc este mai ieftin cu cca 40 % decât cel rusesc).

Studiul pe materiile prime vegetale la care am avut acces, ne-a ajutat să obținem informații valoroase despre modul de conducere al procesului de distilare dar și calitatea uleiului esențial de cimbru, tip timol obținut în funcție de originea plantei. Din perspectiva atât comercială (randament de antrenare net superior pentru materialul românesc, ceea ce implică dozaj mai mic în rețetă), dar și compozițională (concentrația de timol mult mai mare), uleiul românesc este net superior și mult mai fezabil în aplicațiile noastre de aromatizare și în același timp cu efecte antibacteriene în produsul finit alimentar.

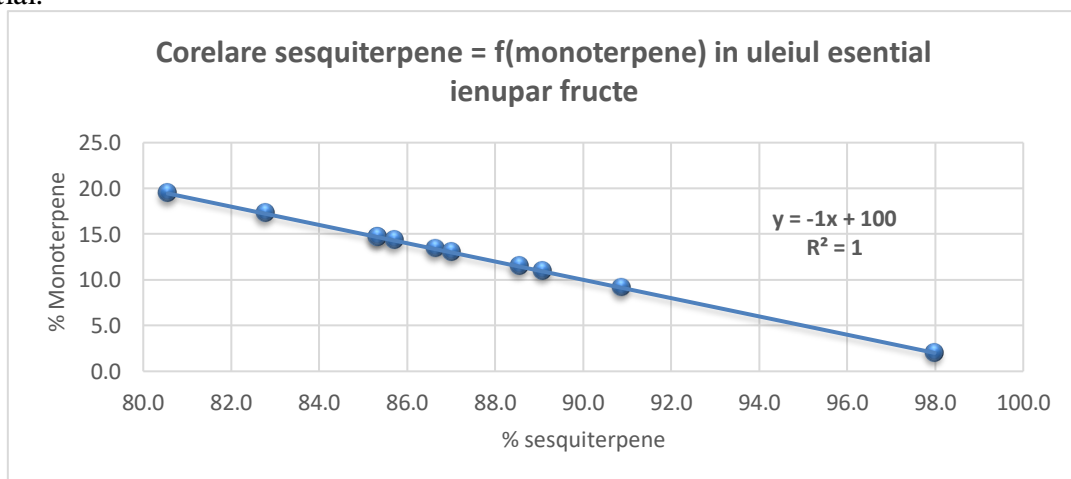
### 3.3.4. Uleiul esențial de ienupăr fructe (*Juniperus communis* L.)

Uleiul esențial de ienupăr fructe, se obține prin antrenarea cu abur (vapori de apă) a fructelor coapte ale plantei *Juniperus communis* L. Produsul finit obținut se utilizează foarte mult în industria aromelor (aroma de gin, în special) dar și în parfumeria pentru notele ierboase, fresh.

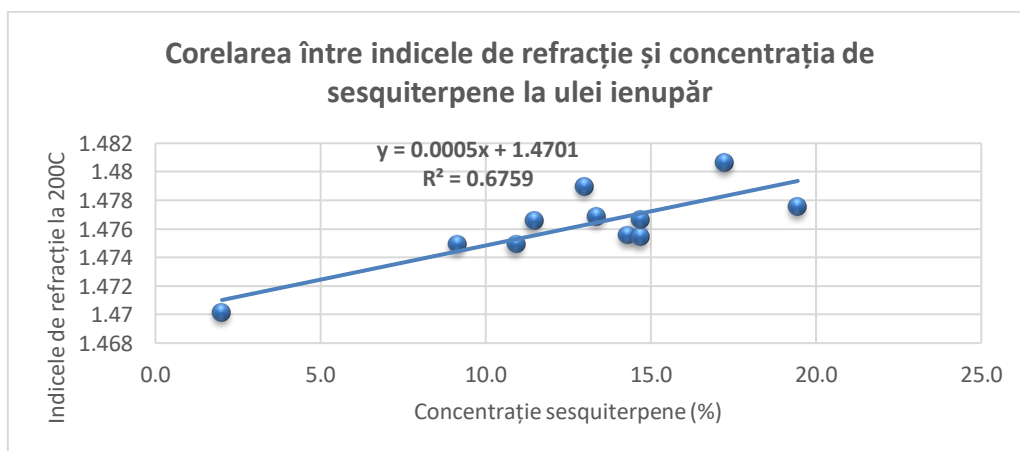


**Figura nr. 6.** Reprezentare grafica a compozitiei loturilor de ulei – monoterpene vs sesquiterpene

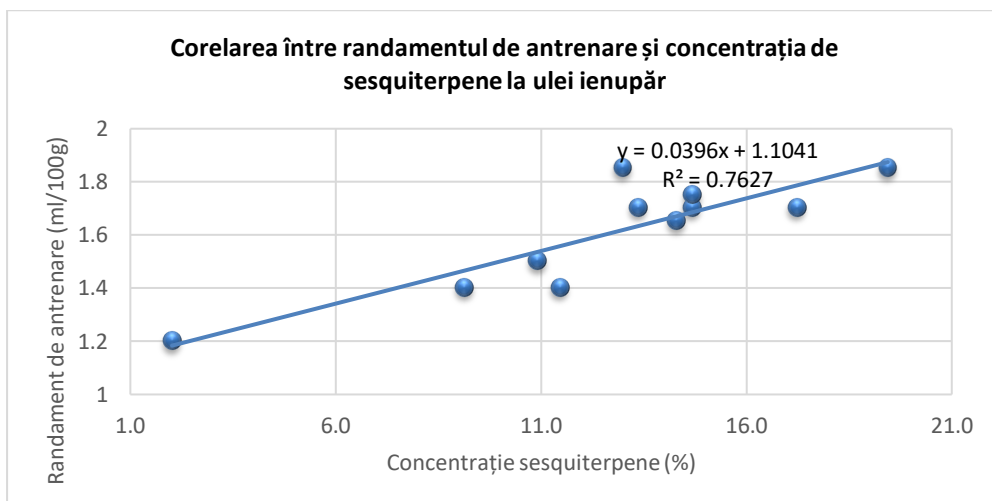
Un aspect important in legatura cu scopul utilizarii sortimentelor de ulei de ienupar fructe in obtinerea preparatelor aromatizante pentru industria alimnetara, il reprezinta structura compozitionala din punct de vedere al monoterpeneleor si a sesquiterpeneleor din uleiul esential.



**Figura nr. 7.** Corelare sesquiterpene = f(monoterpene) în uleiul esențial ienupăr fructe



**Figura nr. 8.** Corelare între indicele de refracție și concentrația de sesquiterpene la ulei ienupăr fructe



**Figura nr. 9.** Corelarea între randamentul de antrenare și concentrația de sesquiterpene la uleiul de ienupăr fructe

Studiul ne arata o imagine de ansamblu a calitatilor de uleiuri esentiale de ienupar disponibile pentru a fi utilizate in prepararea aromelor pentru industria alimentara.

Arealul geografic in care se dezvolta planta si conditiile meteo specifice sunt parametrii cheie pentru calitatea finala a produsului finit (ulei esential), iar cu ocazia acestui exeperiment am tras niste concluzii valoroase si anume ca uleiurile de ienupar produse din material vegetal local se ridica la nivelul uleiurilor de ienupar din Albania din punct de vedere calitativ, unele dintre ele fiind chiar mai bune din punct de vedere al continutului de sesquiterpene (germacrene D), compusi importanti in aplicatiile de productie a aromelor naturale pentru industria alimentara.

## CAPITOLUL 4

### UTILIZAREA ULEIURILOR ESENȚIALE ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

#### 4.1. Directii de utilizare a uleiurilor esentiale naturale

Avand in vedere proprietatile organoleptice si activitatea antimicrobiana/antioxidanta considerabila a uleiurilor esentiale naturale, asa cum reiese si din literatura de specialitate, am ales ca directie principala de utilizare a acestora, care a fost testata si la nivel industrial (pilot) si validata de catre potentiali clienti ai companiei Solina:

- *Utilizarea uleiurilor esentiale de cimbru, coriandru si oregano cu scop de aromatizare a unor produse de interes (sosuri) pentru un client tinta, cu cerinte speciale, al Solina Romania. Produsele au fost obținute pe echipamentul industrial din sectia de lichide Solina Romania.*
- *Utilizarea uleiurilor esentiale cu scopul de a produce preparate aromatizante („flavoring preparation”) pentru diverse produse pe baza de carne (carnati, salamuri, crenvursti) etc;*

## **4.2. Utilizarea uleiurilor esențiale naturale ca agenți de aromatizare în producția industrială de sosuri**

Infrastructura tehnica a zonelor de lucru principale:



Principalele puncte forte și avantaje ale produsului obținut prin varianta optimizată propusă de noi, sunt:

- Timp mai scurt de producție și consum energetic mai mic;
- Aspect și gust uniforme în toată masa, care nu depind de omogenizarea corectă sau de aglomerarea/ sedimentarea condimentelor;
- Controlul ridicat și dozarea precisă a „aromei”;
- Repetabilitate: aroma este aceeași indiferent de lotul de condimente/ anul de recoltă/ zona de recoltă: uleiurile esențiale pot fi standardizate;
- toate ambalajele vor avea același produs: gustul dat de uleiurile esențiale se regăsește în toată masa de produs finit;
- nu sunt diferite de aspect între ambalaje care ar putea apărea datorită separării/ aglomerării condimentelor;
- În cazul utilizării variantei cu uleiuri esențiale, se evită posibilă situația de decolorare a condimentelor, în timp.
- Produs finit „clean label”, fără conservanți.

## **4.3 Utilizarea uleiurilor esențiale în preparate aromatizante pentru diverse produse pe baza de carne**

Având în vedere proprietățile organoleptice și activitatea antimicrobiană/antioxidantă considerabilă a uleiurilor esențiale naturale, așa cum reiese și din literatura de specialitate, am ales două direcții principale de utilizare:

- Utilizarea cu scopul de a produce preparate aromatizante („flavoring preparation”) pentru diverse produse pe baza de carne (carnati, salamuri, crenvursti) etc;
- Utilizarea cu scop de conservanti – evidentierea proprietatilor antimicrobiene, antioxidante ale unor mixuri de uleiuri esentiale



**Figura nr. 10.** Preparare cârnați

Se malaxeaza amestecul conform retetei si apoi se obtin carnatii utilizand membrana naturala de porc. Dupa obtinerea produsului finit, se trece la etapa 2, gatirea lor.

*Etapa 2 – gatirea carnatilor aromatizati cu aroma carnati afumati CA*

In statia pilot food service Solina, se utilizeaza plita cu inductie si tigaia dedicata pentru prajirea carnatilor. Pregatirea lor a durat cca 10 minute. Temperatura maxima atinsa in timpul gatirii a fost de 86 grade Celsius in produs.



**Figura nr. 11.** Gătirea cârnaților

**4.3.1. Discuții și interpretări**

Dupa pregatirea si gatirea carnatilor proaspeti, degustarea s-a realizat in incinta statiei pilot food service, care este un spatiu tip restaurant open-space, dotat cu bucatarie

profesionala dedicat 100 % pentru prezentari si testari de produse (degustari) in vederea promovarii acestora catre clientii Solina.

La degustare s-au pregatit fise de degustare conform modelului de mai jos si su fost prezenti un numar de 20 persoane din cadrul Laboratorului R&D Solina respectiv statiei pilot „Meat”.

## CAPITOLUL 5

### CONCLUZII FINALE

Sintetizând principalele concluzii desprinse ca urmare a studiilor și cercetărilor întreprinse se pot contura următoarele concluzii:

- Uleiurile esențiale sunt amestecuri complexe de compuși naturali, carotenoizi, mai ales monoterpene și sesquiterpenes, diferite grupe chimice de terpenoide, hidrocarburi aromatice și derivații lor oxidați cum ar fi aldehide, cetone, alcooli și esteri obținute din plantele aromatice, fiind surse alternative sigure pentru înlocuirea produselor sintetice cu activitate antimicrobiană, antivirală și antimicotică.
- Cele mai uzuale analize specifice pentru analiza uleiurilor esențiale sunt:
  - ✓ Determinarea parametrilor fizico-chimici: densitate relativă, indice de refracție, putere rotatorie, punct de congelare, reziduu de evaporare, solubilitate în etanol, Indice de aciditate, Indice de peroxid;
  - ✓ Determinarea compoziției: cromatografie de gaze (GC) – cea mai des utilizată, cromatografie în strat subțire (TLC), cromatografie de lichide (HPLC)
- Uleiurile esențiale provenite din materii prime vegetale sunt considerate ca fiind cea mai potrivită alternativă de înlocuire a conservanților alimentari sintetici datorită proprietăților lor puternic antimicrobiene, antioxidante, împreună cu câteva avantaje cum ar fi: lipsa toxicității, produse provenite din regnul vegetal, eco-friendly etc.
- Uleiurile esențiale de oregano obținute din materii prime de origine Turcia și Macedonia au concentrația de carvacrol cea mai ridicată, motiv pentru care dozajul lor în amestecurile cu proprietăți antioxidante și antimicrobiene poate fi mai redus, acest lucru având un impact pozitiv în costul de producție al rețetei.
- Din punct de vedere al procesului tehnologic de distilare, dacă parametrii rămân constanti, se obțin profiluri structurale și implicit organoleptice similare și constante, acest lucru având impact pozitiv în procesul de obținere a preparatului aromatizant.
- Caracterizarea din punct de vedere al parametrilor fizico-chimici și structurali arată că materialul vegetal (semintele de coriandru) de origine românească (zona Galați) oferă un ulei la fel de calitativ ca și cel rezultat din materialul rusesc (considerat pe piața ca fiind un etalon de calitate superioară). Acest lucru ne ajută să promovăm producția de ulei esențial din surse locale, influențând pozitiv și costurile de producție (materialul românesc este mai ieftin cu cca 40 % decât cel rusesc).
- Având la îndemână metodele analitice bine stabilite și verificate practic, putem continua evaluarea și cercetarea atât în vederea identificării unor materii prime înalt calitative cât și pe direcția de a evalua o paletă mai largă de amestecuri aromatizante cu profile cromatografice complexe utilizate în soluțiile alimentare.
- Calitatea uleiurilor de oregano, în funcție de domeniul lor de utilizare, este evaluată în funcție de conținutul de carvacrol, component organic natural responsabil de proprietățile antimicrobiene excelente. Astfel, uleiurile obținute din materie primă de origine românească (LOT 849 – RO, LOT 833 – RO, Lot 844 - RO, SAMPLE 7671 – RO, SAMPLE 7539 – RO) au o medie a concentrației de carvacrol de 72.80 %, cel din

Spania de 71.94 % carvacrol, Turcia 75.44 % carvacrol iar Macedonia de Nord 75.48 %. Un aspect interesant s-a observat la proba MIN. HERBA-MK, care a aratat un continut in carvacrol (cel mai mare dintre toate probele analizate) de 79.12 %.

- Obținerea sosului rosu „pizza” si a sosului QSR în varianta optimizată a demonstrat că aduce o serie de avantaje:
  - ✓ Timp mai scurt de productie si consum energetic mai mic;
  - ✓ Aspect si gust uniforme in toata masa, care nu depind de omogenizarea corecta sau de aglomerarea/ sedimentarea condimentelor;
  - ✓ Controlul ridicat si dozarea precisa a „aromei”;
  - ✓ Repetabilitate: aroma este aceeași indiferent de lotul de condimente/ anul de recolta/ zona de recolta: uleiurile esentiale pot fi standardizate;
  - ✓ gustul dat de uleiurile esentiale se regăsește in toata masa de produs finit, deci nu sunt diferite de aspect și gust datorită separării/ aglomerării condimentelor;
  - ✓ In cazul utilizării variantei cu uleiuri esentiale, se evita posibila situatia de decolorare a condimentelor, in timp.
  - ✓ Produs finit este „clean label”, fara conservanti;

## CAPITOLUL 6

### CONTRIBUȚII PROPRII ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

Teza de doctorat a urmărit identificarea și stabilirea parametrilor optimi pentru obținerea unor uleiuri esențiale naturale larg utilizate în industria aromelor, plecând de la etapa de microproducție (laborator) și ajungând la etapa de producție industrială. În acest sens s-a realizat:

- Obținerea și caracterizarea uleiurilor esențiale naturale, respectiv uleiul de oregano, cimbru, coriandru semințe și ienupăr fructe, având ca scop obținerea de date referențiale privind profilul lor compozițional și organoleptic, acestea fiind informații valoroase care ne vor ajuta mai departe la dezvoltarea aplicațiilor destinate produselor alimentare.
- Stabilirea de metode analitice de caracterizare a uleiurilor esențiale (compozițional, fizico-chimic și organoleptic) în vederea identificării parametrilor tehnologici optimi pentru producția industrială a acestora.
- Determinarea parametrilor tehnologici optimi pentru procesul de distilare cu abur (timp de antrenare, debit de abur, cantitate optimă de material vegetal/sarja) cu scopul de a obține randamente de antrenare îmbunătățite și o calitate superioară (compozițional și organoleptic) pentru uleiurile esențiale naturale.
- Determinarea compoziției uleiurilor esențiale naturale: oregano, cimbru, coriandru semințe și ienupăr fructe, utilizând metode analitice specifice (gaz cromatografie GC-FID) și identificarea compușilor aromatici cu potențial antimicrobian din compoziția acestora.
- Determinarea principalilor parametri fizico-chimici (densitate, indice de refracție și putere rotatorie) pentru uleiurile esențiale și a influenței parametrilor tehnologici de producție asupra acestora.
- Analiza din punct de vedere organoleptic (aspect, miros) a uleiurilor esențiale naturale cu scopul de a identifica cele mai bune calități care ulterior vor fi utilizate în prepararea de amestecuri aromatizante.

- Obținerea și caracterizarea unor mixuri de uleiuri esențiale naturale și investigarea potențialelor proprietăți antimicrobiene ale acestora.
- Dezvoltarea unei tehnologii industriale optimizate din punct de vedere al randamentului de producție și a calității produsului finit obținut pentru uleiul esențial de ienupăr fructe.
- S-au adus contribuții majore și s-au deschis noi perspective pentru utilizare uleiurilor esențiale ca agenți aromatizanți în producția industrială de sosuri.

Tema abordată prezintă are o mare complexitate și bineînțeles că ideile și rezultatele obținute prin atingerea obiectivelor propuse pot fi pe mai departe continuate în mai multe direcții și anume:

- Dezvoltarea de metode analitice cu o acurătate superioară (metode de gaz-cromatografie bidimensională GC x GC FID) pentru determinarea urmelor de compuși organici volatili (ppm) atât în uleiurile esențiale ca atare cât și în amestecurile acestora.
- Caracterizarea uleiurilor esențiale și a preparatelor aromatizante prin metode precum Cromatografia în fază gazoasă (GC) cuplată la spectrometria de masă cu timp de zbor (TOF-MS), care oferă soluții unice pentru diverse aplicații analitice, inclusiv analiza calității alimentelor, a markerilor de autenticitate și siguranță alimentară. Îmbinarea cromatografiei în fază gazoasă (GC-FID) cu spectrometria de masă (MS) permite identificarea și cuantificarea unei game largi de urme de compuși admisibili prin GC în matrici complexe.
- Aplicarea metodelor analitice dezvoltate în vederea identificării calitatilor de uleiuri de rozmarin (*rosmarinus officinalis*), salvie (*salvia officinalis*), produse cu potențial ridicat de utilizare în industria alimentară.
- Proiectarea unor instalații tehnologice de distilare cu vapori de apă cu capacități mai ridicate de procesare (5 MC, 10 MC), iar calitatea uleiurilor esențiale să nu fie afectată de etapa de scalare industrială.
- Cercetarea și dezvoltarea unei game variate de sosuri și baze de sosuri utilizând ca agenți de aromatizare și conservare diverse amestecuri de uleiuri esențiale obținute și validate calitativ prin metodele studiate de către noi.

### **DISEMINAREA REZULTATELOR**

1. Mihaela Adriana Tita, Maria Adelina Constantinescu, **Tiberius Ilie Opruta** Cristina Bățusaru , Lăcrămioara Rusu, Ovidiu Tita, Kefir Enriched with Encapsulated Volatile Oils: Investigation of Antimicrobial Activity and Chemical Composition, 2023 Appl. Sci., 13, 2993. <https://doi.org/10.3390/app13052993>
1. Ovidiu Tita , Maria Adelina Constantinescu , Mihaela Adriana Tita ,**Tiberius Ilie Opruta**, Adriana Dabija and Cecilia Georgescu, Valorization on the Antioxidant Potential of Volatile Oils of Lavandula angustifolia Mill., Mentha piperita L. and Foeniculum vulgare L. in the Production of Kefir, 2022, Appl. Sci., 12, 10287. <https://doi.org/10.3390/app122010287>
2. **Tiberius Ilie Opruta**, Ovidiu Tita, Studies on the use of essential oils in processing food products, 2022, INTERNATIONAL SCIENTIFIC SYMPOSIUM “Young Researchers and Scientific Research in Life Sciences” (series for Food Engineering), Book of Abstract ISSN: 2821 –4307; ISSN –L: 2821 –4307



3. O. Țița , **T. Opruța** , W.C.N. Sas, A. Constantinescu, Characterization of essential oils and aromatic compounds with possibility of use in food production, 2022, ICCE 6th International Conference on Chemical Engineering; <http://www.cercetare.icpm.tuiasi.ro/conferinte/ICCE2022/>
4. O. Tita, V. Codoi, **T. Opruta**, W.C.N. Sas, A. Constantinescu, Studies on the possibility of using by-products from the wine industry and their introduction into the manufacturing process of food and pharmaceutical products using technologies environmentally friendly, 2022, ICCE 6th International Conference on Chemical Engineering; <http://www.cercetare.icpm.tuiasi.ro/conferinte/ICCE2022/>
5. **Tiberius Opruța**, Mihaela Țița, Adelina Constantinescu, Ovidiu Țița, Studies on industrial manufacturing of essential oils used as flavorings in sauces production, 2023, 6th ISEKI-FOOD E-Conference “Food production based on food safety, sustainable development and circular economy”, <https://www.iseki-food.net/iseki-e-conferences>
6. **Tiberius Opruța**, Mihaela Țița, Adelina Constantinescu, Ovidiu Țița, Characterization of juniperus communis l. essential oil obtained from berries harvested in balkans areas, 2023, 6th ISEKI-FOOD E-Conference “Food production based on food safety, sustainable development and circular economy”, <https://www.iseki-food.net/iseki-e-conferences>
7. **Tiberius Opruta**, Ovidiu Tita, Physicochemical properties and composition of hydro-distilled essential oil from coriander (*Coriandrum Sativum L.*) seeds cultivated in Romania, 2024, 24th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2024, [www.sgem.org](http://www.sgem.org)
8. **Tiberius Opruta**, Ovidiu Tita, Studies on the composition of the essential oil of oregano obtained from vegetable raw material from Eastern Europe, 2024, 24th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2024, [www.sgem.org](http://www.sgem.org)

### **BIBLIOGRAFIE (selectiva)**

- Ahangari H, King JW, Ehsani A, Yousefi M (2021) Supercritical fluid extraction of seed oils – a short review of current trends. *Trends Food Sci Technol* 111:249–260. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.066>
- Allenspach M, Steuer C (2021)  $\alpha$ -Pinene: a never-ending story. *Phytochemistry* 190:112857. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.112857>
- Anandharamakrishnan C, Ezhilarasi PN, Indrani D (2015) Microencapsulation of green tea polyphenols and its effect on incorporated bread quality. *LWT-Food Sci Technol* 64(1):289–296
- Azimychetabi Z, Nodehi MS, Moghadam TK, Motesharezadeh B (2021) Cadmium stress alters the essential oil composition and the expression of genes involved in their synthesis in peppermint (*Mentha piperita L.*). *Ind Crops Prod* 168:113602
- Boruga O, Jianu C, Misca C, Golet I, Gruia AT, Horhat FG. (Thymus vulgaris essential oil: chemical composition and antimicrobial activity). *Journal of Medicine and Life*, (2014); 7(3).

Baptista-Silva S, Borges S, Ramos OL, Pintado M, Sarmiento B (2020) The progress of essential oils as potential therapeutic agents: a review. *J Essent Oil Res* 32:279–295. <https://doi.org/10.1080/10412905.2020.1746698>

RN (2020b) Chemical composition, antioxidant activity, anti-inflammatory and neuroprotective effect of *Croton matourensis* Aubl. leaves extracts obtained by supercritical CO<sub>2</sub>. *J Supercrit Fluids* 165:104992. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2020.104992>

Bezerra FWF, de Oliveira MS, Bezerra PN, Cunha VMB, Silva MP, da Costa WA, Pinto RHH, Cordeiro RM, da Cruz JN, Chaves Neto AMJ, Carvalho Junior RN (2020c) Extraction of bioactive compounds. In: *Green sustainable process for chemical and environmental engineering and science*. Elsevier, pp 149–167

Barbosa LN, Alves F, Andrade B, Albano M, Junior AF (2019) Proteomic analysis and antibacterial resistance mechanisms of *Salmonella enteritidis* submitted to the inhibitory effect of *Origanum vulgare* essential oil, thymol and carvacrol. *J Proteome* 214:103625

Benjemaa M, Neves MA, Falleh H et al (2018) Nanoencapsulation of *Thymus capitatus* essential oil : formulation process , physical stability characterization and antibacterial efficiency monitoring. *Ind Crop Prod* 113:414–421. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.01.062>

Beya MM, Netzel ME, Sultanbawa Y et al (2021) Plant-based phenolic molecules as natural preservatives in comminuted meats: a review. *Antioxidants* 10:263. <https://doi.org/10.3390/antiox10020263>

Bhavaniramya S, Vishnupriya S, Al-Aboody MS et al (2019) Role of essential oils in food safety: antimicrobial and antioxidant applications. *Grain Oil Sci Technol* 2:49–55. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2019.03.001>

Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M (2008) Biological effects of essential oils – a review. *Food Chem Toxicol* 46:446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>

Bampidis V, Azimonti G, Bastos MD, Christensen H, Kouba M, Kos Durjava M, López-Alonso M, López Puente S, Marcon F, Mayo B (2019) Safety and efficacy of an essential oil from *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietsw. for all animal species. *EFSA J* 17:e5909. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5909>

Radoias, G., Bosilcov, A., & Batiu, I. (2005), *Odorante naturale în parfumeria moderna*

Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA (2008) Antifungal activities of thyme, clove and oregano essential oils. *J Food Saf* 27(1):91–101

Xie Y, Huang Q, Rao Y, Hong L, Zhang D (2019) Efficacy of *Origanum vulgare* essential oil and carvacrol against the housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Environ Sci Pollut Res* 26:23824–23831. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05671-4>

Weston-Green K, Clunas H, Jimenez Naranjo C (2021) A review of the potential use of Pinene and Linalool as Terpene-based medicines for brain health: discovering novel therapeutics in the Flavours and Fragrances of Cannabis. *Front Psych* 12:1309. <https://doi.org/10.3389/FPSYT.2021.583211/BIBTEX>