

## Raport științific final (2022 - 2024)

|  |   |
|--|---|
| <b>Competiția:</b>                       | <b>Proiect experimental demonstrativ - PED2021</b>  |
| Nr. contract:                            | 648/PED   |
| Cod proiect:                             | PN-III-P2-2.1-PED-2021-1738   |
| Domeniul de cercetare:                   | Bioeconomie   |
| Titlul :                                 | Cercetări privind obținerea de sisteme pe bază de oleogeluri ca înlocuitori de grăsime în produse alimentare  |
| Acronim:                                 | NovelFoodGel  |
| Data începere proiect:                   | 01.07.2022  |
| Data finalizare proiect:                 | 30.06.2024  |
| Durata (luni):                           | 24  |
| Buget total:                             | 596.199,00 lei  |
| Sursa 1 Bugetul de stat                  | 596.199,00 lei  |
| Sursa 2 Alte surse atrase (cofinanțare): | -   |
| Pagina web proiect:                      | <a href="https://fia.usv.ro/cercetare/research-on-obtaining-oleogel-systems-as-fat-substitutes-in-foods/">https://fia.usv.ro/cercetare/research-on-obtaining-oleogel-systems-as-fat-substitutes-in-foods/</a> |
| Instituția coordonatoare:                | Universitatea "Ștefan cel Mare" din Suceava   |
| Director de proiect:                     | Ropciuc Sorina  |
| Partener 1 proiect (P1):                 | -   |
| Partener n proiect (Pn):                 | -   |

z

- 1. Prezentarea generală a obiectivelor ale proiectului, cu punerea în evidență a rezultatelor și gradul de realizare a obiectivelor. Prezentarea trebuie să includă explicații care să justifice diferențele (dacă există) dintre activitățile preconizate și cele realizate.**

**Obiectivul principal** al proiectului este înlocuirea grăsimilor saturate cu oleogeluri în produsele de panificație, patiserie și deserturi congelate pe baza tehnologiilor existente, în vederea obținerii unor produse cu caracteristici nutriționale și tehnologice superioare analizate în laborator.

**Obiectivele specifice** prevăzute au fost atinse și îndeplinite într-un grad de 100%. Astfel, pentru fiecare obiectiv propus, s-au realizat activitățile de cercetare conform planului de realizare, fără diferențe între cele propuse inițial și cele realizate, obținându-se următoarele rezultate:

| Obiective specifice   | Rezultate   | Grad de realizare |
|---|---|-------------------|
| O1: obținerea oleogelurilor necesare produselor de panificație, patiserie și a deserturilor congelate | Au fost obținute oleogeluri folosind uleiuri vegetale: ulei de măsline (OL), ulei din semințe de struguri (GO), ulei de nucă (WO), ulei de floarea soarelui (SO), ulei din semințe de cânepă (HO) și oleogelatorii: ceara de orez (RW), ceară de carnauba (CW), ceară de albine (BW), ceară de candelilla (DW), $\beta$ -sitosterol (S), xanthan gum (XG), Ethylcellulose (EC) și proteină de mazăre (PP) în procente de 3%, 5%, 7%, 9% și 11%. | 100%              |
| O2: analiza caracteristicilor fizico-chimice, reologice și texturale ale oleogelurilor                | Au fost analizate fizico -chimic oleogelurile determinându-se: Indicele de peroxid, capacitatea de reținere a uleiului în structură, culoarea, profilul acizilor grași, activitatea apei, analiza DSC, proprietățile reologice, proprietățile texturale și  | 100%              |

|   |   |      |
|---|---|------|
|   | <p>caracterizarea morfologică a oleogelurilor prin SEM. Suplimentar, s-a determinat analiza FT-IR și analiza termogravimetrică.</p> <p>Oleogelurile cu ceară au prezentat proprietăți fizice diferite comparativ cu oleogelurile formulate cu sitosterol, etil celuloză și proteine. Proprietățile de reținere a uleiului în structură a constituit un principal criteriu de selecție a folosirii oleogelurilor în produse alimentare.</p>  |      |
| O3: optimizarea oleogelurilor în funcție de caracteristicile de calitate              | <p>S-a procedat la optimizarea rezultatelor privind caracteristicile oleogelurilor și au fost selectate oleogelurile cu proprietăți fizico-chimice și texturale optime. Au fost folosite oleogelurile cu conținut de oleogelator în procent de 5% și 7% pentru introducerea în aluatul fermentat; 3% și 7% pentru introducerea în aluatul fluid; 5% și 9% în aluatul fraged iar pentru deserturile congelate s-au folosit oleogelurile obținute cu 3% și 5% oleogelator. Analizele fizice, chimice și texturale au permis selecția componentelor și raportul de amestecare în vederea obținerii de oleogeluri optimizate.</p>   | 100% |
| O4: obținerea și caracterizarea aluaturilor de panificație și patiserie cu oleogeluri | <p>Au fost obținute mai multe variante de aluaturi pentru produse de panificație (fermentat) și de patiserie (fluid și fraged) cu diferite variante de oleogeluri, în scopul obținerii unor produse cu proprietăți reologice, reofermentometrice, alveografice și texturale comparabile cu probele martor (margarina). Astfel, s-au obținut și analizat aprox. 70 probe de aluat fermentat pentru obținerea chiflelor în care s-au adăugat un procent de 5% oleogel. Au fost obținute rezultate privind reologia, puterea de dospire, proprietățile alveografice și texturale ale aluatului fermentat.</p> <p>Aceeași procedură s-a folosit și pentru aluaturile fluide și aluaturile fragede. Pentru aluaturile fluide s-au folosit oleogelurile cu 3% și 7% oleogelator. Determinările reologice și texturale ale aluatului fluid au fost determinate pe aprox. 65 probe. Aluatul fraged a fost obținut prin încorporarea oleogelurilor formulate cu 5% și 9% oleogelator. Au fost obținute și analizate reologic și textural aprox. 70 probe de aluat pentru biscuiți.</p> | 100% |
| O5: obținerea și caracterizarea mixurilor pentru desert congelat cu oleogeluri        | <p>Au fost obținute mixuri pentru desert congelat în care grăsimea animală a fost înlocuită cu oleogel. Proba de referință a fost laptele de vacă iar mixurile vegetale au fost obținute cu băuturi din ovăz, mei și grâu spelt. Pentru fiecare sortiment de băutură vegetală s-a realizat un set de probe care au avut în vedere înlocuirea grăsimii animale cu oleogel formulat cu diferiți oleogelatori. S-au folosit oleogelurile cu 3% și 5% agent de oleogelare. Procentul de oleogel introdus în mixul de desert congelat a fost de 5%. În total au fost obținute și analizate aprox. 63 probe. Analizele chimice și</p>   | 100% |

|   |   |      |
|---|---|------|
|   | reologia cuplată cu FT-IR au permis caracterizarea proprietăților mixului din punct de vedere compozițional și reologic.  |      |
| O6: obținerea și caracterizarea produselor finite de panificație (chifle) și patiserie (brioșe și biscuiți) cu oleogeluri | Produsele finite obținute din aluat fermentat-chifle-s-au analizat din punct de vedere a conținutului de acizi grași. Senzorial, o echipă de degustători a atribuit punctaj pe baza unei fișe de degustare. Chiflele s-au analizat din punct de vedere textural, porozitatea, elasticitatea și volumul. Brioșele au fost analizate în vederea determinării prezenței acizilor grași. Senzorial, s-a folosit metoda scării cu punctaj pe baza unei fișe de degustare. Brioșele au fost analizate din punct de vedere textural, și s-a determinat elasticitatea și volumul produsului. Biscuiții au fost obținuți și s-a determinat conținutul în acizi grași. Conținutul în acizi grași în produsul finit (chifle, brioșe și biscuiți) nu s-a modificat comparativ cu compoziția acizilor grași din uleiuri și oleogeluri. Analiza senzorială a fost realizată pe baza unei fișe folosind metoda atribuirii de punctaj. Degustătorii au evaluat brioșele și chiflele cu excelent iar biscuiții cu foarte bine. | 100% |
| O7: obținerea și caracterizarea texturii desertului congelat cu oleogeluri  | Deserturile vegetale congelate (înghețată vegană) au fost obținute și analizate din punct de vedere textural și senzorial. Cele mai bine evaluate senzorial au fost probele obținute cu băutură de grâu spelt și de mei în care s-au adăugat oleogelurile cu ulei de nucă și floarea soarelui. Din punct de vedere textural, deserturile congelate cu oleogelurile proteice au prezentat cele mai bune rezultate privind fermitatea.  | 100% |
| O8: diseminarea științifică și management   | S-au publicat 7 articole ISI (4 articole Q1, 1 articol Q2 și 2 ISI Proceedings; 1 articol în curs de evaluare; 5 cereri de brevet (OSIM), s-a participat la 10 conferințe internaționale și s-a creat pagina web a proiectului unde sunt descrise rezultate științifice obținute și rapoartele de activitate <a href="https://fia.usv.ro/cercetare/research-on-obtaining-oleogel-systems-as-fat-substitutes-in-foods/">https://fia.usv.ro/cercetare/research-on-obtaining-oleogel-systems-as-fat-substitutes-in-foods/</a> De asemenea, din fondurile acestui proiect s-a achiziționat un echipament Mixolab 2 (Chopin Technologies) în valoare de 355929 RON.  | 100% |

## 2. Prezentarea și argumentarea nivelului de maturitate tehnologică (TRL) la finalul proiectului.

Conceptul tehnologic de înlocuire a grăsimilor saturate cu oleogeluri în produse de panificație, produse de patiserie și deserturi congelate s-a bazat pe ideea că oleogelurile sunt potrivite pentru înlocuirea sau reducerea grăsimilor saturate și trans în produse alimentare cu solicitare mare de consum pe piață. Punctul de început în această cercetare a fost posibilitatea înlocuirii cu succes a margarinei din produse alimentare prin formularea unor grăsimi solide care au la bază uleiul și un oleogelator. Uleiurile lichide vegetale pot fi adaptate pentru a fi grăsimi solide; hidrogenarea parțială, fracționarea sau interesterificarea au fost exploatate până când au apărut probleme de sănătate legate de grăsimile trans artificiale, precum și grăsimile foarte saturate.

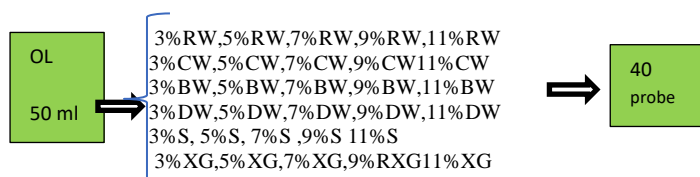
Conceptul de oleogelare propus în acest proiect a fost analizat și demonstrat la nivel de laborator (TRL 3). Metodele de obținere a oleogelurilor folosind ca agenți de oleogelare ceara, sitosterolul,

etil celuloza și proteinele au fost dezvoltate și testate pentru a demonstra funcționalitatea lor. Produsele alimentare reformulate (cu oleogeluri) sunt comparabile cu produsele de referință (cu margarină) sau chiar sunt produse cu funcționalitate tehnologică îmbunătățită. Pe baza tehnologiei existente, fără a fi nevoie de modificări în ceea ce privește utilajele specifice tehnologiei, aceste oleogeluri pot fi folosite și la nivel industrial (TRL 4).

### 3. Gradul de atingere a rezultatelor estimate (prezentarea produsului/tehnologiei sau a serviciului rezultat al proiectului).

#### ETAPA I- OBȚINEREA ȘI CARACTERIZAREA OLEOGELURILOR

**Activitatea 1- Obținerea oleogelurilor.** Scopul acestei etape a fost de obținere a oleogelurilor folosind ulei de măsline (OL), ulei din semințe de struguri (GO), ulei de nucă (WO), ulei de floarea soarelui (SO), ulei din semințe de cânepă (HO) și diferiți oleogelatori .



În total au fost obținute aproximativ 200 probe de oleogeluri.

RW- ceara de tărățe de orez brun; CW- ceara de carnauba; BW- ceara de albine; DW- ceara de candelilla;

S- sitosterol; EC- etil celuloză; XG- gumă guar;



**Figura 1.** Obținere a oleogelurilor în laborator

#### Activitatea I.2. Determinarea capacității de reținere a uleiului în structură (CBO)

Oleogelurile cu ceară au prezentat o structură stabilă, cu structură semisolidă specifică de gel la adaosuri mai mari de 3%. S-a determinat ca această concentrație este critică la unele tipuri de ulei vegetal. S-a determinat că modul de legare a cerii, a etilcelulozei și a sitosterolului sau a proteinelor sunt în corelație cu compoziția chimică a uleiurilor. Cea mai mare capacitate de legare a uleiului a fost obținută la adaosul de ceară de candelilla iar cea mai mică capacitate de legare a uleiului s-a apreciat la sitosterol.

#### Activitatea I.3. Determinarea culorii oleogelurilor

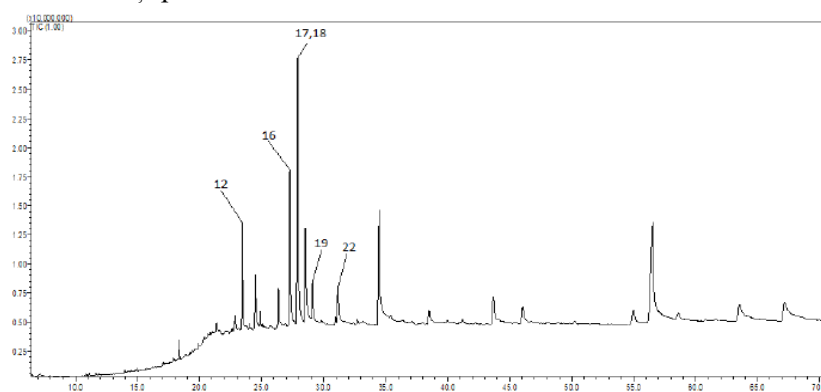
Rezultatele privind culoarea oleogelurilor este un criteriu de apreciere senzorială. Culoarea oleogelurilor s-a păstrat în funcție de culoarea uleiului folosit la formularea oleogelului. Au fost modificări de luminozitate ale oleogelurilor prin comparație cu a uleiurilor. Adaosul de oleogelator a condus la solidicarea grăsimii și implică la obținerea unui produs cu aspect mat, datorat formării cristalelor de grăsime. Uleiurile vegetale imprimă culoare specifică oleogelurilor și transfer de pigmenți în produsele alimentare în care vor fi folosite. Oleogeluri clare și cu transparență ridicată au fost obținute la probele cu etil celuloza și sitosterol.

#### Activitatea I.4. Determinarea indicelui de peroxid

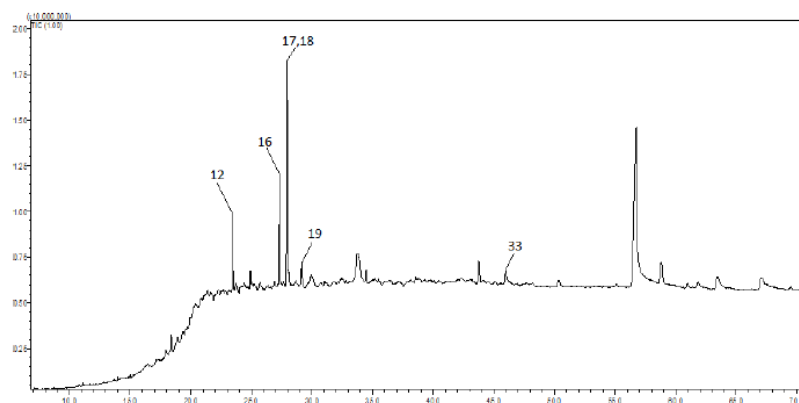
Valoarea indicelui de peroxid se corelează cu oxidarea grăsimilor. Toate probele de oleogel au prezentat valori scăzute ale indicelui de peroxid având în vedere că această analiză s-a determinat după cinci zile de la obținere. Uleiurile vegetale au fost achiziționate din magazinele alimentare și au fost în temen de valabilitate. Creșterea procentului de oleogelator a condus la o scădere a valorii indicelui de peroxid. Dacă la probele cu 3% valoarea indicelui este de 9,88 meqO<sub>2</sub>/kg, probele cu 11% au prezentat valori de aproximativ 3,46 meqO<sub>2</sub>/kg.

#### Activitatea I.5. Determinarea prezenței acizilor grași trans din oleogeluri prin GS-MS

Soluții standard pentru 37 acizi grași au fost analizate separat și rezultatele au fost folosite pentru a calcula conținutul de acizi grași pentru fiecare tip de oleogel, cu ajutorul ariei peak-urilor obținută în funcție de timpii de retenție. Din rezultatele obținute se poate observa o scădere a conținutului de acizi grași odată cu creșterea concentrației de ceară utilizată. Astfel, pentru oleogelul obținut cu ulei de măsline și 3% ceară carnauba s-a obținut un conținut de 74,58 μg/ml acid palmitic iar când concentrația de ceară a crescut la 5% concentrația acestui acid gras a scăzut la 35,96 μg/ml. Aceeași tendință a fost observată și în cazul celorlalți acizi grași identificați în oleogelurile obținute din ulei de măsline și ulei carnauba, respectiv: acid stearic, acid elaidic C18:1(trans-9)+ acid oleic C18:1(cis-9), acid gamma-linolenic și acid docosadienoic C22:2 (cis-13,16). Scăderea concentrației acizilor grași odată cu creșterea conținutului de ceară adăugată a fost observată și în cazul oleogelurilor obținute cu ulei de nucă, ulei de floarea-soarelui, ulei de semințe de struguri și ulei de semințe de cânepă, ceară de albine, ceară de candelilla, ceară de tărâțe de orez, etil-celuloză, sitosterol, gumă xantan și proteină de mazăre.



**Figura 2.** Cromatograma cu conținutul de acizi grași din oleogelul obținut din amestec de ulei de măsline și 3% ceară de albine



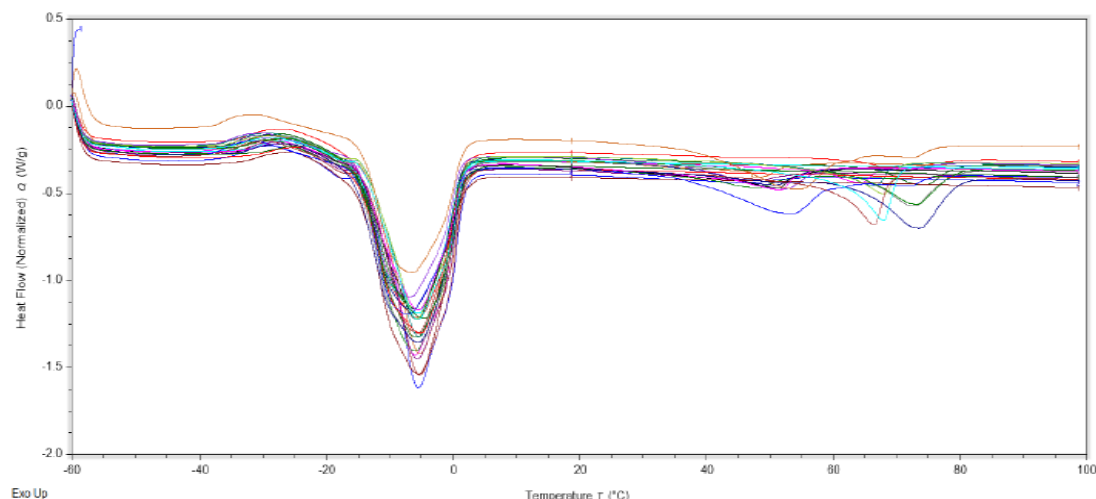
**Figura 3.** Cromatograma cu conținutul de acizi grași din oleogelul obținut cu ulei de măsline și 3% ceară de carnauba (OL\_3CW)

### Activitatea I.6. Determinarea activității apei în oleogeluri

Rezultatele obținute la determinarea activității apei în produs au fost în corelație cu cercetările altor autori. Uleiul este un produs cu umiditate scăzută, apa liberă a prezentat valori cuprinse în intervalul 0.300-0.450. Oleogelurile formulate cu proteină la care inițial s-a impus o hidratare au prezenta valori cuprinse în intervalul 0.500-0.650. Deoarece tema cercetării nu are ca direcții stabilitatea oleogelurilor pentru o perioadă lungă de timp, nu au fost considerate valori ridicate ale activității apei iar posibilitatea de folosire a oleogelurilor în produse este garantată.

### Activitatea I.7. Analiza proprietăților termice prin DSC

Pentru analiza proprietăților termice ale oleogelurilor s-au avut în vedere modificările care apar în comportamentul termic al probelor între 20 °C și 90 °C, 90 °C și -60 °C și între -60 °C și 100 °C. Această ultimă regiune a dus la vizualizarea celor mai relevante modificări în structura probelor și este prezentată în figura 4. În domeniul negativ s-a identificat un peak proeminent la aproximativ -5 °C, care corespunde temperaturii de cristalizare. În domeniul pozitiv, oleogelurile au prezentat între 40 și 80 °C peakuri care corespund temperaturii de topire. În cazul în care s-a utilizat ceara alimentară ca oleogelator, se observă că temperatura de topire a crescut odată cu proporția de ceară adăugată; temperaturi de topire ridicate sunt atribuite conținutului de acizi grași saturați sau cu catenă lungă ai acestor oleogelatori.

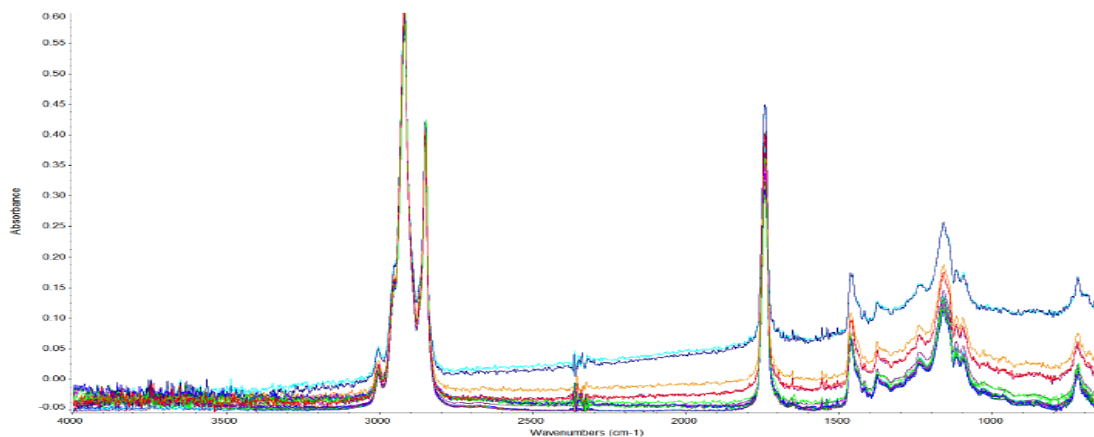


**Figura 4.** Termograme suprapuse ale probelor de oleogeluri obținute cu diferite tipuri de uleiuri și oleogelatori (temperatură restricționată la -60 – 100 °C)

### Activitatea I.8. Analiza structurii oleogelurilor prin FTIR

Spectrele FTIR ale oleogelurilor obținute cu diferite tipuri de uleiuri (ulei de măsline, ulei de struguri, ulei de nucă, ulei de semințe de cânepă și ulei de floarea soarelui) sunt prezentate în figura 5. Domeniul de numere de undă cuprins în analiză conține informații privind vibrațiile moleculare specifice compoziției chimice a probelor, care sunt utile pentru a obține o perspectivă asupra modului în care oleogelatorul se combină cu uleiul pentru a forma matricea de oleogel.

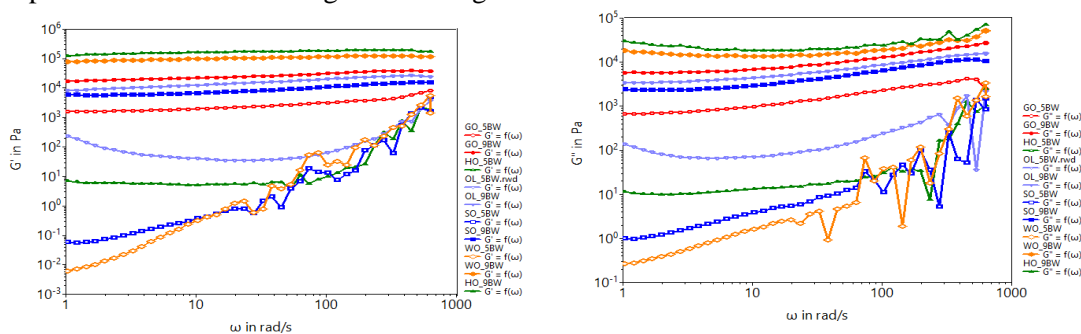
Cele mai mari peak-uri au fost observate pentru toate probele la 2921  $\text{cm}^{-1}$  and 2852  $\text{cm}^{-1}$  și au fost atribuite vibrațiilor simetrice și asimetrice de întindere ale grupării CH<sub>2</sub>, fiind caracteristice oleogelatorilor. Un alt peak proeminent a fost înregistrat la aproximativ 1743  $\text{cm}^{-1}$  și a fost corelat cu vibrații de întindere ale C=O care rezultă din combinația între ulei și oleogelator; în cazul acestui peak de absorbție s-a observat o reducere a intensității determinată de creșterea proporției de oleogelator, reducere care a fost semnificativă în cazul oleogelurilor obținute cu ulei de măsline și ulei de semințe de cânepă.



**Figura 5.** Spectrele FTIR ale probelor de oleogeluri

### Activitatea I.9. Determinarea proprietăților reologice ale oleogelurilor

Majoritatea probele au prezentat modulul de stocare dominant peste modulul de pierdere și ambele au crescut ușor în intervalul de frecvență, ceea ce a reprezentat un comportament semisolid cu toleranță bună la deformare. A fost efectuat un test de baleiaj de frecvență pentru a măsura modulul de stocare ( $G'$ , reprezentând proprietatea elastică) și modulul de pierdere ( $G''$ , ilustrând proprietatea vâscoasă) ale oleogelurilor. La compararea proprietăților vâscoelastice ale probelor cu ceară și a celor cu proteină probele de oleogel cu ceară, etilceluloză și sitosterol s-au dovedit a avea valori mari pentru modulul elastic. Aceste rezultate au arătat efectul sinergic al cerii și al polimerilor asupra caracteristicilor reologice ale oleogelurilor.



**Figura 6.** Proprietățile vâscoelastice ale oleogelurilor formulate cu ceară de albine și ceară de orez în procent de 5% și 9%

### Activitatea I.10. Determinarea proprietăților texturale ale oleogelurilor

Au fost determinate proprietățile texturale pentru oleogelurile preparate cu ceară și oleogeluri obținute cu polimeri și proteine. Oleogelurile preparate cu proteine au prezentat cea mai scăzută fermitate, în comparație cu oleogeluri obținute cu polimeri și a celor obținute cu ceară în procent de 11%. Elasticitate oleogelurilor obținute cu etil celuloză a fost cea mai ridicată. Adezivitatea probelor cu ceara au prezentat cele mai ridicate valori. În plus, oleogeluri cu 3% ceară și cele cu sitosterol au prezentat cea mai scăzută valoare a fermității și elasticității.

### Activitatea I.11 Caracterizarea morfologică a oleogelurilor prin SEM

Analiza SEM a oleogelurilor (Figura 7) pune în evidență gruparea și distribuția cristalele de grăsime solidificată la nivel de microstructură. În funcție de oleogelatorul folosit, microstructura formațiunilor a fost diferită. Mai mult, au fost vizualizate formațiuni și aranjări ale microcristalelor în structuri diferite și în corelație cu uleiul folosit. Diferențele în structura rețelei și imaginea oleogelului proteic arată că agregatele au format o rețea de tip fractal în uleiul lichid. Structurile gelificate cu ceară și polimeri au prezentat formațiuni grupate în rețele fine sau granuloase. Particulele de ceară au fost distribuite omogen în unele oleogeluri iar alte formulări la care s-a folosit un alt sortiment de ulei au produs formațiuni neomogene. Tendința de formare a rețelei de ulei-oleogelator este atribuită echilibrului dintre particule-solvent și interacțiunilor dintre particule. De exemplu, ceara de albine se omogenizează și leagă în structură uleiul de măsline iar în combinație cu uleiul de nucă nu prezintă aceeași tendință. Faza uleioasă poate fi distinsă prin zone întunecate, în timp ce componentele solidificate pot fi văzute într-o formă luminoasă. Această rezultate sunt în concordanță cu rezultatele unor studii anterioare care au relevat că structurile cristaline ale oleogelurilor pot capta un volum mare de ulei unde cantități mari de cristale de ceară pot face oleogelurile mai puternice și dense.

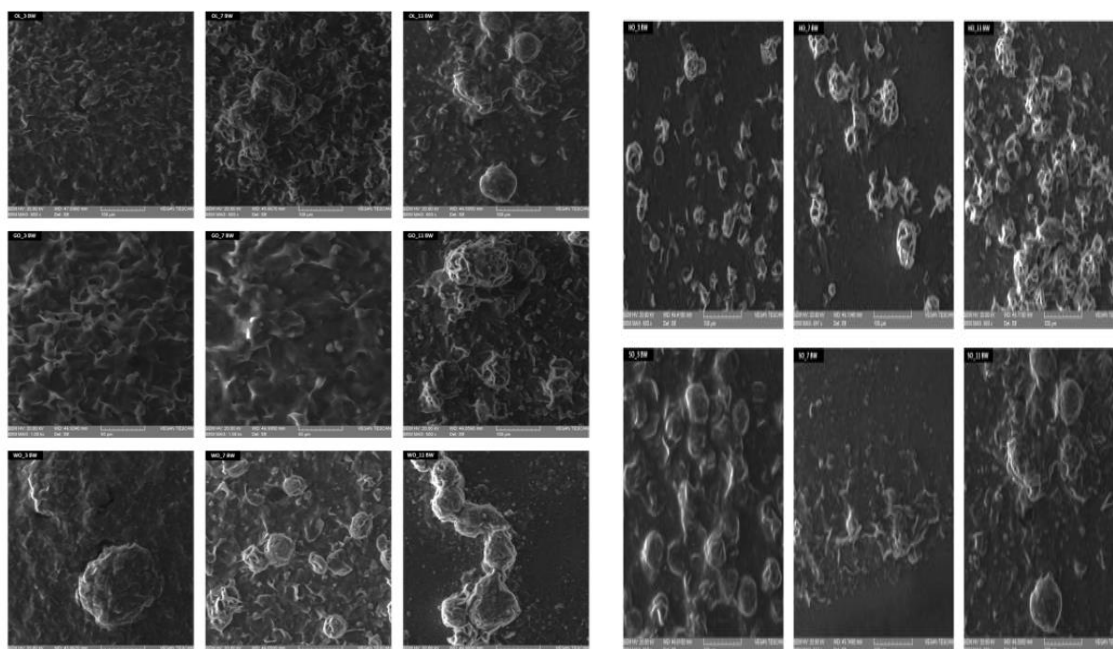


Figura 7. Imagini SEM pentru oleogelurile cu ceară de albine

### Activitatea I 12. Analiza termogravimetrică a oleogelurilor

Prin analiza termogravimetrică a fost studiată degradarea termică a oleogelurilor în funcție de tipul de ulei (semințe de struguri, cânepă, măsline, floarea soarelui și ulei de nucă) și de asemenea tipul de ceară (ceară de albine și ceară de tărâțe de orez) care a fost utilizat pentru formularea acestora (TGA). Figura 8 prezintă valorile pentru temperatura de debut (Tonset) și temperatura finală (Tendset) a pierderii de masă induse, rata maximă de pierdere în greutate (Tmax), pierderea de masă la sfârșitul fiecărei descompunere ( $\Delta W$ ) și reziduul care rămâne la 600 °C. Excluzând pierderea inițială de masă la 150–200 °C, care este în jur de 5%, ca urmare a evaporării apei, un alt interval esențial este că descompunerea oleogelului a avut loc în două etape bine definite. Prin urmare, prima etapă (cunoscută și sub denumirea de stadiul principal) a avut loc între 295 și 480 °C datorită descompunerii părții moleculelor de oleogel care depinde de procentul de acizi grași saturați și nesaturați prezenți în masa de grăsime totală.



| Sample | T <sub>onset</sub> (°C) | T <sub>endset</sub> (°C) | T <sub>final</sub> (°C) | ΔW (%) | Residue at 600 °C (%) |
|--------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------|-----------------------|
| GO-5BW | 323.11                  | 473.48                   | 484.76                  | 83.89  | 16.11                 |
| GO-9BW | 344.37                  | 456.29                   | 489.10                  | 91.72  | 8.28                  |
| HO-5BW | 355.90                  | 464.09                   | 494.47                  | 86.56  | 13.44                 |
| HO-9BW | 351.20                  | 462.46                   | 492.26                  | 83.79  | 16.21                 |
| OL-5BW | 297.26                  | 451.10                   | 497.00                  | 93.96  | 6.04                  |
| OL-9BW | 325.63                  | 453.64                   | 484.99                  | 95.91  | 4.09                  |
| SO-5BW | 365.27                  | 467.64                   | 499.52                  | 96.37  | 3.63                  |
| SO-9BW | 352.34                  | 470.41                   | 506.16                  | 94.79  | 5.21                  |
| WO-5BW | 347.49                  | 478.81                   | 519.74                  | 93.00  | 7.00                  |
| WO-9BW | 379.07                  | 472.20                   | 503.63                  | 91.53  | 8.47                  |
| GO-5RW | 355.46                  | 470.95                   | 503.00                  | 92.55  | 7.45                  |
| GO-9RW | 377.46                  | 465.07                   | 493.52                  | 97.06  | 2.94                  |
| HO-5RW | 378.64                  | 471.00                   | 498.89                  | 89.61  | 10.39                 |
| HO-9RW | 381.36                  | 473.39                   | 500.16                  | 89.06  | 10.94                 |
| OL-5RW | 360.34                  | 463.31                   | 555.45                  | 97.09  | 2.91                  |
| OL-9RW | 349.41                  | 461.57                   | 502.37                  | 97.38  | 2.62                  |
| SO-5RW | 351.67                  | 467.95                   | 503.95                  | 97.66  | 2.34                  |
| SO-9RW | 354.38                  | 467.06                   | 499.21                  | 97.80  | 2.20                  |
| WO-5RW | 380.29                  | 472.22                   | 513.74                  | 73.87  | 26.13                 |
| WO-9RW | 379.84                  | 476.15                   | 504.58                  | 93.05  | 6.95                  |














**Figura 8.** Parametrii TGA pentru probele de oleogel

## Etapă a IIa. Obținerea semifabricatelor cu margarină și oleogeluri. Analiza semifabricatelor (aluaturi și mixuri pentru desert congelat)

A doua etapă s-a desfășurat pe baza rezultatelor obținute din prima etapă a proiectului, etapa în care au fost formulate și analizate oleogelurile. Pe baza rezultatelor obținute în prima etapă, au fost folosite oleogelurile cu 3%, 5%, 7% și 9% ceară, sitoserol și oleogelurile proteice. Schema de realizare a cercetării este structurată în Tabelul 1.

### Activitatea II. 1. Obținerea semifabricatelor pentru analiză

**Tabel 1.** Probe de semifabricate obținute cu adaos de oleogel

| OLEOGEL                    | Aluat pentru chifle   | Aluat pentru brișe  | Aluat pentru biscuiți  | Mix pentru desert vegetal congelat  |
|----------------------------|---|---|--|---|
|                            | Procentul de oleogel introdus în aluat  | Procent de oleogel introdus în aluat  | Procent de oleogel introdus în aluat   | Procent de oleogel introdus în mix  |
|                            | 5 %   | 20%   | 30%  | 5%  |
| 3%BW ( în toate uleiurile) |   |  |  |  |
| 5%BW (în toate uleiurile)  |  |   |  |   |
| 7%BW (în toate uleiurile)  |  |  |  |   |
| 9%BW (în toate uleiurile)  |   |   |  |   |
| 3%CW (în toate uleiurile)  |   |  |  |  |
| 5%CW (în toate uleiurile)  |  |   |  |   |
| 7%CW (în toate uleiurile)  |  |  |  |   |
| 9%CW (în toate uleiurile)  |   |   |  |   |

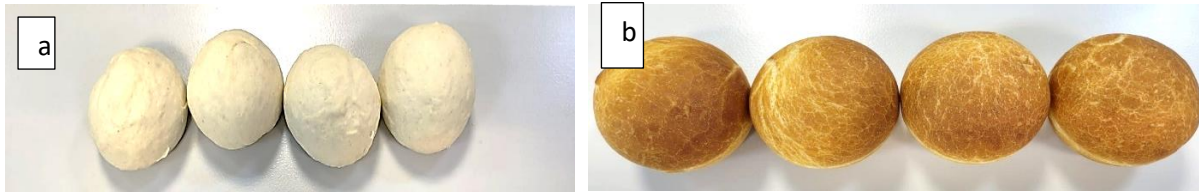
|                           |   |   |  |   |
|---------------------------|---|---|--|---|
| 3%DW (în toate uleiurile) |   |    |  |    |
| 5%DW (în toate uleiurile) |    |   |    |   |
| 7%DW (în toate uleiurile) |    |    |  |   |
| 9%DW (în toate uleiurile) |   |   |    |   |
| 3%RW (în toate uleiurile) |   |    |  |    |
| 5%RW (în toate uleiurile) |    |   |    |   |
| 7%RW (în toate uleiurile) |    |    |  |   |
| 9%RW (în toate uleiurile) |   |   |    |   |
| 5%S (în toate uleiurile)  |    |    |    |    |
| 7%S (în toate uleiurile)  |    |   |  |   |
| 9%S (în toate uleiurile)  |    |    |    |   |
| 5%XG (în toate uleiurile) |  |  |  |  |
| 7%XG (în toate uleiurile) |  |   |  |   |
| 5%PP (în toate uleiurile) |  |  |  |  |
| 7%PP (în toate uleiurile) |  |  |  |   |
| 9%PP (în toate uleiurile) |   |   |  |   |
| TOTAL                     | 14X5 uleiuri vegetale<br>=70 probe de aluat<br>pentru chifle                        | 13X5 uleiuri vegetale<br>=65 probe de aluat fluid<br>pentru brișe                   | 14X5 uleiuri vegetale<br>=70 probe de aluat<br>pentru biscuiți                       | 7X 3*X 3 **<br>=63 probe de mix pentru<br>desert congelat                             |

\*- uleiuri folosite la formularea oleogelurilor: GO; SO și WO.

\*\* - băutură vegetală din ovăz, mei și grâu spelt.

## Activitatea II. 1. Obținerea și caracterizarea aluaturilor de panificație cu oleogeluri

Aluatul pentru chifle a fost obținut conform cu metoda descrisă. Probele obținute sunt reprezentate în Figura 9. (a,b). În figura 1a sunt probe de aluat dospit și modelat sub forma de chiflă cu oleogel iar figura 1 c prezintă produsul rezultat după coacere. Caracteristicile de calitate ale făinii de grâu au fost: conținut de umiditate 10,9% (ICC 110/1) conținut de cenușă 0,65% (ICC 104/1), conținut de proteine 11,5% (ICC 105/2), conținut de amidon 71,0% (aprobat AACC 76-13.01), gluten umed 22,7% (ICC 137/1), valoarea Zeleny 35,3 mL (ICC 116/1).



**Figura 9.** Aluat fermentat modelat sub formă de chiflă cu oleogel (a) și produsul copt (c)

Activitatea II.3. Determinarea capacității de dospire a aluatului pentru chifle - se va folosi metoda fermentografică pentru a determina dezvoltarea aluatului și capacitatea de a reține gazele de fermentație prin înlocuirea margarinei cu oleogeluri. Pentru determinare se va folosi Rhefermentometru Chopin.

Proprietățile reologice ale aluatului obținute din făina albă de grâu și adaosul de 5% oleogel cu ceara de carnauba sunt prezentate în Tabelul 2. În general, rezultatele obținute pun în evidență importanța adaosului de oleogel în comparație cu proba martor (aluat obținut numai cu făină de grâu). Toate probele de aluat cu diferite tipuri de oleogeluri încorporate în acestea au prezentat niveluri semnificativ mai mari de înălțime maximă a producției de gaze (H'm). În ceea ce privește volumul total de CO<sub>2</sub> produs în timpul fermentației (VT) și volumul gazului reținut în aluat la finalul testului (VR) cele mai mari valori au fost obținute pentru probe de aluat cu oleogel ceara și oleogelurile formulate de proteina de mazăre, în timp ce cele mai mici pentru probele de aluat cu oleogel preparat cu guma xantan. Valorile VT și VR au crescut pentru probele de aluat în care au fost introduse oleogeluri cu ceară. În timpul fermentației aluatului, expansiunea bulelor mărește suprafața și adsorbția cristalelor de lipide. Lipidele cristaline din oleogeluri cu puncte de topire mai mari care rămân solide la sfârșitul fermentației sunt cele mai eficiente pentru reținerea gazelor. Comparativ cu proba martor, coeficientul de retenție a prezentat valori mai mari pentru probele de aluat obținute cu oleogeluri din ulei și proteina de mazăre. Este bine cunoscut faptul că în fabricarea pâinii grăsimile îmbunătățesc retenția de gaze și, prin urmare, îi măresc volumul. Ținând cont de faptul că CR este raportul dintre valorile VR și VT, se poate concluziona că în unele cazuri în care CR a prezentat valori mai mici în comparație cu proba martor capacitatea aluatului de a reține gazele este mai mică decât cantitatea de gaze formată în timpul aluatului. procesul de fermentare.

**Tabel 2.** Proprietăți reofermentometrice pentru aluatul cu adaos de 5% oleogel de ceară de carnauba

| Rheological properties during fermentation of the dough samples from wheat flour with 5% oleogel addition of different types based on carnauba wax |                           |                              |                              |                            |
|--|---------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Dough sample   | H'm (mm)                  | VT (mL)                      | VR (mL)                      | CR (%)                     |
| WF   | 52.73 ± 0.57 <sup>a</sup> | 1171.33 ± 2.51 <sup>f</sup>  | 1044.33 ± 4.50 <sup>c</sup>  | 89.33 ± 0.01 <sup>de</sup> |
| OL_5CW   | 57.43 ± 0.15 <sup>d</sup> | 1263.00 ± 2.00 <sup>a</sup>  | 1096.33 ± 1.52 <sup>a</sup>  | 87.33 ± 0.01 <sup>b</sup>  |
| OL_7CW   | 54.80 ± 0.10 <sup>b</sup> | 1203.66 ± 3.51 <sup>a</sup>  | 1046.33 ± 4.04 <sup>c</sup>  | 87.66 ± 0.00 <sup>b</sup>  |
| OL_9CW   | 52.93 ± 0.25 <sup>a</sup> | 1131.00 ± 4.00 <sup>c</sup>  | 1024.66 ± 2.51 <sup>d</sup>  | 91.00 ± 0.01 <sup>f</sup>  |
| GO_5CW   | 55.06 ± 0.25 <sup>b</sup> | 986.00 ± 3.00 <sup>a</sup>   | 941.33 ± 3.51 <sup>a</sup>   | 95.33 ± 0.00 <sup>de</sup> |
| GO_7CW   | 57.33 ± 0.15 <sup>d</sup> | 1023.66 ± 3.51 <sup>b</sup>  | 982.66 ± 4.50 <sup>b</sup>   | 96.66 ± 0.01 <sup>i</sup>  |
| GO_9CW   | 59.43 ± 0.25 <sup>f</sup> | 1274.66 ± 3.51 <sup>i</sup>  | 1030.33 ± 2.51 <sup>d</sup>  | 93.33 ± 0.00 <sup>a</sup>  |
| WO_5CW   | 58.46 ± 0.25 <sup>c</sup> | 1116.33 ± 3.05 <sup>d</sup>  | 1042.66 ± 3.51 <sup>c</sup>  | 93.33 ± 0.00 <sup>a</sup>  |
| WO_7CW   | 57.23 ± 0.15 <sup>d</sup> | 1124.00 ± 3.00 <sup>de</sup> | 1027.66 ± 2.08 <sup>d</sup>  | 91.00 ± 0.02 <sup>f</sup>  |
| WO_9CW   | 56.10 ± 0.20 <sup>c</sup> | 1132.33 ± 4.04 <sup>c</sup>  | 1012.66 ± 3.51 <sup>c</sup>  | 89.33 ± 0.01 <sup>c</sup>  |
| HO_5CW   | 63.00 ± 0.20 <sup>h</sup> | 1239.00 ± 3.00 <sup>b</sup>  | 1090.00 ± 2.00 <sup>a</sup>  | 87.33 ± 0.00 <sup>c</sup>  |
| HO_7CW   | 63.36 ± 0.15 <sup>h</sup> | 1257.00 ± 2.00 <sup>i</sup>  | 1127.33 ± 2.51 <sup>b</sup>  | 89.00 ± 0.01 <sup>c</sup>  |
| HO_9CW   | 63.06 ± 0.15 <sup>h</sup> | 1239.00 ± 2.00 <sup>b</sup>  | 1093.66 ± 3.51 <sup>a</sup>  | 88.66 ± 0.00 <sup>cd</sup> |
| SO_5CW   | 60.86 ± 0.21 <sup>k</sup> | 1211.66 ± 3.51 <sup>k</sup>  | 1079.33 ± 2.51 <sup>f</sup>  | 89.33 ± 0.00 <sup>de</sup> |
| SO_7CW   | 57.30 ± 0.20 <sup>d</sup> | 1175.66 ± 3.51 <sup>f</sup>  | 1021.00 ± 3.00 <sup>cd</sup> | 86.33 ± 0.01 <sup>b</sup>  |
| SO_9CW   | 54.50 ± 0.20 <sup>b</sup> | 1034.33 ± 3.05 <sup>c</sup>  | 978.33 ± 4.04 <sup>f</sup>   | 94.33 ± 0.01 <sup>h</sup>  |

Dough samples from: WF-wheat flour, WF with 5% of : OL – oleogel with olive oil, GO – oleogel with grape seed oil, WO – oleogel with walnut oil, HO – oleogel with hemp seed oil, SO – oleogel with sunflower oil, H'm: maximum height of gaseous production; VT: total volume of CO<sub>2</sub> produced during fermentation; VR: volume of the gas retained in the dough at the end of the test; CR: retention coefficient; means in the same column with different letters for each oleogel type are significantly different (*p* < 0.05).

Activitatea II.4. Cercetări privind caracteristicile alveografice ale aluatului determinate la înlocuirea margarinei cu oleogeluri în aluatul de chifle va conduce la obținerea unor rezultate privind proprietățile aluatului tehnologice ale aluatului: elasticitatea, raportul P/L și energia absorbită de aluat până la rupere. S-au obținut aluaturi cu proporții de 5-9% oleogel de la fiecare tip de oleogelator și sortiment de ulei. Rezultatele au fost grupate în funcție de tipul de oleogelator și s-au semnalat modificări importante ale caracteristicilor alveografice la schimbarea sortimentului de ulei vegetal. Pentru ceară indicii alveografici au variat astfel: Presiune maximă (P), mm 67 pentru martor (făina tip 650 cu adaos de margarină) iar alaturile cu ceara au avut variații între 82 și 22mm. Extensibilitatea (L), mm a prezentat variații comparativ cu proba martor de la 106 la 36mm. Energia  $W \cdot 10^{-4} J$  a variat în intervalul 188 și 28. Indicele de elasticitate (E), % a prezentat variații la tipurile de ceara, rezultatele au prezentat valori în intervalul 47,8 (martor) la 58,6 pentru ceara de orez brun. Raportul P/L a crescut față de proba martor de la 0,68 la 0,89. Parametrii alveografici la probele de aluat cu adaos de oleogelator pe baza de gumă xantan și proteină de mazăre au prezentat valori mai mici ale elasticității și extensibilității aluatului.

În urma analizei alveografice realizate pentru alaturile studiate, obținute din făinurile cu adaos de ceară, se pot formula următoarele concluzii: Rezistența aluatului scade prin adaos de oleogel, tenacitatea acestuia și valoarea energiei diminuându-se la probele obținute cu oleogeluri pe baza de ceară. Adaosul de oleogeluri proteice (5 %) influențează negativ extensibilitatea aluatului. Diferențe cu importanță tehnologică și cu influență asupra reologiei aluatului apar din cauza prezenței în oleogel a unei cantități mai mari de proteine și esteri ai acizilor grași, hidrocarburi și grăsimi libere.

Datele obținute arată că adaosul de oleogeluri în aluat reduc presiunea la care bila de aluat sub acțiunea gazelor de fermentare se rupe, adică scade rezistența aluatului. Se admite faptul că, proprietățile aluatului pot fi modificate de procente diferite de oleogel adăugat.

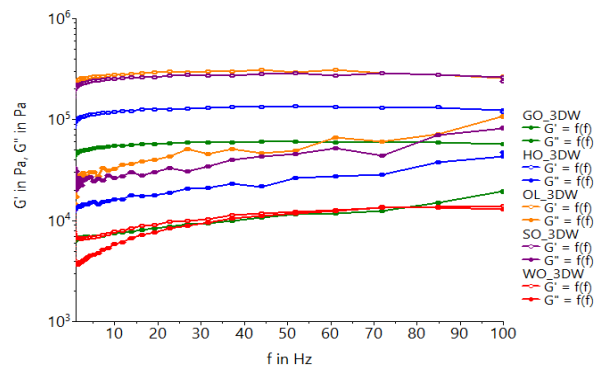
Comparativ, au fost determinate proprietățile reologice ale aluatului din făină de grâu cu adaos de diferite tipuri de oleogeluri folosind Mixolab-ul.

În funcție de tipul de oleogel utilizat în rețeta de aluat, s-au obținut diferite date reologice. În etapa inițială de amestecare au fost determinate stabilitatea (ST), timpul de dezvoltare al aluatului (DDT) și cuplul C1. Conform datelor obținute, DDT și ST au fost semnificativ diferite ( $p < 0,05$ ) pentru probele cu adaos de oleogeluri față de aluatul obținut numai din făină de grâu (probă martor). În general, în comparație cu proba martor, adăugarea de oleogel în făina de grâu a crescut stabilitatea aluatului și a scăzut valorile timpului de dezvoltare al aluatului. Creșterea valorii stabilității se poate datora conținutului de lipide din probele de oleogel care pot forma complexe lipoproteice între gluten, amidon și componentele hidrofobe conducând la un aluat mai compact și mai stabil [3]. De asemenea, aluatul cu adaos de oleogeluri solide conține pelicule de gluten expandabile și subțiri care favorizează încorporarea aerului și stabilizarea aluatului în timpul amestecării. Scăderea valorilor DDT cu adăugarea de oleogel este în acord cu cele raportate de Jung și colab. Valoarea cuplului C1 a fost de  $1,1 \pm 0,04 Nm$  și reprezintă consistența optimă a aluatului ( $C1 = 1,1 Nm$ ) în timpul amestecării. În general, comparativ

cu proba martor, cuplurile Mixolab C2, C3, C4 și C5 au scăzut pentru probele de aluat cu adaos de oleogel în făina de grâu aceste date fiind în acord cu cele raportate și în alte cercetări.

#### Activitatea II.5. Cercetări privind adaosul de oleogeluri în aluatul fermentat asupra caracteristicilor reologice

Au fost determinate următoarele proprietăți reologice: modulele vascoelastice ( $G'$ ,  $G''$ ) și creep and recovery. Determinările se vor realiza cu ajutorul reometrului dinamic Haake Mars folosind geometria P/P cu gap-2mm, la intervalul de temperatură 20-90°C.



**Figura 10.** Reprezentarea grafică a modulelor vascoelastice pentru oleogelurile cu ceara de candelilla. Efectele adăugării de oleogeluri asupra proprietăților vascoelastice ale aluatului au fost măsurate în funcție de temperatură. Toate probele de aluat au prezentat valori mai mari ale  $G'$  (modul de stocare) decât  $G''$  (modul de pierdere) în intervalul de temperatură 20-90 °C (Figura 10). Modulul de elasticitate  $G'$  al probelor de aluat cu adaos de 3% ceară de albine se diferențiază prin comportament diferit în funcție de tipul de ulei folosit la structurarea oleogelului. În cercetările noastre, oleogelul a fost folosit în procent de 5% în aluatul dospit, ceea ce face ca rezultatele să difere în funcție de tipul de ulei folosit la formularea oleogelului, de ceara folosită pentru oleogelificare și de procentul de ceară adăugată.

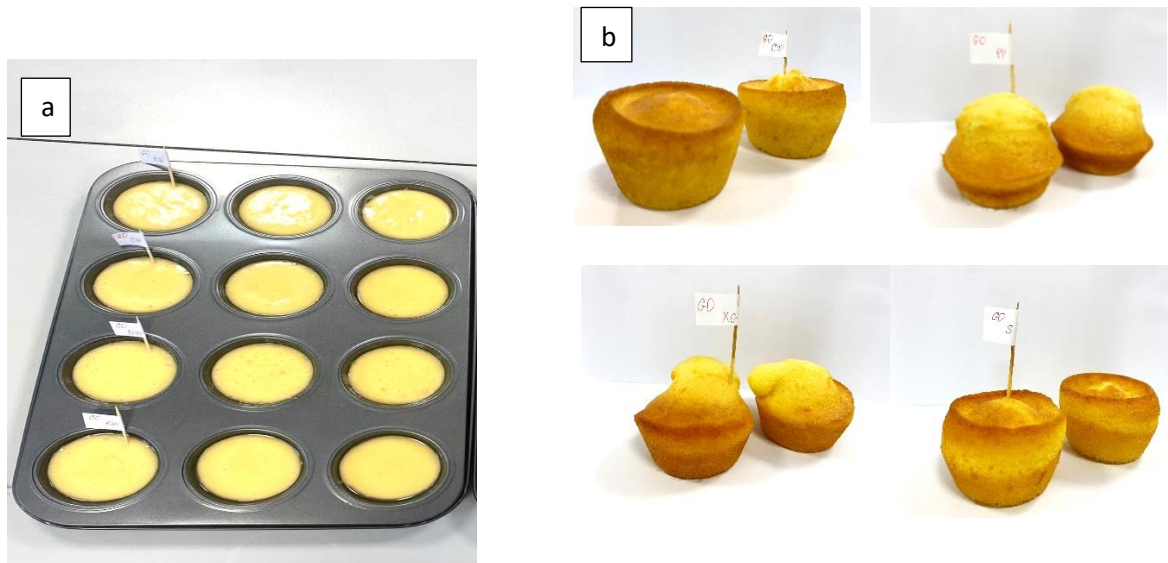
#### Activitatea II.6. Cercetări privind textura aluatului pentru chifle. Se vor determina proprietățile texturale ale aluatului fermentat cu ajutorul Texturometrului Perten. Proprietățile texturale determinate vor fi: fermitatea, elasticitatea și coezivitatea.

S-au determinat diferențe semnificative de duritate și elasticitate al aluatului în probele de ceară de albine, în special în oleogeluri de ulei de măsline (OL\_7BW) și oleogeluri de ulei de semințe de cânepă (HO\_7BW) formulate cu 7% ceară. Rezultatele sunt în concordanță cu alte lucrări care arată că utilizarea oleogelurilor afectează semnificativ textura produsului copt, în special duritatea [4-5] și elasticitatea produsului final, când oleogelurile sunt folosite ca înlocuitori ai margarinei. Dacă valoarea durității crește pentru aluaturi de oleogel formulate cu 7% ceară, atunci adezivitatea scade semnificativ. Aluaturile cu adaos de 7% oleogel au fost mai puțin lipicioase și au fost mai ușor de prelucrat în format rotund, specific pentru chifle. Coezivitatea este invers proporțională cu adezivitatea. Probele de aluat cu adezivitate scăzută (7DW) au prezentat valori ridicate de coezivitate. Prin urmare, oleogelurile analizate în acest studiu ar putea fi utilizate în aluatul fermentat pentru a îmbunătăți proprietățile de elasticitate și

duritate dacă sunt formulate cu maximum 5% ceară adăugată. Ceara în procent de 9% folosită în formularea oleogelurilor poate duce la aluaturi cu duritate mare. Aluaturile cu proteină de mazare au prezentat valori apropiate cu cele obținute la adaosul de ceară iar textura aluaturilor cu gumă xantan în procent de 7% a prezentat valori mai mari pentru duritate.

**Activitatea II.7. Obținerea aluaturilor fluide pentru brișoșe.** Se vor obține aluaturi fluide pentru brișoșe la care se înlocuiește margarina cu oleogeluri în procente variabile între 15-20%.

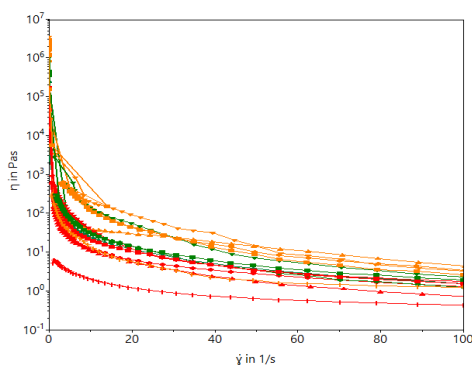
Au fost obținute probele de aluat pentru brișoșe cu adaos de oleogel și s-au comparat cu probe de aluat cu adaos de margarină.



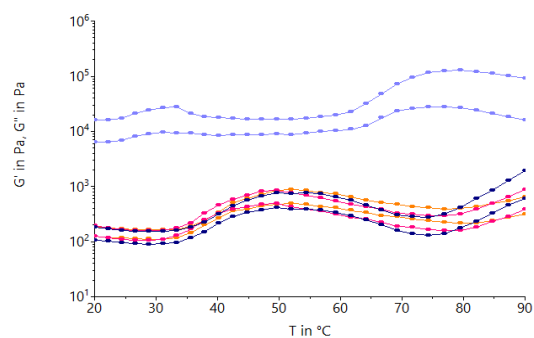
**Figura 11.** Aluat fluid obținut cu adaos de oleogel (a) și produs copt (brișoșe) (b)

**Activitatea II.8. Cercetări privind caracteristicile reologice ale aluatului fluid pentru obținerea brișoșelor.**

A fost determinată vâscozitatea probelor de aluat și modulele vâscoelastice ( $G'$ ,  $G''$ ) la intervalul de temperatură 20-90°C.



**Figura 11.** Reprezentarea grafică a vâscozității



**Figura 12.** Reprezentarea grafică a modulelor vâscoelastice

A fost efectuat un test de vâscozitate pentru a măsura proprietatea elastică și comportamentul la acțiunea de forfecare (Figura 11). Toate probele au prezentat structură specifică unui amestec cu comportament

semisolid cu toleranță bună la deformare. Pentru a investiga efectul temperaturii asupra comportamentului mecanic al oleogelurilor, proprietățile lor vâscoelastice dinamice au fost măsurate la temperaturi cuprinse între 20 și 90 °C ( Figura 12 ). Pentru toate probele de oleogel, modulele de stocare ( $G'$ ) au fost mai mari decât modulele de pierdere ( $G''$ ), indicând o natură elastică dominantă. Pe măsură ce temperatura crește, oleogelul preparat cu proteină, a avut cele mai scăzute valori ale parametrilor vâscoelastici, urmat de probele obținute cu ceară. La temperaturi de peste 45 °C, oleogelurile aveau pante mai mari comparativ cu martorul, aceste modificări reologice au fost legate de caracteristicile termice și de compoziția cerii care se topește la temperaturi de 45-65 °C. S-au raportat cercetări că punctul de topire al oleogelului preparat cu ceară și a fost semnificativ mai mic ( $p < 0,05$ ) decât cel al oleogelurilor cu proteină. Modificarea vâscoelasticității în raport cu temperatura în acest studiu ar putea fi explicată pe baza caracteristicilor termice, cum ar fi punctul de topire al cerii.

**Activitatea II.9. Obținerea aluaturilor fragede pentru biscuiți. Se vor obține aluaturile fragede pentru biscuiți la care se înlocuiește margarina cu oleogel în procente ce variază între 20-30%**

Au fost obținute aluaturile de biscuiți cu oleogeluri pe bază de ceară și oleogeluri cu gumă xantan și proteină de mazăre. Probele de aluat au fost comparate cu martor (aluat obținut cu margarină).



**Figura 13.** Variante de aluat pentru biscuiți cu margarină și oleogeluri (a) și produsul finit (biscuiți) (b)

**Activitatea II.10. Cercetări privind caracteristicile reologice ale aluatului pentru biscuiți la care se înlocuiește margarina cu oleogeluri în procente variabile. Se va determina modulul vâscoelastic ( $G'$ / $G''$ ) la intervalul de temperatură 20-90°C.**

Grăsimea formează una dintre componentele de bază ale unei formulări de prăjituri și este prezentă la niveluri relativ ridicate. Grăsimea acționează ca un lubrifianț și contribuie la plasticitatea aluatului de fursecuri [6]. De asemenea, previne dezvoltarea excesivă a proteinelor glutenului în timpul amestecării. Proprietățile reologice ale aluaturilor pentru biscuiți au fost analizate prin testele de amplitudine pentru a determina în ce interval de deformare structura unei probe rămâne intactă prin măsurarea stocării ( $G'$ )

și a modulului de pierdere ( $G''$ ) pe măsură ce deformația crește. Intervalului liniar vâscoelastic a fost de 0,01%–100% la o frecvență de 1 Hz. Proba de aluat cu de margarină precum și probele cu oleogeluri diferite au prezentat un comportament comparabil în măsurarea amplitudinii, prin care modulul de stocare a fost mai mare decât modulul de pierdere. În concluzie, pentru toate probele de aluat comportamentul elastic a dominat asupra comportamentului vâscos. Toate aluaturile care conțin oleogel au avut un comportament elastic, asemănător unui solid. Probele cu margarină, Martor, oleogelurile cu ceară, proteină, sitosterol au prezentat cea mai mică valoare a ambelor module  $G'$  și  $G''$ .

**Activitatea II.11. Determinarea texturii aluatului pentru biscuiți, se vor determina caracteristicile texturale: fermitatea, elasticitatea și adezivitatea.**

Proprietăților texturale pentru aluatul de biscuiți au fost determinate după ce aluatul a fost scos de la refrigerare. S-a modelat o bilă de aluat cu masa de 50g și s-a supus analizei profilului de textură. Duritatea (N) este definită ca forța necesară pentru a obține o anumită deformare. Valoarea durității pentru aluatul formulat cu ceară de candelilla și sitosterol a fost semnificativ mai mare decât pentru probele cu ceară de albine, ceară de tărățe de orez și carnauba. Deoarece procesul de repaus al probelor s-a efectuat la temperatura de refrigerare, era de așteptat o valoare mai mare a durității inclusiv pentru aluatul martor. Probele de aluat cu proteină de mazăre și gumă xantan au fost comparabile cu probele cu ceară. Indicele de elasticitate indică proprietățile de recuperare ale aluatului. În practică, acest indice ne arată comportamentul pe care aluatul îl va avea în timpul rulării și modelării și este corelat cu adezivitatea. Astfel, proba de martor, cu margarină a prezentat cea mai mare valoare a adezivității și cel mai elastic comportament. Rezultate comparabile au avut probele cu  $\beta$ -sitosterol și ceara de carnauba.

**Activitatea II.12. Obținerea și caracterizarea mixurilor pentru desert congelat**

Mixul pentru desertul congelat a fost obținut prin amestecarea ingredientelor: zahăr, banană, vanilină, oleogel și băutură vegetală (ovăz/mei/ grâu spelt). Mixul a fost supus pasteurizării la 85 °C. După răcire a fost depozitat în condiții de refrigerare în vederea determinării parametrilor chimici și reologici.



**Figura 14.** Mix pentru desertul vegetal formulat cu băutură vegetală din ovăz

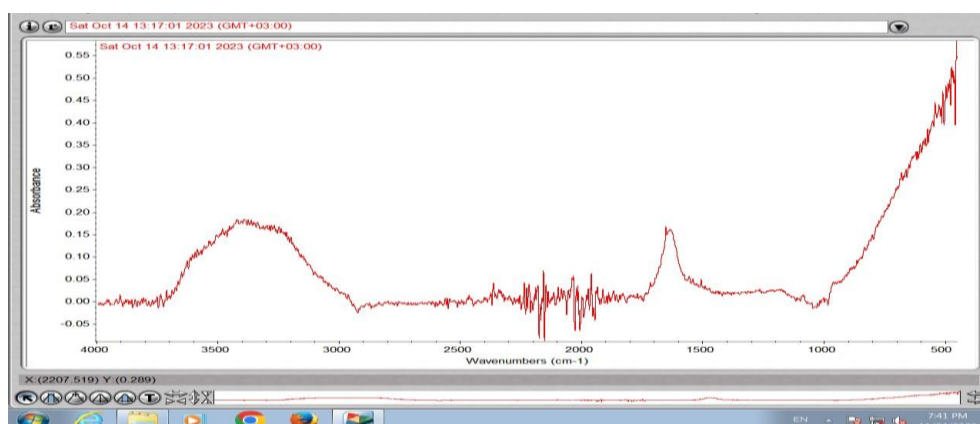
**Activitatea II.13. Determinarea caracteristicilor chimice: pH (folosind pH metru), aciditatea titrabilă (titrare cu NaOH 0.1N), substanțe solubile (Gravimetric Method). Determinarea reologiei mixului folosind Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) cuplat cu Rheometrul Haake Mars**

Caracteristicile fizice ale probei de lapte (lapte pasteurizat de vacă) și de băuturi vegetale (ovăz, mei și



grâu spelt) au fost determinate imediat după deschiderea ambalajului. Masa substanțelor solide totale a fost determinată după evaporarea componentei lichide a probei de lapte pe o plită fierbinte. Măsurarea pH-ului a fost realizată folosind un pH-metru digital (Mettler-Toledo, S220) calibrat cu soluții tampon pH 4 și 7. Aciditatea titrabilă a fost măsurată prin metoda titrimetrică și exprimată în grade aciditate. Substanțele solide totale pentru mixul cu lapte de vacă comparativ cu mixul din băuturi vegetale s-au încadrat în limitele 13.6-13.8 % pentru laptele de vacă și 9.39-9.89 % pentru băutura de ovăz; 11.7-10.34% pentru băutura din grâu spelt; 12.78-12.14% pentru băutura vegetală din mei. Rezultatele obținute pentru determinarea pH-ului la probele de lapte de vacă a fost de 6.28-6.37 comparativ cu băuturile vegetale care a avut valori ale pH-ului cuprins între 6.12-6.32. Aciditatea mixului cu lapte de vacă a fost de 12-12.8 grade de aciditate iar mixul obținut cu băutura vegetală a avut aciditatea de 1.12-1.72 grade de aciditate pentru mixul cu băutura de ovăz; 1.32-1.67 grade de aciditate pentru mixul cu băutura de grâu spelt și 1.79-2.04 grade de aciditate pentru mixul cu băutura de mei.

Spectrele FTIR pentru probelor de mix au fost înregistrate utilizând spectrometrul FTIR Nicolet iS-20 (Thermo Nicolet Corp, Madison, WI) cuplat cu Rheometru Haake Mars. Au fost efectuate spectre FTIR ale mixului pentru desertul congelat la intervalul de frecvență între  $4.000$  și  $500\text{ cm}^{-1}$  (Figura 6). În aceste spectre, zona de absorbție  $2.500 - 1000\text{ cm}^{-1}$ , corespunzătoare unei combinații de benzi asociate cu vibrațiile de întindere ale legăturilor C-C și C-O, este principala regiune de interes, deoarece este atribuită zaharurilor și acizilor organici. Zaharurile sunt ușor de identificat în această regiune, spre deosebire de principalii acizi organici cu semnale slabe. Benzile de absorbție la  $1.138$  și  $995\text{ cm}^{-1}$  sunt atribuite zaharozei, la  $1.083\text{ cm}^{-1}$  fructozei și la  $1.103\text{ cm}^{-1}$  la glucoză. Benzile de absorbție la frecvența de  $1743\text{ cm}^{-1}$  descriu gruparea Carbonil ( $\text{C}=\text{O}$ ) din legătura ester a triacilglicerolului,  $1654\text{ cm}^{-1}$  gruparea cis  $\text{C}=\text{C}$ ; frecvența de  $1465\text{ cm}^{-1}$  vibrații ale grupelor alifatice  $\text{CH}_2$  și  $\text{CH}_3$ ; frecvența de  $1417\text{ cm}^{-1}$  descriu vibrații ale legăturilor CH ale alchenelor cis; frecvența de  $1377\text{ cm}^{-1}$  descrie vibrații ale grupelor  $\text{CH}_3$ ; frecvențe între  $1228\text{ cm}^{-1}$  și  $1155\text{ cm}^{-1}$  descriu vibrații ale esterilor cu legătura C-O; frecvența între  $1111\text{ cm}^{-1}$  și  $1097\text{ cm}^{-1}$  descriu vibrațiile de deformare CH ale acizilor grași.

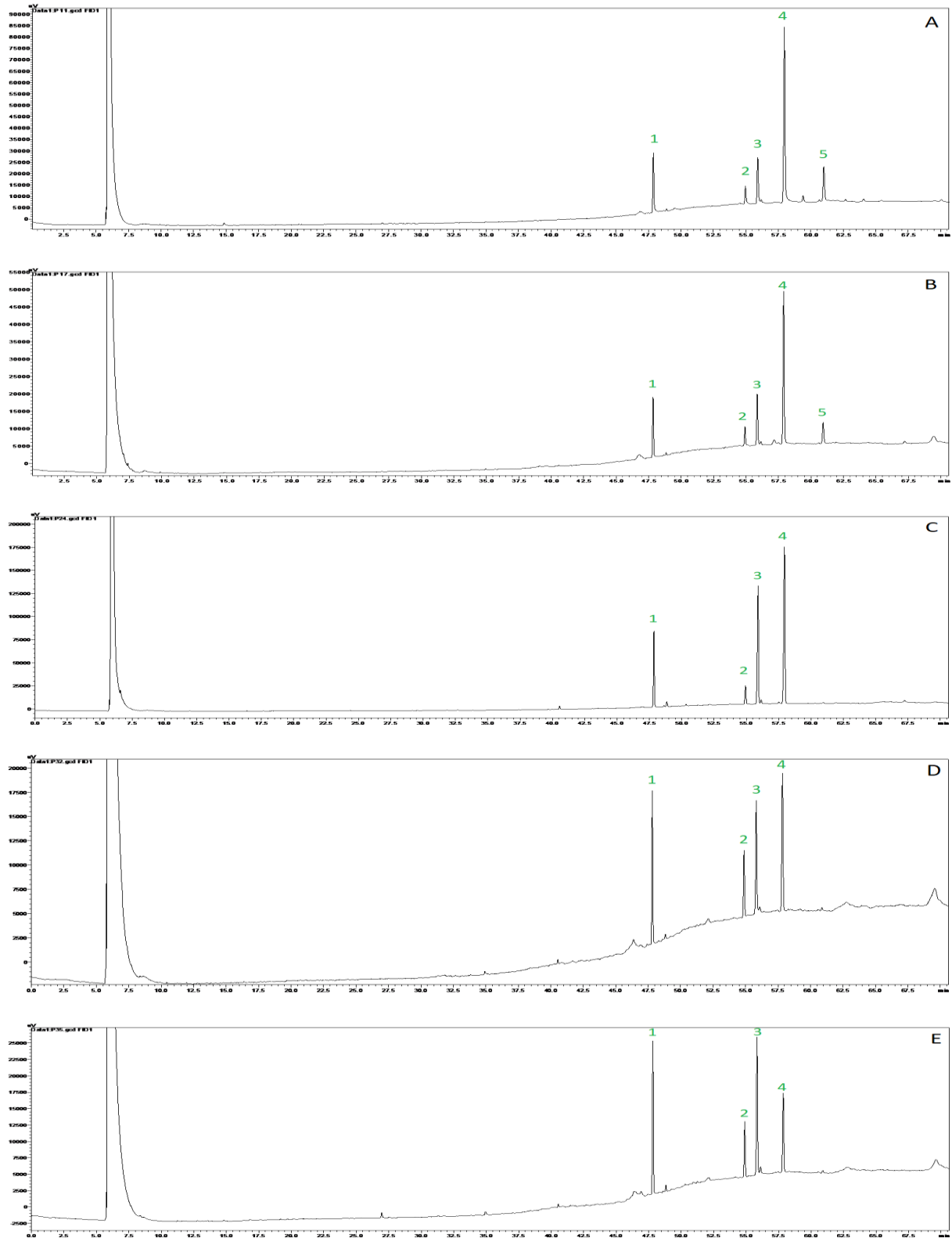


**Figura 15.** Spectru FTIR ( $4.000 - 500\text{ cm}^{-1}$ ) pentru proba de mix vegetal

Etapa a III a – Obținerea și caracterizarea produselor finite de panificație (chifle), patiserie (brioșe și biscuiți) și deserturi congelate cu oleogeluri

Activitatea III.1. Obținerea și caracterizarea chiflelor

- Determinarea profilului acizilor grași



**Figura 16.** Profilul acizilor grași în produsul finit obținut cu oleogel formulat cu ceară de tărâțe de orez și (A) ulei din semințe de cânepă, (B) ulei de nucă, (C) ulei de floarea-soarelui, (D) ulei din semințe de struguri sau (E) ulei de măsline: 1 – acid oleic (C18:1), 2 – acid stearic (C18:0), 3 – acid palmitic (C16:0), 4 – acid linoleic (C18:2 $\omega$ 6), 5 – acid  $\alpha$ -linolenic (C18:3 $\omega$ 3)

Pe baza analizei prin cromatografie de gaze a profilului acizilor grași (Figura 16) s-a concluzionat că produsele finite prezintă compoziție de acizi grași care corespunde cu profilului acizilor grași determinat pentru oleogelurile utilizate în formularea lor. Un aspect interesant a fost observat în cazul produselor finite obținute cu oleogeluri cu ulei din floarea-soarelui (Figura 16) cromatograma C), pentru care conținutul de acid palmitic determinat a fost mai ridicat decât cel de acid oleic. Este posibil ca ceara utilizată, care este obținută din tărâțe de orez, să contribuie la conținutul mai ridicat de acid palmitic al produselor obținute cu acest tip de oleogel.

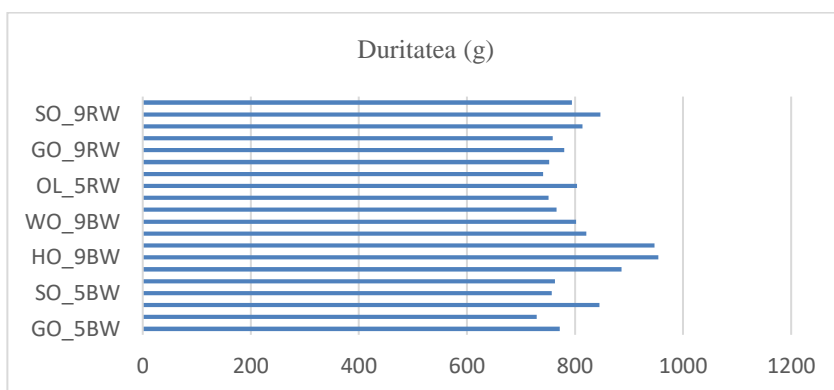
Conținutul în acizi grași determinați în produsele finite (chifle, brișe, biscuți și descerturi congelate) nu s-a modificat semnificativ în raport cu materia primă inițială (ulei respectiv oleogel). Acest rezultat se explică prin faptul că tratamentul termic aplicat semifabricatelor (aluaturi și mixuri) nu a influențat compoziția acizilor grași, deoarece nici un produs nu a fost supus unei temperaturi mai mari de 250 °C.

- **Analiza senzorială a chiflilor**

Produsele de panificație au fost analizate senzorial folosind fișa de evaluare cu atribuire de punctaj cu maximum 10 puncte. Au participat 21 evaluatori din cadrul Facultății de Inginerie Alimentară, toți participanții la această analiză au confirmat faptul că sunt de acord degustarea produsului. Caracteristicile de calitate evaluate au fost: aspectul exterior, aspect în secțiune, culoarea, gustul, mirosul, aroma. Cele mai bune scoruri (9-10) la analiza senzorială au primit chiflele cu oleogeluri: cu ceară de albine (BW), ceară de orez (RW), ceară carnauba (CW), proteină de mazăre. Degustătorii au acordat punctaj mediu pentru probele cu ceară de candelilla (DW), sitosterol (S) și gumă xantan (XG) motivând gustul remanent al cerii de candelilla și sitosterolului iar pentru chiflele cu oleogel pe bază de gumă xantan au atribuit punctaj mediu pentru aspect în secțiune. Probele de chifle cu oleogel din ulei de măsline și ulei de semințe de cânepă au fost evaluate mediu din punct de vedere a aromei și a gustului ușor amar.

- **Determinarea proprietăților texturale a chiflilor**

Parametrii texturali: duritatea și elasticitatea au fost determinate prin compresie. S-au obținut rezultate foarte asemănătoare între probe, nu au fost diferențe semnificative. Excepție au făcut probele de chifle cu adaos de oleogeluri proteice la 3 zile de păstrare. Duritatea și elasticitatea acestora a crescut semnificativ în comparație cu probele obținute cu adaos de oleogeluri cu ceară și sitosterol.



**Figura 17.** Reprezentarea grafică a durității chiflilor

- **Determinarea volumului și porozității chiflelor**

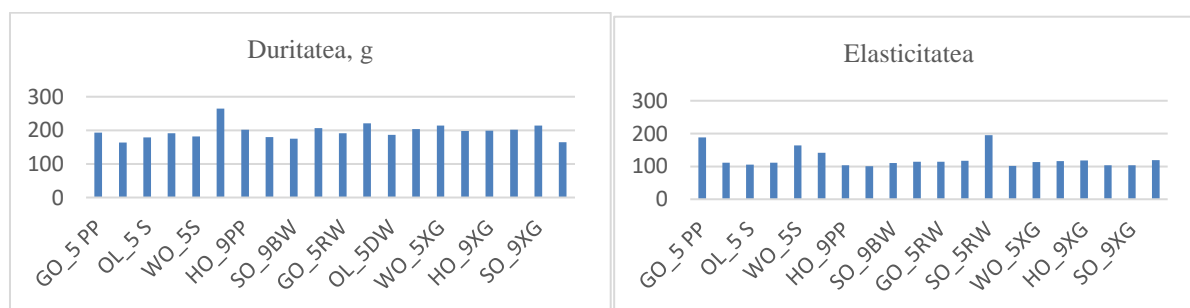
Volumul chiflelor este determinat de porozitatea produsului. Astfel, această caracteristică a chiflelor a fost corelată cu elasticitatea miezului. S-a remarcat porozitate ridicată pentru probele cu proteină de mazăre (PP) și gumă xantan (XG).

### Activitatea III. 2. Analiza senzorială a brișoșelor

Brișoșele au fost analizate senzorial folosind fișa de evaluare cu atribuire de punctaj cu maximum 10 puncte. Au participat 21 evaluatori din cadrul Facultății de Inginerie Alimentară, toți participanții la această analiză au confirmat faptul că sunt de acord degustarea produsului. Caracteristicile de calitate evaluate au fost: aspectul exterior, aspect în secțiune, culoarea, gustul, mirosul, aroma. Cele mai bune scoruri (9-10) la analiza senzorială au primit chiflele cu oleogeluri: cu ceară de orez (RW) și ulei de floarea soarelui, ulei de nucă și ulei de semințe de struguri; ceară de albine (BW) ca oleogelator pentru ulei de floarea soarelui, ulei de nucă, și ulei de semințe de struguri; ceară carnauba (CW) ca oleogelator pentru uleiul de floarea soarelui, ulei de nucă și ulei de semințe de struguri, sitosterol (S) ca oleogelator pentru uleiul de floarea soarelui, ulei de nucă și ulei din semințe de struguri; proteină de mazăre (PP) în combinație cu uleiul de floarea soarelui, ulei de nucă și ulei de semințe de strugure. Degustătorii au acordat punctaj mediu pentru probele cu ceară de candelilla (DW) și gumă xantan (XG) motivând gustul remanent al cerii de candelilla și sitosterol iar pentru chiflele cu oleogel pe bază de gumă xantan au atribuit punctaj mediu pentru aspect în secțiune și porozitate redusă. Probele de chifle cu oleogel din ulei de măsline și ulei de semințe de cânepă au fost evaluate mediu din punct de vedere a aromei și a gustului ușor amar.

- **Determinarea proprietăților texturale a brișoșelor**

Parametrii texturali: duritatea și elasticitatea au fost determinate prin compresie. S-au obținut rezultate foarte asemănătoare între probele de brișoșe formulate cu oleogeluri pe bază de ceară. Excepție au făcut probele de brișoșe cu adaos de oleogeluri proteice (XG) în special la 3 zile de păstrare. Duritatea și elasticitatea acestora a crescut semnificativ în comparație cu probele obținute cu adaos de oleogeluri cu ceară și sitosterol.



**Figura 18.** Reprezentarea grafică a durității brișoșelor **Figura 19.** Reprezentarea grafică a elasticității brișoșelor

- **Determinarea porozității și volumului brișoșelor**

Volumul produsului este direct proporțional cu forma și mărimea porilor. Fiind un produs în care s-a

folosit albuș de ou spumat și agent de creștere, volumul brișelor a fost comparabil cu al matorului. S-au semnalat diferențe semnificative între probele cu adaos de oleogel pe bază de ceară și sitosterol și probele cu proteina de mazăre (PP) unde s-a obținut și valorile cel mai mari.

### Activitatea III.3. Analiza senzorială a biscuiților

Biscuiții au fost analizați senzorial pe baza fișei de analiză senzorială, metoda scării cu puncte. Au atribuit punctaj maxim de 10 puncte iar minim de 1 punct. Echipa de degustători a fost formată din 21 evaluatori din cadrul Facultății de Inginerie Alimentară. Cele mai bune scoruri (9-10) au fost raportate la biscuiții cu ceară de albine (BW), ceară de orez (RW), ceară de carnauba (CW), ceară de candelilla (DW) și sitosterol (S). În general, oleogelurile RW și BW au avut cea mai mare acceptabilitate la înlocuirea margarinei, urmate de oleogelurile CW, S și DW. În aluatul fraged, oleogelurile proteice nu au fost evaluate cu punctaj bun deși nu au existat diferențe semnificative în aspectul vizual, miros și gust. Duritatea, fărâmiciozitate și aroma neplăcută au reprezentat diferențe semnificative în acceptabilitatea generală fiind notate cu scoruri foarte mici.

- **Determinarea proprietăților texturale ale biscuiților**

Biscuiții zaharoși au în compoziție cantități importante de grăsime și zahăr. Proprietatea texturală care s-a determinat pentru aprecierea calității a fost duritatea prin tăiere (fracturabilitatea). Duritatea se referă la capacitatea biscuiților de a rezista la mușcare sau rupere, indicând nivelul lor de rezistență. Rezultatele analizei au scos în evidență diferențele semnificative între biscuiții obținuți cu adaos de oleogeluri cu ceară și sitosterol comparativ cu biscuiții la care grăsimea a fost formulată într-un oleogel pe bază de proteină. În cazul biscuiților, oleogelatorul folosit a prezentat cea mai importantă influență asupra calității produsului finit. Duritatea probelor de biscuiți a variat în medie între 4400g pentru proba mator; 3614 g la probele cu ceară de albine și 6298 g la probele cu proteină de mazăre (PP). Analiza fracturabilității repetată la 3 zile a evidențiat faptul că valoarea fracturabilității a fost mai mică la toate probele, grăsimea migrează în masa de produs, astfel încât biscuiții devin mai fragezi și cu fracturabilitate mai mică.

### Activitatea III.4. Obținerea și caracterizarea texturii desertului congelat cu oleogeluri

Desertul congelat, înghețata vegană, s-a obținut din mixurile descrise la punctul II.12 folosind mașina de înghețată Ice Cream Maker Model ICE-21R.

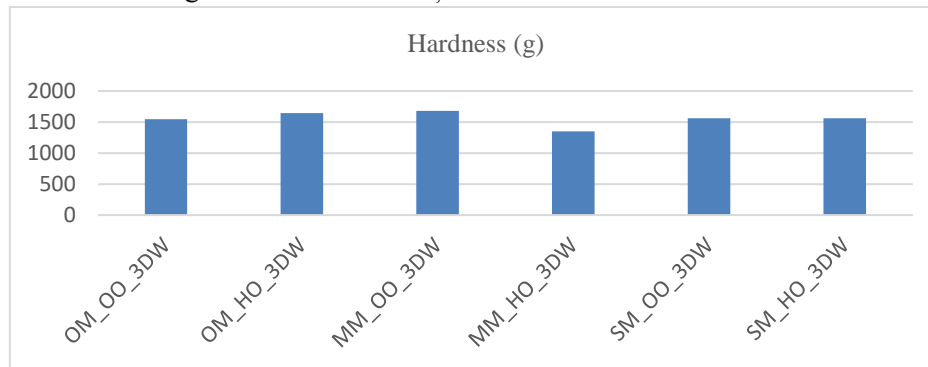
- **Determinarea proprietăților senzoriale ale înghețatei**

Aspectul, culoarea, consistența, gustul, aroma și acceptabilitatea generală a înghețatei vegetale cu oleogeluri au fost evaluate de un grup de 31 de membri selectați dintre studenții Facultății de Inginerie Alimentară. Evaluarea senzorială a fost efectuată conform standardului ISO 8587:2006 și a fost luată în considerare o scară hedonică în 9 puncte (de la 1 = „Imi displace extrem de mult” la 9 = „Imi place extrem de mult”, cu 5 = „Nici nu îmi place, nici nu îmi displace”). Analiza senzorială a fost realizată de evaluatori după semnarea acordului ”Sunt conștient că răspunsurile mele sunt confidențiale și sunt de acord să particip la această evaluare senzorială. Din punct de vedere al structurii și al aspectului, la înghețată nu au fost diferențe majore. Ceea ce s-a apreciat a fost aroma, gustul și mirosul care au fost influențate de uleiurile folosite în formarea oleogelurilor. Cele mai apreciate au fost probele cu ulei de

nucă, iar la polul opus au fost probele cu ulei de cânepă. Un scor bun au primit și probele cu proteină de mazăre și gumă xantan, acestea influențând semnificativ textura produsului.

- **Determinarea texturii desertului congelat**

Textura s-a determinat prin tăiere pe probele congelate. Rezultatele nu au prezentat diferențe majore în ceea ce privește duritatea. Pentru toate probele s-a folosit același procent de oleogelator, iar diferențele între probele de băutură vegetală nu s-au evidențiat.



**Figura 20.** Reprezentarea grafică a durității probelor de desert congelat cu adaos de ceară de candelilla

### Detalii privind exploatarea și diseminarea rezultatelor proiectului.

#### Articole:

1. Leahu, A., Ghinea, C., & Ropciuc, S. (2022). Rheological, textural, and sensorial characterization of walnut butter. *Applied Sciences*, 12(21), 10976. <https://doi.org/10.3390/app122110976>
2. Ropciuc, S., Dranca, F., Oroian, M. A., Leahu, A., Codină, G. G., & Prisacaru, A. E. (2023). Structuring of cold pressed oils: evaluation of the physicochemical characteristics and microstructure of white beeswax oleogels. *Gels*, 9(3), 216. <https://doi.org/10.3390/gels9030216>
3. Leahu, A., Ropciuc, S., Ghinea, C., & Damian, C. (2023). Physico-chemical, textural and sensory evaluation of emulsion gel formulated with by-products from the vegetable oil industry. *Gels*, 9(12), 964. <https://doi.org/10.3390/gels9120964>
4. Codină, G. G., Ropciuc, S., Oroian, M. A., Dranca, F., Leahu, A. (2023). Evaluation of the characteristics of oleogels based on carnauba wax and the role of their addition in the wheat dough, *Proceedings of 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2023*, 23(6.2). <https://doi.org/10.5593/sgem2023V/6.2/s25.23>
5. Ropciuc, S., Codină, G. G., Oroian, M. A., Dranca, F., & Prisacaru, A. E. (2023). Formulation of oleogels based on candelilla wax: physicochemical and rheological characterization. *Proceedings of 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2023*, 23(6.2). <https://doi.org/10.5593/sgem2023V/6.2/s25.30>
6. Ropciuc, S., Dranca, F., Oroian, M. A., Leahu, A., Prisacaru, A. E., Spinei, M., & Codină, G. G. (2024). Characterization of beeswax and rice bran wax oleogels based on different types of vegetable oils and their impact on wheat flour dough technological behavior during bun making. *Gels*, 10(3), 194. <https://doi.org/10.3390/gels10030194>
7. Ropciuc, S., Ghinea, C., Leahu, A., Prisacaru, A. E., Oroian, M. A., Apostol, L. C., & Dranca, F. (2024). Development and characterization of new plant-based ice cream assortments using oleogels as fat source. *Gels*, 10(6), 397. <https://doi.org/10.3390/gels10060397>

#### Conferințe internaționale:

1. Ropciuc, S., Prisacaru, A. E., Oroian, M. A., Codină, G. G., & Leahu, A., Oleogels: an alternative to solid fats when making buns from yeasted dough, *European Biotechnology Congress, Praga, Cehia, 5-7 octombrie 2022.*

2. Fortuna, O., Huțuțui, L., & Ropciuc, S., Research on methods of structuring oils into edible oleogels, 10th Edition of the International Conference Student in Bucovina, Stefan cel Mare University of Suceava, Suceava, România, 17 noiembrie 2022.
3. Ropciuc, S., Codină, G. G., Oroian, M. A., Dranca, F., & Prisacaru, A. E., Textural and sensory evaluation of puff pastry obtained from laminated dough based on oleogel, 15th Pangborn Sensory Science Symposium, Nantes, Franța, 20-24 august 2023.
4. Ropciuc, S., Codină, G. G., Oroian, M. A., Dranca, F., Leahu, A. & Prisacaru, A. E., Formulation of oleogels based on candelilla wax: physicochemical and rheological characterization, SGEM GeoConference – Green Science for Green Life, Viena, Austria, 28 noiembrie – 1 decembrie 2023.
5. Ropciuc, S., Codină, G. G., Oroian, M. A., Dranca, F., Leahu, A. & Prisacaru, A. E., Characteristics of oleogels based on carnauba wax and the role of their addition in the wheat dough, SGEM GeoConference – Green Science for Green Life, Viena, Austria, 28 noiembrie – 1 decembrie 2023.
6. Ropciuc, S., Codină, G. G., Oroian, M. A., Leahu, A., Prisacaru, A. E., & Dranca, F., Protein oleogels: production and effect on rheological and reofermentographic properties in bun dough, 9th Edition of the International Conference Biotechnologies, Present and Perspectives, Stefan cel Mare University of Suceava, Suceava, România, 15 decembrie 2023.
7. Avasiloaie, S., Timoficiuc, D., & Ropciuc, S., Candelilla wax-based oleogels: a new perspective in solid fat production, 1st Junior RoMedINF Conference, West University of Timișoara, Timișoara, România, 13-14 mai 2024.
8. Dabija, A., Ropciuc, S., Codină, G. G., Oroian, M. A., Leahu, A., Prisacaru, A. E., & Dranca, F., Evaluation of the properties of oleogel biscuits as margarine substitutes, The 19th International Conference of Constructive Design and Technological Optimization in Machine Building Field – OPROTEH 2024, Vasile Alecsandri University of Bacău, Bacău, România, 22-24 mai 2024.
9. Ropciuc, S., Codină, G. G., Oroian, M. A., Dranca, F., Prisacaru, A. E., Leahu, A., & Petculescu-Ciochină, L., Characterization of muffins obtained with oleogels based on candelilla wax as solid fat substitute, Multidisciplinary Conference on Sustainable Development, University of Life Sciences "King Mihai I", Timișoara, România, 30-31 mai 2024.
10. Ropciuc, S., Codină, G. G., Oroian, M. A., Leahu, A., Prisacaru, A. E., & Dranca, F., Wax from rice bran: from waste to the potential of utilization in muffins as a fat substitute, 32nd European Biomass Conference and Exhibition, Marseille, Franța, 24-27 iunie 2024.

#### Cereri de brevet de invenție:

1. Ropciuc, S., Codină, G. G., Dabija, A., Oroian, M. A., Brioșe funcționale îmbogățite în proteine și acizi grași polinesaturați și procedeu de obținere a acestora, număr de înregistrare OSIM A/00641, dată de înregistrare 31.10.2023
2. Ropciuc, S., Codină, G. G., Dabija, A., Oroian, M. A., Oleogeluri cu activitate biologică ridicată și procedeu de obținere a acestora, număr de înregistrare OSIM A/00642, dată de înregistrare 31.10.2023
3. Ropciuc, S., Codină, G. G., Dabija, A., Oroian, M. A., Biscuiți zaharoși îmbunătățiți nutrițional prin adaos de oleogeluri cu activitate biologică ridicată și procedeu de obținere a acestora, număr de înregistrare OSIM A/00643, dată de înregistrare 31.10.2023
4. Ropciuc, S., Codină, G. G., Dabija, A., Oroian, M. A., Chifle îmbogățite nutrițional și procedeu de obținere a acestora, număr de înregistrare OSIM A/00644, dată de înregistrare 31.10.2023
5. Ropciuc, S., Codină, G. G., Dabija, A., Oroian, M. A., Înghețată vegană pe bază de oleogel proteic și procedeu de obținere a acesteia, dată de înregistrare 21.06.2024

Rezultate estimate prin contractul de finanțare (Anexa – Plan de realizare a proiectului):

ETAPA 1 (2022) – 1 articol ISI, 2 conferințe;

ETAPA 2 (2023) – 4 articole de cercetare, 3 conferințe, 3 cereri de brevet;

ETAPA 3 (2024) – 2 articole ISI, 3 conferințe, 1 cerere de brevet.

TOTAL rezultate estimate – 7 articole, din care 3 ISI, 8 conferințe, 3 cereri de brevet.

**Rezultate obținute:**

7 articole ISI publicate – 5 ISI Q1 (1 articol ETAPA 1, 2 articole ETAPA 2, 2 articole ETAPA 3) și 2 ISI Proceedings (2 articole ETAPA 2);

10 conferințe (2 conferințe ETAPA 1, 4 conferințe ETAPA 2 și 4 conferințe ETAPA 3);

4 cereri de brevet (ETAPA 2).

#### 4. Prezentarea livrabilelor/indicatorilor obținuți la finalul proiectului comparativ cu cei propuși.

| Nr. crt. | Livrabile/indicatori planificați  | Nr.              | Livrabile/indicatori realizați  | Nr.              |
|----------|---|------------------|---|------------------|
| 1.       | Obținerea și caracterizarea oleogelurilor cu diferiți agenți de oleogelare                              | aprox. 200       | Obținerea și analiza oleogelurilor cu diferiți agenți de oleogelare   | aprox. 200       |
| 2.       | Obținerea și caracterizarea aluatului fermentat pentru chifle   | aprox. 70 probe  | Au fost obținute și caracterizate probe de aluat fermentat pentru chifle cu adaos oleogeluri și comparate cu proba martor în care grăsimea a fost margarina.  | aprox. 210 probe |
| 3.       | Obținerea și caracterizarea aluatului pentru brișe cu adaos oleogeluri și comparare cu martor           | aprox. 65 probe  | Au fost obținute și caracterizate probe de aluat fluid pentru brișe cu adaos oleogeluri și comparate cu proba martor în care grăsimea a fost margarina.   | aprox. 195 probe |
| 4.       | Obținerea și caracterizarea aluatului fraged pentru biscuiți cu adaos oleogeluri și comparare cu martor | aprox. 70 probe  | Au fost obținute și caracterizate probe de aluat fluid pentru brișe cu adaos oleogeluri și comparate cu proba martor în care grăsimea a fost margarina.   | aprox. 210 probe |
| 5.       | Obținerea și caracterizarea mixurilor pentru desert congelat  | aprox. 63 probe  | Au fost realizate formulări pentru obținerea mixurilor de desert congelat cu 3 sortimente de băuturi vegetale: băutură pe bază de ovăz cu adaos oleogeluri; băutură pe bază de mei cu adaos oleogeluri și bază de grâu spelt cu adaos oleogeluri. Oleogelurile selectate în vederea obținerii produselor congelate au fost obținute cu uleiurile din semințe de struguri, floarea soarelui și ulei de nucă. | aprox. 189 probe |
| 6.       | Obținere și caracterizarea produselor coapte: chifle  | aprox. 210 probe | Au fost obținute și caracterizate produsele finite  | aprox. 210 probe |
| 7.       | Obținerea și caracterizarea produselor finite: brișe  | aprox. 195 probe | Au fost realizate probe de coacere și determinarea caracteristicilor calitative ale brișelor  | aprox. 195 probe |
| 8.       | Obținerea și caracterizarea produselor finite: biscuiți   | aprox. 210 probe | Au fost realizate probe de coacere în vederea analizei biscuiților.   | Aprox. 210 probe |



|     |   |                  |  |                  |
|-----|---|------------------|--|------------------|
| 9.  | Obținerea și caracterizarea desertului congelat | aprox. 189 probe | Au fost supuse congelării mixurile pe bază de băutură vegetală și oleogel în vederea obținerii și caracterizării produsului congelat | Aprox. 189 probe |
| 10. | Articole, brevete, conferințe                   | 16               | 7 articole ISI<br>1 articol în evaluare<br>10 Conferințe<br>5 brevete  | 23               |

### **Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut.**

Proiectul a condus la formularea și brevetarea a 5 produse alimentare formulate cu oleogeluri. Aceste produse prezintă interes pentru consumatori și pentru industrie. Preocupările crescute cu privire la aportul de grăsimi trans dăunătoare și grăsimi saturate în dietă reprezintă o nouă provocare pentru comunitatea științifică, de a veni cu alternative viabile care să înlocuiască grăsimile dăunătoare fără a afecta proprietățile organoleptice ale produsului alimentar. Modelele experimentale au fost alese pe grupe de alimente adesea consumate – chifle, brișe, biscuiți și s-a ales un element de noutate-deserturile vegetale în care s-a adăugat oleogel ca fracție grasă. În mare parte, înlocuirea grăsimilor tradiționale cu oleogeluri este o prioritate pentru a îmbunătăți calitatea nutrițională a produsului. Mai mult, în acest proiect s-a analizat combinații de oleogelator și ulei, au fost testate în funcție de proprietățile lor texturale, reologice și senzoriale pe diferite produse alimentare, care a arătat potențialul oleogelului ca înlocuitor de grăsime solidă.

Proiectul are un impact pozitiv, iar calitatea alimentelor este îmbunătățită prin acizii grași cu conținut scăzut de acizi saturați. Oleogelurile sunt preparate prin tehnologia de oleogelare indirectă sau directă prin care uleiul lichid este prins într-o rețea tridimensională cu ajutorul oleogelatoarelor cu greutate moleculară mică (LMOG) și oleogelatoarelor cu greutate moleculară mare (HMOG). Oleogelurile au primit o atenție extraordinară din partea oamenilor de știință din alimentație pentru a fi utilizate în diverse produse alimentare. Deoarece consumul de acizi grași trans și acizi grași saturați a fost legat de probleme de sănătate, Organizația pentru Alimentație și Agricultură (FAO) recomandă reducerea consumului de acizi grași saturați.

De asemenea, proiectul a permis dezvoltarea cunoștințelor directorului de proiect în domeniul biotehnologiilor de oleogelare și caracterizare atât a oleogelurilor cât și a produselor alimentare formulate cu aceste grăsimi solide. Aceste cercetări pot constitui noi direcții de dezvoltare și formare atât a directorului de proiect cât și a echipei de cercetători.

Director de proiect,  
Ropciuc Sorina



Data: 21.06.2024