

RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ

- Contract nr. 648PED/2021;
- Etapă nr. 2/2023;
- Cod proiect: PN-III-P2-2.1-PED-2021-1738 ;
- Titlu proiect: *Cercetări privind obținerea de sisteme pe bază de oleogeluri ca înlocuitori de grăsime în produse alimentare;*
- acronim: NovelFoodGel

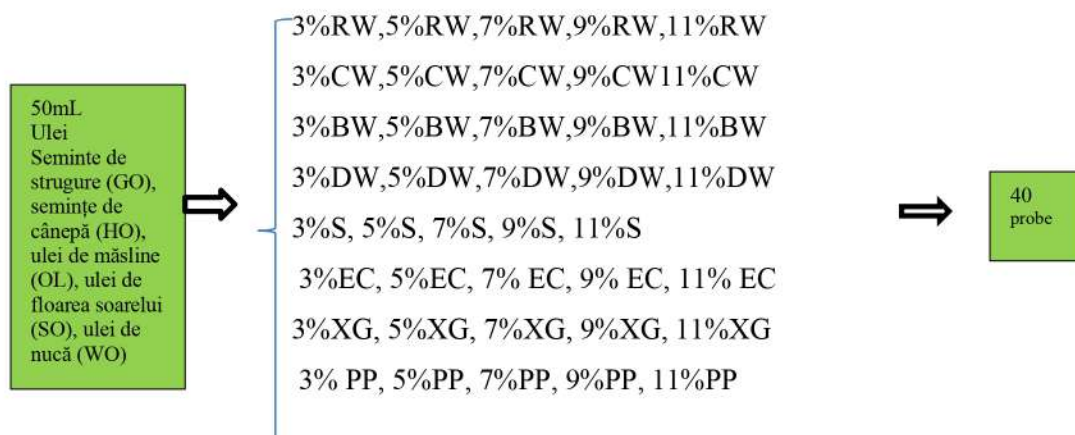
Proiectul cu titlul: "Cercetări privind obținerea de sisteme pe bază de oleogeluri ca înlocuitori de grăsime în produse alimentare" propune dezvoltarea de oleogeluri pe bază de polimeri naturali și introducerea acestora ca ingredient în produse alimentare ca înlocuitori de grăsimi saturate.

Produsele alimentare în care se vor introduce oleogelurile pentru substituirea grăsimii sunt: chifle (aluat dospit); brișe (aluat fluid), biscuiți (aluat afănat chimic) și deserturi congelate pe bază de lapte de ovăz, lapte de mei și lapte de grâu spelt. Uleiurile folosite ca înlocuitori pentru grăsimea solidă pentru produsele de panificație și pentru deserturile congelate sunt: ulei de măsline, ulei de semințe de struguri, ulei de nucă, ulei de floarea soarelui și ulei de cânepă.

DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ A ETAPEI a II a DE IMPLEMENTARE A PROIECTULUI

A doua etapă s-a desfășurat pe baza rezultatelor obținute din prima etapă a proiectului, etapa în care au fost formulate și analizate oleogelurile. Oleogelurile au fost obținute prin dizolvarea completă a cerii, a etilcelulozei și a β -sitosterolului în ulei sub agitare continuă până la dizolvarea completă a acestora. Oleogelurile obținute cu proteină din mază au fost obținute după o hidratare prealabilă a proteinei urmată de încorporarea uleiului în structură. Practic, uleiul a format o emulsie cu apa folosită la hidratarea proteinei de mază și a gumei xantan. Pentru a elimina excesul de apă din structură probele au fost uscate în etuvă la 65-70 °C până la masă constantă. Proteina este un structurant mai recent pentru obținerea oleogelurilor iar datorită valorii lor nutritive și gradului ridicat de acceptare de către consumatori, proteinele prezintă un interes deosebit pentru prepararea oleogelurilor comestibile ca alternativă pentru grăsimile solide.

Au fost obținute câte 5X8 probe pentru fiecare sortiment de ulei, după următoarea schemă:



În total au fost obținute aproximativ 200 probe de oleogeluri.

RW- ceara de tărâțe de orez brun; CW- ceara de carnauba; BW- ceara de albine; DW- ceara de candelilla; S- sitosterol; EC- etil celuloză; XG- gumă guar;

Activitatea 1- Optimizarea oleogelurilor






















Au fost selectate oleogelurile în funcție de capacitatea de reținere a uleiului în structură, de textura oleogelului, eliminându-se oleogelurile care nu au legat în structura uleiul și au prezentat expulzare de ulei. De asemenea, s-a avut în vedere și indicele de oxidare, stabilitatea în timp a oleogelurilor deoarece aceste proprietăți sunt criterii importante pentru păstrarea oleogelurilor în vederea introducerii lor în produse alimentare și înlocuirea margarinei din rețete. Pentru activitățile propuse în etapa a IIa au fost selectate oleogelurile care au prezentat structura specifică de gel sau emulsie, cu aspect omogen, cu cristale fine și uniform repartizate, nu au avut pierderi importante de ulei din structură. Nu au fost folosite în cercetare oleogelurile ferme, saturate, cu structură densă, nisipoasă precum și cele care nu au legat în structură uleiul. Au fost excluse probele de oleogel cu 11% procent de ceară și proteină deoarece au prezentat o textura cu duritate crescută și cu proprietăți reduse de încorporare în semifabricate (aluat, mix pentru desert congelat) în condiții de temperatură a mediului ambiant. Aceste oleogeluri necesită încălzire până la lichefiere și ulterior încorporate în aluat sau mix pentru desert congelat.

Schema de realizare a cercetării este structurată în tabelul 1.

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 <hr/> 5 %	Procent de oleogel introdus în aluat <hr/> 20%	Procent de oleogel introdus în aluat <hr/> 30%	Procent de oleogel introdus în mix <hr/> 5%
3%BW				
5%BW <hr/> GO; HO; OL;SO;WO	 5 probe			
7%BW <hr/> GO; HO; OL;SO;WO				
9%BW				
11%BW				

3%CW				
5%CW ----- GO; HO; OL;SO;WO				
7%CW ----- GO; HO; OL;SO;WO				
9%CW				
11%CW				
3%DW				
5%DW ----- GO; HO; OL;SO;WO				
7%DW ----- GO; HO; OL;SO;WO				
9%DW				
11%DW				
3%RW				
5%RW ----- GO; HO; OL;SO;WO				
7%RW ----- GO; HO; OL;SO;WO				
9%RW				
11%RW				
3%S				

5%S _____ GO; HO; OL;SO;WO				
7%S _____ GO; HO; OL;SO;WO				
9%S				
11%S				
3%XG				
5%XG _____ GO; HO; OL;SO;WO				
7%XG _____ GO; HO; OL;SO;WO				
9%XG				
11%XG				
3%PP				
5%PP _____ GO; HO; OL;SO;WO				
7%PP _____ GO; HO; OL;SO;WO				
9%PP				
11%PP				
TOTAL	14X5 uleiuri vegetale =70 probe de aluat pentru chifle	13X5 uleiuri vegetale =65 probe de aluat fluid pentru brioșe	14X5 uleiuri vegetale =70 probe de aluat pentru biscuiți	7X 3*X 3 ** =63 probe de mix pentru desert congelat

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

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

Fiecare categorie de semifabricat obținut cu oleogel a fost comparată cu probă martor.

Activitate 2. Obținerea și caracterizarea aluaturilor de panificație cu oleogeluri. - **Activitate realizată**

Aluatul pentru chifle a fost obținut folosindu-se următoarele ingrediente: făină de grâu tip 650; drojdie uscată, sare, zahăr, oleogel și apă. A fost folosită o rețetă pentru aluatul fermentat: făină, drojdie uscată, sare, lapte praf degresat, oleogel și apă. Aluatul a fost malaxat folosind cuva malaxorului de la Alveografalul Chopin. Timpul de frământare a fost de 8 minute. Aluatul a fost divizat și prelucrat prin modelare manuală în format rotund specific obținerii chiflelor.

Activitatea 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. -

Activitate realizată

Aluatul pentru chifle conform metodei descrise la activitatea 1 a fost divizat și cântărit conform protocolului de lucru Chopin. Testul fermentografic realizat cu reofermentograful Chopin oferă informații importante despre dezvoltarea aluatului și producția de gaze în timpul fermentării aluatului la 30°C, pentru o durată determinată de 3 ore (180 min). Parametri de fermentarea ai aluatului pentru chifle au fost: înălțimea maximă a aluatului, Hm în mm, timpul în care se obține înălțimea maximă, T1, în minute, înălțimea aluatului la final, h, în mm și timpul de stabilizare relativă la punctul de maxim, la înălțimea de 12 % din Hm, fără a fi mai mică de 6 mm. Graficul formării și reținerii gazelor în aluat furnizează timpul Tx, la care începe pierderea de CO₂ din aluat, volumul de gaze total, volumul de CO₂ pierdut și volumul de CO₂ reținut în aluat.

Activitatea 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. -

Activitate realizată

A fost obținut aluatul pentru chifle conform protocolului Chopin: 250 g făină și 12,5 g oleogel s-au introdus în cuva alveografului iar cantitatea de soluție de sare a fost adăugată prin corelație cu umiditatea făinii la momentul obținerii probei. Metoda alveografică se bazează pe măsurarea rezistenței la întinderea biaxială, sub presiunea aerului, a unei foi de aluat preparată în condiții standard. Comportamentul aluatului sub presiunea aerului este extrapolat grafic sub forma unor curbe a căror caracteristici geometrice constituie parametri reologici ai aluatului (tenacitatea, extensibilitatea, elasticitatea și rezistența la coacere).

Activitatea 5. Cercetări privind adaosul de oleogeluri în aluatul fermentat asupra caracteristicilor reologice. Se vor determina 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. - **Activitate realizată**

Toate măsurătorile reologice au fost efectuate folosind un reometru dinamic Haake Mars 40 (Karlsruhe, Germania) echipat cu sistem Peltier și baie de apă cu circulație (Huber, Germania) pentru controlul temperaturii. S-a folosit un rotor cu plăci lucioase cu diametrul de 40/80 mm, distanța dintre plăci fiind de

1 mm. Regiunea liniară vâscoelastică (LVR) a oleogelurilor a fost determinată prin creșterea logaritmică a tensiunii de oscilație de la 0,01 la 100 Pa la o frecvență de 1,0 Hz. Intervalul de baleaj de frecvență a fost setat de la 0,1 la 100 Hz. Proprietățile vâscoelastice ale probelor de aluat cu oleogel au fost, de asemenea, evaluate sub influența temperaturii. Modulul G' , „elastic” și modulul G'' , „plastic”, au fost analizate la temperaturi cuprinse între 20-90 °C cu o creștere a temperaturii de 2 °C/minut.

- **Activitatea 5.1 Proprietățile reologice ale aluatului la Mixolab (activitate suplimentară)**
Activitate realizată

Efectul diferitelor tipuri de adaos de oleogel în făina de grâu asupra caracteristicilor termo-mecanice ale aluatului a fost realizat folosind un dispozitiv Mixolab 2 (Chopin SA., Villeneuve la Garenne, Franța) conform Metodei Standard ICC Nr. 173. Făină de grâu cu 5 % din diferite tipuri de oleogel adăugat în au fost amestecate în vasul Mixolab în care a fost adăugată apă distilată pentru a obține o consistență optimă a aluatului. Protocolul utilizat pentru analiza Mixolab a fost următorul: temperatura mixerului de 30 °C, viteza de frământare la 80 rpm, viteza de încălzire de la 4 °C/min la 90 °C și viteza de răcire de la 4 °C/min la 50 °C.

- **Activitatea 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. Activitate realizată**

Analiza texturii aluatului a fost evaluată folosind un analizor de textură TVT-6700 (Perten Instruments, Hägersten, Suedia). Un aluat cu masa de 50 g a fost còprimat cu o sondă cilindrică cu diametrul de 35 mm. Proba a fost comprimată de două ori la o viteză de 5 mm/s timp de 25 s, urmată de un timp de repaus de 12 s între cele două cicluri și o viteză de retragere de 10 mm/s. Au fost determinați parametrii texturali: duritate, adezivitate, coezivitate și elasticitate.

- **Activitatea 7. Obținerea aluaturilor fluide pentru brișe. Se vor obține aluaturi fluide pentru brișe la care se înlocuiește margarina cu oleogeluri în procente variabile între 15-20%. Ca materii prime se va folosi: făină tip 480, ouă, lapte 0,1% grăsime, zahăr, afănător chimic, margarină (referință), oleogel, arome. Activitate realizată**

Aluatul fluid pentru brișe a fost obținut prin încorporarea în fracția lichidă a componentelor solide: făină tip 480, zahăr, lapte degresat, oleogel, praf de copt, ou melanj, sare, aroma vanilina. Aluatul a fost obținut prin baterea oului cu zahăr și sare, adăugarea apoi pe rând a componentelor: oleogel, lapte, vanilină și făina în amestec cu praful de copt. Aluatul s-a obținut cu ajutorul unui mixer de 4.3 L, KitchenAid folosind pentru batere treapta a 3-a de turație. Încorporarea fracției uscate s-a realizat manual.

- **Activitatea 8. Cercetări privind caracteristicile reologice ale aluatului fluid pentru obținerea brișelor. Se va determina vâscozitatea probelor de aluat și modulele vâscoelastice (G' , G'') la intervalul de temperatura 20-90°C. Determinările se vor realiza la Rheometru dinamic Haake Mars. Activitate realizată**

Proba de aluat a fost încărcată între două plăci geometrice cu diametrul de 80/40 mm diametru și menținut în repaus timp de 5 min (pentru echilibrare). Decalajul dintre plăcile a fost de 1 mm și proba a fost rulată la 25°C. Intervalul de frecvență a fost de la 0,1-100 Hz. Au fost înregistrate măsurătorile modulului de stocare (G' elastic) și modulului de pierdere (G'' vâscos). Probele cu oleogel au fost comparate cu probe obținute prin înlocuirea oleogelului cu margarină.

- **Activitatea 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%. **Activitate realizată****

Materiile prime necesare obținerii aluatului pentru biscuiți au fost: făină tip 480, ouă, zahăr, margarină/oleogel, afănători chimici, arome. Aluatul pentru biscuiți a fost obținut prin amestecarea componentelor solide și a componentelor lichide. Aluatul s-a obținut cu ajutorul unui mixer de 4.3 L, KitchenAid. După obținere, aluatul a fost refrigerat 12 ore.

- **Activitatea 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.- **Activitate realizată****

S-a folosit reometru dinamic Haake Mars 40 (Karlsruhe, Germania) echipat cu sistem Peltier și baie de apă cu circulație (Huber, Germania) pentru controlul temperaturii. S-a folosit un sistem P/P cu diametrul de 40/80 mm, distanța dintre plăci fiind de 1 mm. A fost determinată cea mai potrivită amplitudine a deformării pentru măsurătorile vâscoelastice în regim liniar și utilizată pentru experimentele de baleiaj de temperatură. A fost determinat comportamentul vâscoelastic al aluatului de biscuiți în intervalul de temperatura 20-90 °C. Probele au fost comparate în funcție de oleogelatorul folosit și față de proba martor.

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

Pentru măsurarea durității aluatului s-au preparat probe cilindrice de aluat cu diametrul de 50 mm și grosimea de 5 mm cu un tăietor de formă circulară. Apoi, probele de aluat au fost comprimate la 50% din înălțimea lor inițială folosind o sondă cilindrică cu diametrul de 25 mm la viteza de testare de 1 mm/s.

- **Activitatea 12. Obținerea și caracterizarea mixurilor pentru desert congelat **Activitate realizată****
Activități practice de obținere a mixului pentru desertul congelat folosind ca materii prime următoarele ingrediente: lapte de vacă (referință), lapte de ovăz, lapte de mei și lapte de grâu spelt, zahăr, oleogel și arome. Mixul obținut se omogenizează într-un blender și se lasă să se răcească la 5°C timp de 12 ore. Amestecul se va turna într-un aparat de înghețată model ICE-21R (Cuisinart, New Jersey, SUA) cu agitare timp de 20 de minute pentru a forma înghețată. Odată obținută înghețata moale, acestea va fi fost trecută într-un recipient și congelată la -17 °C timp de 48 de ore.

- **Activitatea 13. Determinarea caracteristicilor chimice: pH (folosin a 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- **Activitate realizată**

Mixul pentru desertul congelat a fost analizat prin metode chimice și reologie cuplata cu FTIR.

- **Activitatea 14. Prelucrarea statistică a datelor folosind XLSTAT și MATLAB în vederea optimizării rezultatelor obținute de la fabricarea aluaturilor - Activitate realizată**

Rezultatele determinărilor au fost corelate statistic folosind pachetul XLSTAT, vers.2022 și vers. 2023.

Activitatea 15. Diseminarea rezultatelor cercetării - Activitate realizată

REZULTATE OBȚINUTE

Activitate 2. Obținerea și caracterizarea aluaturilor de panificație cu oleogeluri

Aluatul pentru chifle a fost obținut conform cu metoda descrisă. Probele obținute sunt reprezentate în figura 1. (a,b,c). În figura 1a și b 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).





c.

Figura 1. Aspecte practice: Aluat fermentat modelat sub formă de chiflă (a,b) și produsul copt (c)

Activitatea 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 CO₂ 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 ^{ad}	1171.33 ± 2.51 ^f	1044.33 ± 4.50 ^c	89.33 ± 0.01 ^{bc}
OL_5CW	57.43 ± 0.15 ^{ad}	1263.00 ± 2.00 ^f	1096.33 ± 1.52 ^b	87.33 ± 0.01 ^b
OL_7CW	54.80 ± 0.10 ^b	1203.66 ± 3.51 ^h	1046.33 ± 4.04 ^c	87.66 ± 0.00 ^b
OL_9CW	52.93 ± 0.25 ^a	1131.00 ± 4.00 ^e	1024.66 ± 2.51 ^d	91.00 ± 0.01 ^f
GO_5CW	55.06 ± 0.25 ^b	986.00 ± 3.00 ^g	941.33 ± 3.51 ^a	95.33 ± 0.00 ^{ab}
GO_7CW	57.33 ± 0.15 ^d	1023.66 ± 3.51 ^h	982.66 ± 4.50 ^b	96.66 ± 0.01 ^f
GO_9CW	59.43 ± 0.25 ^f	1274.66 ± 3.51 ⁱ	1030.33 ± 2.51 ^d	93.33 ± 0.00 ^e
WO_5CW	58.46 ± 0.25 ^e	1116.33 ± 3.05 ^d	1042.66 ± 3.51 ^a	93.33 ± 0.00 ^e
WO_7CW	57.23 ± 0.15 ^d	1124.00 ± 3.00 ^{de}	1027.66 ± 2.08 ^d	91.00 ± 0.02 ^f
WO_9CW	56.10 ± 0.20 ^c	1132.33 ± 4.04 ^e	1012.66 ± 3.51 ^c	89.33 ± 0.01 ^c
HO_5CW	63.00 ± 0.20 ^h	1239.00 ± 3.00 ^h	1090.00 ± 2.00 ^b	87.33 ± 0.00 ^c
HO_7CW	63.36 ± 0.15 ^h	1257.00 ± 2.00 ^h	1127.33 ± 2.51 ^b	89.00 ± 0.01 ^c
HO_9CW	63.06 ± 0.15 ^h	1239.00 ± 2.00 ^h	1093.66 ± 3.51 ^b	88.66 ± 0.00 ^{cd}
SO_5CW	60.86 ± 0.21 ^h	1211.66 ± 3.51 ^h	1079.33 ± 2.51 ^f	89.33 ± 0.00 ^{bc}
SO_7CW	57.30 ± 0.20 ^d	1175.66 ± 3.51 ^f	1021.00 ± 3.00 ^{cd}	86.33 ± 0.01 ^b
SO_9CW	54.50 ± 0.20 ^b	1034.33 ± 3.05 ^c	978.33 ± 4.04 ^f	94.33 ± 0.01 ^h

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 CO₂ 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 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.

Au fost obținute 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. Un rezultat asemănător au obținut și Jung, D. , 2020 [1, 2] la alaturile fermentate dulci. Adaosul de oleogeluri proteice (de la 3 la 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 5. Cercetări privind adaosul de oleogeluri în aluatul fermentat asupra caracteristicilor reologice

Se vor determina următoarele proprietăți reologice: modulele viscoelastice (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.

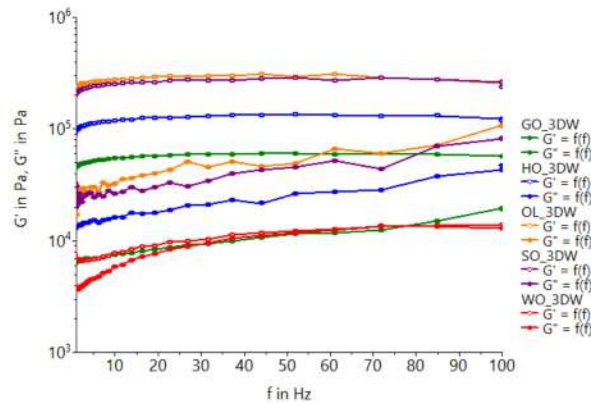


Figura 2. Reprezentarea grafică a modulelor viscoelastice pentru oleogelurile cu ceara de candelilla

Efectele adăugării de oleogeluri asupra proprietăților viscoelastice 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 2). 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 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 ceara iar textura aluaturilor cu gumă xantan în procent de 7% a prezentat valori mai mari pentru duritate.

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

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

Activitatea 8. Cercetări privind caracteristicile reologice ale aluatului fluid pentru obținerea brișelor. A fost determinată vâscozitatea probelor de aluat și modulele vâscoelastice (G' , G'') la intervalul de temperatura 20-90°C.

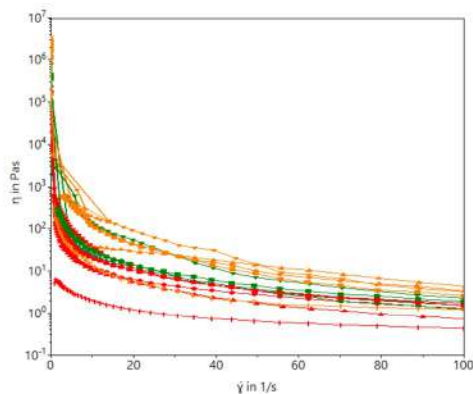


Figura 3. Rețea de grafică a vâscozității

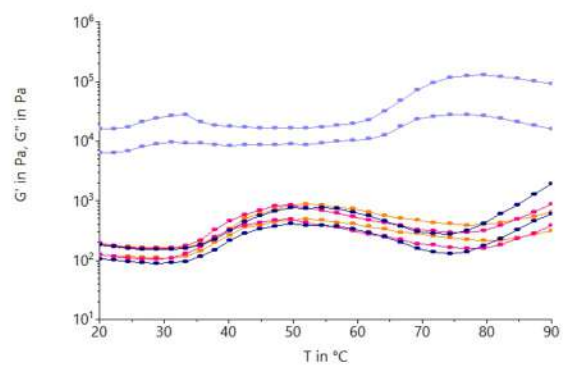


Figura 4. Rețea de grafică a modulelor vâscoelastice

A fost efectuat un test de vâscozitate pentru a măsura proprietatea elastică și comportamentul la acțiunea de forfecare (Figura 3). 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 4). 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 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).

Activitatea 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 lubrifian 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 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 tărâțe 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 β -sitosterol și ceara de carnauba.

Activitatea 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 5. Mix pentru desertul vegetal formulat cu băutură vegetală din ovăz

Activitatea 13. Determinarea caracteristicilor chimice: pH (folosin a 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 cm^{-1} (Figura 6). În aceste spectre, zona de absorbție 2.500 – 1000 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 cm^{-1} sunt atribuite zaharozei, la 1.083 cm^{-1} fructozei și la 1.103 cm^{-1} la glucoză. Benzile de absorbție la frecvența de 1743 cm^{-1} descriu gruparea Carbonil ($\text{C}=\text{O}$) din legătura ester a triacilglicerolului, 1654 cm^{-1} gruparea cis $\text{C}=\text{C}$; frecvența de 1465 cm^{-1} vibrații ale grupelor alifactice CH_2 și CH_3 ; frecvența de 1417 cm^{-1} descriu vibrații ale legăturilor CH ale alchenelor cis; frecvența de 1377 cm^{-1} descrie vibrații ale grupelor CH_3 ; frecvențe între 1228 cm^{-1} și 1155 cm^{-1} descriu vibrații ale esterilor cu legătura C–O; frecvența între 1111 cm^{-1} și 1097 cm^{-1} descriu vibrațiile de deformare CH ale acizilor grași.

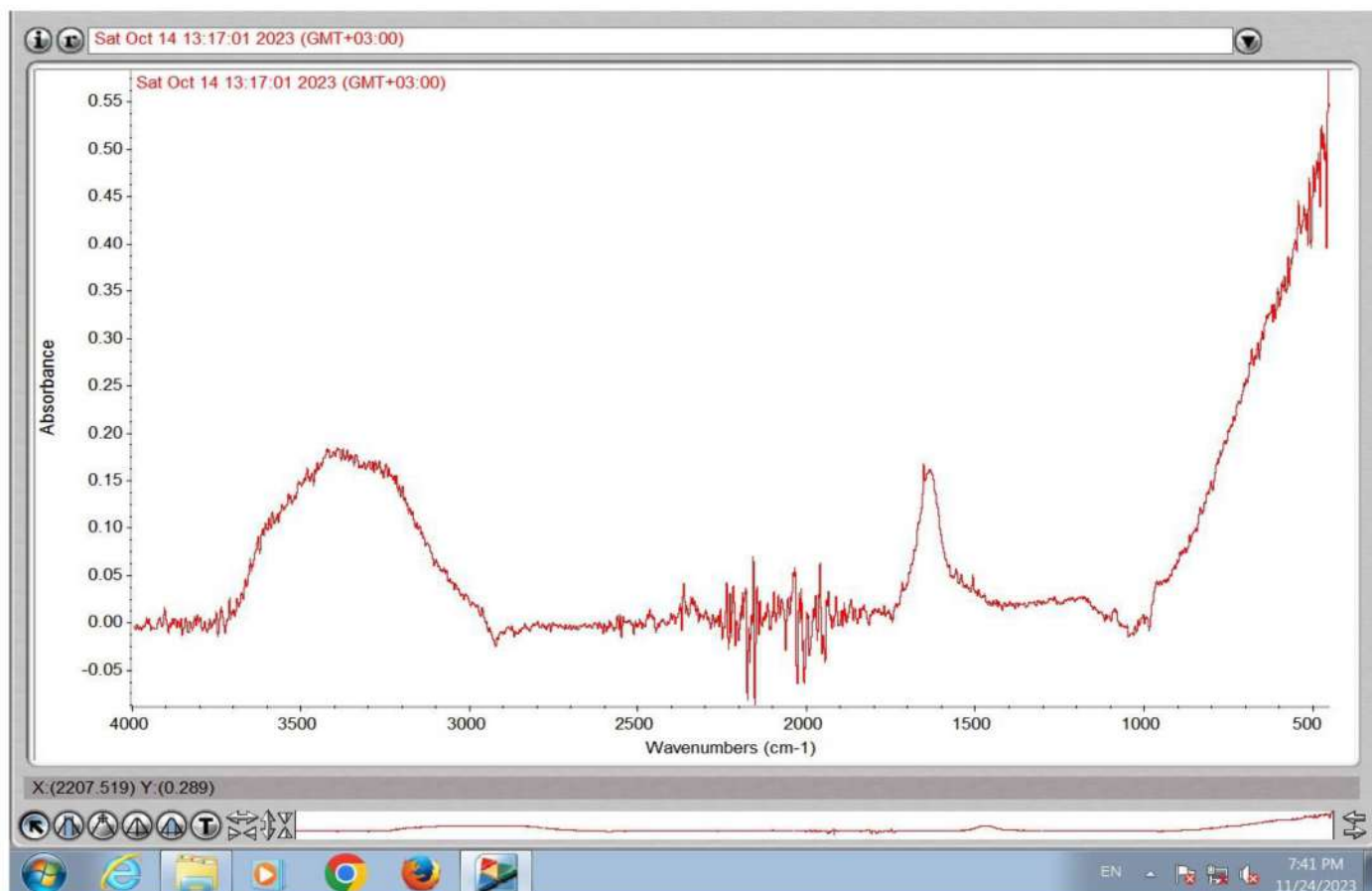


Figura 6. Spectru FTIR ($4.000 - 500 \text{ cm}^{-1}$) pentru proba de mix vegetal

Activitate 12. Optimizarea oleogelurilor în funcție de caracteristicile de calitate

Rezultatele obținute au fost interpretate statistic folosind programele de statistică XLSTAT și MATLAB. Pentru activitățile propuse în etapa a II-a se vor interpreta statistic rezultatele obținute pentru formularea concluziilor și recomandărilor.

Activitatea 13. Diseminarea rezultatelor

În această etapă au fost prevăzute activități de diseminare a rezultatelor prin participare la 3 conferințe și publicarea a 4 articole ISI.

Conferințe:

1. **15th Pangborn Sensory Science Symposium, 20-24 August 2023 | Nantes, France**

Lucrare prezentată: Textural and sensory evaluation of puff pastry obtained from laminated dough based on oleogel

Autori: Sorina Ropciuc, Georgiana Gabriela Codină, Mircea Oroian, Florina Dranca, Anuța Elena Prisacaru, Ana Leahu, 2023.

2. **SGEM Vienna GREEN 2023 International Scientific Conference on EARTH & PLANETARY Science GREEN SCIENCE FOR GREEN LIFE, 28 noiembrie-01 decembrie Schönbrunn, Viena Austria**

Lucrări prezentate: Formulation of oleogels based on candelilla wax: physicochemical and rheological characterization;

Characteristics of oleogels based on carnauba wax and the role of their addition in the wheat dough;

Autori: Sorina Ropciuc, Georgiana Gabriela Codină, Mircea Adrian Oroian, Florina Dranca, Ana Leahu, Ancuta Elena Prisacaru

3. The 9th Edition of the International Conference BIOTECHNOLOGIES, PRESENT AND PERSPECTIVES, 15th of December 2023, Stefan cel Mare University of Suceava, Romania

Lucrare prezentată: Protein oleogels: production and effect on rheological and reofermentographic properties in bun dough

Autori: Sorina Ropciuc, Georgiana Gabriela Codina, Mircea Oroian, Ana Leahu, Ancuta Elena Prisacaru, Florina Dranca

Articole ISI publicate

1. Sorina Ropciuc, Florina Dranca, Mircea Adrian Oroian, Ana Leahu, Georgiana Gabriela Codină and Ancuta Elena Prisacaru, 2023. Structuring of Cold Pressed Oils: Evaluation of the Physicochemical Characteristics and Microstructure of White Beeswax Oleogels. GELS 9(3), IF 4.6 WOS:000957769500001;

Articole ISI în curs de publicare

1. Ana Leahu, Sorina Ropciuc, Cristina Ghinea, Cristina Damian, 2023. Physico-chemical, textural and sensory evaluation of emulsion gel formulated with by-products from the vegetable oil industry ID: GELS-2713324;

2. Sorina Ropciuc, Florina Dranca, Mircea Adrian Oroian, Ana Leahu, Ancuta Elena Prisacaru, Georgiana Gabriela Codină*, 2023. Characterization of beeswax and brown rice wax oleogels based on different types of vegetable oils and their impact on wheat flour dough technological behavior during buns making ID: GELS-2763174

3. Georgiana Gabriela Codină, Sorina Ropciuc, Mircea Adrian Oroian, Florina Dranca, Ana Leahu, 2023. Evaluation of the characteristics of oleogels based on carnauba wax and the role of their addition in the wheat dough SGEM VIENNA GREEN, Section1: 8. Section Advances in Biotechnology - Article ID 30418

4. Sorina Ropciuc, Georgiana Gabriela Codină, Mircea Adrian Oroian, Florina Dranca, Ana Leahu, Ancuta Elena Prisacaru, 2023. Formulation of oleogels based on candelilla wax: physicochemical and rheological characterization. SGEM VIENNA GREEN, Section1: 8. Section Advances in Biotechnology- Article ID: 30416

Cereri de Brevete de Invenție depuse la OSIM

1. Brioșe funcționale îmbogățite în proteine și acizi grași polinesaturați și procedeu de obținere a acestora- A/00641 din 31.10.2023

2. Oleogeluri cu activitate biologică ridicată și procedeu de obținere a acestora- A/00642 din 31.10.2023

3. Biscuiți zaharoși îmbunătățiți nutrițional prin adaos de oleogeluri cu activitate biologică ridicată și procedeu de obținere a acestora- A/00643 din 31.10. 2023

4. Chifle îmbogățite nutrițional și procedeu de obținere a acestora -A/00644 din 31.10.2023

REZUMAT

A doua etapă a proiectului cu titlu: "Cercetări privind obținerea de sisteme pe bază de oleogeluri ca înlocuitori de grăsime în produse alimentare" s-a desfășurat pe baza rezultatelor obținute din prima etapa a proiectului, etapa în care au fost formulate și analizate oleogelurile. Oleogelurile au fost obținute prin dizolvarea completă a cerii, a etilcelulozei și a β -sitosterolului în ulei sub agitare continuă până la dizolvarea completă a acestora. Oleogelurile obținute cu proteină din mazăre au fost obținute după o hidratare prealabilă a proteinei urmată de încorporarea uleiului în structură. Proteina este un structurant utilizat recent pentru obținerea oleogelurilor iar datorită valorii lor nutritive și gradului ridicat de acceptare de către consumatori, proteinele prezintă un interes deosebit pentru prepararea oleogelurilor comestibile ca alternativă pentru grăsimile solide. Au fost selectate oleogelurile în funcție de capacitatea de reținere a uleiului în structură, de textura oleogelului, eliminându-se oleogelurile care nu au legat în structura uleiului și au prezentat expulzare de ulei. De asemenea, s-a avut în vedere și indicele de oxidare, stabilitatea în timp a oleogelurilor deoarece aceste proprietăți sunt criterii importante pentru păstrarea oleogelurilor în vederea introducerii lor în produse alimentare și înlocuirea margarinei din rețete. Pentru activitățile propuse în etapa a II-a au fost selectate oleogelurile care au prezentat structura specifică de gel sau emulsie, cu aspect omogen, cu cristale fine și uniform repartizate, nu au avut pierderi importante de ulei din structură. Nu au fost folosite în cercetare oleogelurile ferme, saturate, cu structură densă, nisipoasă precum și cele care nu au legat în structură uleiul. Au fost excluse probele de oleogel cu 11% procent de ceară și proteină deoarece au prezentat o textură cu duritate crescută și cu proprietăți reduse de încorporare în semifabricate (aluat, mix pentru desert congelat) în condiții de temperatură a mediului ambiant. Aceste oleogeluri necesită încălzire până la lichefiere și ulterior încorporate în aluat sau în mixul pentru desert congelat. Au fost obținute 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. 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_2 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. Efectele adăugării de oleogeluri asupra proprietăților viscoelastice 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). Proprietățile reologice și texturale ale aluaturilor pentru biscuiți și pentru aluatul fluid au fost analizate prin teste de amplitudine comparând probele de aluat formulate cu oleogel și proba martor obținută prin adaos de margarină. Au fost efectuate teste de viscozitate pentru a măsura proprietatea elastică și comportamentul la acțiunea de forfecare pentru aluaturile fluide. Mixul pentru obținerea desertului vegetal congelat a fost obținut, caracterizat fizico-chimic și reologic folosind reometru cuplat cu FTIR. Au fost efectuate spectre FTIR ale mixului pentru desertul congelat la intervalul de frecvență între 4.000 și 500 cm^{-1} .

Bibliografie

1. Jung, D.; Oh, I.; Lee, J.; Lee, S. Utilization of butter and oleogel blends in sweet pan bread for saturated fat reduction: Dough rheology and baking performance. *LWT* **2020**, *125*, 109194, doi:10.1016/j.lwt.2020.109194.
2. Tanislav, A.E.; Pușcaș, A.; Păucean, A.; Mureșan, A.E.; Semeniuc, C.A.; Mureșan, V.; Mudura, E. Evaluation of structural behavior in the process dynamics of oleogel-based tender dough products. *Gels* **2022**, *8*, 317, doi:10.3390/gels8050317.
3. Mironeasa, S.; Codină, G.G.; Mironeasa, C. The effects of wheat flour substitution with grape seed flour on the rheological parameters of the dough assessed by Mixolab. *J. Texture Stud.* **2012**, *43*, 40–48, doi:10.1111/j.1745-4603.2011.00315.x.
3. Kim, J.Y.; Lim, J.; Lee, J.; Hwang, H.; Lee, S. Utilization of oleogels as a replacement for solid fat in aerated baked goods: Physicochemical, rheological, and tomographic characterization. *J. Food Sci.* **2017**, *82*, 445–452, doi:10.1111/1750-3841.13583.
4. Lu, T.-M.; Lee, C.-C.; Mau, J.-L.; Lin, S.-D. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chem.* **2010**, *119*, 1090–1095, doi:10.1016/j.foodchem.2009.08.015.
5. Alvarez-Ramirez, J., Vernon-Carter, E. J., Carrera-Tarela, Y., Garcia, A., & Roldan-Cruz, C., Effects of candelilla wax/canola oil oleogel on the rheology, texture, thermal properties and in vitro starch digestibility of wheat sponge cake bread. *Lwt*, **130**, 109701, 2020.
6. Z. Maache-Rezzoug et al. 1998. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits, *Journal of Food Engineering*.

Director de proiect
Ropciuc Sorina

