

RAPORT ȘTIINȚIFIC

Titlu proiect: Cercetări privind valorificarea diferitelor soiuri de Triticale și a borhotului de malț pentru dezvoltarea de produse de panificație și paste făinoase (VALBTRINBP)

Cod proiect: PN-IV-P8-8.3-ROMD-2023-0078

Contract nr. 3ROMD/20.05.2024

Etapă II. Perioada: 1.01.2025 – 31.12.2025

Scopul acestui proiect este de a analiza calitatea diferitelor varietăți de triticales cultivate în Republica Moldova și a borhotului de malt (BSG) obținut de la fabricarea berii blonde și brune pentru a fi utilizate în obținerea de pâine și paste făinoase. În acest scop, BSG va fi utilizat într-o formă fermentată și va fi adăugat în diferite procente în făina obținută din triticales pentru a obține pâine și paste făinoase. Comportamentul tehnologic al aluatului va fi analizat utilizând aparate care analizează comportamentul reologic la frământare, întindere, vâscozitate și fermentare (numai pentru pâine). Calitatea materiilor prime utilizate, comportamentul aluatului în timpul procesului tehnologic, calitatea pastelor făinoase și a pâinii vor fi analizate utilizând în special infrastructura modernă din cadrul Universității “Ștefan cel Mare” Suceava.

În etapa a doua a proiectului (perioada 1.01.2025-31.12.2025) s-au desfășurat activitățile și obiectivele celor 4 pachete de lucru:

WP2. Producția și caracterizarea chimică a făinii de BSG fermentate;

WP3. Evaluarea proprietăților reologice ale aluatului din făină integrală de triticales și adaos de BSG fermentat;

WP4. Evaluarea calității pâinii obținute din făină integrală de triticales și adaos de BSG fermentat;

WP6. Management, diseminare și evaluare a activităților proiectului

Obiectivele pachetelor de lucru au fost: O1. Îmbunătățirea biodisponibilității nutriționale a BSG pentru a reduce factorii anti-nutritivi corespunzătoare WP2; O2. Analiza comportamentului tehnologic a aluatului în timpul procesului de obținere a pâinii corespunzătoare WP3; O3. Obținerea de pâine și analiza acesteia din punct de vedere a calității.

Obiectivele specifice prevăzute și activitățile din cadrul pachetelor de lucru prevăzute în etapa a 2 a proiectului au fost atinse și îndeplinite într-un grad de 100 %. Pentru îndeplinirea fiecărui obiectiv, s-au realizat activitățile din etapa 2 a proiectului conform planului de realizare, fără diferențe între cele preconizate inițial și cele realizate. Activitățile asociate acestor obiective cu rezultatele specifice în cadrul perioadei 1.01.2025-31.12.2025 conform anexei II la contractul de finanțare nr. 3 ROMD/20/05/2024, cod proiect: PN-IV-P8-8.3-ROMD-2023-0078 sunt descrise la I.2 – rezultate și discuții.

I. Descrierea științifică cu punerea în evidență a rezultatelor etapei anuale și gradul de realizare a obiectivelor

I.1. Materiale și metode utilizate

Pentru caracterizarea chimică a varietăților borhotului de malț (BSG) fermentat s-au utilizat următoarele metode de analiză:

- Conținutul de umiditate în conformitate cu ICC 110/1;
- pH utilizând un pH-metru protabil HQ30d (HACK, Loveland, CO, USA);
- Aciditate în conformitate cu standardul român SR 90:2007;

- Analiza proprietăților reologice empirice ale aluatului din făină integrală de triticale cu diferite adaosuri de făină de BSG fermentat în timpul frământării și de vâscozitate a fost determinată cu aparatul mixolab conform metodei standard ICC 173. Au fost determinați următorii parametri: capacitate de hidratare, stabilitate, timp de dezvoltare a aluatului, momentele de torsiune reprezentând gelatinizarea amidonului, stabilitatea aluatului, retrogradarea amidonului;

- Analiza proprietăților reologice empirice de extindere ale aluatului obținut din făină integrală de triticale și diferite adaosuri de făină de BSG fermentat la întindere utilizând aparatul alveograf conform metodei standard ICC 121. Cu aparatul alveograf s-au determinat: tenacitatea sau presiunea maximă, P (mm) care exprimă rezistența la deformare a aluatului, lungimea, L (mm), exprimă extensibilitatea aluatului și arată capacitatea aluatului de a forma bule până la rupere, indicele de umflare, G a cărei valoare este proporțională cu rădăcina pătrată a volumului de aer necesar pentru a umfla bula de aluat până la rupere fiind ca și L expresia extensibilității aluatului, raportul de configurare (de formă) al curbei, P/L, exprimă raportul între proprietățile elastice și proprietățile de vâscozitate ale aluatului și energia de deformare, W care exprimă energia necesară pentru umflarea bulei de aluat înainte de ruperea sa;

- Analiza proprietăților reologice empirice de fermentare ale aluatului obținut din făină integrală de triticale și diferite adaosuri de BSG fermentat utilizând aparatul reofermentometru conform AACC-89.01.01. Au fost determinate înălțimea maximă a curbei (H'm) formării gazelor de fermentare, volumul total, volumul total de gaz eliminat (VT), volumul de retenție, volumul de CO₂ reținut de aluat, ml, la sfârșitul testului (VR) și coeficientul de retenție a gazelor (CR). Pentru testul la reofermentometru, probele de aluat au fost obținute mixând 250 g de mix de făină și borhot de malț fermentat, 5 g sare și 3 g de drojdie uscată instant (tip *Saccharomyces cerevisiae*), ținând cont de valoarea capacității de hidratare a făinii, stabilit cu ajutorul aparatului mixolab.

- Evaluarea proprietăților reologice fundamentale ale aluatului obținut din făină integrală de triticale și diferite adaosuri de BSG fermentat cu reometru dinamic HAAKE MARS 40 (Termo-HAAKE, Karlsruhe, Germania), prevăzut cu un sistem Peltier de reglare a temperaturii. Măsurătorile s-au efectuat cu o geometrie plan-plan. S-au utilizat plăci cu diametrul de 40 mm. Pentru acest test, probele de aluat au fost obținute prin mixare ținând cont de valoarea capacității de hidratare a mixului de făină (triticale-borhot de malț fermentat), stabilită cu ajutorul aparatului mixolab. După mixare, proba de aluat a fost plasată între plăcile reometrului după ce a fost lăsat în repaus o perioadă de timp de 10 minute, pentru relaxare. Testul de variație a frecvenței, în domeniul 1 - 20 Hz, a fost făcut la temperatura de 25°C, în domeniul linear de

vâscoelasticitate. Valorile pentru parametrii modul de elasticitate (G'), modul de vâscozitate (G'') și unghiul de fază ($\tan \delta$) au fost determinate la o presiune constantă de 15 Pa.

Pentru a evidenția influența adaosului de borhot de malț fermentat în rețeta de obținere a pâinii s-au efectuat diferite determinări care au avut ca și scop evidențierea modului în care adaosul de borhot de malț fermentat a influențat caracteristicile de calitate ale pâinii.

- Caracteristicile fizice ale probelor de pâine s-au determinat conform metodei standard SR 90: 2007 și anume: volum specific (metoda dislocuirii cu semințe de rapiță), porozitate și elasticitate;

- Evaluarea caracteristicilor senzoriale ale pâinii din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentată a fost efectuată cu evaluatori semiantrenați. Pentru analiza senzorială a probelor de pâine s-a utilizat scala hedonică (9 puncte) și au fost evaluate următoarele caracteristici: aspect, culoare, aromă, gust, miros, textură, acceptabilitate globală;

- Caracteristicile texturale ale probelor de pâine s-au determinat utilizând un analizor de textură Stable Micro Systems TA.HD plus C (Marea Britanie). Pentru caracterizarea texturii probelor de pâine s-au determinat valorile pentru următorii parametri: fermitate, gumozitate, coezivitate, masticabilitate și reziliență. Pentru aceasta, s-au tăiat din fiecare probă de pâine felii cu dimensiuni 20×20 mm. Aceste felii au fost supuse unui ciclu de două compresii cu o placă din inox P/75, respectând următorii parametri: viteză pre-test - 100 m/s; viteză de testare - 5 m/s; viteză post-test - 5 m/s și încărcătura celulară - 5 kg.

- Parametrii de culoare au fost determinați utilizând colorimetrul Konica Minolta CR-400 (Tokio, Japonia). S-au determinat: L^* (întunecime/luminozitate), a^* (tonul de roșu/verde) și b^* (tonul de albastru/galben). Determinările s-au bazat pe sistemul CIE Lab*. Domeniul în care s-a realizat absorbția radiațiilor electromagnetice a fost cel UV-VIS.

I.2. Rezultate și discuții

WP2/Act. 2.1. Producția de făină de BSG fermentată.

Borhotul de malț (BSG) rezultat de la fabricarea berii blonde și brune din procesul tehnologic de obținere a berii de la Întreprinderea Mixtă Efes Moldova Brewery S.A., Chișinău, Republica Moldova a fost uscat în prealabil până la o valoare a umidității de $6.3 \pm 0.1\%$. După uscare, borhotul de malț a fost măcinat într-o moară (Model 3100, Perten Instruments, Segeltorp, Suedia) și păstrat la temperatura camerei până la utilizarea acestuia în vederea obținerii de BSG fermentat. Făina de borhot de malț (75 g) a fost mixată cu apă (200 mL) și 25 g de făină de triticale pentru a obține un aluat fluid. Aluatul fluid a fost fermentat într-un termostat la temperatura de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ pentru o perioadă de 24 h. La fiecare 24 h, aluatul a fost reâmprospătat prin adaosul unui alt mix de mediu nutritiv (100 g aluat fermentat, 200 g făină și 200 mL apă) până când aluatul a atins o aciditate de 8-10 grade și un pH de 3.78 ± 0.01 .

WP2/Act. 2.2. Caracterizarea chimică a făinii BSG fermentate

Făina BSG fermentată a fost analizată din punct de vedere chimic, determinându-se valorile pH, aciditate totală titrabilă și umiditate. Toate probele de făină de BSG au fost fermentate până la o aciditate de 8-10 grade. Probele de făină de borhot de malț fermentată au avut o valoare pH cuprinsă între 3.78-3.82 și o umiditate de $52.0 \pm 0.5\%$.

WP3/Act. 2.3. Evaluarea proprietăților reologice empirice al aluatului din făină integrală de triticeale cu diferite adaosuri de făină de BSF fermentată în timpul frământării și de vâscozitate.

A fost analizat efectul adaosului de făină de BSF fermentată din borhot de malț brun în procent de 5 și 10% (BSGD) și din borhot de malț blond (BSGB) în procent de 10 și 17.5% în făina integrală de triticeale (Ingen 33, Ingen 35, Ingen 40, Ingen 54, Ingen 93, Costel și Fănica) asupra proprietăților reologice empirice al aluatului în timpul frământării și de vâscozitate cu ajutorul aparatului mixolab conform metodei standard ICC 173. Adaosul de borhot de malț fermentat a redus semnificativ capacitatea de hidratare a făinii pentru ambele tipuri de BSGD și BSGB adăugate în făina de triticeale într-un procent mai ridicat pentru adaosul de BSGB comparativ cu adaosul de BSGD. Acest lucru indică faptul că făina de triticeale are nevoie de mai puțină apă pentru a atinge o consistență optimă ceea ce reprezintă un dezavantaj economic pentru procesatori. Stabilitatea aluatului s-a redus într-un mod similar pentru ambele tipuri de BSGD și BSGB adăugate în făina de triticeale în timp ce timpul de dezvoltare a aluatului a prezentat fluctuații. Cele mai ridicate valori pentru acești parametri s-au obținut pentru varietatea Ingen 40 în timp ce cele mai mici pentru varietatea Ingen 33. Adaosul de BSG în formă fermentată reduce momentul de torsiune C2 ceea ce indică o creștere a gradului de înmuiere a proteinelor din aluat. Acest fapt se poate datora intensificării activității enzimelor proteolitice odată cu creșterea temperaturii aluatului dar și o diminuare a calității proteinelor, a puterii lor datorită scăderii cantității de gluten [1]. Cele mai mici valori ale C2 s-au înregistrat pentru varietatea Ingen 33 cu 17.5% BSGB pentru care s-a obținut o valoare de $0,116 \pm 0.01$ N·m. De asemenea, o intensificare a activității proteolitice se poate datora scăderii valorii de pH în aluat datorită adaosului de BSG fermentat spre valori optime de activitate a enzimelor proteolitice. În general s-a obținut o scădere mai accentuată pentru aluatul cu adaos de BSGD comparativ cu aluatul cu adaos de BSGB. În timpul încălzirii are loc procesul de gelatinizare a aluatului. Deoarece cantitatea de apă se reduce în aluat prin adaosul de BSG fermentat, nu toate granulele de amidon vor gelatiniza. Parametrii obținuți la mixolab și anume momentul opus de aluat C3 și diferența dintre C3 și C2 scad cu creșterea cantității de BSG incorporată în aluat. Acest lucru se poate datora unui conținut mai redus de amidon în aluatul cu adaos de BSG fermentat dar și datorită creșterii activității α -amilazei printr-o scădere de pH la o valoare optimă de activitate enzimatică amilolitică [2]. Și în acest caz, în general valoarea C3 și diferența dintre C3 și C2 au scăzut mai intens pentru probele cu adaos de BSGD (comparația s-a făcut pentru adaosul de 10%), cele mai mici valori obținându-se pentru varietatea Fănica cu adaos de 10% BSGD pentru care s-a obținut o valoare C3 de 1,27 N·m. În general, valoarea parametrului C4 se reduce prin adaosul de BSG fermentat în aluat probabil datorită acumulării de dextrine în aluat care va reduce cantitatea de amidon gelatinizat. Acest fapt va reduce consistența aluatului și prin urmare și valoarea momentului de torsiune C4. Cele mai mici valori au fost obținute pentru varietatea Fănica cu adaos de 5% BSGD în aluat pentru care s-a obținut valoarea de 0,265 N·m. Valoarea parametrului C5 a prezentat fluctuații prin adaosul de BSG fermentat în aluat probabil datorită prezenței unor compuși precum polizaharide care pot întârzia procesul de retrogradare a produselor de panificație. Cele mai mici valori s-au obținut pentru varietatea Fănica cu adaos de 10% BSGB pentru care s-a obținut o valoare de 0,327 N·m.

WP3/Act. 2.4. Evaluarea proprietăților reologice empirice de extindere ale aluatului obținut din făină integrală de triticale și diferite adaosuri de făină de BSG fermentat la întindere.

Evaluarea proprietăților reologice empirice de extindere ale aluatului obținut din făină integrală de triticale și diferite adaosuri de făină de BSG fermentat (din borhot de malț blond – BSGB în doze de 10 și 17.5% și brun – BSGD în doze de 5 și 10%) la întindere s-a realizat utilizând aparatul alveograf conform metodei standard ICC 121. Adaosul de BSG în formă fermentată a redus semnificativ parametrii alveografici și anume tenacitate (P), extensibilitate (L), indicele de umflare (G) și energia de deformare (W) și a crescut valoarea raportului de configurare a curbei alveografice. Acest fapt se datorează activității enzimatice mai ridicate din aluat datorită adaosului de BSG fermentat. De asemenea, BSG nu conține gluten, care se formează în timpul frământării ceea ce va conduce la o slăbire a aluatului, care va avea o tencitate și o energie de deformare mai redusă [3,4]. Scăderea semnificativă a parametrilor obținuți la alveograf (P, L, G, W) prin adaos de BSGB și BSGD în aluat, probabil datorită faptului că proprietățile reologice empirice de extindere ale aluatului au fost determinate la metoda standard care implică o hidratare constantă și prin urmare adaosul unei cantități de apă constantă la prepararea aluatului. Ținând cont de datele obținute la mixolab, probele cu adaos de BSGB, respectiv BSGD au nevoie de mai puțină apă pentru obținerea unor proprietăți reologice optime ale aluatului. Acest lucru indică faptul că probele cu adaos de BSG fermentat au avut o cantitate de apă mai ridicată decât necesarul pentru a atinge o consistență optimă ceea ce a condus la o slăbire a puterii aluatului și prin urmare a parametrilor P și W. Scăderea parametrului P a fost mult mai ridicată pentru probele cu adaos de BSGB și a parametrilor L, G pentru probele cu adaos de BSGD. Valoarea raportului P/L s-a redus pentru probele cu adaos de BSGB și a crescut pentru probele cu adaos de BSGD. Cea mai mică valoare pentru P s-a obținut pentru proba Costel cu adaos de 17.5% BSGB în aluat (23 mm) și cea mai mare valoare s-a obținut pentru proba Fanica (123 mm). Cea mai mică valoare pentru L și G a avut-o proba Costel cu adaos de 5% BSGD de 7,0, respectiv 5,9 mm. Cele mai mici valori pentru W s-au obținut pentru probele cu 17.5% adaos de BSGB în aluat. Proba obținută din varietatea de triticale Ingen 35 a obținut o valoare de $18 \cdot 10^{-4}$ J la un adaos de 17.5% BSGB în aluat.

WP3/Act. 2.5. Evaluarea proprietăților reologice empirice de fermentare ale aluatului obținut din făină integrală de Triticale și diferite adaosuri de BSG fermentat.

Evaluarea proprietăților reologice empirice ale aluatului din timpul procesului de fermentare a fost realizată utilizând aparatul reofermentometru Chopin. Aparatul a determinat înălțimea maximă a curbei (H'm), volumul total de gaz eliminat (VT), volumul de retenție, volumul de CO₂ reținut în aluat la sfârșitul testului (VR) și coeficientul de retenție a gazelor (CR). Prin adaosul de BSG fermentat în aluat, care conține bacterii lactice în cantități foarte mari se inițiază rapid un proces de fermentație lactică în aluat. Adaosul de BSG fermentat (atât blond cât și brun) conduce la o creștere a acidității în aluat care va intensifica fermentația lactică și acetică. Acest fapt va conduce la o formare a gazelor în cantități mai ridicate în cazul adaosului de borhot de malț blond fermentat cele mai mari valori obținându-se pentru soiul Costel la un adaos de 10% BSGB pentru care s-a obținut o valoare VT de 2229 mL. De asemenea, valori ridicate pentru VT au fost obținute și pentru soiul Ingen 35 pentru care s-au obținut valori de 2042, respectiv 2213 mL pentru probele cu adaos de 10, respectiv 17.5% BSGB în aluat. Cele mai mici valori s-au obținut pentru probele fără adaos de BSGB în aluat

pentru soiul Costel (1328 mL), Ingen 54 (1631 mL) și Fanica (1648 mL). Pentru probele cu adaos de BSGD în aluat VT s-a redus în special pentru doze de 5% BSGD incorporată în aluat. Cele mai mici valori s-au obținut pentru proba Ingen 33 pentru care un adaos de 5% BSGD a condus la un VT de 1403 mL. În general, doze de 10% BSGD incorporată în aluat crește valoarea VT dar unele probe înregistrează o scădere probabil datorită faptului că acestea conțin o cantitate prea mică de gluten care nu mai pot reține gazele de fermentare. Cea mai mică valoare s-a obținut pentru soiul Ingen 40 pentru care adaosul de 10% BSGD a condus la o valoare VT de 1383 mL. Valorile parametrului H'm prezintă un trend similar cu valorile parametrului VT datorită faptului că gazele formate în aluat conduc la o creștere a înălțimii aluatului și deci a parametrului H'm. Cele mai mari valori a parametrului H'm s-au obținut pentru soiul Costel cu 10% BSGB incorporat în aluat (101.3 mm) urmată de soiul Ingen 35 cu 17.5% BSGB incorporat în aluat (100 mm). Cele mai mici valori s-au obținut pentru soiul Ingen 33 cu adaos de 5% BSGD incorporat în aluat (64,4 mm) urmată de soiul Ingen 40 cu adaos de 10% BSGD incorporat în aluat (66,1 mm). Și VR a avut un trend similar cu VT și H'm. Astfel, cele mai mari valori pentru VR s-au obținut pentru probele Ingen 35 cu 17.5% BSGB incorporat în aluat (2198 mL) și cele mai mici valori pentru Ingen 40 cu adaos de 10% BSGD incorporat în aluat (1068 mL). Coeficientul de retenție a gazelor, CR, este un indicator important indicând abilitatea aluatului de a reține gazele din cantitatea totală de gaze la fermentare. Pentru probele cu adaos de BSGB au fost obținute valori foarte bune pentru CR mai mari decât 90% pentru toate probele evaluate. Cea mai mare valoare a fost obținută pentru proba Fanica cu adaos de 10% BSGD în rețeta de fabricație (99.7 %). Pentru probele cu adaos de BSGD s-au obținut valori mult mai mici pentru CR între 70.6 și 80.9 %. Acest fapt indică o mai mică capacitate a aluatului cu adaos de BSGD de a reține gazele la fermentare.

WP3/Act. 2.6. Evaluarea proprietăților reologice fundamentale ale aluatului obținut din făină integrală de Triticale și diferite adaosuri de BSG fermentat

Proprietățile reologice fundamentale ale aluatului cu adaos de borhot de malț fermentat au fost determinate cu reometru HAAKE MARS 40. S-au efectuat măsurători dinamice oscilatorii în care au fost determinați modulul de elasticitate (G'), vâscozitate (G'') și unghiul de fază ($\tan \delta$) a aluatului. Pentru tot domeniul de frecvență analizat, modulul de elasticitate (G') a prezentat valori mai ridicate decât modulul de vâscozitate (G'') pentru toate probele analizate cu și fără adaos de BSG fermentat, ceea ce indică un comportament elastic pentru toate probele analizate. Pentru toate probele de aluat valorile unghiului de fază $\tan \delta$ a fost mai mic decât 1, ceea ce a arătat că partea vâscoasă a aluatului este mai redusă decât partea elastică. În general, adaosul de BSGB a condus la o scădere a modulelor de elasticitate și vâscozitate pentru probele analizate. Unghiul de fază a crescut cu adaosul de BSGB în aluat ceea ce indică faptul că aluatul devine mai vâscos. O creștere a unghiului de fază și o scădere a valorilor modului de elasticitate (G') prin adaosul de BSGB în aluat indică un aluat mai puțin elastic dar mai ferm. Elasticitatea aluatului este conferit de gluten, în special de glutenină și permite ca aluatul să fie deformat reversibil la aplicarea unei anumite forțe asupra acestuia. Deoarece BSG fermentat nu conține gluten, adaosul acestuia în aluat va conduce la o scădere a elasticității aluatului și implicit a valorii parametrului G' . Și adaosul de BSGD reduce valorile modulelor de elasticitate și vâscozitate în aluat. Totuși pentru unele probe, precum Fanica, Costel cantități de 5% BSGD

incorporat în aluat conduce la o creștere a valorilor G' , G'' și la o scădere a unghiului de fază $\tan \delta$ ceea ce indică că aluatul devine în acest caz mai elastic.

WP4/Act. 2.7. Obținerea pâinii din făină integrală de triticale și făină de BSG fermentat

S-a analizat efectul adaosului de făină de BSG fermentat din borhot de malț brun în procent de 5 și 10% (BSGD) și din borhot de malț blond (BSGB) în procent de 10 și 17.5% în făina integrală de triticale (Ingen 33, Ingen 35, Ingen 40, Ingen 54, Ingen 93, Costel și Fanica) la obținerea probelor de pâine. De asemenea s-a obținut și o probă martor fără borhot fermentat pentru fiecare varietate de triticale utilizată. Pentru obținerea probelor s-a calculat rețeta de obținere a pâinii prin metoda directă și cantitatea necesară de apă. Sarea și drojdia comprimată au fost dizolvate în apă caldă și mixate cu făină de triticale și borhot de malț fermentat și restul apei necesare în mixerul de bucătărie (Kitchen Aid, Whirlpool Corporation, Benton Harbor, MI, USA) timp de 10-15 minute. Aluatul obținut a fermentat într-un dospitor Cooper 72B (Europe SRL, Malo (VI), Italy) la temperatura de 30 ± 1 °C timp de 120-150 min. Apoi a fost divizat în bucăți de 400 g și așezat în forme unse cu ulei vegetal de floarea soarelui. Dospirea finală s-a realizat într-un dospitor Cooper 72B (Europe SRL, Malo (VI), Italy) la temperatura 38 ± 1 °C și umiditate relativă 80-85% timp de 50 de minute. Bucățile de aluat au fost aburite și copate într-un cuptor Cooper 72B (Europe SRL, Malo (VI), Italia) la temperatura 190 ± 10 °C timp de 50–60 de minute până la atingerea temperaturii miezului pâinii de 96 °C. După coacere, probele de pâine au fost scoase din forme și lăsate să se răcească la temperatura 20 ± 1 °C, după care au fost analizate caracteristicile de calitate prevăzute în proiect.



Figura 1. Mixarea aluatului din făina de triticale și BSG fermentată din borhot de malț brun.



Figura 2. Proba de aluat înainte de dospire.

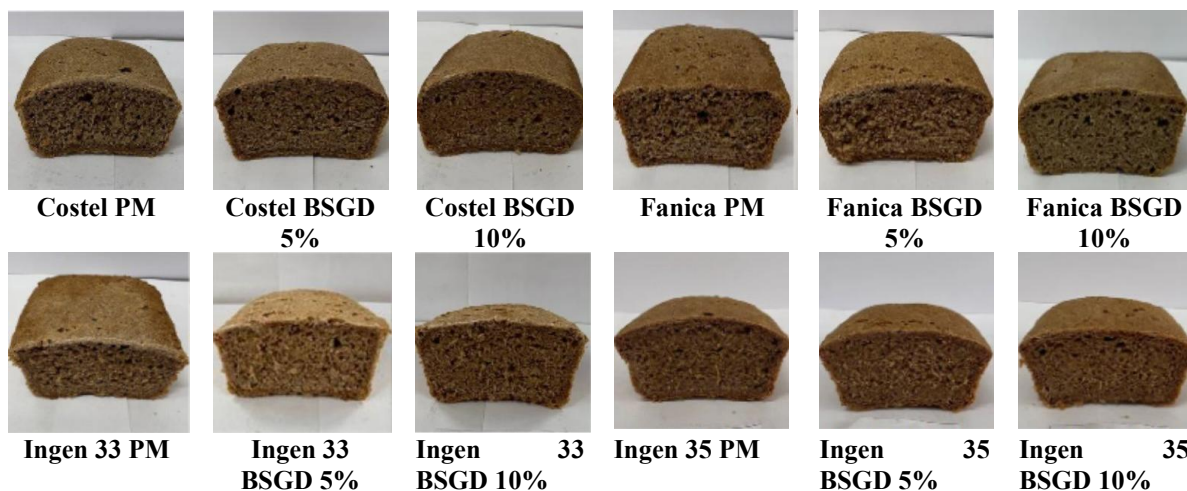
WP4/Act. 2.8. Evaluarea caracteristicilor fizice ale pâinii din făină integrală de triticale și BSF fermentată din borhot de malț

Au fost evaluate caracteristicile fizice ale pâinii (volum specific, porozitate, elasticitate) din făină integrală de triticale și BSG fermentat din borhotul de malț blond și brun. Rezultatele volumului specific au evidențiat tendința de scădere atunci când s-a adăugat BSG fermentat la prepararea aluatului. Cele mai mari valori pentru pâine s-au obținut pentru proba de pâine din

soiul Ingen 54 și cele mai mici pentru proba de pâine din soiul Ingen 40. De exemplu, pentru proba de pâine obținută din soiul Ingen 54 cu adaos de BSGD, valorile volumului specific sunt semnificativ diferite ($p \leq 0.05$) și s-au redus de la 262 cm³/100 g (PM) până la 238 cm³/100 g (10%), iar în cazul probelor Ingen 40, acestea s-a redus de la 215 cm³/100 g (PM) până la 210 cm³/100 g (10%). Aceleași tendințe de scădere le-au avut și probele la care s-a adăugat BSGB în doze de 10 și 17.5% în făina de triticeale. S-a concluzionat, că la probele Ingen 54, volumul specific a fost semnificativ diferit ($p \leq 0.05$) s-a redus până la 231 cm³/100 g (17.5%) și pentru pâine Ingen 40 - până la 216 cm³/100 g (17.5%). Rezultatele porozității au demonstrat tendința de scădere la toate probele la care s-a adăugat BSG fermentat, valorile fiind semnificativ diferite ($p \leq 0.05$). În cazul probelor Ingen 93, la adaosul de BSGD, porozitatea s-a redus de la 54.4% (PM) până la 41.5% (10%) și în cazul BSGB până la 43,9% (17.5%). Valorile elasticității, de asemenea, au fost influențate de cantitatea de BSG fermentat adăugat în făină de triticeale. S-a concluzionat că în toate probele de pâine de triticeale cu BSG fermentat, valorile elasticității s-au redus în medie cu 9-14%. Aceasta poate fi explicat prin faptul că probele cu BSG fermentat având o aciditate mai mare în comparație cu proba-martor, a condus la modificarea structurii proteinelor glutenice din aluat, și s-a redus capacitatea acestora de a reține gaze. Ca rezultat, aluatul a fost mai puțin elastic contribuind astfel la reducerea volumului specific și a porozității [5]. Alt factor care a influențat reducerea volumului specific a fost creșterea consistenței aluatului la adaosul de BSG fermentat în făina de triticeale. Din cauză că BSG fermentat a avut o consistență vâscoasă în comparație cu un aluat de triticeale fără adaos (PM), creșterea dozei de BSG fermentat a condus la creșterea vâscozității aluaturilor din făină de triticeale și a avut un impact negativ asupra creșterii volumului de aluat în timpul fermentației și coacerii [6,7]. De asemenea, s-a concluzionat că adaosul BSGB în doze mai reduse a avut un impact negativ mai mic asupra volumului specific a probelor de pâine în comparație cu BSGD adăugat în aluat.

WP4/Act. 2.9. Evaluarea caracteristicilor senzoriale ale pâinii din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentată.

Evaluarea senzorială a probelor de pâine s-a realizat de o echipă de 20 evaluatori semiantrenați (8 bărbați și 12 femei). Au fost evaluate caracteristicile senzoriale (aspect, culoare, aromă, gust, miros, textură) ale pâinii din făină integrală și BSG fermentat utilizând scala hedonică (9 puncte), figurile 3 și 4.



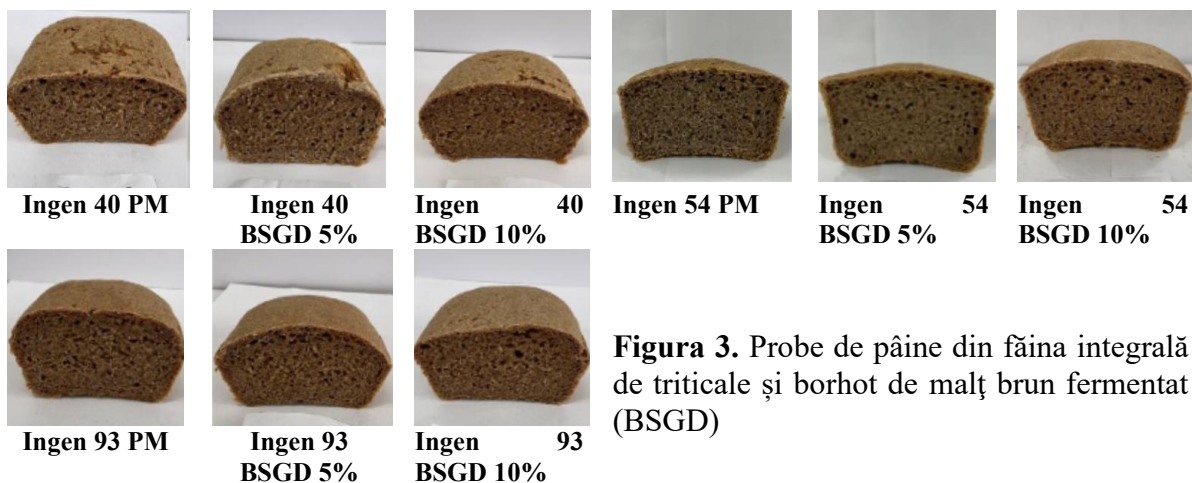


Figura 3. Probe de pâine din făina integrală de triticale și borhot de malț brun fermentat (BSGD)

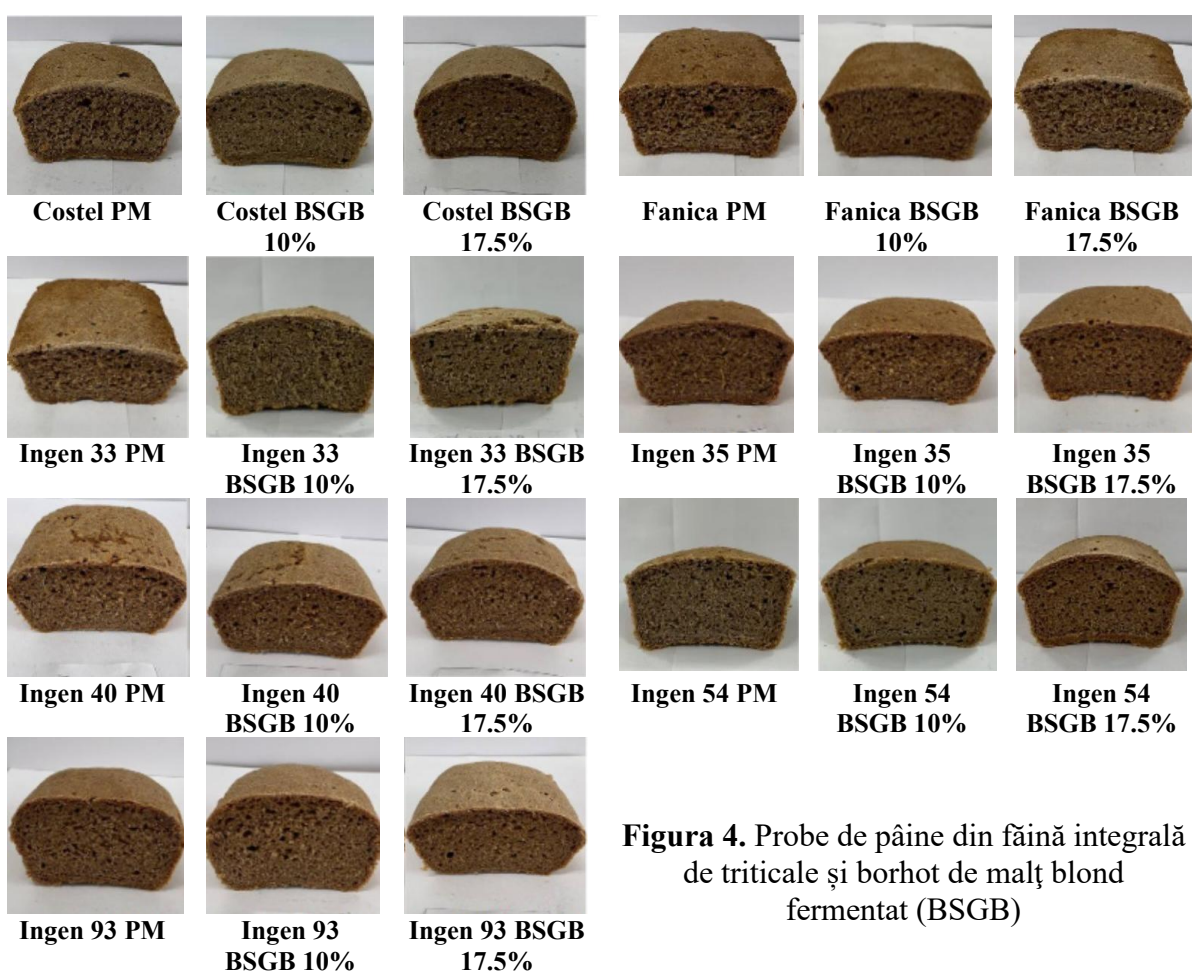


Figura 4. Probe de pâine din făină integrală de triticale și borhot de malț blond fermentat (BSGB)

S-a constatat că probele de pâine cu cantități mici de BSG fermentat brun (5%) și blond (10%) au avut cel mai ridicat punctaj mediu de acceptabilitate globală în comparație cu proba-martor. În cazul probelor cu BSGD valorile punctajului mediu de acceptabilitate globală a variat de la 8.40 (Ingen 93) până la 8.81 (Fanica), în cazul probelor de BSGB – de la 7.88 (Ingen 35) până la 8.55 (Ingen 40). Prin urmare, s-a constatat că un adaos moderat de BSGD (5%) a îmbunătățit proprietățile senzoriale ale pâinii în special aspectul, gustul, mirosul și textura. Cu

toate acestea, cantități ridicate de BSGB (10–17,5%) au condus la afectarea aromei și texturii, probabil din cauza conținutului excesiv de BSGD în pâinea din făină integrală de triticale, afectând, caracteristicile senzoriale ale produselor. Mai mult, tipul de făină a avut un anumit efect asupra percepției generale a produsului, punctajul mediu de acceptabilitate globală a fost peste 8 (pâine de foarte bună calitate), dar cu toate acestea, diferențele dintre varietățile de triticale nu sunt critice, iar tipul și concentrația de BSG fermentat au fost principalii factori de influență a preferințelor, punctajul mediu de acceptabilitate globală a fost peste 7 demonstrând ca probele au fost de bună calitate.

WP4/Act. 2.10. Evaluarea caracteristicilor texturale ale pâinii din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat.

Rezultatele evaluării caracteristicilor texturale au demonstrat că atât doza de adaos de BSG fermentat, cât și soiul specific de triticale au influențat semnificativ caracteristicile texturale ale probelor de pâine. Fermitatea a crescut proporțional cu cantitatea de BSG fermentat adăugată. În cazul BSGD și BSGB, cele mai mari valori au fost obținute pentru Fanica și Costel, iar cele mai mici pentru Ingen 93 și Ingen 35. Creșterea fermității se poate datora conținutului redus de umiditate și interacțiunilor ridicate dintre gluten și fibre. Mai mult, variabilitatea complexului proteină-amidon-pentozani inerent fiecărui soi de triticale ar fi putut contribui și ele la variabilitatea parametrului fermitate [8]. Adezivitatea a crescut semnificativ cu adaosul de BSG fermentat, influențată atât de caracteristicile compoziționale ale făinii de triticale - în special cantitățile de proteine și carbohidrați - cât și de conținutul substanțial de fibre introdus de BSG fermentat în aluat. Creșteri semnificative ($p \leq 0.05$) ale adezivității au fost obținute la probele Ingen 40, Fanica și Costel, pe măsură ce cantitatea de BSGB a crescut de la 0% la 17.5%. În cazul BSGD (0% la 10%), valorile ridicate ale adezivității au fost la Fanica și Costel. Coezivitatea și rezistența au fost influențate în principal de conținutul relativ redus de gluten al făinurilor de triticale, care a variat de la $18.49 \pm 0.10\%$ la $27.49 \pm 0.20\%$ (gluten umed). O creștere a coezivității însoțită de o scădere a rezistenței a condus la o textură a pâinii mai densă și mai lipicioasă. Gumozitatea și masticabilitatea, ambele dependente de valorile fermității, au urmat modele similare în toate probele. Fanica și Costel au prezentat cele mai mari valori, în timp ce Ingen 93 a înregistrat cele mai mici. Aceste creșteri sunt atribuite conținutului ridicat de fibre, în special din BSG, precum și modificărilor compoziției amidonului și glutenului, care conduc la o dezvoltare a unei matrice de pâine mai compacte și mai ferme [9,10].

WP4/Act. 2.11. Evaluarea caracteristicilor de culoare ale pâinii din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat.

Analiza caracteristicilor de culoare ale pâinii din făină integrală de triticale și făină de BSG fermentat a condus la concluzia că un impact semnificativ asupra parametrilor de culoare CIELab l-a avut tipul și cantitatea de BSG fermentat utilizată la obținerea pâinii. Au fost analizate valorile L^* , parametrii a^* și b^* în probele de pâine din făină integrală de triticale și făină de BSG fermentat. S-a constatat că mărirea cantității de BSGD (de la 5 la 10%) și BSGB (de la 10 la 17.5%) adăugată în aluat a condus la scăderea valorilor L^* datorită culorii inițiale a făinii de BSG fermentat utilizată. Ca exemplu, la pâinea obținută din făina de triticale Fanica valoarea L^* a fost de 50.44 (PM) și s-a redus până la 41.83 (BSGB10%) și 32.02 (BSGD10%).

Aceleași tendințe au fost observate la toate probele analizate. De asemenea, asupra valorii L^* o influență semnificativă l-a avut soiul făinii de triticale utilizate pentru obținerea pâinii. Cele mai mari valori ale a^* s-au obținut pentru probele de pâine obținute din soiul Ingen 35, și pentru parametrul b^* pentru probele de pâine obținute din soiul Fanica.

WP6/Act. 2.12. Analiza statistică a datelor.

Pentru analiza datelor s-a utilizat analiza varianței (ANOVA) cu testul Tukey la un nivel de semnificație de $p < 0,05$. S-au utilizat diferite programe statistice precum Statgraphics Centurion XVI 16.1.17 (Statgraphics Technologies, Inc., The Plains, VA, SUA), SPSS (SPSS, version 16, Chicago, IL, USA). O serie de corelații între datele obținute au fost determinate prin analiza componentelor principale utilizând programul statistic XLSTAT 2021.2.1 (Addinsoft, New York, NY, SUA).

Act. 2.13 - Management și coordonare a activităților proiectului.

În cadrul acestei activități s-a asigurat funcționarea și întreținerea fără probleme a proiectului, pe baza planului de lucru al proiectului. S-a monitorizat evoluția activităților proiectului și s-au coordonat rezultatele obținute. S-a realizat achizițiile de reactivi necesare desfășurării activităților de cercetare. A fost redactat raportul științific anual și s-a încărcat pe platformă alături de celelalte documente necesare predării etapei 2 de execuție. De asemenea, s-a actualizat și web site-ul proiectului (<https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinp/>).

WP6/Act. 2.14. Exploatare, diseminare și comunicare a activităților proiectului.

În perioada 1.01.2025-31.12.2025, rezultatele obținute s-au diseminat astfel:

Articole publicate în jurnale indexate/cotate Web of Science și în jurnale indexate în diferite baze de date internaționale:

1. Ghendov-Mosanu, A.; Ropciuc, S.; Dabija, A.; Saitan, O.; Boestean, O.; Paiu, S.; Rumeus, I.; Leatamborg, S.; Lupascu, G.; Codină, G.G. Effect of Brewers' Spent Grain Addition to a Fermented Form on Dough Rheological Properties from Different Triticale Flour Cultivars. *Foods* 2025, 14, 41. <https://doi.org/10.3390/foods14010041>, factor de impact 4.7 (Q1) WOS: 001394983500001. Disponibil online: <https://www.mdpi.com/2304-8158/14/1/41>
2. Codină, G.G.; Ursachi, F.; Dabija, A.; Paiu, S.; Rumeus, I.; Leatamborg, S.; Lupascu, G.; Stroe, S.-G.; Ghendov-Mosanu, A. Physicochemical Properties, Polyphenol and Mineral Composition of Different Triticale Varieties Cultivated in the Republic of Moldova. *Molecules* 2025, 30, 1233. <https://doi.org/10.3390/molecules30061233>, factor de impact 4.2 (Q2), WOS: 001452575200001. Disponibil online: <https://www.mdpi.com/1420-3049/30/6/1233>
3. Suhovici D., Paiu S., Rumeus I., Boestean O., Codină G.G., Ghendov-Mosanu, A. Current and prospective directions in the use of the grain crops triticale. *Journal of Engineering Science* 2025, 32 (1), pp.136-150. Indexat: EBSCO, AGRIS, DOAJ, ZENODO, IBN, IRTUM. Disponibil online: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/136-150_4.pdf

Brevete în curs de evaluare:

1. Codină G.G., Rumeus I., Oroian M.A., Dabija A., Ghendov-Mosanu A., Saitan O., Paiu S. (2025.) *Pâine din făină de triticale cu borhot de malț brun și procedeu de obținere a acesteia*, nr. A/00458 din 16.10.2025 – OSIM.
2. Codină G.G., Rumeus I., Oroian M.A., Atudorei D., Ghendov-Mosanu A., Ursachi V.F., Paiu S., *Paste din făină de triticale cu borhot de malț blond și procedeu de obținere a acestora*, nr. A/00457 din 16.10.2025 – OSIM.

Lucrări prezentate la conferințe internaționale:

1. Ghendov-Mosanu A., Rumeus I., Ursachi F., Codină G.G., *Individual phenolic compounds of different triticale varieties cultivated in the Republic of Moldova*, OPROTEH 2025, 21-23 Mai, Bacău, România. Disponibil online: <https://oproteh.ub.ro/>
2. Rumeus I., Codină G.G., Saitan O., Paiu S., Ghendov-Mosanu A., *Influence of fermented dark brewers' spent grain addition on the rheological properties of doughs from triticale flour*, OPROTEH 2025, 21-23 Mai, Bacău, România. Disponibil online: <https://oproteh.ub.ro/>
3. Codină G.G., Oroian M., Ropciuc S., Ghendov-Mosanu A., Paiu S., Rumeus I., Lupascu G., *Relationship of Dynamic Oscillatory and Creep-Recovery Measurements to Triticale Physical Dough Properties*, 29th International Conference on Statistical Physics 2025, 13-18 July, Florence, Italy. Disponibil online: <https://statphys29.org/>
4. Atudorei D., Codină G.G., Ropciuc S., Ghendov-Mosanu A., Saitan O., Rumeus I., Leatamborg S., *Evaluation of Triticale Physical Dough Properties with Different Levels of Brewers' Spent Grain Addition in a Fermented Form by Oscillatory and Creep and Recovery Tests*, 29th International Conference on Statistical Physics 2025, 13-18 July, Florence, Italy. Disponibil online: <https://statphys29.org/>
5. Paiu S., Codină G.G., Ghendov-Mosanu A., *Physicochemical analysis and biological value of different triticale varieties used in baking*, Annual Scientific Students' Conference, Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine, 12-15 may 2025
6. Saitan O., Ghendov-Mosanu A., Codină G.G., *Effect of fermented form brewers spent grain on the rheological properties of triticale dough during extension*, Annual Scientific Students' Conference, Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine, 12-15 may 2025
7. Codină G.G., Paiu S., Ghendov-Mosanu A., Rumeus I., *Variability in the nutritional composition of flour and bread from different triticale cultivars*, International Congress of Nutrition IUNS-ICN 2025, 24-29 August, Paris, France. Disponibil online: <https://www.icn2025.org/>
8. Atudorei D., Saitan O., Ghendov-Mosanu A., Codină G.G., *Possibilities of producing pasta obtained from different triticale varieties and fermented light brewers spent grain*, International Congress of Nutrition IUNS-ICN 2025, 24-29 August, Paris, France. Disponibil online: <https://www.icn2025.org/>

9. Rumeus I., Saltan O., Codină G.G., Ghendov-Mosanu A., A comparative study of partial replacement of triticale flour with two types of fermented brewers' spent grain on thermomechanical characteristics of dough, VII. International Agricultural, Biological, Life Science Conference AGBIOL 2025, 7-10 September, Istanbul, Turkey. Disponibil online: <https://agbiol.org/>
10. Paiu S., Codină G.G., Ghendov-Mosanu A., *Effect of triticale variety and origin on bread color: A case study from the Republic of Moldova*, VII. International Agricultural, Biological, Life Science Conference AGBIOL 2025, 7-10 September, Istanbul, Turkey. Disponibil online: <https://agbiol.org/>
11. Paiu S., Rumeus I., Saitan O., Codină G.G., Ghendov-Moșanu A., *Comparison of Alveograph characteristic of dough obtained from different types of fermented brewers' spent grain and triticale grains*, III. International Biological and Life Sciences Congress (BIOLIC), 16-19 November, 2025, Anatlyia, Turkey. Disponibil online: <https://biolic.org/>
12. Ghendov-Moșanu A., Boestean O., Codină G.G., Bulgaru V. Influence of Fermented Brewers' Spent Grains Sourdough on the Quality, Texture and Color Parameteres of Triticale Bread. Agriculture & Food, 13th International Conference, 11-14 August, Burgas, 34.
13. Ghendov-Moșanu A., Ursachi F., Rumeus I., A Paiu S., Codină G.G., Sturza R. Application of Fourier Transform Infrared Spectroscopy for evaluating the quality of different triticale varieties from the Republic of Moldova. PIM 2025, Cluj-Napoca, 16-19 september, 2025, 71.
14. Rumeus I., Ghendov-Mosanu A., Codină G.G., *Characteristics of triticale dough fermentation process: effect of two types of fermented brewers' spent grain addition on doughs rheological properties*, The International Conference "Biotechnologies, Present and Perspectives" 10th Edition, 2025, 17-19 October, Suceava, Romania. Disponibil online: <https://fiajournal.usv.ro/conference2025/>
15. Codină G.G., Rumeus I., Oroian M.A., Dabija A., Ghendov-Mosanu A., Saitan O., Paiu S. (2025.) *Pâine din făină de triticale cu borhot de malț brun și procedeu de obținere a acesteia*, nr. A/00458 din 16.10.2025, cerere de brevet de invenție la OSIM prezentată la Salonul Inovării și Cercetării UGAL INVENT 2025, 23-24 octombrie 2025, Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați – MEDALIE DE AUR. Disponibil online: <https://www.invent.ugal.ro/ENindex2025.html>
16. Codină G.G., Rumeus I., Oroian M.A., Atudorei D., Ghendov-Mosanu A., Ursachi V.F., Paiu S., *Paste din făină de triticale cu borhot de malț blond și procedeu de obținere a acestora*, nr. A/00457 din 16.10.2025, cerere de brevet de invenție la OSIM, prezentată la Salonul Inovării și Cercetării UGAL INVENT 2025, 23-24 octombrie 2025, Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați – MEDALIE DE AUR. Disponibil online: <https://www.invent.ugal.ro/ENindex2025.html>

În etapa a doua a proiectului (perioada 1.01.2025-31.12.2025) cele 4 pachete de activități: WP2 - producția și caracterizarea chimică a făinii de BSG fermentate; WP3 - evaluarea proprietăților reologice ale aluatului din făină integrală de triticale și adaos de BSG fermentat; WP4 - evaluarea calității pâinii obținute din făină integrală de triticale și adaos de

BSG fermentat și WP6 - management, diseminare și evaluare a activităților proiectului cu obiectivele și activitățile acestora au fost realizate și îndeplinite **într-un grad de 100 %**.

II. Concluzii (Sumar al progresului)

Toate obiectivele și activitățile prevăzute în pachetele de lucru din cadrul etapei 2 a proiectului au fost îndeplinite, în conformitate cu planul de realizare a proiectului. Astfel:

- S-a obținut borhotul de malț (BSG) rezultat de la fabricarea berii blonde și brune într-o formă fermentată care a fost caracterizat din punct de vedere chimic (umiditate, pH, aciditate totală titrabilă).

- S-au evaluat proprietățile reologice ale aluatului din făină integrală de triticeale și adaos de BSG fermentat: proprietățile reologice empirice ale aluatului din făină integrală de triticeale cu diferite adaosuri de făină de BSG fermentată în timpul frământării și de vâscozitate (capacitate de hidratare, stabilitate, timp de dezvoltare a aluatului, momentele de torsiune reprezentând gelatinizarea amidonului, stabilitatea aluatului, retrogradarea amidonului cu aparatul mixolab); proprietățile reologice empirice de extindere ale aluatului obținut din făină integrală de triticeale și diferite adaosuri de făină de BSG fermentat la întindere (tenacitate, extensibilitate, energia de deformare, raportul de configurare a curbei alveografice cu aparatul alveograf); proprietățile reologice empirice de fermentare ale aluatului obținut din făină integrală de triticeale și diferite adaosuri de BSG fermentat (dezvoltarea aluatului în timpul fermentării, producția de gaze, retenția de gaze cu aparatul reofermentometru); proprietățile reologice fundamentale ale aluatului obținut din făină integrală de triticeale și diferite adaosuri de BSG fermentat (măsurări dinamice oscilatori, în care modulul de elasticitate și de vâscozitate a aluatului sunt obținuți împreună cu unghiul de fază utilizând un reometru HAAKE MARS 40).

- S-a evaluat calitatea pâinii obținute din făină integrală de triticeale și adaos de BSG fermentat (volum specific, porozitate, elasticitate, caracteristici senzoriale, proprietăți texturale, caracteristici de culoare).

- Rezultatele originale obținute au fost diseminate în perioada 1.1.2025-31.12.2025 prin 16 lucrări comunicate la simpozioane științifice internaționale, prin publicarea a 2 articole științifice indexate în Web of Science (Q1, respectiv Q2), 1 articol indexat în diferite baze de date internaționale (EBSCO, AGRIS, DOAJ, ZENODO, IBN, IRTUM) și trimiterea spre analiză a două cereri de brevet de invenție la OSIM.

- S-a actualizat pagina web dedicată proiectului.

- Toate obiectivele și activitățile prevăzute în etapa 2 a proiectului au fost realizate și îndeplinite într-un grad de 100 %.

III. Rezumat executiv al activităților realizate în perioada de implementare

În etapa a doua a proiectului (perioada 1.01.2025-31.12.2025) toate activitățile și obiectivele aferente pachetelor de activități WP2, WP3, WP4 și WP 6 din cadrul proiectului au fost realizate și îndeplinite. S-a obținut borhotul de malț (BSG) rezultat de la fabricarea berii blonde și brune într-o formă fermentată care a fost caracterizat din punct de vedere chimic (umiditate, pH, aciditate totală titrabilă), s-au evaluat proprietățile reologice ale aluatului din făină integrală de triticeale cu diferite adaosuri de făină de BSG fermentat (proprietățile reologice empirice în timpul frământării și de vâscozitate, proprietățile reologice empirice de extindere

ale aluatului, proprietățile reologice empirice de fermentare ale aluatului, proprietăți reologice fundamentale ale aluatului - măsurări dinamice oscilatorii, în care modulul de elasticitate și de vâscozitate a aluatului sunt obținuți împreună cu unghiul de fază). De asemenea au fost obținute probele de pâine din făină integrală de triticeale și adaos de BSG fermentat care au fost analizate prin determinarea volumului specific, porozității, elasticității, a caracteristicilor senzoriale, texturale și de culoare. S-au obținut produse de panificație cu rol de aliment funcțional, cu caracteristici bune din punct de vedere tehnologic și senzorial, din ingrediente naturale, fără adaos de aditivi alimentari destinate tuturor categoriilor de consumatori. În etapa a 2 a proiectului rezultatele obținute au fost diseminate prin publicarea a 2 articole științifice indexate în Web of Science (Q1, respectiv Q2), 1 articol indexat în diferite baze de date internaționale (EBSCO, AGRIS, DOAJ, ZENODO, IBN, IRTUM) și trimiterea spre analiză a două cereri de brevet de invenție la OSIM. Cele 2 cereri de brevet de invenție au fost premiate cu medalia de aur la UGAL INVENT 2025, fapt ce a atras atenția presei, rezultatele fiind prezentate la monitorul de Suceava (https://www.monitorulsv.ro/doua-medalii-de-aur-castigate-de-cercetatorii-din-cadrul-facultatii-de-inginerie-alimentara-a-usv_edee83/), postul național Antena 1 – Observator (<https://observatornews.ro/inedit/painea-de-aur-reteta-inedita-a-unei-echipe-de-cercetatori-de-la-universitatea-stefan-cel-mare-din-suceava-638119.html>) și postul național Antena 3 <https://www.antena3.ro/actualitate/ce-este-painea-din-triticeale-inventia-inedita-a-cercetatorilor-de-la-suceava-care-a-primit-doua-medalii-de-aur-767803.html>. De asemenea, s-a actualizat și web site-ul proiectului (<https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinbp/>).

IV. Bibliografie minimală

1. Aprodu, I.; Simion, A.B.; Banu, I. Valorization of the Brewers' Spent Grain Through Sourdough Bread Making. *Int. J. Food Eng.* 2017, 13, 20170195.
- 2 Ghendov-Mosan, A.; Ropciuc, S.; Dabija, A.; Saitan, O.; Boestean, O.; Paiu, S.; Rumeus, I.; Leatamborg, S.; Lupascu, G.; Codină, G.G. Effect of Brewers' Spent Grain Addition to a Fermented Form on Dough Rheological Properties from Different Triticale Flour Cultivars. *Foods* 2025, 14, 41.
3. Lamas, D.L.; Gende, L.B. Valorisation of Brewers' Spent Grain for the Development of Novel Beverage and Food Products. *Appl. Food Res.* 2023, 3, 100314.
4. Chetrariu, A.; Dabija, A. Brewer's Spent Grains: Possibilities of Valorization, a Review. *Appl. Sci.* 2020, 10, 5619
5. Ghendov-Mosan, A.; Popa, N.; Paiu, S.; Boestean, O.; Bulgaru, V.; Leatamborg, S.; Lupascu, G.; Codină, G.G. Breadmaking Quality Parameters of Different Varieties of Triticale Cultivars. *Foods* 2024, 13, 1671.
6. Kaszuba, J.; Jaworska, G.; Krochmal-Marczak, B.; Kogut, B.; Kuźniar, P. Effect of bran addition on rheological properties of dough and quality of triticale bread. *J. Food Process. Preserv.* 2021, 45, e15093
7. Fraś, A.; Gołębiewska, K.; Gołębiewska, D.; Mańkowski, D.R.; Boros, D.; Szczówka, P. Variability in the chemical composition between triticale grain, flour and bread. *J. Cereal Sci.* 2016, 71, 66–72.
8. Meng, X.; Li, T.; Zhao, J.; Fan, M.; Qian, H.; Li, Y.; Wang, L. Effects of different bran pretreatments on rheological and functional properties of triticale whole-wheat flour. *Food Bioprocess. Technol.* 2023, 16, 576–588.

9. Neylon, E.; Arendt, E.K.; Zannini, E.; Sahin, A.W. Fundamental study of the application of brewers spent grain and fermented brewers spent grain on the quality of pasta. Food Struct. 2021, 30, 100225.
10. Oyedeji, A.B.; Wu, J. Food-Based Uses of Brewers Spent Grains: Current Applications and Future Possibilities. Food Biosci. 2023, 54, 102774.

Director Proiect,

Prof. univ. dr. ing. Georgiana Gabriela CODINĂ

