

## RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL

Contract nr. 3ROMD/2024

Perioadă implementare (20.05.2024-20.05.2026)

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

### 1. Obiectivele prevăzute/realizate

**Obiectivul principal** al proiectului este de a analiza calitatea diferitelor varietăți de Triticale cultivate în Republica Moldova și a borhotului de malț (BSG) obținut de la fabricarea berii blonde și brune pentru a fi utilizate în obținerea de pâine și paste.

**Obiectivele specifice** prevăzute au fost atinse și îndeplinite într-un grad de 100 %. Astfel, pentru îndeplinirea fiecărui obiectiv, s-au realizat activitățile din cererea de finanțare conform planului de realizare, fără diferențe între cele preconizate inițial și cele realizate, obținându-se următoarele rezultate:

Obiective specifice	Rezultate	Grad de realizare
<b>O1- Caracterizarea varietăților de Triticale și a borhotului de malț (BSG) utilizat pentru obținerea de pâine și paste făinoase</b>	S-au determinat caracteristicile fizico-chimice ale varietăților de triticale din Republica Moldova (masa hectolitrică, masa a 1000 de boabe, conținut de cenușă, conținut de gluten umed, indicele de deformare glutenic, indice de cădere, parametri de culoare, conținutul de umiditate, conținutul de lipide, conținutul de proteine, analiza FT-IR, conținutul total de polifenoli, profilul și conținutul de polifenoli individuali, conținutul de elemente minerale). În urma rezultatelor obținute s-a concluzionat că acestea se pot utiliza pentru obținerea de pâine sau paste făinoase. S-au determinat caracteristicile fizico-chimice ale borhotului de malț blond și brun (conținutul de umiditate, conținutul de lipide, conținutul de proteine, analiza FT-IR, conținutul total de polifenoli, profilul și conținutul de polifenoli individuali, conținutul de elemente minerale). În urma rezultatelor obținute s-a concluzionat că acestea sunt materii prime valoroase din punct de vedere nutrițional care ar putea fi utilizate cu succes în industria de panificație și paste făinoase.	100%
<b>O2- Producția și caracterizarea chimică a făinii de BSG fermentate</b>	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).	100%
<b>O3- Evaluarea proprietăților reologice ale aluatului din făină integrală de Triticale și adaos de BSG fermentat</b>	S-au evaluat proprietățile reologice ale aluatului din făină integrală de triticale și adaos de BSG fermentat: proprietățile reologice empirice al aluatului din făină integrală de triticale 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 triticale 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 triticale și diferite adaosuri de BSG fermentat (dezvoltarea aluatului în timpul fermentării, producția de gaze, retenția de gaze cu aparatul reofermentometru);	100%

	proprietățile reologice fundamentale ale aluatului obținut din făină integrală de triticale și diferite adaosuri de BSG fermentat (măsurări dinamice oscilatorii, în care modulul de elasticitate și de vâscozitate a aluatului sunt obținuți împreună cu unghiul de fază utilizând un reometru HAAKE MARS 40). Analiza proprietăților reologice ale aluatului a demonstrat că adaosul de BSG fermentat modifică semnificativ comportamentul aluatului în timpul procesului tehnologic. Adaptarea acestora pentru obținerea de pâine și paste făinoase vor permite obținerea de produse de bună calitate.	
<b>O4- Evaluarea calității pâinii obținute din făină integrală de Triticale și adaos de BSG fermentat</b>	S-a evaluat calitatea pâinii obținute din făină integrală de triticale și adaos de BSG fermentat (volum specific, porozitate, elasticitate, caracteristici senzoriale, proprietăți texturale, caracteristici de culoare). Rezultatele obținute recomandă utilizarea de BSG fermentat ca ingredient funcțional în panificație, datorită efectelor favorabile asupra calității produsului finit în special din punct de vedere senzorial.	100%
<b>O5-Evaluarea calității pastelor obținute din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat</b>	S-a evaluat calitatea pastelor obținute din făină integrală de triticale și adaos de BSG fermentat (caracteristici tehnologice - timpul optim de fierbere, sediment, absorbție de apă, fracturabilitatea pastelor, caracteristicile senzoriale, texturale și de culoare ale pastelor). Rezultatele obținute recomandă utilizarea de BSG fermentat în obținerea de paste din făină integrală de triticale care au avut bune caracteristici tehnologice și de calitate fiind bine apreciate de către consumatori.	100%
<b>O6- Management, diseminare și evaluare a activităților proiectului</b>	S-au publicat 4 articole științifice indexate WoS (2 în reviste Q1, 1 în revistă Q2, 1 în revistă Q4) și 2 articole științifice BDI, s-a trimis spre publicare 1 articol științific WoS (Q2), s-au înregistrat 2 cereri de brevet de invenție (OSIM) și 1 cerere de brevet de invenție la Agenția de Stat pentru proprietatea intelectuală a Republicii Moldova (AGEPI), a fost obținut un act de implementare a tehnologiei de fabricare industrială a pâinii din făină de triticale cu prospătură fermentată din borhot de bere blondă și brună la întreprinderea „Premiu Distribution” SRL din Republica Moldova, s-a participat la 27 conferințe internaționale și s-a creat pagina web a proiectului unde sunt descrise principalele rezultate științifice obținute: <a href="https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinbp/#1610471231684-fbdef6a4-9a4f">https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinbp/#1610471231684-fbdef6a4-9a4f</a>	100%

## 2. Prezentarea rezultatelor obținute, a indicatorilor de rezultat realizați, a nerealizărilor înregistrate față de rezultatele estimate prin cererea de finanțare (dacă e cazul) cu justificarea acestora

**O1/ Act. 1.1.** Caracterizarea fizico-chimică a varietăților de triticale (Ingen 93, Ingen 33, Ingen 35, Ingen 40, Ingen 54, Costel și Fanica) și a făinii integrale obținute din acestea din colecția Republicii Moldova.

Au fost determinate caracteristicile fizico-chimice ale făinii din varietățile de triticale: masa hectolitrică, masa a 1000 de boabe, umiditate, cenușă, conținut de gluten umed, indice de deformare a glutenului, conținutul de lipide, conținutul de proteine, parametrii de culoare, indice de cădere, conținutul total de polifenoli, profilul și conținutul de polifenoli individuali, analiza FT-IR și conținutul de substanțe minerale. Toate rezultatele obținute **pot fi vizualizate integral în articolele științifice 4.1 (1,3)**. Făinurile au fost obținute utilizând o moară de tip 3100 (Perten Instruments, Hägersten, Sweden), care permite obținerea de probe omogene adecvate cu o granulație de 125–150 μm pentru analize fizico-chimice și obținerea de pâine și paste făinoase. Conform datelor obținute, umiditatea făinii de triticale a variat între 12,1% și 12,4%, cu valori mai mici de 14% pentru toate probele analizate, ceea ce indică o durată de valabilitate mare a acestora în timpul depozitării [3]. Conținutul de cenușă a variat între 1,5 și 1,73%. Acest parametru este un criteriu esențial pentru clasificarea făinii și conform cu conținutul de gluten umed și proteine, o bază pentru evaluarea calității acesteia pentru a fi utilizată în industria de panificație și paste făinoase [4]. Conținutul de proteine a variat pentru toate probele de triticale, cea mai mare valoare obținându-se pentru varietatea Ingen 35 – 14,8%, urmată de varietatea Ingen 33 și Ingen 93 care au prezentat același conținut de proteine de 14,6%. Cel mai mic conținut de proteine a fost obținut pentru varietatea Ingen 40 a cărei valoare a fost de 13,1%. Variația conținutului de proteine

pentru făina de triticale este în concordanță cu rezultatele raportate de Alaru et al. [5]. Conținutul de proteine a fost mai mic decât cel raportat de Kaszuba et al. [4] pentru varietăți de triticale cultivate în Ucraina și Polonia. Conținutul de gluten umed nu a prezentat același trend cu conținutul de proteine așa cum era de așteptat. O diferență semnificativă ( $p < 0,05$ ) a fost obținută între Ingen 93 și Ingen 33, chiar dacă aceste varietăți au prezentat un conținut similar de proteine. Date similare au fost raportate de Kaszuba et al. [4], care de asemenea a concluzionat diferențe semnificative între conținutul de proteine și gluten umed între varietățile de triticale. Conținutul de gluten umed este un indicator important legat de posibilitatea de utilizare a făinii de triticale pentru varietățile Ingen 35, Ingen 33, Fânica și Costel în industria de panificație care recomandă utilizarea de făină cu un conținut de gluten umed de minim 22 % [3]. Totuși, calitatea glutenului este mai importantă pentru industria de panificație decât cantitatea acestuia. Din punct de vedere al conținutului de lipide, în general acesta a prezentat variații între probele de triticale, probabil datorită varietății acesteia. Aciditatea făinii de triticale este un parametru important, care poate afecta calitatea finală a produselor de panificație, în special din punct de vedere al caracteristicilor organoleptice ale acestora. Conform rezultatelor obținute aciditatea făinii de triticale a variat între 2,5 și 3,9 grade de aciditate. Culoarea făinii de triticale este determinată de pigmentii din compoziția acesteia. Poate fi dată de particulele de culoare alb-gălbuie din endosperm datorită pigmentilor carotenoidici și de culoarea închisă a particulelor de țărâțe de triticale datorită pigmentilor flavonici. O scădere a luminozității (valori mai mici  $L^*$ ) poate indica un conținut mai redus de compuși flavonici, în timp ce valori mai ridicate a parametrului  $a^*$  un conținut mai ridicat de pigmenți xantoficili care conferă o nuanță roșie a culorii [6]. Valoarea parametrului  $b^*$  poate indica că făina are culoare mai galbenă, care se poate datora unui conținut mai ridicat de pigmenți carotenoidici în făina de triticale [7].

Caracteristicile fizice ale varietăților de triticale (masa hectolitrică, masa a 1000 de boabe) nu au fost încă diseminate. Masa hectolitrică a variat între 73,14÷79,16 kg/hL și cea pentru 1000 boabe între 37,1÷43,8 g, cea mai mică valoare obținându-se pentru varietatea Ingen 33 și cea mai mare valoare pentru varietatea Ingen 54. Indicele de deformare a glutenului a variat între 1,5÷5 mm, cea mai mică valoare obținându-se pentru varietatea Ingen 54 și cea mai mare valoare pentru varietatea Ingen 35. Conținutul total de polifenoli dar și al conținutului de polifenoli individuali s-a evaluat în funcție de temperatura de extracție. Astfel, s-a determinat efectul creșterii temperaturii de extracție, de la 20 °C la 40 °C, respectiv 60 °C, asupra randamentului parametrilor analizați. Conținutul total de polifenoli a variat între 227,0÷727,7 mg GAE/kg la temperatura de 20 °C cu cea mai mică valoare pentru varietatea Ingen 35 și cea mai mare pentru varietatea Costel, între 306,6÷748,9 mg GAE/kg la temperatura de 40 °C cu cea mai mică valoare pentru varietatea Ingen 33 și cea mai mare pentru varietatea Costel, între 361,1÷877,1 mg GAE/kg la temperatura de 60 °C cu cea mai mică valoare pentru varietatea Ingen 33 și cea mai mare pentru varietatea Ingen 54. Din punct de vedere al profilului și conținutului de polifenoli individuali s-au identificat: acidul 4-hidroxibenzoic, acidul vanilic, acidul cafeic, acidul clorogenic, acidul *p*-cumaric și acidul rosmarinic. Și în acest caz, s-a determinat efectul creșterii temperaturii de extracție. La temperatura de 20 °C conținutul de acid 4-hidroxibenzoic a variat între 0,45÷1,98 mg/kg, conținutul de acid vanilic a variat între 0,42÷1,38 mg/kg, conținutul de acid cafeic a variat între 0,17÷0,32 mg/kg, conținutul de acid clorogenic a variat între 0,06÷0,17 mg/kg, conținutul de acid *p*-cumaric a variat între 9,00÷15,12 mg/kg și conținutul de acid rosmarinic a variat între 0,13÷1,20 mg/kg. La temperatura de 40 °C conținutul de acid 4-hidroxibenzoic a variat între 1,10÷3,00 mg/kg, conținutul de acid vanilic a variat între 0,76÷1,22 mg/kg, conținutul de acid cafeic a variat între 0,15÷0,74 mg/kg, conținutul de acid clorogenic a variat între 0,08÷0,40 mg/kg, conținutul de acid *p*-cumaric a variat între 11,47÷14,56 mg/kg și conținutul de acid rosmarinic a variat între 0,37÷ 1,03 mg/kg. La temperatura de 60 °C conținutul de acid 4-hidroxibenzoic a variat între 1,20÷3,22 mg/kg, conținutul de acid vanilic a variat între 0,70÷1,70 mg/kg, conținutul de acid cafeic a variat între 0,15÷2,27 mg/kg, conținutul de acid clorogenic a variat între 0,08÷0,40 mg/kg, conținutul de acid *p*-cumaric a variat între 11,26÷18,22 mg/kg și conținutul de acid rosmarinic a variat între 0,61÷2,67 mg/kg.

Din punct de vedere al conținutului de substanțe minerale s-au determinat la AAS următoarele elemente: Ca, Zn, Fe, Cu and Na. Dintre substanțele minerale analizate Cu a prezentat cele mai mici valori în timp ce potasiul a prezentat cele mai mari valori urmate de fosfor și calciu. Conținutul de Ca a variat între 172,6÷224 mg/kg, conținutul de Zn a variat între 11,18÷11,68 mg/kg, conținutul de Na a variat între 19,42÷30,49 mg/kg, conținutul de Fe a variat între 26,02÷31,86 mg/kg și conținutul de Cu a variat între 3,27÷4,52 mg/kg.

De asemenea, s-a făcut suplimentar o analiză la EDX (Energy Dispersive X-Ray Analysis Data) a conținutului de substanțe minerale din varietățile de triticales. Conform datelor obținute cel mai mare conținut de substanțe minerale a fost obținut pentru Ingen 93 și cel mai mic pentru Ingen 54 și Fanica. La EDX s-au obținut următoarele substanțe minerale: potasiu (K), fosfor(P), calciu (Ca), sulf (S), mangan (Mn), fier (Fe), zinc (Zn) și cupru (Cu).

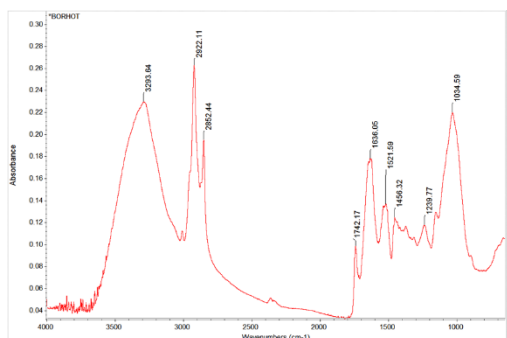
Cu analiza FT-IR, poziția, intensitatea și forma picului în infraroșu pot conferi informații despre legături chimice și pot cuantifica structuri chimice. Au fost luate în considerare 13 regiuni spectrale, specific definite în literatură. Inspecția vizuală a spectrelor FT-IR obținute pentru probele evaluate, relevă un model similar de spectru pentru fiecare dintre probele individuale, fapt ce indică similitudine din punctul de vedere al compoziției chimice. Astfel, pentru proteine au fost luate în considerare regiunile spectrale 3025–2800  $\text{cm}^{-1}$ , 1868–1583  $\text{cm}^{-1}$ , 1583–1494  $\text{cm}^{-1}$  și 1494–1280  $\text{cm}^{-1}$ , pentru lipide intervalele 3903–3025  $\text{cm}^{-1}$ , 1834–1583  $\text{cm}^{-1}$ , 1279–1221  $\text{cm}^{-1}$  și 952–886  $\text{cm}^{-1}$  și pentru umiditate, intervalele spectrale 3903–3025  $\text{cm}^{-1}$  și 1279–1221  $\text{cm}^{-1}$ . Constituentul principal al făinii de triticales este conținutul de amidon. Spectrele benzilor de amidon provin în principal din modurile vibraționale ale amilozei și amilopectinei, deoarece acestea sunt componentele principale ale amidonului. Picurile au fost observate în regiunile sub 800  $\text{cm}^{-1}$ , 800 până la 1500  $\text{cm}^{-1}$  (regiunea amprentelor digitale), în regiunea cuprinsă între 2800 și 3000  $\text{cm}^{-1}$  și în regiunea cuprinsă între 3000 și 3600  $\text{cm}^{-1}$ .

Toate rezultatele obținute în cadrul OI/ Act. 1.1. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (1,3) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (1,2,3,5,7,11,13,16,19).

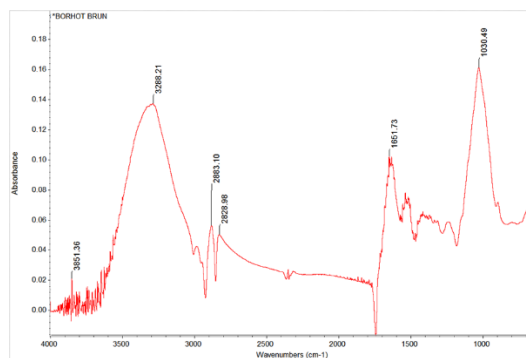
#### **OI/ Act. 1.2. Caracterizarea fizico-chimică a borhotului de malț (BSG)**

Au fost determinate caracteristicile fizico-chimice ale borhotului de malț blond (BSG1) și malț brun (BSG2): conținut de umiditate, proteine, lipide, substanțe minerale, conținutul total de polifenoli, conținutul de polifenoli individuali și s-a efectuat analiza FT-IR. Borhotul de malț a fost uscat până la un conținut de umiditate de  $6,3 \pm 0,2\%$ , măcinat și cernut până la o granulozitate similară cu a făinii. Conținutul de proteine și lipide a fost mai mare la BSG1 (20,09%; 9,6%) comparativ cu BSG2 (18,53%; 7,43%) și cel de cenușă a fost similar (4,26%, respectiv 4,28%). Din punct de vedere al conținutului de substanțe minerale s-au determinat următoarele elemente: Ca, Zn, Fe, Cu and Na. Acestea au fost într-o concentrație mai mare la BSG2 comparativ cu BSG1. Conținutul de Na a fost de 223 mg/kg, respectiv 146 mg/kg, conținutul de Fe a fost de 153 mg/kg, respectiv 121 mg/kg, conținutul de cupru de 14 mg/kg, respectiv 11 mg/kg, conținutul de zinc de 142 mg/kg, respectiv 98 mg/kg și conținutul de calciu de 3234 mg/kg, respectiv 2432 mg/kg. Conținutul total de polifenoli (TPC) a fost mai mare în proba BSG1 comparativ cu proba BSG2. Valoarea acestui parametru a crescut cu creșterea temperaturii de extracție. La temperatura de 20 °C valoarea TPC a fost pentru BSG1 cu aproximativ 32% mai mare decât pentru BSG2, la 40 °C cu aproximativ 14% mai mare decât pentru BSG2 și la 60 °C cu aproximativ 20% mai mare decât pentru BSG2. Din punct de vedere al profilului și conținutului de polifenoli individuali s-au identificat: acidul protocatecuic, acidul 4-hidroxibenzoic, acidul vanilic, acidul cafeic, acidul clorogenic, acidul *p*-cumaric, acidul rosmarinic, quercitina și kaempferol. Și în acest caz s-a determinat efectul creșterii temperaturii de extracție. La temperatura de extracție de 20 °C nu a fost identificat kaempferol pentru BSG1 și acidul vanilic pentru proba BSG2. Proba BSG1 a prezentat valori mai mici pentru acidul protocatecuic, acidul *p*-cumaric, acidul rosmarinic și quercitina decât proba BSG2. Pentru restul de acizi fenolici proba BSG2 a prezentat valori mai mari comparativ cu proba BSG1. La temperatura de extracție de 40 °C nu s-au identificat acizii fenolici: acidul protocatecuic, kaempferol pentru proba BSG1 și acidul vanilic pentru proba BSG2. Exceptând compușii fenolici, acidul rosmarinic și quercitina, care au prezentat valori mai mici pentru proba BSG1 comparativ cu BSG2, ceilalți compuși fenolici analizați au prezentat valori mai mari. La temperatura de extracție de 60 °C nu s-a identificat kaempferol pentru proba BSG1. Proba BSG1 a prezentat valori mai mari pentru acidul 4-hidroxibenzoic, acidul cafeic, acidul clorogenic și quercitina comparativ cu proba BSG2. Pentru ceilalți compuși fenolici identificați, acidul protocatecuic, acidul vanilic, acidul *p*-cumaric și acidul rosmarinic, proba BSG1 a prezentat valori mai mici comparativ cu proba BSG2.

Spectrele FT-IR pentru cele două tipuri de borhot de malț sunt prezentate în figura 1.



Borhot de malț blond



Borhot de malț brun

**Figura 1.** Spectrele FT-IR pentru probele de borhot de malț analizate

Vârfulurile care au fost identificate în spectrele probelor în regiunea 3000–2850 cm<sup>-1</sup> au fost atribuite vibrațiilor de întindere simetrice și asimetrice ale C-H datorită prezenței carbohidraților și lipidelor. Vârfulurile la 2800–3300 cm<sup>-1</sup> corespunde vibrațiilor de întindere -OH și pot fi atribuit celulozei. Vârfulurile la 1240-1000 cm<sup>-1</sup> reprezintă vibrațiile C-C, C-OH, C-H inel și grup lateral, care pot fi atribuite hemicelulozei și ligninei.

Rezultatele obținute în cadrul O1/ Act. 1.2. au fost diseminate prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (4, 6).

#### **O2/Act. 2.1. Producția de făină de BSG fermentată**

În cadrul acestei activități a fost obținut borhotul de malț fermentat. Modul de obținere a borhotului de malț fermentat **poate fi vizualizat integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7)**. Borhotul de malț (BSG) rezultat de la fabricarea berii blonde și brune din procesul tehnologic de obținere a berii de la Întreprinderea Efes Moldova Brewery S.A., Chișinău, Republica Moldova, a fost uscat în prealabil până la o valoare a umidității de 6,3±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 triticales pentru a obține un aluat fluid. Aluatul fluid a fost fermentat într-un termostat la temperatura de 30±1 °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.

Toate rezultatele obținute în cadrul O2/ Act. 2.1. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7).

#### **O2/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±0,5%.

Toate rezultatele obținute în cadrul O2/ Act. 2.2. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7).

#### **O3/Act. 2.3. Evaluarea proprietăților reologice empirice al aluatului din făină integrală de triticales 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 triticales (Ingen 33, Ingen 35, Ingen 40, Ingen 54, Ingen 93, Costel și Fanica) asupra proprietăților reologice empirice al aluatului în timpul frământării și de vâscozitate cu ajutorul aparatului mixolab (KPM, Tripette et Renaud, Paris, France) conform metodei standard ICC 173. S-au determinat următorii parametri: capacitate de hidratare, stabilitate, timp de dezvoltare a aluatului, momentele de torsiune reprezentând gelatinizarea amidonului, stabilitatea aluatului și retrogradarea amidonului. Toate

rezultatele obținute **pot fi vizualizate integral** în **articolele științifice 4.1 (2,6,7)**. Adaosul de borhot de malț fermentat a redus semnificativ capacitatea de hidratare a făinii pentru adaosul de BSGB și mai puțin pentru adaosul de BSGD adăugat în făina de triticale. Acest lucru indică faptul că făina de triticale 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 triticale 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 [8]. 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  $\alpha$ -amilazei printr-o scădere de pH la o valoare optimă de activitate enzimatică amilolitică [9]. 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 Fanica 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 Fanica 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 Fanica cu adaos de 10% BSGB pentru care s-a obținut o valoare de 0,327 N·m.

Toate rezultatele obținute în cadrul O3/ Act. 2.3. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (8,15).

#### **O3/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. Cu aparatul alveograf (KPM, Tripette et Renaud, Paris, France) 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. Toate rezultatele obținute **pot fi vizualizate integral** în **articolele științifice 4.1 (2,6,7)**. 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 tenacitate și o energie de deformare mai redusă [10,11]. 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.

Toate rezultatele obținute în cadrul O3/ Act. 2.4. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (12, 17).

### **O3/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 Rheo, type F4, KPM, Tripette et Renaud, Paris, France). S-a determinat înălțimea maximă a curbei (H'm), volumul total de gaz eliminat (VT), volumul de retenție, volumul de CO<sub>2</sub> reținut în aluat la sfârșitul testului (VR) și coeficientul de retenție a gazelor (CR). Toate rezultatele obținute **pot fi vizualizate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7)**. 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.

Toate rezultatele obținute în cadrul O3/ Act. 2.5. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (20).

### **O3/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 (Termo-HAAKE, Karlsruhe, Germania). 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. Toate rezultatele obținute **pot fi vizualizate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7)**. 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  $\tan \delta$  și o scădere a valorilor modulului de elasticitate ( $G'$ ) prin adaosul de BSGB în aluat indică un aluat mai puțin elastic dar mai ferm. Elasticitatea aluatului este conferită 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.

Toate rezultatele obținute în cadrul O3/ Act. 2.6. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (9,10).

### **O4/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. Modul de obținere a pâinii din făină integrală de triticale și făină de BSG fermentat **poate fi vizualizată integral în articolele științifice 4.1 (6,7)**. 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  $30 \pm 1$  °C timp de  $120 \pm 10$  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  $38 \pm 1$  °C și umiditate relativă 80-85% timp de 50 de minute. Bucățile de aluat au fost aburite și coapte într-un cuptor Cooper 72B (Europe SRL, Malo (VI), Italia) la temperatura  $190 \pm 10$  °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  $20 \pm 1$  °C, după care au fost analizate caracteristicile de calitate prevăzute în proiect.



**Figura 2.** Mixarea aluatului din făina de triticale și BSG fermentată din borhot de malț brun.



**Figura 3.** Proba de aluat înainte de dospire.

Toate rezultatele obținute în cadrul O4/ Act. 2.7. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (2,6,7), prin depunerea unei cereri de brevet la OSIM 4.2 (2), a unei cereri de brevet la Agenția de Stat pentru proprietatea intelectuală a Republicii Moldova (AGEPI) 4.2 (1), printr-un act de implementare a tehnologiei de fabricare industrială a pâinii din făină de triticale cu prospătură fermentată din borhot de bere blondă și brună la întreprinderea „Premiu Distribution” SRL din Republica Moldova emis la data de 20 mai 2025 4.2 (4) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (13,16,23,24,25).

#### **O4/Act. 2.8. Evaluarea caracteristicilor fizice ale pâinii din făină integrală de triticale și BSF fermentată din borhot de malț**

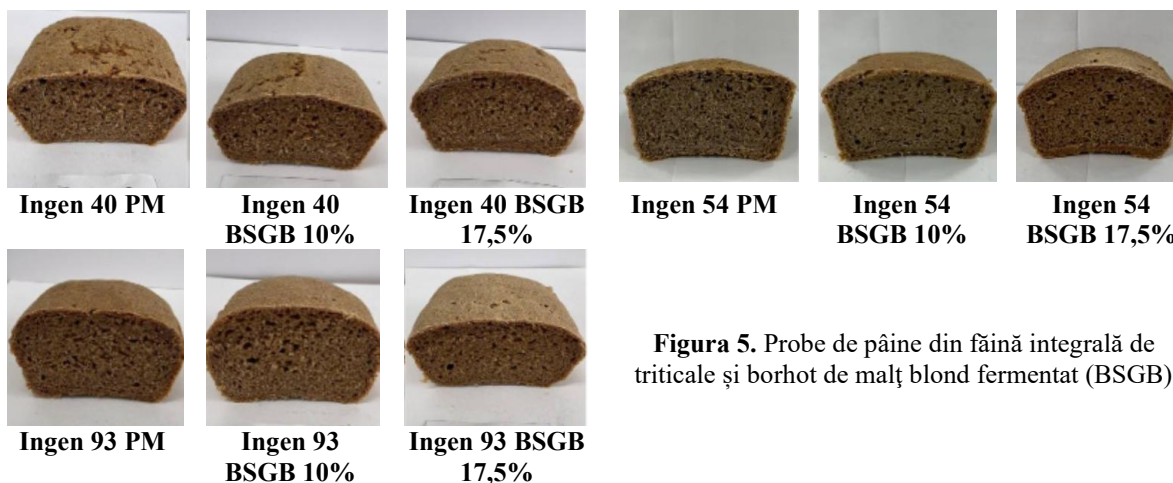
Au fost evaluate caracteristicile fizice ale pâinii (volum specific, porozitate, elasticitate) din făină integrală de triticale și BSG fermentat din borhotul de malț blond și brun. Rezultatele obținute **pot fi vizualizate în articolele științifice 4.1 (6,7)**. Rezultatele volumului specific au evidențiat 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 cm<sup>3</sup>/100 g (PM) până la 238 cm<sup>3</sup>/100 g (10%), iar în cazul probelor Ingen 40, acestea s-au redus de la 215 cm<sup>3</sup>/100 g (PM) până la 210 cm<sup>3</sup>/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 triticale. S-a concluzionat, că la probele Ingen 54, volumul specific a fost semnificativ diferit ( $p \leq 0,05$ ) s-a redus până la 231 cm<sup>3</sup>/100 g (17,5%) și pentru pâine Ingen 40 - până la 216 cm<sup>3</sup>/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 triticale. S-a concluzionat că în toate probele de pâine de triticale 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 [12]. Alt factor care a influențat reducerea volumului specific a fost creșterea consistenței aluatului la adaosul de BSG fermentat în făina de triticale. Din cauză că BSG fermentat a avut o consistență vâscoasă în comparație cu un aluat de triticale fără adaos (PM), creșterea dozei de BSG fermentat a condus la creșterea vâscozității aluaturilor din făină de triticale și a avut un impact negativ asupra creșterii volumului de aluat în timpul fermentației și coacerii [13,14]. 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.

Toate rezultatele obținute în cadrul O4/ Act. 2.8. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (6,7) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (24,25).

#### O4/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 9 evaluatori antrenați din mediul academic și experți din industria alimentară. 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 4 și 5. Rezultatele obținute pot fi vizualizate în articolele științifice 4.1 (6,7).





**Figura 5.** 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 făina 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.

Toate rezultatele obținute în cadrul O4/ Act. 2.9. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (6,7) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (24,25).

#### **O4/Act. 2.10. Evaluarea caracteristicilor texturale ale pâinii din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat**

S-au determinat următoarele caracteristici texturale ale pâinii: fermitate, gumozitate, coezivitate, masticabilitate și reziliența. Rezultatele obținute **pot fi vizualizate în articolele științifice 4.1 (6,7)**. Datele 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 [1]. 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 [16,17].

Toate rezultatele obținute în cadrul O4/ Act. 2.10. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (6,7) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (18, 23, 24,25).

#### **O4/Act. 2.11. Evaluarea caracteristicilor de culoare ale pâinii din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat.**

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 CIELab. Domeniul în care s-a realizat absorbția radiațiilor electromagnetice a fost cel UV-VIS. Rezultatele obținute **pot fi vizualizate în articolele științifice 4.1 (6,7)**. 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.

Toate rezultatele obținute în cadrul O4/ Act. 2.11. au fost diseminate integral în articolele științifice 4.1 (6,7) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (16, 18, 24,25).

#### **O5/Act. 3.1. Obținerea pastelor făinoase din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat**

Probele de paste au fost obținute din făină integrală de triticale provenită din varietățile Ingen 33, Ingen 35, Ingen 40, Ingen 54, Ingen 93, Costel și Fanica, în care s-a încorporat 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%. Aluatul probelor de paste a fost obținut prin amestecarea tuturor ingredientelor, folosind un mixer Kitchen Aid (Whirlpool Corporation, Benton Harbor, MI, SUA). Pașii pentru obținerea pastelor au fost următorii: amestecarea tuturor ingredientelor solide, și anume făina de triticale, făina de borhot de malț fermentat, urmată de adăugarea de apă, conform capacității de hidratare și amestecarea din nou timp de 3-5 minute până când toate ingredientele au fost mixate uniform. Bila fermă de aluat rezultată a fost extrudată cu ajutorul unei prese de paste KitchenAid, folosind o matriță pentru rigatoni. Pastele în formă de rigatoni au fost uscate într-un uscător funcțional prevăzut cu ventilație termică pentru a asigura o temperatură și o ventilație uniformă și o umiditate constantă. Uscarea pastelor s-a făcut la temperatura de la 40 °C. Durata totală a procesului de uscare a fost de 16 ore. După finalizarea procesului de uscare, pastele au fost răcite timp de 2 ore la temperatura camerei și ulterior depozitate în pungi de plastic tip zip, în condiții adecvate până la efectuarea analizelor ulterioare.



**Figura 6.** Probe de paste obținute în laborator

Toate rezultatele obținute în cadrul O5/ Act. 3.1. au fost diseminate integral prin depunerea unei cereri de brevet la OSIM 4.2 (3) și prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (4, 14, 26, 27).

### **O5/Act. 3.2. Caracteristicile tehnologice ale pastelor din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentată**

Caracteristicile tehnologice au fost determinate conform metodei internaționale AACC 66-50.01: timpul optim de fierbere (OCT), pierderea la fierbere (CL), absorbția de apă (WA) și indicele de umflare (SI). De asemenea, a fost determinată și fracturabilitatea pastelor făinoase. În urma determinărilor efectuate s-a observat faptul că au existat variații ale principalilor parametri tehnologici analizați. Rezultatele obținute pentru probele de paste fabricate din diferite soiuri de triticale, cu adaos de borhot de malț brun (5% și 10%) și borhot de malț blond (10% și 17,5%), au evidențiat influențe semnificative asupra parametrilor tehnologici analizați (OCT, WA, CL și SI).

În cazul parametrului OCT (timpul optim de fierbere) valorile s-au situat între 11,25 minute și 13,35 minute. În general, s-a observat o ușoară scădere a timpului de fierbere datorită adaosului de borhot de malț fermentat, acest lucru având loc mai ales la niveluri mai mari ale adaosului. Acest lucru sugerează o modificare în matricea de aluat, în sensul facilitării proceselor de hidratare și de gelatinizare. Scăderea valorii parametrului OCT datorită adaosului de făină de borhot de malț poate fi explicată prin prisma fibrelor care au o capacitate ridicată de absorbție a apei, ceea ce facilitează difuzia apei și accelerează procesul de gelatinizare a amidonului. Valoarea capacității de absorbție a apei (WA) s-a situat între 102,28% și 152,38%. Adaosul a avut ca și efect o creștere semnificativă a acestui parametru, ceea ce demonstrează o capacitate mai bună de hidratare a matricei amidonoase și o interacțiune intensificată cu apă în timpul procesului de fierbere a pastelor. Creșterea capacității de absorbție a apei în cazul pastelor cu adaos de borhot de malț se datorează conținutului ridicat de fibre hidrofiele, creșterii porozității structurii și slăbirii rețelei glutenice, factori care favorizează pătrunderea și reținerea apei în matricea amidonoasă în timpul procesului de fierbere. Pierderea la fierbere (CL) a avut valori cuprinse între 0,15% și 0,25%. Valori mai ridicate s-au înregistrat pentru probele cu adaos de BSG fermentat, mai ales în cazul probelor cu 10% adaos de borhot brun și 10–17,5% borhot blond. Acest lucru indică o slăbire parțială a rețelei structurale, ceea ce coincide cu o migrare mai accentuată a componentelor solubile în apa de fierbere. Indicele de umflare (SI) a variat între 1,35 și 2,12 și a fost puternic influențat atât de soiul de triticale, cât și de tipul și de proporția de borhot utilizat. În special la valori mari ale adaosului s-a observat o creștere a indicelui SI (de exemplu în cazul soiurilor Ingen 54 și Costel), ceea ce demonstrează o expansiune mai pronunțată a granulelor de amidon. Probele care au avut valori mai mici ale indicelui SI (de exemplu, soiul Fanica) indică o structură mai compactă și o capacitate redusă de umflare. Comparând cele două tipuri de borhot de malț folosit (brun și blond), s-a observat faptul că probele cu borhot de malț brun (BSGD) au determinat variații mai accentuate ale parametrilor, în special pentru WA și CL, în timp ce borhotul blond (BSGB) a exercitat un comportament mai heterogen, în funcție de soi și de nivelul substituției. Per ansamblu, rezultatele au indicat faptul că atât tipul de borhot, cât și procentul adaosului au influențat semnificativ comportamentul tehnologic al pastelor în timpul fierberii, acest lucru întâmplându-se datorită modificării echilibrului dintre absorbția de apă, stabilitatea structurală și pierderile de substanță uscată.

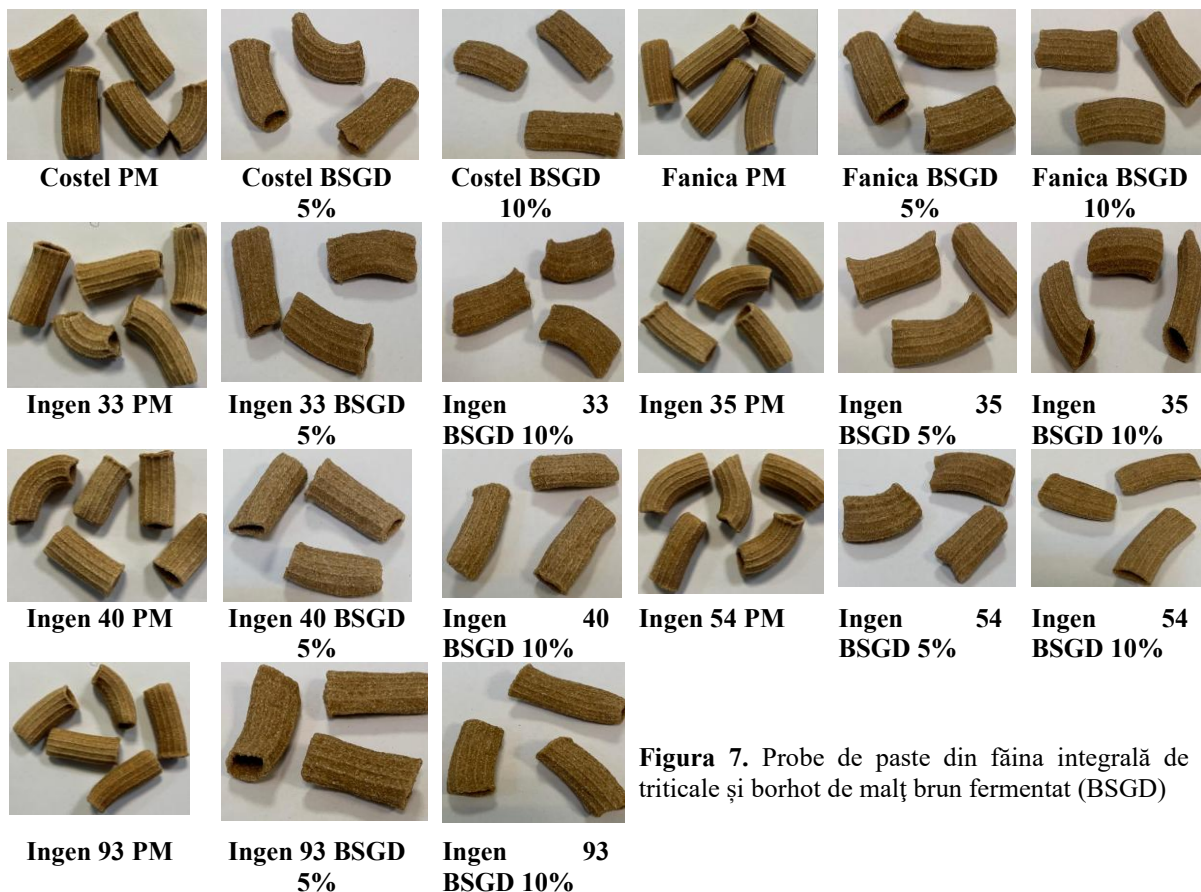
De asemenea, fracturabilitatea pastelor uscate a fost determinată utilizând aparatul Perten TVT-6700 (Perten Instruments, Hägersten, Suedia). Acest test a determinat forța maximă (N) necesară pentru a rupe o probă de paste uscate în mai multe fragmente. În acest scop, a fost utilizat un dispozitiv de rupere din aluminiu, cu o viteză inițială de 1 mm/s. Viteza de testare a fost de 3 mm/s. Înălțimea probei a fost de 46 mm, iar distanța inițială față de probă a fost de 16 mm. În urma determinărilor realizate, s-a observat că asupra valorii fracturabilității pastelor a avut influență atât soiul de triticale folosit, cât și tipul și proporția de adaos de borhot de malț. În cazul probelor martor, valoarea fracturabilității a variat între 63,29 N (Costel) și 89,61 N (Ingen 40), iar majoritatea probelor s-au situat între 80-89 N (Ingen 33, Ingen 54, Ingen 93 și Fanica). Acest lucru indică o bună rezistență mecanică a pastelor uscate. Adaosul de făină de malt blond a condus în general la o scădere a valorii fracturabilității. Spre exemplu, în cazul probelor obținute din făină din soiul Ingen 33, valorile fracturabilității au scăzut de la 87 N, la 46 N, în cazul unui adaos de 17,5% borhot de malt. Totuși, această variabilitate nu a fost uniformă în cazul tuturor soiurilor. De exemplu, în cazul soiului Ingen 35 s-a înregistrat o creștere a fracturabilității, iar în cazul soiurilor Fanica și Ingen 93, valorile fracturabilității au rămas relativ constante, în jurul valorii de 85 N, ceea ce indică o stabilitate structurală ridicată. În cazul adaosului de făină de malț brun fermentat s-a înregistrat, în general, o creștere a fracturabilității. Spre exemplu, în cazul soiului Costel valorile au crescut de la 63 N la 84 N. Excepție a făcut soiul Fanica, caz în care fracturabilitatea a scăzut

semnificativ până la valoarea de 49 N. Concluzionând, se poate preciza faptul că valorile fracturabilității au variat între 47 N și 94 N. Adaosul de făină din borhot de malț blond a determinat, în general, o reducere a rezistenței mecanice a pastelor, în timp ce adaosul de făină din borhot de malț brun a condus frecvent la o creștere a fracturabilității. Scăderea fracturabilității pastelor este determinată de slăbirea rețelei structurale amidon - proteină, apariția discontinuităților induse de particulele de borhot și creșterea porozității matricei, conducând la obținerea unui produs mai fragil și mai ușor de rupt. Creșterea fracturabilității pastelor poate fi explicată prin efectul combinat al fibrelor din borhot, care determină rigidizarea matricei structurale, reducerea flexibilității rețelei glutenice și limitarea disponibilității apei, conducând la formarea unui produs uscat mai dens și mai rezistent la rupere. Așadar, adaosul de făină de borhot de malț influențează semnificativ proprietățile mecanice ale pastelor uscate, acest lucru realizându-se în funcție de tipul de borhot și de soiul de triticale, dar și de nivelul de substituție.

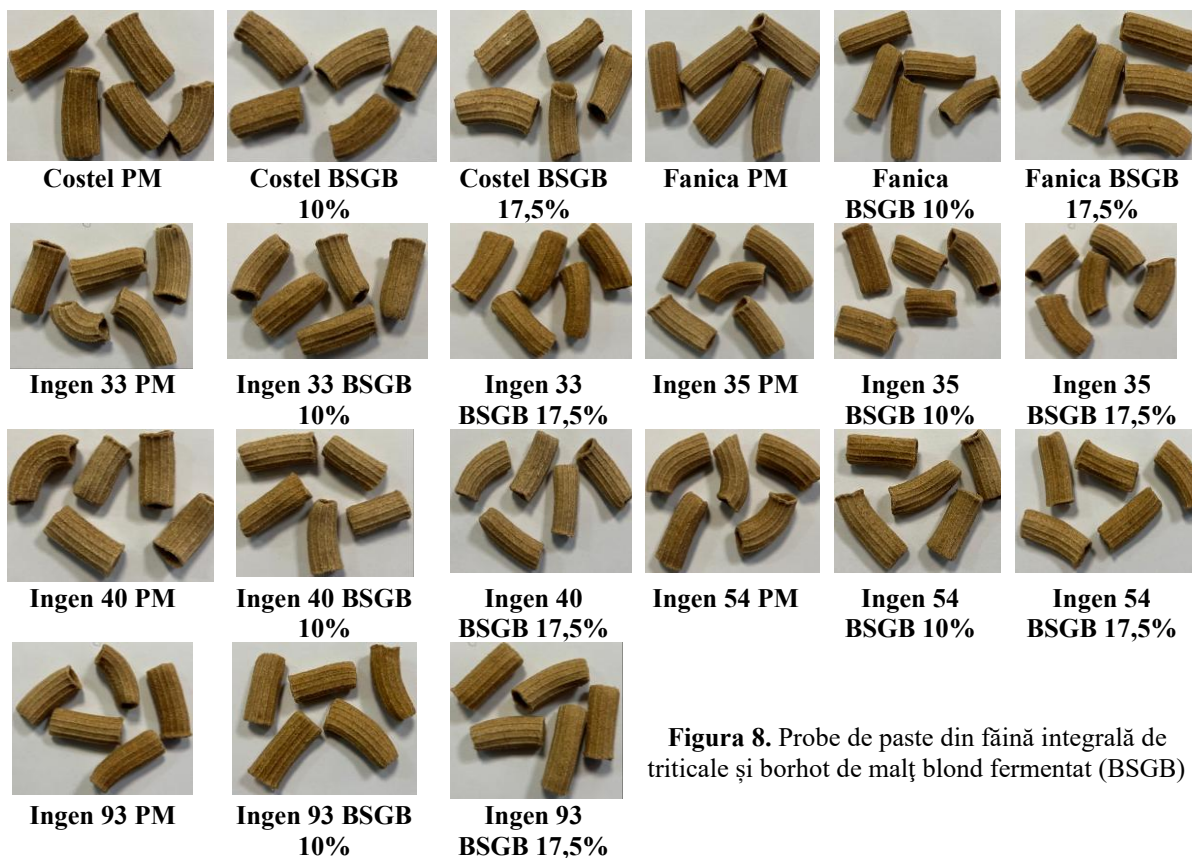
Toate rezultatele obținute din cadrul O5/ Act. 3.2. au fost diseminate prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (4, 14, 25, 27).

### O5/Act. 3.3. Caracteristicile senzoriale ale pastelor din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat

Evaluarea senzorială a probelor de paste s-a realizat de o echipă de 9 evaluatori antrenați din mediul academic și experți din industria alimentară. Au fost evaluate caracteristicile senzoriale (aspect, culoare, aromă, gust, miros, textură) ale pastelor din făină integrală și BSG fermentat utilizând scala hedonică (9 puncte). Probele de paste obținute și evaluate sunt prezentate în figurile 7 și 8.



**Figura 7.** Probe de paste din făina integrală de triticale și borhot de malț brun fermentat (BSGD)



**Figura 8.** Probe de paste din făină integrală de triticale și borhot de malț blond fermentat (BSGB)

În urma evaluării senzoriale a probelor de paste obținute, s-a constatat că parametrii de culoare și gust au fost în general îmbunătățiți la procente mai mari ale adaosului. Valorile cele mai ridicate s-au înregistrat în cazul adaosului de borhot de malț brun, pentru soiurile Fanica și Costel, cu un adaos de 10% BSGD (8,8 și respectiv 8,7). Acest lucru se poate explica prin prisma existenței unei pigmentări mai intense și mai uniforme, ca rezultat al etapei de prăjire a malțului. Pentru caracteristicile miros și aromă s-au obținut valori mai ridicate de aproximativ 8 - 8,8 pentru probele cu adaos de BSGD în procent de 10% (Costel și Fanica). Explicația se bazează pe notele aromatice mai intense existente în cazul unui malț prăjit mai intens. Caracteristica gust a primit punctaje mai ridicate tot în cazul probelor cu adaos de 10% BSGD (Costel - 8,44 și Fanica - 8,6), datorită notelor plăcute aduse de malț. Valori scăzute situate între 6,3 - 6,6 s-au obținut pentru soiul Ingen 33 și acest lucru poate fi explicat prin prisma unui gust ușor amar, fie din cauza compușilor rezultați în urma procesului de fermentare, fie datorită compușilor fenolici din compoziția triticalelor. Textura probelor a fost cel mai bine apreciată în cazul soiului Fanica, cu un adaos de 17,5 % BSGB (8,6). În cazul probelor cu adaos de făină de borhot de malț brun, influența asupra acceptabilității globale a fost în funcție de nivelul adaosului de BSGD. O îmbunătățire a valorii acestui indice s-a observat în cazul unui adaos de 10% pentru soiurile Costel (8,4), Fanica (8,8) și Ingen 35 (7,5), caz în care s-a realizat o creștere a valorii medii a acestui indice, comparativ cu probele martor. Îmbunătățirea acestui atribut senzorial poate fi explicată prin prisma influenței pozitive asupra aromei și culorii datorită adaosului. Valorile acceptabilității globale au variat între 6,5 și 8,8, evidențiind diferențe semnificative în funcție de soiul de triticale, tipul de borhot și nivelul de adaos. În cazul soiurilor Ingen 33 (de la 8,4 la 6,8), Costel (de la 7,6 la 6,7) și Ingen 54 (de la 8,6 la 7,4) s-a observat o scădere a acceptabilității globale la un adaos de 5% BSGD, acest lucru putând fi explicat prin prisma modificărilor de gust și de textură cauzate de adaos. În cazul adaosului de BSGB s-au observat tendințe similare, în sensul că s-a înregistrat o creștere a acceptabilității globale pentru soiurile Costel și Fanica, la un adaos de 17,5%. În concluzie, adaosul de BSGD a înregistrat o influență mai pronunțată asupra atributelor culoare, aromă, gust, iar adaosul de BSGB a exercitat un efect mai moderat, dar variabil. Aceste rezultate indică faptul că adaosul de borhot contribuie la intensificarea culorii și la îmbunătățirea aspectului vizual al produsului, efect apreciat de evaluatori.

Toate rezultatele obținute din cadrul O5/ Act. 3.3. au fost diseminate prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (4, 14, 27).

### **O5/Act. 3.4. Evaluarea caracteristicilor texturale ale pastelor din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat**

Au fost determinate caracteristicile texturale la paste: fermitate (g), adezivitate (g·s) și deformare (mm). Rezultatele obținute au evidențiat că adaosul de BSG fermentat influențează semnificativ caracteristicile de textură ale pastelor din triticale indiferent de tipul acesteia. Fermitatea probelor de paste a crescut cu adaosul de BSG fermentat în rețeta de fabricație. Dintre cele două tipuri de borhot de malț, cel brun a avut un efect mai puternic asupra valorii fermității pastelor făinoase din triticale. Cea mai mare creștere a fost obținută pentru proba Ingen 35 unde fermitatea a atins valoarea maximă de 15951,85 g (Ingen 35 - 10% BSGD), comparativ cu 6122,27 g pentru proba martor. În cazul adaosului de BSG fermentat blond cea mai mare creștere a fermității a fost de 9439,29 g (Ingen 40 – 17,5% BSGB) și 9280,34 g (Ingen 35 – 17,5% BSGB). Totuși, diferențele dintre probe sugerează că valoarea fermității depinde foarte mult și de caracteristicile genetice ale soiului de triticale utilizat. Astfel pentru soiul Fanica, s-a obținut cea mai redusă creștere a fermității de la 6191,36 g (proba martor) la 7303,94 g (Fanica – 17,5% BSGB). Adezivitatea a crescut semnificativ pentru toate variantele de paste cu adaos de BSG fermentat. Pentru pastele din varietatea Costel s-au obținut cele mai mari valori ale adezivității de 3312,14 g·s (Costel-17,5% BSGB), urmată de Ingen 93, 3312,14 g·s (Ingen 93-17,5% BSGB). Și pentru probele cu adaos de BSG fermentat brun au avut loc creșteri a valorii adezivității dar mai mici decât în cazul adaosului de BSGB în făina de triticale pentru obținerea de paste făinoase. De exemplu, pentru soiul Ingen 33, adezivitatea a crescut de la 871,92 g·s (proba martor) la 2778,19 g·s (Ingen 33-10% BSGD), pentru soiul Ingen 35, valorile au crescut de la 700,24 g·s (proba martor) la 3280,87 g·s (Ingen 35-10%BSD), pentru Costel la 2922,82 g·s (Costel-10%BSD) și Ingen 54 la 2861,14 g·s (Ingen 54-10%BSD). Valorile deformării au crescut semnificativ cu adaosul de BSG fermentat comparativ cu probele martor. Cele mai mari valori s-au obținut pentru probele cu adaos de BSGD în făina de triticale. Astfel proba Ingen 35 a avut o valoare de 3,56 mm (Ingen 35-10% BSGD). Și pentru alte soiuri de triticale creșterea a fost semnificativă ca de exemplu pentru Ingen 33, deformarea a crescut de la 0,74 mm la 3,27 mm și pentru probele Ingen 54 și Fanica cu adaos de 10% BSGD de 3,35 mm. Și adaosul de BSGB a condus la o creștere semnificativă a deformării ca de exemplu de la 0,74 mm (proba martor) la 2,78 mm (Ingen 33-17,5% BSGB), de la 0,53 mm (proba martor) la 2,71 mm (Costel-17,5% BSGB), etc.

Toate rezultatele obținute din cadrul O5/ Act. 3.4. au fost diseminate prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (25).

### **O5/Act. 3.5. Evaluarea caracteristicilor de culoare ale pastelor din făină integrală de Triticale și făină de BSG fermentat**

Culoarea probelor de paste a fost determinată cu ajutorul unui colorimetru Konica Minolta CR-400 (Tokyo, Japonia). În cadrul analizei au fost măsurăți parametrii specifici sistemului CIE Lab\*, respectiv L\* (luminozitate), a\* (componenta roșu-verde) și b\* (componenta galben-albastru). Determinările s-au realizat pe baza principiilor sistemului colorimetric CIE Lab\*, care permite caracterizarea obiectivă a culorii. Măsurătorile au fost efectuate în domeniul de absorbție al radiațiilor electromagnetice din spectrul ultraviolet - vizibil (UV-Vis). Analiza caracteristicilor de culoare ale probelor de paste din făină integrală de triticale și făină de BSG fermentat a evidențiat faptul că adaosul de făină de borhot de malț, atât blond, cât și brun, a influențat semnificativ cei trei parametri de culoare. Parametrul de luminozitate L\* a variat între 47,7 și 55,4, ceea ce a indicat diferențe semnificative de luminozitate între probe. S-a observat o tendință de scăderea a valorii luminozității odată cu creșterea nivelului adaosului de BSG, ceea ce se traduce printr-o închidere progresivă a culorii probelor de paste. Așa cum era de așteptat, adaosul de borhot de malț brun a înregistrat un efect mai pronunțat de reducere a luminozității pastelor comparativ cu borhotul de malț blond. Acest lucru se explică în principal prin conținutul mai mare de melanoidine care s-au format în procesul de prăjire, ca urmare a reacției Maillard. Valorile cele mai scăzute ale parametrului L\* s-au înregistrat în cazul pastelor obținute din soiurile Ingen 33 (47,71) și Fanica (48,02), cu adaos de 10% făină de malț brun. Valorile medii ale parametrului a\* au variat între 7,2 și 9,7 și au indicat modificări ale intensității tonurilor roșiatice. În cazul probelor cu adaos de borhot de malț blond, cea mai ridicată valoare a parametrului a\* a fost de 9,42 și s-a înregistrat în cazul probei de paste obținută din soiul Ingen 40. În cazul probelor cu adaos de borhot de malț brun, cea

mai mare valoare a parametrului a\* a fost de 9,71 (Ingen 54 - 10% BSGD). Parametrului b\* a variat între 15,4 și 21,6, fiind influențat atât de soiul de triticales, cât și de proporția adaosului de BSG. Valori ridicate, care indică o nuanță mai intensă de galben, s-au remarcat în cazul soiului Ingen 35, cu 5% adaos de BSGD (21,57) și Ingen 35, cu 17,5% adaos de BSGB (21,36).

Toate rezultatele obținute din cadrul O5/ Act. 3.3. au fost diseminate prin prezentarea de lucrări la conferințe internaționale 4.3 (4, 14, 25).

#### **O6/Act. 2.12.; 3.6. 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).

#### **O6/Act. 1.3; 2.13.; 3.7. 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, consumabile, piese de schimb pentru aparatele de laborator necesare desfășurării activităților de cercetare. Au fost redactate rapoartele științifice anuale, respectiv raportul științific final și s-a încărcat pe platformă alături de celelalte documente necesare predării etapelor de execuție. De asemenea, s-a actualizat și web site-ul proiectului (<https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinbp/>).

#### **O6/Act. 1.4; 2.14.; 3.8. Exploatare, diseminare și comunicare a activităților proiectului**

Rezultatele au fost diseminate conform a ceea ce este prezentat la punctele 4.1; 4.2 și 4.3. De asemenea, rezultatele obținute au atras atenția presei care au fost prezentate la o televiziune națională și în diferite jurnale locale și naționale (<https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinbp/#1764051486476-0bfd0d4e-00de>).

### **3. Modul de atribuire și exploatare de către parteneri a drepturilor de proprietate (intelectuală, de producție, difuzare, comercializare etc) asupra rezultatelor proiectului**

În vederea protejării și valorificării rezultatelor obținute în cadrul proiectului, au fost depuse cereri de brevet atât la nivel național, cât și internațional, drepturile de proprietate intelectuală fiind atribuite partenerilor implicați în realizarea rezultatelor, conform contribuției acestora și prevederilor acordului de parteneriat.

Astfel, a fost depusă o cerere de brevet la Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală (AGEPI): Șaitan Olesea (MD), Țărnă Ruslan (MD), Rubțov Silvia (MD), Codină Georgiana-Gabriela (RO), Sandu Iuliana (MD), Bulgaru Viorica (MD), Macari Artur (MD), Sturza Rodica (MD), Ghendov-Moșanu Aliona (MD), „Procedeu de fabricare a pâinii fără drojdie cu borhot de malț”, nr. 12463 din 25.09.2024.

Totodată, au fost depuse două cereri de brevet de invenție la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM):

Codină G.G., Rumeus I., Oroian M.A., Dabija A., Ghendov-Moșanu A., Șaitan O., Paiu S. (2025), „Pâine din făină de triticales cu borhot de malț brun și procedeu de obținere a acesteia”, nr. A/00458 din 16.10.2025;

Codină G.G., Rumeus I., Oroian M.A., Atudorei D., Ghendov-Moșanu A., Ursachi V.F., Paiu S., „Paste din făină de triticales cu borhot de malț blond și procedeu de obținere a acestora”, nr. A/00457 din 16.10.2025.

Exploatarea rezultatelor proiectului s-a realizat și prin implementarea tehnologică la nivel industrial. În acest sens, a fost obținut un act de implementare a tehnologiei de fabricare industrială a pâinii din făină de triticales cu prospătură fermentată din borhot de bere blondă și brună la „Premiu Distribution” SRL. Actul a fost emis la data de 20 mai 2025, în urma realizării unor loturi experimentale de pâine din făină de triticales cu prospătură fermentată din borhot de bere blondă și brună. Societatea și-a asumat respectarea parametrilor tehnologici necesari pentru fabricarea produselor cu valoare biologică ridicată.

Drepturile de autor asupra articolelor științifice, lucrărilor prezentate la conferințe și altor materiale de diseminare rezultate în cadrul proiectului aparțin autorilor și instituțiilor partenere implicate în realizarea acestora, conform contribuției științifice.

Autorii păstrează drepturile morale asupra publicațiilor, iar drepturile de utilizare, publicare și diseminare sunt exercitate în conformitate cu politicile editoriale ale revistelor și organizatorilor conferințelor științifice. Rezultatele cercetării au fost valorificate prin publicarea de articole științifice, participarea la manifestări academice naționale și internaționale, precum și prin activități de diseminare și transfer de cunoștințe (<https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinbp/#1610476284998-2fa70ae4-a273>).

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

**Indicatori de rezultat preconizați:** minim 4 articole WoS cu factor de impact, 2 propuneri de brevete de invenție și diseminarea rezultatelor prin participare la minim 6 conferințe

**Indicatori de rezultat obținuți:** S-au publicat 4 articole științifice indexate WoS (2 în reviste Q1, 1 în revistă Q2, 1 în revistă Q4) și 2 articole științifice BDI, s-a trimis spre publicare 1 articol științific WoS (Q2) care este în evaluare, s-au înregistrat 2 cereri de brevet de invenție (OSIM) și 1 cerere de brevet de invenție la Agenția de Stat pentru proprietatea intelectuală (AGEPI) a Republicii Moldova, a fost obținut un act de implementare a tehnologiei de fabricare industrială a pâinii din făină de triticales cu prospătură fermentată din borhot de bere blondă și brună la întreprinderea „Premiu Distribution” SRL din Republica Moldova și s-a participat cu rezultatele obținute la 27 conferințe internaționale.

*Rezultatele obținute demonstrează atingerea integrală și depășirea indicatorilor planificați, confirmând performanța științifică și aplicativă a proiectului.*

#### **4.1. Articole publicate în jurnale indexate/cotate WoS și în jurnale indexate în alte date internaționale**

1. Ghendov-Mosanu, A.; Popa, N.; Paiu, S.; Boestean, O.; Bulgaru, V.; Leatamborg, S.; Lupascu, G.; Codină, G.G. Breading Quality Parameters of Different Varieties of Triticale Cultivars. *Foods* 2024, 13, 1671. <https://doi.org/10.3390/foods13111671>, factor de impact 4.7 (Q1), WOS: 001245664300001 Disponibil online: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/11/1671>

2. 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>

3. 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>

4. Erșova, S.; Saitan, O.; Tarna, R.; Rumeus, I.; Codină, G.G.; Ghendov-Mosanu, A. Integration of spent grain into food products. *Journal of Engineering Science* 2024, 31(3), pp.130-155. Indexat: EBSCO, AGRIS, DOAJ, ZENODO, IBN, IRTUM. Disponibil online: [https://ibn.idsi.md/vizualizare\\_articol/218427](https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/218427)

5. 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 triticales. *Journal of Engineering Science* 2025, 32 (1), pp.136-150. Indexed: EBSCO, AGRIS, DOAJ, ZENODO, IBN, IRTUM. Disponibil online: [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/136-150\\_4.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/136-150_4.pdf)

6. Rumeus, I.; Ropciuc, I.; Saitan, O.; Ghendov-Mosanu, A.; Bulgaru, V.; Leatamborg, S.; Lupascu, G.; Codină, G. G. Light brewer's spent grain as a functional ingredient in sourdough triticales bread

production. Ukrainian Food Journal, 2026, 15(1), 79–94. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2026-15-1-8>, factor de impact 0.7 (Q4)

Disponibil online: <https://ufj.nuft.edu.ua/indexpreen.html?doi=10.24263/2304-974X-2026-15-1-8>

7. Ghendov-Mosanu, A.; Rumeus, I.; Ropciuc, S.; Saitan, O.; Bulgaru, V.; Leatamborg, S.; Lupascu, G.; Codină, G.G. Characterization of dough rheological properties and bread quality from different triticales varieties and fermented dark brewers' spent grain. Applied Sciences, 2026, în evaluare, factor de impact 2.5 (Q2)

#### **4.2. Cereri de brevete în evaluare și transfer tehnologic**

1. Șaitan Olesia, MD; Țărănu Ruslan, MD; Rubțov Silvia, MD; Codină Georgiana-Gabriela, RO; Sandu Iuliana, MD; Bulgaru Viorica, MD; Macari Artur, MD; Sturza Rodica, MD; Ghendov-Moșanu Aliona, MD, Procedeu de fabricare a pâinii fără drojdie cu borhotul de malț, nr. 12463 din 25.09.2024, Agenția de Stat pentru proprietatea intelectuală a Republicii Moldova

2. Codină G.G., Rumeus I., Oroian M.A., Dabija A., Ghendov-Mosanu A., Saitan O., Paiu S. (2025.) Pâine din făină de triticales cu borhot de malț brun și procedeu de obținere a acesteia, nr. A/00458 din 16.10.2025 – OSIM.

3. Codină G.G., Rumeus I., Oroian M.A., Atudorei D., Ghendov-Mosanu A., Ursachi V.F., Paiu S., Paste din făină de triticales cu borhot de malț blond și procedeu de obținere a acestora, nr. A/00457 din 16.10.2025 – OSIM.

4. Act de implementare a tehnologiei de fabricare industrială a pâinii din făină de triticales cu prospătură fermentată din borhot de bere blondă și brună la întreprinderea „Premiu Distribution” SRL din Republica Moldova emis la data de 20 mai 2025

#### **4.3. Lucrări prezentate la conferințe internaționale**

1. Ursachi Florin, Codină Georgiana Gabriela, Atudorei Denisa, Paiu Sergiu, Rumeus Iurie, Svetlana Leatamborg, Lupascu Galina, Ghendov-Mosanu Aliona Mineral variability of different triticales flours varieties cultivated in Republic of Moldova, poster presentation to the Life sciences today for tomorrow, 24-25 Octombrie, Iasi, Romania

Disponibil online: <https://iulscongres.ro/wp-content/uploads/2024/10/brochure-21-10-2024.pdf>

2. Codină Georgiana Gabriela, Ursachi Florin, Atudorei Denisa, Paiu Sergiu, Rumeus Iurie, Ghendov-Mosanu Aliona, A multivariate statistical analysis of the physicochemical characteristics of bread and different triticales flours varieties cultivated in Republic of Moldova, Life sciences today for tomorrow, 24-25 Octombrie, Iasi, Romania

Disponibil online: <https://iulscongres.ro/wp-content/uploads/2024/10/brochure-21-10-2024.pdf>

3. Aliona Ghendov-Mosanu, Nicolae Popa, Sergiu Paiu, Georgiana Gabriela Codină, Possibilities of using Triticales in bread-making, The 10th International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2024), 29 July-1 August, Győr, Ungaria

Disponibil online:

<https://opensz.oss-cn-beijing.aliyuncs.com/web2024/abs2024/file/ABS%20ABB2024-Conference%20Program-August%205th.pdf>

4. Georgiana Gabriela Codină, Olesia Șaitan, Zinovia Dușcova, Aliona Ghendov-Moșanu, Valorisation of brewers' spent grain, an agro-industrial waste through the production of pasta products, 32nd European Biomass Conference & Exhibition, 24-27 iunie, Marsilia, Franța

Disponibil online: <https://programme.eubce.com/abstract.php?idabs=21855&idses=1718&idtopic=4>

5. Ghendov-Mosanu, A., Paiu, S., Codină, G.G., Lupascu, G., Sturza, R. Flour characterization from different varieties of triticales from Moldova, International Conference Agriculture & Food 12-15 August 2024, Burgas, Bulgaria, p. 29.

6. Ghendov-Mosanu, A., Saitan, O., Tarna, R., Rumeus, I., Codină, G.G. Amino acid profile of light and dark brewer's spent grains as a novel food ingredient, 6th IasiCHEM-2024, Oct 31-Nov 01 2024, Iasi, Romania, p. 23.

Disponibil online: <https://www.chem.uaic.ro/files/File/iasichem/2024-IASICHEM-PROGRAM.pdf>

7. 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/>

8. Rumeus I., Codină G.G., Șaitan 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/>

9. 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, 29 th International Conference on Statistical Physics 2025, 13-18 Iulie, Florența, Italia

Disponibil online: <https://statphys29.org/>

10. 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, 29 th International Conference on Statistical Physics 2025, 13-18 Iulie, Florența, Italia

Disponibil online: <https://statphys29.org/>

11. 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, Ucraina, 12-15 mai 2025

12. 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, Ucraina, 12-15 mai 2025

13. 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, Franța

Disponibil online: <https://www.icn2025.org/>

14. 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, Franța

Disponibil online: <https://www.icn2025.org/>

15. 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, Turcia

Disponibil online: <https://agbiol.org/>

16. 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, Turcia

Disponibil online: <https://agbiol.org/>

17. 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, Anatlia, Turcia  
Disponibil online: <https://biolic.org/>
18. Ghendov-Moșanu A., Boestean O., Codină G.G., Bulgaru V. Influence of Fermented Brewers' Spent Grains Sourdough on the Quality, Texture and Color Parameters of Triticale Bread. Agriculture & Food, 13th International Conference, 11-14 August, Burgas, Bulgaria, 34.
19. 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 septembrie, 2025, 71.
20. 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 Octombrie, Suceava, Romania  
Disponibil online: <https://fiajournal.usv.ro/conference2025/>
21. 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>
22. 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>
23. Ghendov-Moșanu A., Bulgaru V., Rumeus I., Codină G.G., Evaluation of texture profile in bread from Ingen triticale varieties from the Republic of Moldova with fermented brewers' spent grain addition, 13th International Conference on „Evolving Trends in Interdisciplinary Research & Practices” 15-18 March, 2026, New York, Manhattan, Statele Unite ale Americii.  
Disponibil online: <https://www.nyconference.org/conference-books>
24. Paiu S., Boestean O., Codină G.G., Ghendov-Moșanu A., Comparative evaluation of triticale breads with blonde and dark fermented brewers' spent grain, 13th International Conference on „Evolving Trends in Interdisciplinary Research & Practices” 15-18 March, 2026, New York, Manhattan, Statele Unite ale Americii  
Disponibil online: <https://www.nyconference.org/conference-books>
25. Paiu S. Codină G.G., Șaitan O., Ghendov-Mosanu A., Principal Component Analysis of Quality, Texture, and CIELab Color Parameters in Triticale Bread with Fermented Brewers' Spent Grain, VII. World Conference on Sustainable Life Sciences, (WOCOLS 2026), 6-10 Mai, Istanbul, Turcia  
Disponibil online: <https://www.wocols.com/>
26. Șaitan O., Ghendov-Mosanu A., Codină G.G., Influence of Brewer's Spent Grains Addition on the Biological Value of Triticale Pasta Cultivated in the Republic of Moldova, Annual Scientific Students' Conference, 11-14 May, 2026, Fedkovych Chernivtsi National University, Ucraina

Disponibil online: <https://www.chnu.edu.ua/en/news-chnu/information-about-the-2026-annual-student-research-conference/>

27. Ropciuc S., Ghendov-Mosanu A., Codina G.G., Atudorei D., Rumeus I., Saitan O., Enhancing Pasta with Brewer's Spent Grain, an agri-food waste from Dark Beer Production: Influence on Rheology, Texture, and Consumer Acceptability, 2nd International Conference on Green Innovation and Circular Economy, 10-13 May, Atena, Grecia

Disponibil online: <https://griceconf.eu/>

#### 4.4. Mass-media (<https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinbp/#1764051486476-0bfd0d4e-00de>)

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/](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-triticales-inventia-inedita-a-cercetatorilor-de-la-suceava-care-a-primit-doua-medalii-de-aur-767803.html>.

#### 4.5. Formarea resursei umane

1. Sergiu Paiu, membru-doctorand în proiect cu teza de doctorat „Tehnologii de fabricare a produselor făinoase din triticales”, sub coordonarea științifică a dr. hab. Ghendov-Moșanu Aliona, cu susținere preconizată în noiembrie 2026 în cadrul Universității Tehnice a Moldovei

2. Olesia Șaitan, membru-doctorand în proiect cu teza de doctorat „Valorificarea unor compuși biologic activi din borhotul de malț în elaborarea produselor alimentare”, sub coordonarea științifică a dr. hab. Ghendov-Moșanu Aliona, cu susținere preconizată în noiembrie 2026 în cadrul Universității Tehnice a Moldovei

Rezultatele obținute în cadrul proiectului au un impact semnificativ științific, tehnologic, economic și educațional, contribuind la dezvoltarea cunoașterii în domeniul ingineriei alimentare și la valorificarea durabilă a subproduselor din industria alimentară, în contextul economiei circulare.

Din punct de vedere științific, proiectul a contribuit la creșterea vizibilității colectivului de cercetare din Republica Moldova și România prin publicarea de articole științifice și participarea la conferințe naționale și internaționale, facilitând diseminarea și validarea rezultatelor în comunitatea academică. Rezultatele susțin dezvoltarea de noi direcții de cercetare privind utilizarea borhotului de malț și a diferitelor soiuri de triticales în obținerea de produse de panificație/paste făinoase cu rol de aliment funcțional.

Rezultatele cu caracter inovativ au fost protejate prin depunerea de cereri de brevet la nivel național și internațional, unele dintre acestea fiind ulterior recunoscute și premiate cu medalii de aur în cadrul salonului de invenție UGAL INVENT 2025. Această recunoaștere confirmă nivelul ridicat de noutate și aplicabilitate a cercetărilor efectuate în cadrul proiectului și a contribuit la creșterea vizibilității proiectului în spațiul public și academic. Rezultatele au fost preluate și în mass-media națională, fiind prezentate în publicații și emisiuni precum monitorul de Suceava ([https://www.monitorulsv.ro/doua-medalii-de-aur-castigate-de-cercetatorii-din-cadrul-facultatii-de-inginerie-alimentara-a-usv\\_edee83/](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-triticales-inventia-inedita-a-cercetatorilor-de-la-suceava-care-a-primit-doua-medalii-de-aur-767803.html>.

Cel mai semnificativ rezultat al proiectului îl constituie dezvoltarea, protejarea prin brevete și validarea (inclusiv prin premiere la saloane de invenție) a unor procedee tehnologice inovative de obținere a unor produse de panificație/paste făinoase 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, precum și implementarea acestora la nivel experimental/industrial, demonstrând potențialul ridicat de transfer tehnologic.

Impactul asupra formării resursei umane este reflectat prin implicarea directă a tinerilor cercetători în activitățile proiectului. În cadrul acestuia au fost implicați doi doctoranzi, membri în echipa de proiect: Olesia Șaitan, cu teza de doctorat „Valorificarea unor compuși biologic activi din borhotul de malț în elaborarea produselor alimentare”, și Sergiu Paiu, cu teza „Tehnologii de fabricare a produselor făinoase din triticales”, sub coordonarea științifică a dr. hab. Ghendov-Moșanu Aliona, cu susținere preconizată în noiembrie 2026 în cadrul Universității Tehnice a Moldovei.

De asemenea, proiectul a contribuit la formarea academică a studenților prin elaborarea a patru lucrări de licență: Daria Suhovici - „Cercetarea influenței prospăturilor fermentate din borhot de bere blondă și brună asupra calității pâinii obținute din făină de triticales”, Svetlana Erșova - „Elaborarea tehnologiei de fabricare a pâinii de triticales cu adăugarea prospăturii fermentate din borhotul de bere blondă”, Liubovi Morari - „Elaborarea tehnologiei de fabricare a pâinii de triticales cu adăugarea prospăturii fermentate din borhotul de bere brună”, Alexandra Staeva - „Efectul utilizării prospăturii fermentate din borhotul de bere asupra calității pastelor din triticales” și a unei lucrări de master cu titlul: „Cercetarea proprietăților reologice a aluatului din făina de triticales”, realizată de Nicolae Popa. Studenta Daria Suhovici a fost distinsă cu Diploma Senatului UTM, gradul III, pentru cea mai bună teză de licență, astfel consolidând componenta de educație prin cercetare și contribuind la formarea competențelor în domeniul inovației în industria alimentară. Pe termen mediu și lung, rezultatele proiectului pot susține dezvoltarea de noi produse alimentare funcționale, consolidarea transferului tehnologic către mediul socio-economic și promovarea principiilor economiei circulare în industria alimentară.

Pagina web a proiectului: <https://fia.usv.ro/cercetare/valbtrinp/#1610471231684-fbdef6a4-9a4f>

#### **Bibliografie selectivă:**

1. Procopet, O.; Oroian, M. *Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile*. Appl. Sci. 2022, 12, 2181.
2. Pauliuc, D.; Dranca, F.; Oroian, M. *Antioxidant activity, total phenolic content, individual phenolics and physicochemical parameters suitability for Romanian honey authentication*. Foods 2020, 9, 306.
3. Golea, C.M.; Codină, G.G.; Oroian, M. *Prediction of Wheat Flours Composition Using Fourier Transform Infrared Spectrometry (FT-IR)*. Food Control 2023, 143, 109318.
4. Kaszuba, J.; Wo's, H.; Shchipak, G.V. *Bread making quality parameters of some Ukrainian and Polish triticales cultivars*. Euphytica 2024, 220, 15.
5. Alaru, M.; Lau, Ü.; Jaama, E. *Influence of nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticales*. Agron. Res. 2003, 1, 3–10.
6. Grabovets, A.I.; Krokmal', A.V. *Prospects of breeding triticales for increased grain carotenoid content*. Russ. Agric. Sci. 2012, 38, 345–347.
7. Atudorei, D.; Atudorei, O.; Codină, G.G. *The impact of germinated chickpea flour addition on dough rheology and bread quality*. Plants 2022, 11, 1225.
8. Aprodu, I.; Simion, A.B.; Banu, I. *Valorization of the Brewers' Spent Grain Through Sourdough Bread Making*. Int. J. Food Eng. 2017, 13, 20170195.
9. Ghendov-Moșanu, A.; Ropciuc, S.; Dabija, A.; Șaitan, 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 Triticales Flour Cultivars*. Foods 2025, 14, 41.
10. 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.
11. Chetrariu, A.; Dabija, A. *Brewer's Spent Grains: Possibilities of Valorization, a Review*. Appl. Sci. 2020, 10, 5619

12. Ghendov-Mosanu, A.; Popa, N.; Paiu, S.; Boestean, O.; Bulgaru, V.; Leatamborg, S.; Lupascu, G.; Codinã, G.G. Breadmaking Quality Parameters of Different Varieties of Triticale Cultivars. *Foods* 2024, 13, 1671.
13. 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
14. Fraś, A.; Gołębiowska, K.; Gołębiowska, D.; Mańkowski, D.R.; Boros, D.; Szecówka, P. Variability in the chemical composition between triticale grain, flour and bread. *J. Cereal Sci.* 2016, 71, 66–72.
15. 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.
16. 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.
17. 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 Codinã

