

II. RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

FAZA DE EXECUȚIE NR. 3

CU TITLUL: Cercetări privind influența adaosului de inulină și săruri minerale pentru tipurile care s-au comportat cel mai bine singular din punct de vedere tehnologic pentru tipurile de făină 1250 și 550 în diferite combinații (inulină-Ca, Mg; inulină-Fe) asupra proprietăților reologice empirice și fundamentale ale aluatului; Cercetări privind influența adaosului de inulină și săruri minerale (Ca, Mg) și inulină și săruri minerale (Fe bivalent) pentru tipurile care s-au comportat cel mai bine singular din punct de vedere tehnologic pentru tipurile de făină 1250 și 550 în diferite combinații asupra calității produselor de panificație; Evaluarea gradului de validitate și fidelitate a rezultatelor obținute. Determinarea mixurilor optime de inulină și săruri minerale pentru obținerea celor mai bune rezultate; Cercetări privind stabilirea conținutului de elemente minerale și fibre pentru probele de pâine obținute din mixurile optime de inulină și săruri minerale pentru care s-au obținut cele mai bune rezultate din punct de vedere tehnologic; Cercetări privind introducerea mixurilor optime de inulină și săruri minerale (Ca, Mg) și inulină - săruri minerale (Fe bivalent) în făina de grâu tip 550 și 1250 la nivel industrial pentru combinațiile pentru care s-au obținut cele mai bune rezultate; Formarea de atitudini, aptitudini și competente profesionale cheie la viitorii absolvenți pentru angajare pe piața muncii prin stagii de pregătire practică și activități extracurriculare organizate în parteneriat cu agentul economic în vederea dezvoltării spiritului antreprenorial la viitorii absolvenți ai studiilor de licență și masterat; Monitorizarea și evaluarea activităților proiectului.

Avizat,

• Coordonator

Universitatea "Ștefan cel Mare" din Suceava

Reprezentant Legal

Rector

Prof.univ.dr.ing. Valentin POPA



Director Proiect

Conf.univ.dr.ing. Georgiana Gabriela CODINĂ

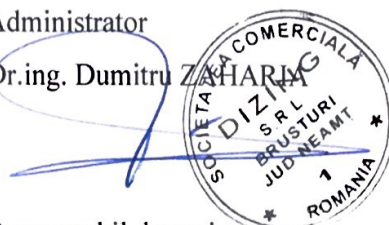
Agent economic

Dizing S.R.L.

Reprezentant Legal

Administrator

Dr.ing. Dumitru ZAHARIA



Responsabil de proiect

Dr.ing. Dumitru ZAHARIA

Raportul Științific și Tehnic

Titlul proiectului: Cercetări privind utilizarea de inulină și minerale în panificație. Aspecte tehnologice (Rinminbread), cod proiect: PN-III-P2-2.1-BG-2016-0079

Durata proiectului: 1.11.2016 - 31.10.2018

Cuprins

I. Obiectivele generale.....	2
II. Obiectivele fazei de execuție.....	2
III. Rezumatul fazei.....	2
IV. Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor fazei și gradul de realizare a obiectivelor.....	3
V. Concluzii	10
Bibliografie minimală.....	11

I. Obiectivul general al proiectului

Obiectivul general al proiectului îl constituie stabilirea unor mixuri optime de inulină și săruri minerale (inulină-Ca, Mg; inulină-Fe bivalent) care pot fi utilizate în vederea obținerii unei pâini de calitate în funcție de două tipuri de făină utilizate 550 și 1250.

II. Obiectivele fazei de execuție

Conform planului de realizare a proiectului, obiectivele pentru **faza de execuție nr. 3** sunt:

O5. Cercetări privind influența adaosului de inulină și săruri minerale care s-au comportat cel mai bine singular din punct de vedere tehnologic pentru tipurile de făină 1250 și 550 în diferite combinații (inulină-Ca, Mg; inulină-Fe) asupra proprietăților reologice fundamentale ale aluatului utilizând reometru dinamic.

O6. Cercetări privind influența adaosului de inulină și săruri minerale (Ca, Mg) și inulină și săruri minerale (Fe bivalent) care s-au comportat cel mai bine singular din punct de vedere tehnologic pentru tipurile de făină 1250 și 550 în diferite combinații asupra calității produselor de panificație prin teste de coacere (la nivel pilot) cu determinarea caracteristicilor pâinii (volum, porozitate, elasticitate, culoare, caracteristici senzoriale și texturale) și structura acesteia utilizând aparatul Stereo Microscop.

O7. Stabilirea gradului în care rezultatele de ieșire măsurate obținute experimental sunt în acord cu mărimile reale. Elaborarea și fundamentarea concluziilor științifice.

O8. Determinarea conținutului de elemente minerale și fibre pentru probele de pâine obținute din mixurile optime de inulină și săruri minerale pentru care s-au obținut cele mai bune rezultate din punct de vedere tehnologic.

O9. Cercetări privind introducerea mixurilor optime de inulină și săruri minerale (Ca, Mg) și inulină - săruri minerale (Fe bivalent) în făina de grâu tip 550 și 1250 la nivel industrial pentru combinațiile pentru care s-au obținut cele mai bune rezultate prin teste de coacere cu determinarea caracteristicilor pâinii (volum, porozitate, elasticitate, culoare, caracteristici senzoriale și texturale) și structura acesteia utilizând aparatul Stereo Microscop.

O10. Formarea de atitudini, aptitudini și competente profesionale cheie la viitorii absolvenți pentru angajare pe piața muncii prin stagii de pregătire practică și activități extracurriculare organizate în parteneriat cu agentul economic în vederea dezvoltării spiritului antreprenorial la viitorii absolvenți ai studiilor de licență și masterat.

O11. Diseminarea rezultatelor cercetării prin participarea și publicarea rezultatelor cercetărilor la conferințe internaționale, în reviste indexate ISI sau în diferite baze de date internaționale

O12. Monitorizarea și evaluarea activităților proiectului.

III. Rezumatul fazei de execuție

Conform obiectivelor fazei 3 de execuție, s-au utilizat cele 2 tipuri de făină (550 și 1250) analizate în faza 1 pentru realizarea cercetărilor experimentale. Ambele făinuri au un conținut redus de α -amilază, dar diferă calitativ una din făinuri fiind puternică (cu extensibilitate redusă) pentru panificație (făină tip 1250) iar cea de a doua făină fiind de calitate foarte bună pentru panificație (făină tip 550).

Conform obiectivelor fazei 3 de execuție (O5), s-a analizat influența adaosului de inulină și săruri minerale care s-au comportat cel mai bine singular din punct de vedere tehnologic pentru tipurile de făină 1250 și 550 în diferite combinații (inulină-Ca, Mg; inulină-Fe) asupra proprietăților reologice fundamentale ale aluatului utilizând reometru dinamic. Cercetările efectuate în cadrul acestui obiectiv completează cercetările realizate în cadrul fazei 2 de execuție a proiectului, stabilindu-se pentru făina 550 combinații între inulină-gluconat de magneziu-lactat de calciu și inulină-lactat feros și pentru făina 1250 combinații între oligofructoză-lactat de magneziu-gluconat de calciu și oligofructoza-gluconat feros.

În cadrul obiectivului O6 s-au realizat cercetări pentru adaosul singular de inulină și săruri minerale dar și pentru combinațiile de făină de grâu-inulină-săruri minerale mai sus menționate pentru care s-au realizat teste de coacere cu determinarea caracteristicilor pâinii (volum, porozitate, elasticitate, culoare, caracteristici senzoriale și texturale) și structura acesteia utilizând aparatul

Stereo Microscop în vederea determinării cu ajutorul programul statistic Design-expert a mixurilor optime de inulină și săruri minerale care pot fi adăugate în făina de grâu în vederea obținerii de produse de panificație de cea mai bună calitate.

Pe baza cercetărilor efectuate echipa de implementare a proiectului a validat rezultatele obținute experimental cu ajutorul programului Design-expert și a testelor de coacere realizate definitivând rețetele de fabricație și tehnologia de obținere a 4 (patru) noi sortimente de pâine, care au fost analizate din punct de vedere a conținutului de elemente minerale și fibre și pentru care s-au elaborat 4 propuneri de brevete de invenție. Mixurile optime de inulină și săruri minerale (Ca, Mg) și inulină - săruri minerale (Fe bivalent) în făina de grâu tip 550 și 1250 au fost testate și la nivel industrial cu determinarea caracteristicilor de calitate ale acestora.

Stagiile de practică pentru studenții masteranzi s-au derulat pe întreaga perioadă a etapei, 5 (cinci) dintre aceștia susținându-și lucrarea de disertație pe baza cercetărilor efectuate în cadrul proiectului.

Toate activitățile asociate obiectivelor din faza 3 a proiectului, desfășurate conform fazei 3 din Planul de realizare a proiectului, Anexa II la contractul de finanțare 8BG/2016, au fost finalizate și s-au obținut rezultatele așteptate. Rezultatele obținute au fost diseminate în cadrul a 11 lucrări prezentate la diferite conferințe internaționale și naționale din care 5 indexate/în curs de indexare ISI, prin publicarea a 2 articole în reviste indexate ISI, prin redactarea a 2 articole aflate sub evaluare la reviste ISI cu factor de impact și prin depunerea a 4 cereri de brevet naționale.

IV. Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor fazei și gradul de realizare a obiectivelor

Activitatea 3.1.

Determinarea proprietăților reologice fundamentale ale aluatului utilizând reometru dinamic pentru tipurile de inulină și săruri minerale care s-au comportat cel mai bine singular din punct de vedere tehnologic în diferite combinații (inulină-Ca, Mg; inulină-Fe) pentru făina albă și făina neagră de grâu.

Rezultatele obținute completează rezultatele din faza a-2-a de execuție a proiectului concluzionându-se că din cele 3 ingrediente utilizate în obținerea mixului, inulina influențează cel mai mult proprietățile reologice ale aluatului din făina de grâu. Mixurile adăugate au condus pentru ambele tipuri de făină de grâu 1250 și 550 în care au fost incorporate la o creștere a valorii modulelor G' și G'' și la o scădere a $\tan \delta$ aluatul prezentând o mai mare elasticitate cu creșterea dozei de inulină adăugată. Un aluat mai elastic și mai stabil a fost obținut în cazul făinii tip 1250 comparativ cu aluatul obținut din făina tip 550.

Activitatea 3.2.

Teste de coacere (la nivel pilot) cu determinarea caracteristicilor pâinii (volum, porozitate, elasticitate, culoare, caracteristici senzoriale și texturale) și structura acesteia utilizând aparatul Stereo Microscop.

Testele de coacere s-au realizat atât pentru adaosul singular de inulină și săruri minerale cât și pentru mixuri dintre acestea (fibre solubile-săruri minerale) adăugate în făina de grâu tip 550, respectiv 1250. Mixurile utilizate în experimentări au fost inulină-gluconat de magneziu-lactat de calciu, respectiv inulină-lactat feros pentru făina tip 1250 și oligofructoză-lactat de magneziu-gluconat de calciu, respectiv oligofructoză-gluconat feros pentru făina de grâu tip 550.

În cadrul activității A 3.2 efectul adaosului singular de inulină și săruri minerale asupra caracteristicilor pâinii a fost diseminat în cadrul mai multor conferințe internaționale astfel:

Pentru făina tip 1250 s-au publicat/prezentat lucrările:

1. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Stroe S.G., 2018, *The effect of calcium lactate fortification on the rheological, textural, crumb microstructure and sensory properties of bread from 1250 wheat flour type*, Proceeding-ul Conferinței Nano, Bio, Green and Space - Technologies for a sustainable future, vol. 18, 669-676, DOI: 10.5593/sgem2018/6.2 (18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9 iulie, Albena, Bulgaria)

2. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Quality characteristics of bread from wheat flour of a high extraction rate with different levels of magnesium ions from lactate salt addition*, Proceeding-ul Conferinței Nano, Bio, Green and Space - Technologies for a sustainable future, vol. 18, 483-488, DOI: 10.5593/sgem2018/6.2 (18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9 iulie, Albena, Bulgaria)
3. Voinea A., Atudorei D., Cimpoi A., Codină G.G., Stroe S.G., 2018, *Effect of iron gluconate and lactate on quality characteristics of bread from wheat flour of a high extraction rate*, International Scientific Conference of Young Scientists and Students "Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution", Kiev, Ucraina, 23-24 aprilie
4. Atudorei D., Voinea A., Cimpoi A., Stroe S.G., Codină G.G., 2018, *Influence of different inulin types on bread physical characteristics, crumb structure, sensory texture profile and acceptability*, International Scientific Conference of Young Scientists and Students "Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution", Kiev, Ucraina, 23-24 aprilie

Pentru făina tip 550 s-au publicat/prezentat lucrările:

1. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Dabija A., 2018, *Impact of magnesium fortification on bread quality from refined wheat flour*, Journal of Biotechnology, 280, S57, DOI: 10.1016/j.jbiotec.2018.06.183, factor de impact 2,533 (European Biotechnology Congress, 26-28 aprilie, Atena, Grecia)
2. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Effect of the addition of inulin and oligofructose on bread quality from white wheat flour*, In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant 54 (Suppl 1), S32-S33, factor de impact 1,057 (IAPB Congress, 19-24 august, Dublin, Irlanda)
3. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Effect of different iron type on bread quality from white wheat flour*, In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant 54 (Suppl 1), S33-S34, factor de impact 1,057 (IAPB Congress, 19-24 august, Dublin, Irlanda)
4. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., Stroe S.G., 2018, *Effect of calcium and magnesium from gluconate salts on white bread quality*, lucrare prezentată la 9th Central European Congress on food, 24-26 mai, Sibiu, România
5. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Dabija A., Arghire C., 2018, *Physico-sensory characteristics and crumb structure of white wheat bread enriched with different types of calcium salts*, lucrare prezentată la Eight European Conference on Sensory and Consumer Research, 2-5 septembrie, Verona, Italia

Pentru a stabili mixul optim de făină de grâu, fibre solubile și săruri minerale în funcție de caracteristicile de calitate ale pâinii s-a utilizat proiectarea statistică a experimentelor (DOE - Design of Experiments). Pentru aceasta, factorii selectați în proiectarea statistică experimentală (factori de intrare sau variabile independente) au fost dozele de fibre solubile și săruri minerale utilizate la fabricarea pâinii. Ca răspunsuri (factori de ieșire sau variabile dependente), au fost considerate caracteristicile de calitate ale pâinii și anume parametri fizici ai pâinii (volum specific, porozitate, elasticitate), caracteristicile senzoriale ale pâinii (aspect, culoare, gust, miros, textură, aromă, acceptabilitate globală), caracteristicile de culoare ale pâinii (L, a, b), caracteristicile texturale ale pâinii (elasticitate, coezivitate, reziliență, fermitate, gumozitate, masticabilitate). Caracteristicile de calitate ale pâinii au fost evaluate și optimizate.

Designul experimental bazat pe Response Surface Method - RSM, v. CCRD a fost construit utilizând softul State-Ease Design Expert 10.0.0. Pentru obținerea probelor de coacere în vederea realizării designului experimental s-a ținut cont de informațiile obținute anterior, în faza 2 de execuție a proiectului un exemplu în acest sens fiind, cantitatea de apă ce a fost adăugată în rețeta de fabricație care a fost conform capacității de hidratare a mixului de făină de grâu, fibre solubile și săruri minerale obținută în faza precedentă la aparatul Farinograf. În urma optimizării amestecului de fibre solubile-săruri minerale pentru ambele tipuri de făină s-a constatat că variabila independentă cu cel mai semnificativ efect asupra caracteristicilor de calitate ale pâinii l-a avut fibra solubilă utilizată. Adăosul de inulină și săruri minerale în doze mici în aluatul din făină de grâu a condus la o îmbunătățire a caracteristicilor de calitate ale pâinii. Doze prea mari incorporate în rețeta de fabricație a condus la o înrăutățire a calității pâinii realizate o explicație în acest sens fiind reducerea conținutului de gluten din aluat ca urmare a creșterii cantității de inulină incorporată.

Rezultatele obținute pentru ambele tipuri de făină utilizate au evidențiat faptul că nivelele optime de fibre solubile-săruri minerale care pot fi adăugate în făina de grâu în vederea maximizării parametrilor de calitate ale produselor de panificație au fost diferite (în special sensibil mai mici pentru nivelul de fibră solubilă adăugată) decât valorile obținute în faza 2 de execuție a proiectului când s-a realizat o optimizare a variabilelor independente funcție de valorile obținute pentru caracteristicile reologice ale aluatului. Acest lucru s-a datorat în cea mai mare parte variabilelor dependente ale caracteristicilor senzoriale ale pâinii în special gust, aromă pâine. Se pare că consumatorii au preferat produse de panificație cu o doză mai mică de fibre solubile încorporate în rețeta de fabricație. Pentru făina de tip 550 s-a obținut un optim de 3-5% inulină adăugată și o valoare similară pentru ionii de magneziu și fier și mai mare pentru ionii de calciu încorporați în aluatul de panificație, comparativ cu nivelurile optime obținute pentru acești 2 parametri în faza 2 de execuție a proiectului. Pentru făina de tip 1250 s-au obținut doze optime pentru un adaos de 2-4% oligofructoză adăugată și similare pentru sărurile minerale utilizate cu cele obținute în faza 2 de execuție a proiectului.

Activitatea 3.3.

Stabilirea gradului în care rezultatele de ieșire măsurate obținute experimental sunt în acord cu mărimile reale. Elaborarea și fundamentarea concluziilor științifice.

S-au realizat teste de laborator pentru mixurile optime de fibre solubile-săruri minerale obținute utilizând softul State-Ease Design Expert 10.0.0. Valorile reale obținute pentru caracteristicile reologice (Farinograf – capacitate de hidratare, stabilitate, timp de dezvoltare, grad de înmuiere; Alveograf-; Amilograf – tenacitate, extensibilitate, energia de deformare, raport de configurare al curbei; temperatura de gelatinizare, vâscozitatea maximă, temperatura la maximum de vâscozitate; Falling Numer – indice de cădere; Reofermentograf – înălțimea maximă a curbei, volumul total de gaz eliminat, volumul de retenție, coeficient de retenție) și de calitate (volum specific, porozitate, elasticitate, caracteristicile senzoriale -aspect, culoare, gust, miros, textură, aromă, acceptabilitate globală, caracteristicile de culoare - L, a, b, caracteristici texturale ale pâinii - elasticitate, coezivitate, reziliență, fermitate, gumozitate, masticabilitate) ale produsele de panificație au confirmat (validat) modelul obținut prin proiectarea statistică a experimentelor pentru ambele tipuri de făină de grâu care au fost fortificate cu inulină și săruri minerale. Valorile variabilelor dependente obținute prin proiectarea statistică a experimentelor au fost similare cu valorile obținute în laborator pentru mixurile optime realizate. Aceste rezultate au fost elaborate și fundamentate și în 2 articole ce se doresc a fi publicate în reviste indexate ISI cu factor de impact și scor relativ de influență în evaluare astfel:

1. Codină G.G., Dabija A., Stroe S., Ropciuc S., 2018, *Optimization of iron-oligofructose formulation on wheat flour dough rheological properties*, Journal of Food processing and preservation, factor de impact 1,51

2. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., Stroe S.G., Ropciuc S., *Optimization of inulin, calcium and magnesium combination for improving white wheat flour dough rheological properties by using a response surface methodology*, Journal of Food Science and Technology-Mysore, factor de impact 1,797

În urma rezultatelor obținute s-au realizat 4 (patru) brevete de invenție pentru fiecare mix și tip de făină de grâu utilizat în cercetările experimentale care au fost înaintate către Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM) astfel:

1. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., *Pâine neagră cu oligofructoză fortificată cu săruri minerale de calciu și magneziu și procedeu de obținere a acesteia*. A/00753 din 28/09/2018

2. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., *Pâine cu inulină din făină de grâu rafinat fortificată cu săruri minerale de calciu și magneziu și procedeu de obținere a acesteia*. A/00752 din 28/09/2018

3. Codină G.G., Zaharia D., Mironeasa S., *Pâine neagră cu oligofructoză îmbogățită în fier și procedeu de obținere a acesteia*. A/00751 din 28/09/2018

4. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., *Pâine albă îmbogățită în fier și fibre solubile și procedeu de obținere a acesteia*. A/00750 din 28/09/2018

Activitatea 3.4.

Determinarea conținutului de elemente minerale și fibre pentru probele de pâine obținute din mixurile optime de inulină și săruri minerale pentru care s-au obținut cele mai bune rezultate din punct de vedere tehnologic.

Cele 4 produse de panificație pentru care s-au definitivat rețetele de fabricație au fost analizate în cadrul Centrului de cercetare și instruire pentru știința și siguranța alimentului din Facultatea de Inginerie Alimentară, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava, din punct de vedere al caracteristicilor de calitate pentru produsele realizate. Pe lângă caracteristicile de calitate mai sus menționate (activitatea 3.3) care au fost evaluate pentru produsele de panificație obținute din mixurile optime de inulină și săruri minerale pentru care s-au obținut cele mai bune rezultate s-a determinat și conținutul de elemente minerale și fibre totale. Prin consumul a 300 de grame de pâine (o porție) se asigură mai mult de 15% din doza zilnică recomandată de fibre și minerale de tip calciu, magneziu și fier, fapt ce ne permite să afirmăm că produsele obținute sunt fortificate cu fibre și săruri minerale de tip calciu, magneziu și fier. Astfel, pentru pâinea albă obținută din făina tip 550 cu mixul optim de inulină- lactat de calciu-gluconat de magneziu, respectiv inulină-gluconat feros s-au obținut următoarele rezultate: conținut de fibre 2,81 g/100 g, calciu 135 mg/100 g, magneziu 105 mg/100g, respectiv fibre totale 2,51 g/100g, fier 3,1 mg/100 g. Pentru pâinea neagră obținută din făină tip 1250 cu mixul optim de oligofructoză - gluconat de calciu-lactat de magneziu, respectiv oligofructoză-lactat feros s-au obținut următoarele rezultate: conținut de fibre 3,55 g/100 g, calciu 155 mg/100 g, magneziu 121,4 mg/100g, respectiv fibre totale 4,22 g/100g, fier 2,91 mg/100 g.

Activitatea 3.5.

Teste de coacere (la nivel industrial) cu determinarea caracteristicilor pâinii (volum, porozitate, elasticitate, culoare, caracteristici senzoriale) și structura acesteia utilizând aparatul Stereo Microscop.

Au fost definitivate rețetele și tehnologia de fabricație la nivel de laborator pentru 4 produse de panificație, care au fost testate prin microprobe pe linie tehnologică la nivel industrial. Produsele testate au fost *pâine albă din făină de grâu tip 550 cu inulină și fortificată cu calciu și magneziu* (din săruri minerale de tip lactat de calciu, gluconat de magneziu), *pâine albă din făină de grâu tip 550 cu inulină și fortificată cu fier* (din săruri de tip gluconat feros), *pâine neagră din făină de grâu tip 1250 cu oligofructoză și fortificată cu calciu și magneziu* (din săruri minerale de tip gluconat de calciu, lactat de magneziu), *pâine neagră din făină de grâu tip 1250 cu oligofructoză și fortificată cu fier* (din săruri de tip lactat feros). S-au obținut astfel sortimente de pâine îmbunătățite nutrițional prin creșterea conținutului de fibre și minerale (calciu, magneziu respectiv fier), componente deficitare în pâinea albă sau cu biodisponibilitate redusă în pâinea neagră de grâu. Prin consumul sortimentelor de pâine obținute conform studiilor din literatura de specialitate disponibilitatea calciului, magneziului respectiv a fierului este îmbunătățită semnificativ datorită inulinei care intensifică absorbția acestor minerale și a sărurilor de calciu, magneziu sau fier utilizate în rețeta de fabricație a pâinii. Datorită inulinei existente în rețeta de fabricație consumul unor astfel de produse poate preveni apariția cancerului de colon (inulina din pâine accelerează tranzitul intestinal, diluează substanțele toxice din organism prin scaune voluminoase, elimină sărurile biliare prin materiile fecale, modifică favorabil flora intestinală și elimină acizii biliari, cât și bacteriile nocive din intestine care sunt promotori ai cancerului) poate combate constipația prin mărirea mobilității intestinale și a diareei mai ales cea asociată cu infecțiile intestinale (inulina are efect prebiotic stimulând flora intestinală sanogenă -multiplicarea bifidobacteriilor intestinale), poate întări sistemul imunitar conferind astfel o protecție contra îmbolnăvirilor prin creșterea eficienței limfocitelor în lupta împotriva bolilor, etc. Cele 2 produse de panificație obținute cu inulină, calciu și magneziu reduce riscul de osteoporoză, a decalcifierilor, a aterosclerozei, a spasmofiliei, hipoparatiroidismului, combate nervozitatea, stresul, insomnia și atacul de panică, etc.. Cele 2 sortimente de pâine cu inulină și fier previne anemia, apariția bolilor cardiovasculare, întărește sistemul imunitar, combate oboseala, tonifică sistemul nervos, etc. Descrierea produselor de panificație realizate este redată mai jos.

Categoria de produs	Pâine albă	Pâine albă	Pâine neagră	Pâine neagră
Proces	Fabricarea pâinii	Fabricarea pâinii	Fabricarea pâinii	Fabricarea pâinii
Caracteristici senzoriale	Bine crescută, neaplatizată, rumenă, galben-aurie, uniformă, miezul cu pori fini și uniformi, elastic, la usoara apăsare cu degetul sa revina imediat la starea initiala, aroma placuta, caracteristica, fara miros strain (de mucegai, de ranced, de statut, etc.), gust plăcut, ușor dulceag, caracteristic, potrivit de sărat, fara gust acru sau amar, fara scrasnet datorat impuritatilor minerale (nisip, pamant, etc.).		Bine crescută, neaplatizată, rumenă, brun-roșcat, uniformă, miezul cu pori fini și uniformi, elastic, la usoara apăsare cu degetul sa revina imediat la starea initiala, aroma placuta, caracteristica, fara miros strain (de mucegai, de ranced, de statut, etc.), gust plăcut, caracteristic, potrivit de sărat, fara gust acru sau amar, fara scrasnet datorat impuritatilor minerale (nisip, pamant, etc.).	
Caracteristici fizico-chimice	Umiditate max: 43,5-45,5%, Aciditate:, max. 3 grade, Porozitate (%), min:73-74, Elasticitate, min: 93-95% Volum specific : min 300 cm ³ /100 g produs	Umiditate max: 43,5-45,5%, Aciditate:, max. 3 grade, Porozitate (%), min:73-74, Elasticitate, min: 93-95% Volum specific : min 300 cm ³ /100 g produs	Umiditatea max :45-47%; Aciditate: max. 6 grade; Porozitate: min. 60-62%; Elasticitate miez: min. 80-84% Volum specific: min 250 cm ³ /100 g produs	Umiditatea max :45-47%; Aciditate: max. 6 grade; Porozitate: min. 60-62%; Elasticitate miez: min. 80-84% Volum specific: min 250 cm ³ /100 g produs
Valoare nutrițională și energetică	255,44 kcal/100g/ 1083,23 kJ/100g (53,19% glucide, 2,83% fibre, 7,5% proteine, 0,78 % lipide)	260,42 kcal/100g 1104,53 kJ/100g (54,38% glucide, 2,51% fibre, 7,67% proteine, 0,80 % lipide)	250,28kcal/100g/ 1060,34 kJ/100g (47,95 g/100 g glucide, 3,55% fibre, 10,0% proteine, 1,26 % lipide)	248,30 kcal/100g 1051,64 kJ/100g (4,22% fibre, 47,35% glucide, 9,87% proteine, 1,22 % lipide)
Ingrediente	Făină albă tip 550, drojdie, sare, inulină, lactat de calciu, gluconat de magneziu, apă potabilă	Făină albă tip 550, drojdie, sare, inulină, gluconat feros, apă potabilă	Făină neagră tip 1250, drojdie, sare, oligofrucoză, gluconat de calciu, lactat de magneziu, apă potabilă	Făină neagră tip 1250, drojdie, sare, oligofrucoză, lactat feros, apă potabilă
Sector de piață vizat	Produsul este destinat consumului uman.			
Etichetare/Instrucțiuni pe etichetă	Pâine îmbogățită în fibre, fortificată cu minerale de tip calciu și magneziu	Pâine îmbogățită în fibre, fortificată cu fier	Pâine îmbogățită în fibre, fortificată cu minerale de tip calciu și magneziu	Pâine îmbogățită în fibre, fortificată cu minerale de tip calciu și magneziu
Ambalare	În folie de polietilenă microperforată			
Depozitare /Distribuție	În încăperi luminoase, aerisite, curate, uscate la o temperatură constantă de aproximativ 20°C. Produsul se transportă în mijloace auto specializate curate, aerisite, fără miros străin.			
Durata pe raft	72 h	72 h	72 h	72 h

Activitatea 3.6.

Testarea însușirilor dobândite prin evaluarea periodică a caietului de practică, elaborarea lucrării de disertație în urma practicii efectuate.

Stagiile de practică s-au derulat în conformitate cu planul de învățământ a fiecărui ciclu de studii, cu durata de 120 de ore pentru studenții masteranzi. S-au elaborat convenții de practică în cadrul proiectului participând 9 studenți masteranzi care și-au elaborat lucrarea de disertație în urma cercetărilor efectuate în cadrul proiectului. În 2018, 5 dintre aceștia și-au susținut lucrarea de disertație astfel:

1. ing. Ionuț Maxim, 2018, *Cercetări privind influența adaosului de fier asupra proprietăților reologice ale aluatului din făina de grâu de extracție mică*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Controlul și expertiza produselor alimentare.

2. ing. Andreea Voinea, 2018, *Optimizarea compoziției amestecului din făină de grâu tip 550, inulină și fier pentru îmbunătățirea calității pâinii prin metoda experimentelor programate*, Lucrare

de disertație, programul de studii de masterat Managementul Securității Mediului și Siguranței Alimentare.

3. ing. Cătălina Musteață, 2018, *Cercetari privind influenta adaosului de saruri de calciu de tip gluconat si lactat asupra proprietatilor reologice ale aluatului si calitatii painii din faina de tip 550*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul Securității Mediului și Siguranței Alimentare.

4. ing. Elena-Petronela Butnariu, 2018, *Influența adaosului de săruri de magneziu asupra calității pâinii*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației.

5. ing. Alexandra Ivan, 2018, *Influența adaosului de fibre solubile asupra proprietăților reologice ale aluatului obținut din făină tip 1250*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației.

Studentii implicați în activitatea de practică au prezentat **5 lucrări**, în cadrul unor manifestări științifice studentești naționale și internaționale, **2** dintre acestea fiind premiate cu **premiul II** la Kiev. De asemenea, studenții au mai participat în cadrul Competiției internaționale pentru crearea de produse alimentare eco-inovative Ecotrophelia, faza locală 2018 (Suceava), la Conferința națională studentească Provocări și oportunități privind valorificarea deșeurilor agro-alimentare, Sibiu, România, 17-19 mai și urmează să participe cu o lucrare acceptată la Conferința internațională studentească Student în Bucovine, Suceava, România, 12-13 noiembrie astfel:

1. Voinea A., Atudorei D., Cimpoi A., Codină G.G., Stroe S.G., 2018, *Effect of iron gluconate and lactate on quality characteristics of bread from wheat flour of a high extraction rate*, lucrare prezentată la International Scientific Conference of Young Scientists and Students “Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution”, Kiev, Ucraina, 23-24 aprilie 2018, premiul II

2. Atudorei D., Voinea A., Cimpoi A., Stroe S.G., Codină G.G., 2018, *Influence of different inulin types on bread physical characteristics, crumb structure, sensory texture profile and acceptability*, lucrare prezentată la International Scientific Conference of Young Scientists and Students “Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution”, Kiev, Ucraina, 23-24 aprilie 2018, premiul II

3. Voinea A., Musteață C., 2018, *Optimizarea compoziției amestecului din făină de grâu tip 550, inulină și fier pentru îmbunătățirea calității pâinii prin metoda experimentelor programate*, lucrare prezentată la Conferința națională studentească Provocări și oportunități privind valorificarea deșeurilor agro-alimentare, Sibiu, România, 17-19 mai

4. Cimpoi A., Voinea A., Atudorei D., Bosînceanu A., Ierimciuc Vasile M., 2018, *Amada's bread*, lucrare prezentată la Conferința națională pentru crearea de produse alimentare inovative, Ecotrophelia România-faza locală, Suceava, România, 21 aprilie

5. Atudorei D., Cimpoi A., Voinea A., 2018, *Optimization of inulin, calcium and magnesium combination for improving bread from white wheat flour*, lucrare acceptată spre prezentare la Conferința internațională studentească Student în Bucovine, Suceava, România, 12-13 noiembrie

Activitatea 3.7.

Diseminarea rezultatelor cercetării prin participarea la conferințe și publicarea de articole indexate în diferite baze internaționale.

Rezultatele cercetărilor au fost diseminate prin participarea membrilor echipei de implementare a proiectului cu lucrări la **8 manifestări științifice internaționale** prin susținerea orală sau sub formă de poster în cadrul acestora a **11 lucrări științifice** pe tematica proiectului:

1. Ropciuc S., Zaharia D., Codină G.G., 2018, *Effects of ferrous salts addition from gluconate and lactate forms on wheat flour dough rheological properties*, lucrare prezentată la 3rd International Conference on Food Properties (ICFP 2018), 22-24 ianuarie, Sharjah, Emiratele Arabe Unite. Lucrarea a fost premiată ca cea mai bună lucrare din cadrul secțiunii.

2. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Studies regarding the fortification of white wheat flour dough with calcium ions on dough rheological properties, lucrare prezentată la 3rd International

Conference on Food Properties (ICFP 2018), 22-24 ianuarie, Sharjah, Emiratele Arabe Unite. Lucrarea a fost premiata ca cea mai buna lucrare din cadrul sectiunii.

3. Codina G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Dabija A., 2018, *Impact of magnesium fortification on bread quality from refined wheat flour*, lucrare prezentata la European Biotechnology Congress, 26-28 aprilie, Atena, Grecia

4. Codina G.G., Dabija A., Stroe S.G., Ropciuc S., 2018, *Optimization of iron-oligofructose formulation on wheat flour of a high extraction rate on dough rheological properties*, lucrare prezentata la International Conference on Raw Materials to processed foods, 11-13 aprilie, Antalya, Turcia

5. Codina G.G., Zaharia D., Dabija A., Stroe S.G., 2018, *Effect of calcium and magnesium from gluconate salts on white bread quality*, lucrare prezentata la 9th Central European Congress on food, 24-26 mai, Sibiu, Romania

6. Dabija A., Rebenciuc I., Codina G.G., 2018, Aspecte referitoare la rolul drojdiilor in industria fermentativa, lucrare prezentata si premiata la Simpozionul ASMP, 25 mai, Sibiu, Romania

7. Codina G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Stroe S.G., 2018, *The effect of calcium lactate fortification on the rheological, textural, crumb microstructure and sensory properties of bread from 1250 wheat flour type*, lucrare prezentata la 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9 iulie, Albena, Bulgaria

8. Codina G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Quality characteristics of bread from wheat flour of a high extraction rate with different levels of magnesium ions from lactate salt addition*, lucrare prezentata la 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9 iulie, Albena, Bulgaria

9. Codina G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Dabija A., Arghire C., 2018, *Physico-sensory characteristics and crumb structure of white wheat bread enriched with different types of calcium salts*, lucrare prezentata la Eight European Conference on Sensory and Consumer Research, 2-5 septembrie, Verona, Italia

10. Codina G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Effect of the addition of inulin and oligofructose on bread quality from white wheat flour*, lucrare prezentata la IAPB Congress, 19-24 august, Dublin, Irlanda

11. Codina G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, Effect of different iron type on bread quality from white wheat flour, lucrare prezentata la IAPB Congress, 19-24 august, Dublin, Irlanda

De asemenea, au fost publicate **2 articole** in reviste indexate **ISI Web of Knowledge**, **1 articol** a fost acceptat spre publicare in reviste indexate **ISI Web of Knowledge**, **1 articol** este in curs de evaluare la o revista indexata **ISI Web of Knowledge** si **5 lucrari** sunt indexate sau in curs de indexare **ISI Proceedings**:

1. Codina G.G., Zaharia D., Mironeasa S., Ropciuc S., 2018, *Evaluation of wheat flour dough rheological properties by magnesium lactate salt addition*, Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. Food Science and Tehnology, 75 (1), 21-26, indexat ISI Web of Knowledge

Disponibil online: <http://journals.usamvcluj.ro/index.php/fst/article/view/12982>

2. Codina G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Ropciuc S., 2018, *Influence of calcium ions addition from gluconate and lactate salts on refined wheat flour dough rheological properties*, CyTA-Journal of Food, 16 (1), 884-891, factor de impact 1,371

Disponibil online: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2018.1498129>

3. Codina G.G., Dabija A., Stroe S., Ropciuc S., 2018, *Optimization of iron-oligofructose formulation on wheat flour dough rheological properties*, Journal of Food processing and preservation, factor de impact 1,51, acceptat spre publicare

4. Codina G.G., Zaharia D., Dabija A., Stroe S.G., Ropciuc S., *Optimization of inulin, calcium and magnesium combination for improving white wheat flour dough rheological properties by using a response surface methodology*, Journal of Food Science and Technology-Mysore, factor de impact 1,797, in evaluare

5. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Dabija A., 2018, *Impact of magnesium fortification on bread quality from refined wheat flour*, Journal of Biotechnology, 280, S57, DOI: 10.1016/j.jbiotec.2018.06.183, factor de impact 2,533 (European Biotechnology Congress, 26-28 aprilie, Atena, Grecia), în curs de indexare ISI Web of Knowledge

6. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Stroe S.G., 2018, *The effect of calcium lactate fortification on the rheological, textural, crumb microstructure and sensory properties of bread from 1250 wheat flour type*, Proceeding-ul Conferinței Nano, Bio, Green and Space - Technologies for a sustainable future, vol. 18, 669-676, DOI: 10.5593/sgem2018/6.2 (18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9 iulie, Albena, Bulgaria), în curs de indexare ISI Web of Knowledge

7. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Quality characteristics of bread from wheat flour of a high extraction rate with different levels of magnesium ions from lactate salt addition*, Proceeding-ul Conferinței Nano, Bio, Green and Space - Technologies for a sustainable future, vol. 18, 483-488, DOI: 10.5593/sgem2018/6.2 (18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9 iulie, Albena, Bulgaria), în curs de indexare ISI Web of Knowledge

8. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Effect of the addition of inulin and oligofructose on bread quality from white wheat flour*, In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant 54 (Suppl 1), S32-S33, factor de impact 1,057 (IAPB Congress, 19-24 august, Dublin, Irlanda), indexat ISI Web of Knowledge

Disponibil online: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11627-018-9919-9>

9. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Effect of different iron type on bread quality from white wheat flour*, In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant 54 (Suppl 1), S33-S34, factor de impact 1,057 (IAPB Congress, 19-24 august, Dublin, Irlanda), indexat ISI Web of Knowledge

Disponibil online: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11627-018-9919-9>

Activitatea 3.8.

Analiza stadiului de realizare al obiectivelor. Realizarea comparației între rezultatele obținute și cele prevăzute. Raport de activitate.

Directorul de proiect a fost responsabil de întocmirea planului de activitate al etapei, de organizarea și coordonarea activităților efectuate de către membrii echipei de implementare a proiectului. S-au realizat toate obiectivele și activitățile aferente fazei 3 de execuție a proiectului prevăzute în Anexa II a proiectului 8BG/2016 pentru care s-a întocmit prezentul raport științific și tehnic al etapei.

V. Concluzii

În urma analizei efectuate pentru a îndeplini obiectivele propuse în faza de execuție nr. 2 a Contractului Nr. 8BG/2016 putem formula următoarele concluzii:

- elaborare propuneri de **brevete de invenție pentru 4 (patru) produse de panificație** în urma rezultatelor experimentale obținute astfel: *Pâine neagră cu oligofructoză fortificată cu săruri minerale de calciu și magneziu și procedeu de obținere a acesteia, Pâine cu inulină din făină de grâu rafinat fortificată cu săruri minerale de calciu și magneziu și procedeu de obținere a acesteia, Pâine neagră cu oligofructoză îmbogățită în fier și procedeu de obținere a acesteia, Pâine albă îmbogățită în fier și fibre solubile și procedeu de obținere a acesteia.*

- caracterizarea celor **4 produse de panificație realizate** (2 tipuri de pâine albă cu inulină și săruri minerale de calciu, magneziu, respectiv fier și 2 tipuri de pâine neagră cu oligofructoză cu săruri minerale de calciu, magneziu respectiv fier), din punct de vedere fizico-chimic (porozitate, elasticitate, volum specific), senzorial, conținut de fibre totale, elemente minerale de tip calciu, magneziu, fier, etc.

Toate obiectivele propuse în această fază de execuție (III) propuse în Anexa II a Contractului Nr. 8 BG/2016 au fost îndeplinite.

Bibliografie minimală

1. Bordei, D., 2005, *Tehnologia modernă a panificației*, Ed. AGIR, București.
2. Hager A., Ryan L. A. M., Schwab C., Gaenzle M. G., O' Doherty J. V., Arendt E. K., 2011, *Influence of the soluble fibres inulin and oat beta-glucan on quality of dough and bread*, European Food Research and Technology, 232(3): 405-413
3. Meyer D., Peters B., 2009, *Enhancing the nutritional value of bread with inulin*, Agro Food Industry Hi-Tech, 20(3): 48-50
4. Peressini D., Sensidoni A., 2009, *Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs*, Journal of cereal science, 49 (2), 190-201
5. Rebellato, A., Bussi, J., Silva, J., Greiner, R., Steel, C., & Pallone, J., 2017, *Effect of different iron compounds on rheological and technological parameters as well as bioaccessibility of minerals in whole wheat bread*, Food Research International, 94, 65-71
6. Rubel, I.A., Perez, E.E., Manrique, G.D., & Genovese, D.B., 2015, *Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality*, Food Structure, 3, 21-29
7. Sehn, G.A.R., Nogueira, A.C., Almeida, E.L., Chang Y.K., & Steel C.J., 2015, *Fortification of wheat dough with calcium and magnesium ions affects empirical rheological properties*. Cereal Chemistry, 92 (4), 405-410
8. Segal R., 2002. *Principiile nutriției*, Editura Academica, București.

Întocmit
Director de proiect,
Conf. univ. dr. ing. Georgiana Gabriela CODINĂ



III. RAPORT FINAL

Perioada implementare: 01.11.2016-31.10.2018

TITLUL PROIECTULUI: Cercetări privind utilizarea de inulină și minerale în panificație. Aspecte tehnologice.

Avizat,

Coordonator

Universitatea "Ștefan cel Mare" din Suceava

Agent economic

Dizing S.R.L.

Reprezentant Legal

Rector

Prof.univ.dr.ing. Valentin POPA



Reprezentant Legal

Administrator

Dr.ing. Dumitru ZAHARIA



Director Proiect

Conf.univ.dr.ing. Georgiana Gabriela CODINĂ

Responsabil de proiect

Dr.ing. Dumitru ZAHARIA

1. Obiectivul general al proiectului

Obiectivul general al proiectului îl constituie stabilirea unor mixuri optime de inulină și săruri minerale (inulină-Ca, Mg; inulină-Fe bivalent) care pot fi utilizate în vederea obținerii unei pâini de calitate în funcție de două tipuri de făină utilizate 550 și 1250.

2. Obiectivele specifice prevăzute/realizate ale proiectului

2.1. Evaluarea calității pentru 2 tipuri de făină (550 și 1250) din care se doresc să se obțină produse de panificație îmbogățite în fibre solubile (inulină) și minerale (calciu, magneziu, respectiv fier)

S-a ales o făină de grâu de extracție mică (tip 550) datorită faptului că are un conținut redus de fibre și poate avea un comportament tehnologic mai bun comparativ cu făinurile de extracție mare. De asemenea s-a ales o făină de extracție mare (tip 1250) pentru a se obține o pâine cu un conținut ridicat de fibre (atât solubile cât și insolubile). În urma determinărilor efectuate s-a stabilit că făina de grâu tip 1250 este o făină de calitate puternică pentru panificație cu un gluten rezistent puțin extensibil. Făina tip 550 este o făină foarte bună pentru panificație cu un gluten cu o bună elasticitate și extensibilitate.

2.2. Evaluarea efectului adaosului de inulină (0÷10%) cu diferite grade de polimerizare asupra proprietăților reologice ale aluatului

S-a utilizat în experimentări două tipuri de inulină și anume inulină nativă și oligofructoză amândouă extrase din rădăcina de cicoare. Probele de inulină utilizate diferă între ele prin gradul lor de polimerizare (DP) și prin conținutul de zahăr liber. Inulina nativă a prezentat un conținut mai mare de zahăr liber și un grad mai mare de polimerizare comparativ cu oligofructoza. În urma determinărilor efectuate s-a concluzionat că pentru ambele tipuri de făină (tip 550 și 1250) cantitatea de apă absorbită determinată la Farinograf scade cu creșterea adaosului de inulină. Scăderea este mai accentuată în cazul adaosului de oligofructoza decât în cazul adaosului de inulină nativă. Acest aspect este foarte important pentru tehnologia prelucrării făinii de grâu cu adaos de inulină deoarece adăugarea unei cantități de apă, similare cu cea necesară făinii martor, face aluatul dificil de prelucrat. Stabilitatea aluatului crește cu creșterea adaosului de inulină și timpul de dezvoltare scade la doze mici de inulină adăugată dar crește la doze mari de inulină adăugată indicând faptul că aluatul necesită un timp de frământare mai mare pentru a-și dezvolta o consistență optimă. Rezistența aluatului scade prin adaos de fibre solubile, tenacitatea acestuia și valoarea energiei diminuându-se. Aplicate pe același tip de făină, inulina cu grad de polimerizare mai mare (DP aproximativ 10), conduce, ca și oligofructoza cu grad de polimerizare mai mic la modificări nesemnificative ale parametrilor reologici la doze de până la 5%, în timp ce la doze de 10% conduc la înrăutățirea reologiei aluatului. S-a **concluzionat că** pentru făina tip 550 se pot utiliza adaosuri mai mari de fibre solubile comparativ cu făina tip 1250. În funcție de tipul de inulină, cele mai mari doze de inulină care se pot adăuga pentru obținerea unor parametri tehnologici de calitate au fost obținute pentru inulina nativă, pentru ambele tipuri în care a fost încorporată. Oligofructoza poate fi folosită în procente mai mici în făina de tip 550 comparativ cu făina de tip 1250. De aceea în urma rezultatelor obținute legate de efectul adaosului de inulină asupra proprietăților reologice ale aluatului s-a stabilit să se aleagă pentru combinații fibre solubile-săruri minerale **oligofructoza** cu grad mai mic de polimerizare pentru făina 1250 și **inulina** (cu grad mai mare de polimerizare) pentru făina de tip 550.

Rezultatele cercetărilor efectuate pentru realizarea **obiectivelor O2 și O3** din cererea de finanțare care cuprind toate activitățile legate de efectul adaosului de inulină cu diferite grade de polimerizare asupra proprietăților reologice ale aluatului (fundamentale și empirice) au fost diseminate prin: **participare la manifestări științifice - 4 lucrări, publicare ISI Proceedings – 1 articol, publicare în reviste BDI – 1 articol, 3 lucrări de disertație elaborate.**

2.3. Evaluarea efectului adaosului de calciu, magneziu (100÷200 mg/100g făină) și fier bivalent (3÷5 mg/100 g) sub formă de lactat și gluconat asupra proprietăților reologice ale aluatului

În urma experimentărilor efectuate asupra efectului sărurilor minerale adăugate singular în procesul de fabricație asupra proprietăților reologice ale aluatului s-au obținut următoarele rezultate:

a). *Ionii de calciu* din sărurile de tip lactat și gluconat cresc ușor capacitatea de absorbție a aluatului. Din punct de vedere al dezvoltării aluatului această valoare crește când sunt adăugați ioni de calciu din sarea de tip gluconat și scade când sunt adăugați ioni de calciu din sarea de tip lactat. De asemenea stabilitatea aluatului crește la adaosul de sare de calciu de tip gluconat. Valoarea indicelui de cădere a scăzut cu creșterea dozei de ioni de calciu incorporată mai mult în cazul sării de calciu de tip lactat decât în cazul sării de calciu de tip gluconat. La Alveograf extensibilitatea aluatului crește la adaosul de calciu mai pronunțat în cazul lactatului. Energia absorbită de aluat până la rupere, crește, în general, la adaosul de calciu. Valoarea raportului P/L este mai mică în general decât a martorului ceea ce este benefic pentru făinurile utilizate în experimentări. Conform datelor obținute la Amilograf temperatura de gelatinizare crește cu creșterea dozei de ioni de calciu indicând o întârziere a gelatinizării amidonului. Valoarea parametrului vâscozitate maximă determinată amilografic scade cu adaosul de ioni de calciu din sarea de tip lactat și crește când sunt adăugate nivele mici de ioni de calciu din sarea de tip gluconat. Valoarea temperaturii maximului de vâscozitate a prezentat un trend similar prezentând valori mai mici când sarea de tip lactat a fost adăugată și mai mari la doze mici de sare de tip gluconat. Conform valorilor obținute la Reofermentometru cantitatea totală de dioxid de carbon a scăzut cu creșterea adaosului de săruri de calciu în aluat. În cazul sării de gluconat de calciu cantitatea de gaze reținută la finalul testului a prezentat valori mai mari decât proba martor iar în cazul adaosului de lactat valori mai mici la doze mari de săruri adăugate. Proprietățile reologice fundamentale obținute prin adaos de săruri de calciu au indicat o scădere a modulelor G' și G'' pentru doze mici de ioni de calciu adăugate și o creștere când nivele mai mari sunt incorporate. Prin urmare se poate spune că la nivele mari de ioni de calciu introduse în aluat ambele tipuri de săruri au întărit aluatul mai evident în cazul adaosului de gluconat decât în cazul adaosului de lactat datorită creșterii valorii stabilității și scăderii gradului de înmuiere a aluatului la Farinograf și creșterii valorii modulelor G' și G'' comparativ cu proba martor. ***Adaosul de săruri de calciu de tip lactat și gluconat au îmbunătățit semnificativ caracteristicile tehnologice ale făinii de grâu fapt luat în considerare de agentul economic S.C. Dizing S.R.L. care dorește să implementeze dozarea în moară în făina de grâu a sărurilor de calciu în special cea de tip gluconat.*** De asemenea, aceasta poate fi și o metodă de reducere a conținutului de acrilamidă din produsele de panificație prevăzută și în regulamentul CE 2158/ 2017, conținut care conform Reg.(CE) 2158/ 2017 trebuie obligatoriu de monitorizat la nivelul Uniunii Europene din aprilie 2018.

b) *Ionii de magneziu* din sărurile de tip lactat și gluconat scad extensibilitatea aluatului comparativ cu proba martor. Ionii de magneziu din sarea de tip gluconat a prezentat un efect de întărire a aluatului în timp ce sarea de tip lactat nu a prezentat un efect așa de evident. Tenacitatea aluatului a prezentat valori mai mici în cazul adaosului de lactat și mai mari cand s-a adăugat gluconat. Proprietățile reologice fundamentale au arătat că adosul de ioni de magneziu de tip gluconat a condus la o structură mai vâscoasă comparativ cu probele în care s-au adăugat ioni de magneziu din sarea de tip lactat. În timpul încălzirii ambele tipuri de sare întârzie gelatinizarea amidonului în timp ce valoarea parametrului vâscozitate maximă determinată amilografic crește mai mult atunci când sarea de tip lactat este adăugată. Valoarea indicelui de cădere a scăzut proporțional cu doza de ioni de magneziu adăugată. Capacitatea de absorbție a apei a scăzut cu creșterea dozei de ioni de magneziu incorporată. La Farinograf timpul de dezvoltare și stabilitatea aluatului a crescut iar la Reofermentometru coeficientul de retenție a gazelor prezintă valori mai mari proporțional cu doza de sare incorporată. În urma datelor obținute se poate concluziona că aluatul devine mai puternic în special prin adaos de ioni de magneziu sub formă de gluconat datorită creșterii mai semnificative a stabilității, scăderii gradului de înmuiere a aluatului, a modulelor de elasticitate și vâscozitate, etc.

c) *Ionii de fier* din sărurile de tip lactat și gluconat pentru ambele tipuri de făină au condus la o scădere semnificativă a timpului de formare a aluatului care devine mai moale în special prin adaos de ioni de fier sub formă de gluconat. Capacitatea de hidratare a făinii și valoarea indicelui de cădere practic nu este influențată semnificativ prin adaosul sărurilor de fier. Rezistența la întindere a aluatului este redusă prin adaos de gluconat feros în timp ce lactatul o mărește. Extensibilitatea aluatului este diminuată de ambele tipuri de sare mai mult pentru gluconatul feros. La reofermentometru în general parametrii înregistrați scad proporțional cu nivelul de ioni de fier incorporați. Proprietățile reologice dinamice au condus la concluzia că din cele două tipuri de săruri utilizate lactatul feros a indus un aluat mai elastic și mai stabil. Ca o concluzie generală putem afirma

că din punct de vedere reologic sărurile de fier nu influențează negativ caracteristicile reologice ale aluatului, în raport cu marorul.

În urma rezultatelor obținute în cadrul acestui obiectiv *s-au stabilit* să se aleagă următoarele combinații experimentale:

a) pentru făina tip 1250 pentru realizarea combinațiilor fibre-săruri minerale ca sursă de ioni de fier sarea de tip lactat feros și ca sursă de ioni de magneziu și ioni de calciu sărurile lactat de magneziu respectiv gluconat de calciu;

b). pentru făina tip 550 pentru realizarea combinațiilor fibre-săruri minerale ca sursă de ioni de fier sarea de tip gluconat feros și ca sursă de ioni de magneziu și ioni de calciu sărurile gluconat de magneziu respectiv lactat de calciu.

Rezultatele cercetărilor efectuate pentru realizarea **obiectivului O4** din cererea de finanțare legate de efectul adaosului de săruri minerale (calciu, magneziu, fier) asupra proprietăților reologice ale aluatului (fundamental și empiric) au fost diseminate prin: **participare la manifestări științifice - 11 lucrări, publicare în reviste ISI – 2 articole; publicare/curs de publicare ISI Proceedings - 4 articole, publicare în reviste BDI – 1 articol, 3 lucrări de disertație.**

2.4. Evaluarea efectului adaosului de inulină și minerale care s-au comportat cel mai bine din punct de vedere tehnologic pentru tipurile de făină 1250 și 550 în diferite combinații (inulină-Ca, Mg; inulină-Fe) asupra proprietăților reologice ale aluatului

Pentru optimizarea compoziției amestecului din făină de grâu, fibre solubile și săruri minerale s-a aplicat o abordare sistematică a procesului, bazată pe proiectarea statistică a experimentelor (DOE-Design of Experiments). Pentru aceasta factorii selectați în proiectarea statistică experimentală au fost doza de fibre solubile utilizată la obținerea aluatului de panificație și doza de săruri minerale astfel: pentru **făina tip 550** → **inulină - gluconat feros; inulină - lactat de calciu - gluconat de magneziu** și pentru **făina tip 1250** → **oligofructoză - lactat feros; oligofructoză - gluconat de calciu - lactat de magneziu**. Ca răspunsuri, au fost considerate caracteristicile reologice empirice la frământare, la alungire biaxială, la fermentare și a activității amilolitice ale făinii cu aparatul *Falling Number* și *Amilograf*. Designul experimental a fost construit utilizând softul *State-Ease Design Expert 10.0.0*.

Pentru făina de tip 550 și tip 1250 optimizarea amestecului de inulină-lactat de calciu-gluconat de magneziu și a amestecului inulină-gluconat feros s-a realizat prin aplicarea metodei suprafețelor de răspuns (RSM) prin utilizarea de proiectare rotativă compozită centrală (CCRD). În urma optimizării amestecului de fibre solubile-Ca, Mg pentru ambele tipuri de făină s-a constatat că din cele trei variabile independente utilizate, fibra solubilă a avut cel mai semnificativ efect asupra variabilelor de răspuns. Creșterea conținutului de fibre solubile și săruri minerale a condus la scăderea capacității de absorbție a apei și la o scădere a tuturor parametrilor analizați la Reofermentometru. O creștere a timpului de dezvoltare a aluatului, a stabilității acestuia, a temperaturii de gelatinizare au fost de asemenea înregistrate prin creșterea dozei de fibre solubile adăugate. Dintre cele 2 tipuri de sare adăugate cea de magneziu a avut cel mai mare efect asupra valorilor obținute la *Amilograf*. Amestecul de săruri-fibre solubile a indus și o scădere a tenacității aluatului și a energiei alveografice. Dozele optime de inulină care pot fi adăugate în aluatul de panificație au fost de 4,5-6,5% pentru făina tip 550. S-a stabilit că ionii de calciu pot fi adăugați într-o cantitate mai mare decât ionii de magneziu pentru obținerea unor proprietăți reologice bune ale aluatului de panificație. Pentru făina de tip 1250 s-au obținut doze optime pentru un adaos de 3-5% oligofructoză adăugată și valori similare ca și pentru făina de tip 550 pentru ionii de calciu, respectiv magneziu adăugați în aluatul de panificație.

În urma optimizării amestecului de fibre solubile-Fe pentru ambele tipuri de făină s-a constatat că adaosul de fibre solubile și săruri feroase a modificat semnificativ proprietățile reologice ale aluatului. S-a constatat o scădere a capacității de hidratare a aluatului mai mare în cazul adaosului de oligofructoză decât în cazul adaosului de inulină, o creștere a stabilității aluatului, o scădere a temperaturii de gelatinizare a amidonului, o creștere a extensibilității aluatului și o scădere a raportului P/L. Dozele optime de inulină, oligofructoză adăugată s-au situat pentru ambele tipuri de făină în același interval ca și în cazul combinației fibre solubile-Ca, Mg, iar d.p.v. al nivelului optim de **ioni de fier** ce pot fi adăugați în aluatul de panificație în jurul valorii de 4 mg/100g făină de grâu.

Rezultatele obținute în urma experimentărilor corespunzătoare **obiectivului O5 din cererea de finanțare** efectuate au fost diseminate astfel: **participare la manifestări științifice - 2 lucrări, publicare/curs de publicare în reviste ISI – 2 articole, 1 lucrare de disertație.**

2.5. Evaluarea efectului adaosului de inulină și minerale care s-au comportat cel mai bine din punct de vedere tehnologic pentru tipurile de făină 1250 și 550 în diferite combinații (inulină-Ca, Mg; inulină-Fe) asupra calității produselor de panificație

Pentru a stabili mixul optim de făină de grâu, fibre solubile și săruri minerale în funcție de caracteristicile de calitate ale pâinii s-a utilizat proiectarea statistică a experimentelor (DOE - Design of Experiments) după **același protocol** ca și în cadrul obiectivului O5 din cererea de finanțare. Astfel s-a realizat o continuitate a planului experimental utilizat în vederea stabilirii mixului optim de inulină-săruri minerale utilizând ca variabile de răspuns proprietățile reologice ale aluatului. Pentru obținerea probelor de coacere s-a ținut cont de informațiile obținute în cadrul obiectivului O5 un exemplu în acest sens fiind, cantitatea de apă ce a fost adăugată în rețeta de fabricație care a fost conform capacității de hidratare a mixului de făină de grâu, fibre solubile și săruri minerale. Caracteristicile de calitate ale pâinii evaluate și optimizate au fost *parametri fizici ai pâinii* (volum specific, porozitate, elasticitate), *caracteristicile senzoriale ale pâinii* (aspect, culoare, gust, miros, textură, aromă, acceptabilitate globală), *caracteristicile de culoare ale pâinii* (L, a, b) și *caracteristicile texturale ale pâinii* (elasticitate, coezivitate, reziliență, fermitate, gumozitate, masticabilitate). În urma efectuării cercetărilor experimentale în vederea stabilirii optimului de fibre solubile-săruri minerale s-a constatat că pentru ambele tipuri de făină luate în lucru cel mai semnificativ efect asupra caracteristicilor de calitate ale pâinii l-a avut fibra solubilă utilizată. Adaosul de inulină și săruri minerale în doze mici în aluatul din făină de grâu a condus la o îmbunătățire a caracteristicilor de calitate ale pâinii. Doze prea mari incorporate în rețeta de fabricație a condus la o înrăutățire a calității pâinii realizate o posibilă explicație în acest sens fiind reducerea conținutului de gluten din aluat ca urmare a creșterii cantității de inulină incorporată.

Rezultatele obținute pentru ambele tipuri de făină utilizate au evidențiat faptul că nivelele optime de fibre solubile-săruri minerale care pot fi adăugate în făina de grâu în vederea maximizării parametrilor de calitate ale produselor de panificație au fost diferite (în special sensibil mai mici pentru nivelul de fibră solubilă adăugată) decât cele obținute în cadrul obiectivului O5 pentru aceleași combinații de fibre solubile-minerale utilizând ca variabile de răspuns proprietățile reologice ale aluatului. Acest lucru s-a datorat în cea mai mare parte rezultatelor înregistrate pentru caracteristicile senzoriale ale pâinii în special gust, aromă pâine. Se pare că consumatorii au preferat produse de panificație cu o doză mai mică de fibre solubile incorporate în rețeta de fabricație. Pentru făina de tip 550 s-a obținut un optim de 3-5% inulină adăugată și o valoare similară pentru ionii de magneziu și fier și mai mare pentru ionii de calciu incorporați în aluatul de panificație, comparativ cu nivelurile optime obținute pentru acești 2 parametri în cadrul obiectivului O5 din cererea de finanțare a proiectului. Pentru făina de tip 1250 s-au obținut doze optime pentru un adaos de 2-4% oligofructoză adăugată și similare pentru sărurile minerale utilizate cu cele obținute în cadrul obiectivului O5 din cererea de finanțare a proiectului.

Rezultatele obținute în urma experimentărilor efectuate au fost diseminate astfel: **participare la manifestări științifice - 5 lucrări, publicare/curs de publicare în ISI Proceedings – 5 lucrări, 5 lucrări de disertație.**

2.6. Evaluarea gradului de validitate și fidelitate a rezultatelor obținute. Determinarea mixurilor optime de inulină și săruri minerale pentru obținerea celor mai bune rezultate.

S-au realizat teste de laborator pentru mixurile optime de fibre solubile-săruri minerale obținute utilizând softul State-Ease Design Expert 10.0.0. în cadrul obiectivelor O5 și O6 din cererea de finanțare a proiectului. Valorile reale obținute pentru caracteristicile reologice și de calitate ale pâinii au confirmat (validat) modelul obținut prin proiectarea statistică a experimentelor pentru ambele tipuri de făină de grâu care au fost fortificate cu inulină și săruri minerale. Valorile variabilelor dependente obținute prin proiectarea statistică a experimentelor au fost similare cu valorile obținute în laborator pentru mixurile optime realizate. Aceste rezultate au fost elaborate și

fundamentate și în **2 articole** care sunt în evaluare în reviste indexate ISI cu factor de impact și scor relativ de influență în evaluare

În urma rezultatelor obținute s-au realizat **4 (patru) brevete de invenție** pentru fiecare mix și tip de făină de grâu utilizat în cercetările experimentale care au fost înaintate către Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM) astfel:

1. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., ***Pâine neagră cu oligofructoză fortificată cu săruri minerale de calciu și magneziu și procedeu de obținere a acesteia. A/00753 din 28/09/2018***

2. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., ***Pâine cu inulină din făină de grâu rafinat fortificată cu săruri minerale de calciu și magneziu și procedeu de obținere a acesteia. A/00752 din 28/09/2018***

3. Codină G.G., Zaharia D., Mironeasa S., ***Pâine neagră cu oligofructoză îmbogățită în fier și procedeu de obținere a acesteia. A/00751 din 28/09/2018***

4. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., ***Pâine albă îmbogățită în fier și fibre solubile și procedeu de obținere a acesteia. A/00750 din 28/09/2018***

2.7. Evaluarea conținutului de elemente minerale și fibre pentru probele de pâine obținute din mixurile optime de inulină și săruri minerale pentru care s-au obținut cele mai bune rezultate din punct de vedere tehnologic.

S-au analizat în cadrul Centrului de cercetare și instruire pentru știința și siguranța alimentului din Facultatea de Inginerie Alimentară, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava caracteristicile de calitate prevăzute în cadrul obiectivului O8 din cererea de finațare a proiectului cele 4 produse de panificație pentru care s-au determinat și validat mixurile optime de inulină-săruri minerale și s-au definitivat rețetele de fabricație astfel:

a) *Pâine albă din făină de grâu tip 550 cu inulină și fortificată cu calciu și magneziu* (din săruri minerale de tip lactat de calciu, gluconat de magneziu) → 2,81 g/100 g fibre totale, 135 mg/100 g calciu, 105 mg/100g magneziu;

b). *Pâine albă din făină de grâu tip 550 cu inulină și fortificată cu fier* (din săruri de tip gluconat feros) → 2,51 g/100g fibre totale, 3,1 mg/100 g fier;

c) *Pâine neagră din făină de grâu tip 1250 cu oligofructoză și fortificată cu calciu și magneziu* (din săruri minerale de tip gluconat de calciu, lactat de magneziu) → 3,55 g/100 g fibre totale, 155 mg/100 g calciu, 121,4 mg/100g magneziu;

d). *Pâine neagră din făină de grâu tip 1250 cu oligofructoză și fortificată cu fier* (din săruri de tip lactat feros) → 4,22 g/100g fibre totale, 2,91 mg/100 g fier.

2.8. Implementarea noilor produse de panificație îmbogățite în inulină și minerale (Ca, Mg respectiv Fe bivalent) pentru care s-au obținut cele mai bune rezultate la nivel industrial

Au fost definitivate rețetele și tehnologia de fabricație la nivel de laborator pentru cele 4 produse de panificație (2 produse de tip pâine albă și 2 produse de tip pâine neagră), care au fost testate prin microprobe pe linie tehnologică la nivel industrial: ***pâine albă cu inulină fortificată cu calciu și magneziu*** (53,19% glucide, 2,83% fibre, 7,5% proteine, 0,78 % lipide cu o valoare energetică de 255,44 kcal/100g) obținută din făină albă tip 550, drojdie, sare, inulină, lactat de calciu, gluconat de magneziu, apă potabilă, ***pâine albă cu inulină fortificată cu fier*** (54,38% glucide, 2,51% fibre, 7,67% proteine, 0,80 % lipide cu o valoare energetică de 260,42 kcal/100g) obținută din făină albă tip 550, drojdie, sare, inulină, gluconat feros, apă potabilă, ***pâine neagră cu oligofructoză fortificată cu calciu și magneziu*** (47,95 g/100 g glucide, 3,55% fibre, 10,0% proteine, 1,26 % lipide cu o valoare energetică de 250,28kcal/100g) obținută din făină neagră tip 1250, drojdie, sare, oligofructoză, gluconat de calciu, lactat de magneziu, apă potabilă, ***pâine neagră cu oligofructoză fortificată cu fier*** (4,22% fibre, 47,35% glucide, 9,87% proteine, 1,22 % lipide cu o valoare energetică de 248,30 kcal/100g) obținută din făină neagră tip 1250, drojdie, sare, oligofructoză, lactat feros, apă potabilă. Produsele realizate prezintă caracteristici senzoriale și fizico-chimice adecvate care permit acceptarea acestora pentru introducerea în procesul tehnologic de fabricație industrială. Mixurile optime obținute pot fi dozate în moară în făina de grâu sau în cuva malaxorului alături de celelalte ingrediente care sunt utilizate în rețeta de fabricație.

2.9. Formarea de atitudini, aptitudini si competente profesionale cheie la viitorii absolvenți pentru angajare pe piața muncii prin stagii de pregătire practică si activități extracurriculare organizate în parteneriat cu agentul economic în vederea dezvoltării spiritului antreprenorial la viitorii absolvenți ai studiilor de licență și masterat.

Stagiile de practică s-au derulat în conformitate cu planul de învățământ a fiecărui ciclu de studii, cu durata de 120 de ore pentru studenții masteranzi. S-au elaborat convenții de practică pentru fiecare student implicat în activitatea de practică în cadrul proiectului participând **9 studenți masteranzi** care și-au elaborat lucrarea de disertație în urma cercetărilor efectuate în cadrul proiectului conform tabelului 1.

Tabel 1
Studenți masteranzi implicați în activitatea de pregătire practică din cadrul proiectului

Nr. crt.	Nume prenume	Domeniu de studiu: Ingineria produselor alimentare
		Program de studii
1.	ing. Maria IERIMICIUC	Managementul igienei controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației
2.	ing. Cătălina MUSTEAȚĂ	Managementul Securității Mediului și Siguranței Alimentare
3.	ing. Denisa ATUDOREI	Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației, anul I
4.	ing. Ana CIMPOI	Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației
5.	ing. Andreea VOINEA	Managementul Securității Mediului și Siguranței Alimentare
6.	ing. Ionuț MAXIM	Controlul și expertiza produselor alimentare
7.	ing. Alexandra IVAN	Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației
8.	ing. Elena-Petronela BUTNARIU	Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației
9.	ing. Lucian CUTAȘ	Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației

Dintre studenții implicați în activitatea de practică, **5 dintre aceștia** au prezentat **5 lucrări**, în cadrul unor conferințe studențești (internaționale, naționale, locale), **2 lucrări** fiind premiate cu **premiul II** la conferința internațională Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution din Kiev, Ucraina în anul 2018. Studenții au mai participat în 2018 cu **3 lucrări** în cadrul Competiției internaționale pentru crearea de produse alimentare eco-inovative Ecotrophelia, faza locală (Suceava), Conferința națională studențească Provocări și oportunități privind valorificarea deșeurilor agro-alimentare, Sibiu, România, conferința internațională Student în Bucovina, Suceava, România, 12-13 noiembrie 2018. De asemenea, pe tematica proiectului și în urma efectuării stagiului de practică de către studenții masteranzi s-au elaborat și susținut **6 lucrări de disertație**, urmând ca în anul 2019 să fie susținute alte **3 lucrări de disertație** a căror parte practică a fost finalizată.

Dintre studenții masteranzi implicați în cadrul proiectului **3 (trei)** dintre aceștia (Maxim Ionuț, Maria Ierimiciuc, Ana Cimpoi) **s-au anagajat** deja în fabrici de profil din **domeniul de morărit-panificație**, **1 student** (Andreea Voinea) s-a înscris la doctorat în anul universitar 2018-2019 fiind în anul I (buget) în domeniul Ingineria Prodselor Alimentare având titlul tezei de doctorat *Cercetări privind obținerea pâinii cu un conținut redus de sodiu și îmbogățită în minerale*, temă adiacentă tematicii proiectului și **1 student masterand** (Denisa Atudorei) dorește să se înscrie în anul universitar 2019-2020 la doctorat în domeniul Ingineria Prodselor Alimentare cu o temă de cercetare pe panificație.

3. Impactul rezultatelor obținute

Articole publicate în reviste indexate/cotate ISI:

1. Codină G.G., Zaharia D., Mironeasa S., Ropciuc S., 2018, *Evaluation of wheat flour dough rheological properties by magnesium lactate salt addition*, Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. Food Science and Tehnology, 75 (1), 21-26
Disponibil online: <http://journals.usamvcluj.ro/index.php/fst/article/view/12982>
2. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Ropciuc S., 2018, *Influence of calcium ions addition from gluconate and lactate salts on refined wheat flour dough rheological properties*, CyTA-Journal of Food, 16 (1), 884-891, factor de impact 1,371
Disponibil online: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2018.1498129>
3. Codină G.G., Dabija A., Stroe S., Ropciuc S., 2018, *Optimization of iron-oligofructose formulation on wheat flour dough rheological properties*, Journal of Food processing and preservation, factor de impact 1,51, în evaluare (revizia 1 din 18.09.2018)
4. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., Stroe S.G., Ropciuc S., *Optimization of inulin, calcium and magnesium combination for improving white wheat flour dough rheological properties by using a response surface methodology*, Journal of Food Science and Technology-Mysore, factor de impact 1,797 (în evaluare din 14.02.2018)

Articole/abstracte publicate în volume indexate/în curs de indexare ISI Proceedings:

1. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Dabija A., 2017, *Effect of magnesium salts addition on white wheat flour dough rheological properties*, Journal of Biotechnology, 256, S71, DOI: 10.1016/j.jbiotec.2017.06.1041, factor de impact 2,533 (European Biotechnology Congress, 25-27 mai, Dubrovnik, Croatia)
Disponibil online: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816561731338X>
2. Codină G.G., Ropciuc S., Zaharia D., Oroian M.A., 2017, *Evaluation of dough empirical rheological properties as affected by different calcium salt addition*, Proceeding-ul Conferinței Nano, Bio, Green and Space - Technologies for a sustainable future, vol. 17, 63: 243-250, DOI: 10.5593/sgem2017H/63/S25.031 (SGEM2017-Vienna GREEN, 27-30 noiembrie, Viena, Austria)
3. Ropciuc S., Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2017, *Dynamic and empirical rheological properties of dough as affected by magnesium salt from various sources*, Proceeding-ul Conferinței Nano, Bio, Green and Space - Technologies for a sustainable future, vol. 17, 63: 201-208, DOI: 10.5593/sgem2017H/63/S25.026 (SGEM2017-Vienna GREEN, 27-30 noiembrie, Viena, Austria)
4. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Dabija A., 2018, *Impact of magnesium fortification on bread quality from refined wheat flour*, Journal of Biotechnology, 280, S57, DOI: 10.1016/j.jbiotec.2018.06.183, factor de impact 2,533 (European Biotechnology Congress, 26-28 aprilie, Atena, Grecia)
5. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Stroe S.G., 2018, *The effect of calcium lactate fortification on the rheological, textural, crumb microstructure and sensory properties of bread from 1250 wheat flour type*, Proceeding-ul Conferinței Nano, Bio, Green and Space - Technologies for a sustainable future, vol. 18, 669-676, DOI: 10.5593/sgem2018/6.2 (18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9iulie, Albena, Bulgaria)
6. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Quality characteristics of bread from wheat flour of a high extraction rate with different levels of magnesium ions from lactate salt addition*, Proceeding-ul Conferinței Nano, Bio, Green and Space - Technologies for a sustainable future, vol. 18, 483-488, DOI: 10.5593/sgem2018/6.2 (18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9iulie, Albena, Bulgaria)
7. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Effect of the addition of inulin and oligofructose on bread quality from white wheat flour*, In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant 54 (Suppl 1), S32-S33, factor de impact 1,057 (IAPB Congress, 19-24 august, Dublin, Irlanda)
Disponibil online: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11627-018-9919-9>
8. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Effect of different iron type on bread quality from white wheat flour*, In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant 54 (Suppl 1), S33-S34, factor de impact 1,057 (IAPB Congress, 19-24 august, Dublin, Irlanda)
Disponibil online: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11627-018-9919-9>

Articole publicate în reviste BDI:

1. Codină G., Zaharia D., Mironeasa S., Dabija A., Ropciuc S., 2018, *The influence of native inulin and oligofructosis addition to flour and its effects on the rheological characteristics of the dough*, International Journal of Food Engineering, 4 (1): 1-7
Disponibil online: <http://www.ijfe.org/uploadfile/2018/0228/20180228013609484.pdf>
2. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Dabija A., 2017, *Influence of magnesium gluconate salt addition on mixing, pasting and fermentation properties of dough*, The EuroBiotech Journal 3(1): 222-225, DOI: 10.24190/ISSN2564-615X/2017/03.04.

Lucrări prezentate la conferințe internaționale:

1. Codină G., Zaharia D., Mironeasa S., Dabija A., Ropciuc S., 2017, *The influence of native inulin and oligofructosis addition to flour and its effects on the rheological characteristics of the dough*, lucrare prezentată la 4th International Conference on Food Security and Nutrition (ICFSN 2017) 13-15 martie 2017, Praga, Republica Cehă.
2. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Dabija A., 2017, *Effect of magnesium salts addition on white wheat flour dough rheological properties*, lucrare prezentată la European Biotechnology Congress, 25-27 mai, Dubrovnik, Croatia
3. Codină G.G., Zaharia D., Todosi Sănduleac E., Dabija A., *Effect of inulin with different polymerisation degree on wheat flour dough rheological properties of 1250 type*, lucrare prezentată la IBEREO, 6-8 septembrie 2017, Valencia, Spania și publicată în cartea editată de Hernandez M.J., Sanz T., Slavador A., Rubio-Fernandez F.J., Steinbruggen R., *The multi-disciplinary science of rheology-Towards a healthy and sustainable development*, ISBN 978-84-697-5123-7, p.32-35
Abstractul lucrării a fost publicat în Book of abstracts, *The multi-disciplinary science of rheology-Towards a healthy and sustainable development*, ISBN 978-84-697-5122-0, p.36. Link: http://adeit.estaticos.econgres.es/IBEREO2017/Book/book_of_Abstract.pdf
4. Codină G.G., Zaharia D., Mironeasa S., Ropciuc S., 2017, *Evaluation of wheat flour dough rheological properties by magnesium lactate salt addition*, lucrare prezentată la conferința internațională The 16th International Symposium Prospects for the 3rd millennium agriculture, 28 Septembrie - 30 Septembrie, 2017, Cluj-Napoca, Romania
5. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Oroian M. A., Todosi-Săndulesc E., 2017, *Effect of different types of soluble dietary fibre addition on rheological properties of wheat flour dough*, lucrare prezentată la 31st EFFoST International Conference 2017 - Food Science and Technology Challenges for the 21st Century - Research to Progress Society, 13-16 noiembrie, Sitges, Spania
6. Ropciuc S., Codină G. G., Zaharia D., Oroian M. A., Dabija A., 2017, *Impact of wheat flour dough fortification with gluconate and magnesium salts on dough rheological properties*, lucrare prezentată la 31st EFFoST International Conference 2017 - Food Science and Technology Challenges for the 21st Century - Research to Progress Society, 13-16 noiembrie, Sitges, Spania.
7. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., 2017, lucrare prezentată la Conferința Integritatea Alimentului - A- XXVI-a ediție a Simpozionului Asociației Specialiștilor din Morărit și Panificație din România, *Influența fortifierii făinii cu săruri de calciu asupra proprietăților tehnologice ale aluatului*, 30.08-31.08. 2017, București, România, rezumatul articolului publicat în Cartea de abstracte a conferinței, ISBN 978-606-23-0765-3, Ed. Printech, în p.45. Link: <http://www.iba-expertal.ro/wp-content/uploads/2017/03/BOOKLET-Conferinta.pdf>
8. Stroe S., Dumitru Z., Codină G.G., *Optimization of combination between inulin and salts from calcium lactate and magnesium gluconate for improving white wheat flour dough rheological properties by using response surface methodology*, lucrare prezentată la Conferința Internațională "Biotechnologies, Present and Perspectives" Ediția a VII-a, 24-25 Noiembrie, 2017, Suceava, Romania, rezumatul articolului publicat în Cartea de abstracte a conferinței, ISSN 2068-0819, p.43. Link: <http://fia.usv.ro/fiajournal/Conference/>
9. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., *Fortification of white wheat flour with iron ions and its impact on dough empirical rheological properties*, lucrare prezentată la Conferința Internațională "Biotechnologies, Present and Perspectives" Ediția a VII-a, 24-25 Noiembrie, 2017, Suceava, Romania, rezumatul articolului publicat în Cartea de abstracte a conferinței, ISSN 2068-0819, p.44. Link: <http://fia.usv.ro/fiajournal/Conference/>

10. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.S., Ropciuc S., *Fortification of wheat flour of 1250 type with calcium and its impact on dough fundamental rheological properties*, lucrare prezentată la Conferința Internațională “Biotechnologies, Present and Perspectives” Ediția a VII-a, 24-25 Noiembrie, 2017, Suceava, Romania, rezumatul articolului publicată în Cartea de abstracte a conferinței, ISSN 2068-0819, p.45. Link: <http://fia.usv.ro/fiajournal/Conference/>
11. Codină G.G., Ropciuc S., Zaharia D., Oroian M.A., 2017, *Evaluation of dough empirical rheological properties as affected by different calcium salt addition*, lucrare prezentată la SGEM Vienna Green, 27-30 noiembrie, Viena, Austria
12. Ropciuc S., Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2017, *Dynamic and empirical rheological properties of dough as affected by magnesium salt from various sources*, lucrare prezentată la SGEM Vienna Green, 27-30 noiembrie, Viena, Austria
13. Ropciuc S., Zaharia D., Codină G.G., 2018, *Effects of ferrous salts addition from gluconate and lactate forms on wheat flour dough rheological properties*, lucrare prezentată la 3rd International Conference on Food Properties (ICFP 2018), 22-24 ianuarie, Sharjah, Emiratele Arabe Unite. Lucrarea a fost premiată ca cea mai bună lucrare din cadrul secțiunii.
14. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., *Studies regarding the fortification of white wheat flour dough with calcium ions on dough rheological properties*, lucrare prezentată la 3rd International Conference on Food Properties (ICFP 2018), 22-24 ianuarie, Sharjah, Emiratele Arabe Unite. Lucrarea a fost premiată ca cea mai bună lucrare din cadrul secțiunii.
15. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Dabija A., 2018, *Impact of magnesium fortification on bread quality from refined wheat flour*, lucrare prezentată la European Biotechnology Congress, 26-28 aprilie, Atena, Grecia
16. Codină G.G., Dabija A., Stroe S.G., Ropciuc S., 2018, *Optimization of iron-oligofructose formulation on wheat flour of a high extraction rate on dough rheological properties*, lucrare prezentată la International Conference on Raw Materials to processed foods, 11-13 aprilie, Antalya, Turcia
17. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., Stroe S.G., 2018, *Effect of calcium and magnesium from gluconate salts on white bread quality*, lucrare prezentată la 9th Central European Congress on food, 24-26 mai, Sibiu, România
18. Dabija A., Rebenicu I., Codină G.G., 2018, *Aspecte referitoare la rolul drojdiilor în industria fermentativă*, lucrare prezentată și premiată la Simpozionul ASMP, 25 mai, Sibiu, România
19. Codină G.G., Zaharia D., Ropciuc S., Stroe S.G., 2018, *The effect of calcium lactate fortification on the rheological, textural, crumb microstructure and sensory properties of bread from 1250 wheat flour type*, lucrare prezentată la 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9 iulie, Albena, Bulgaria
20. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., 2018, *Quality characteristics of bread from wheat flour of a high extraction rate with different levels of magnesium ions from lactate salt addition*, lucrare prezentată la 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 30 iunie-9 iulie, Albena, Bulgaria
21. Codină G.G., Zaharia D., Stroe S.G., Dabija A., Arghire C., 2018, *Physico-sensory characteristics and crumb structure of white wheat bread enriched with different types of calcium salts*, lucrare prezentată la Eight European Conference on Sensory and Consumer Research, 2-5 septembrie, Verona, Italia

Lucrări de disertație susținute sau în curs de redactare pe tematica proiectului:

1. ing. Cutaș Lucian, 2017, *Cercetari privind efectul adaosului de inulina asupra proprietatilor reologice ale aluatului din faina de grau tip 550*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Controlul și expertiza produselor alimentare.
2. ing. Ionuț Maxim, 2018, *Cercetări privind influența adaosului de fier asupra proprietăților reologice ale aluatului din făina de grâu de extracție mică*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Controlul și expertiza produselor alimentare.
3. ing. Andreea Voinea, 2018, *Optimizarea compoziției amestecului din făină de grâu tip 550, inulină și fier pentru îmbunătățirea calității pâinii prin metoda experimentelor programate*, Lucrare

de disertație, programul de studii de masterat Managementul Securității Mediului și Siguranței Alimentare.

4. ing. Cătălina Musteață, 2018, *Cercetari privind influenta adaosului de saruri de calciu de tip gluconat si lactat asupra proprietatilor reologice ale aluatului si calitatii painii din faina de tip 550*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul Securității Mediului și Siguranței Alimentare.

5. ing. Elena-Petronela Butnariu, 2018, *Influența adaosului de săruri de magneziu asupra calității pâinii*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației.

6. ing. Alexandra Ivan, 2018, *Influența adaosului de fibre solubile asupra proprietăților reologice ale aluatului obținut din făină tip 1250*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației.

7. ing. Maria Ierimiciuc, 2019, *Influența fortifierii făinii cu săruri feroase asupra calității pâinii*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației. Lucrare în curs de redactare

8. ing. Denisa Atudorei, 2019, *Optimizarea compoziției amestecului de inulină și săruri de calciu și magneziu pentru îmbunătățirea calității pâinii din făină albă de grâu prin metodologia suprafeței de răspuns*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației. Lucrare în curs de redactare

9. ing. Ana Cimpoi, 2019, *Cercetări privind efectul adaosului de inulină asupra calității pâinii*, Lucrare de disertație, programul de studii de masterat Managementul igienei, controlul calității produselor alimentare și asigurarea sănătății populației. Lucrare în curs de redactare

Participări la conferințe studențești cu lucrări științifice pe tematica proiectului:

1. Voinea A., Atudorei D., Cimpoi A., Codină G.G., Stroe S.G., 2018, *Effect of iron gluconate and lactate on quality characteristics of bread from wheat flour of a high extraction rate*, lucrare prezentată la International Scientific Conference of Young Scientists and Students “Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution”, Kiev, Ucraina, 23-24 aprilie 2018, premiul II

2. Atudorei D., Voinea A., Cimpoi A., Stroe S.G., Codină G.G., 2018, *Influence of different inulin types on bread physical characteristics, crumb structure, sensory texture profile and acceptability*, lucrare prezentată la International Scientific Conference of Young Scientists and Students “Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution”, Kiev, Ucraina, 23-24 aprilie 2018, premiul II

3. Voinea A., Musteață C., 2018, *Optimizarea compoziției amestecului din făină de grâu tip 550, inulină și fier pentru îmbunătățirea calității pâinii prin metoda experimentelor programate*, lucrare prezentată la Conferința națională studențească Provocări și oportunități privind valorificarea deșeurilor agro-alimentare, Sibiu, România, 17-19 mai

4. Cimpoi A., Voinea A., Atudorei D., Bosînceanu A., Ierimiciuc Vasile M., 2018, *Amada's bread*, lucrare prezentată la Conferința națională pentru crearea de produse alimentare inovative, Ecotrophelia România-faza locală, Suceava, România, 21 aprilie

5. Atudorei D., Cimpoi A., Voinea A., 2018, *Optimization of inulin, calcium and magnesium combination for improving bread from white wheat flour*, lucrare acceptată spre prezentare la Conferința internațională studențească Student în Bucovine, Suceava, România, 12-13 noiembrie

Propuneri de Brevete de Inventii - înregistrate la Oficiul de Stat pentru Inventii și Mărci București pe tematica proiectului:

1. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., *Pâine neagră cu oligofructoză fortificată cu săruri minerale de calciu și magneziu și procedeu de obținere a acesteia*. A/00753 din 28/09/2018

2. Codină G.G., Zaharia D., Dabija A., *Pâine cu inulină din făină de grâu rafinat fortificată cu săruri minerale de calciu și magneziu și procedeu de obținere a acesteia*. A/00752 din 28/09/2018

3. Codină G.G., Zaharia D., Mironeasa S., *Pâine neagră cu oligofructoză îmbogățită în fier și procedeu de obținere a acesteia*. A/00751 din 28/09/2018

Rezumat

Proiectul 8BG/2016 a facilitat utilizarea expertizei echipei de implementare a proiectului de la Facultatea de Inginerie Alimentară din cadrul Universității “Ștefan cel Mare” din Suceava în vederea optimizării procesului tehnologic de obținere a produselor de panificație îmbogățite în fibre solubile (inulină) și minerale pentru obținerea de produse finite de calitate superioară. La nivel de laborator au fost experimentate peste 200 de mixuri de făină de grâu tip 550 și 1250 cu inulină și minerale (Ca, Mg, Fe bivalent) atât din punct de vedere al comportamentului acestora în procesul de fabricație cât și din punct de vedere al calității produselor de panificație.

Au fost definitivate rețetele și tehnologia de fabricație la nivel de laborator pentru 4 produse de panificație pentru care s-au depus cereri de brevet de invenție și care au fost testate prin microprobe pe linie tehnologică la nivel industrial. Produsele obținute au fost: *pâine albă din făină de grâu tip 550 cu inulină și fortificată cu calciu și magneziu*, *pâine albă din făină de grâu tip 550 cu inulină și fortificată cu fier*, *pâine neagră din făină de grâu tip 1250 cu oligofructoză și fortificată cu calciu și magneziu*, *pâine neagră din făină de grâu tip 1250 cu oligofructoză și fortificată cu fier*.

Participarea studenților masteranzi în acest proiect a contribuit la dezvoltarea experienței profesionale ale acestora în vederea angajării pe piața muncii. Dintre studenții masteranzi implicați în proiect, 3 dintre aceștia s-au angajat deja în fabrici de profil din domeniul de morărit-panificație, 1 student a fost admis la studii de doctorat și 1 student urmează să se înscrie la doctorat în domeniul Ingineria Produselor Alimentare cu teme de cercetare pe panificație.



Fig. 1. Probe de pâine obținute în condiții de laborator





Fig. 2. Probe de pâine obținute în condiții industriale