

**CONTRACT EUREKA NR. 131/01.01.2020
COD PROIECT PN-III-P3-3.5-EUK-2017-D-0111**

**INNOVATIVE COMPOSITE FLOURS TO IMPROVE THE
NUTRITIONAL QUALITY OF FORTIFIED BAKERY
PRODUCTS**

**FAINURI COMPOZITE INOVATIVE PENTRU
IMBUNATATIREA CALITATII NUTRITIONALE A
PRODUSELOR FORTIFIATE DE PANIFICATIE**

Acronim: MALTFLOURS!

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

Etapă I – 12/2020

ETAPA 1. Elaborare specificații, proiectare și studii preliminare

Activitatea 1.1.

Seleționarea și caracterizarea materiilor prime cu potențial de utilizare la obținerea de produse de panificație îmbogățite

Activitatea 1.2.

Elaborarea specificațiilor tehnice pentru materiile prime

Activitatea 1.3.

Elaborarea documentației tehnice pentru tehnologia de obținere a ingredientelor și făinurilor cu proprietăți funcționale la nivel pilot

Director de proiect,

dr. ing. Alexandru Ionuț CÎRÎC

Coordonator – ICA Research and Development S.R.L.

Responsabili proiect:

Partner 1 – Universitatea Politehnică București, dr. ing. Mihaela BEGEA

Partner 2 – Dobrogea Grup S.A., ing. Maria PISTOL

CUPRINS

REZUMATUL ETAPEI I – 12/2020

DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ

Activitatea 1.1.

Seleționarea și caracterizarea materiilor prime cu potențial de utilizare la obținerea de produse de panificație îmbogățite

1.1.1. Identificarea unor materii prime potențiale prin investigații de profilare nutrițională și ierarhizarea acestora pe baza compoziției chimice

1.1.2. Caracterizarea fizică (reologică-texturală) și biochimică (activitate enzimatică) a materiilor prime identificate și ierarhizarea acestora pe baza fezabilității tehnologice

1.1.3. Evaluarea fezabilității economice, logistice și tehnologice a utilizării materiilor prime identificate în producție

Activitatea 1.2.

Elaborarea specificațiilor tehnice pentru materiile prime

1.2.1. Elaborarea unor formule de premixuri de panificație pe baze nutriționale

1.2.2. Elaborarea unor tehnologii de utilizare a premixurilor la obținerea aluaturilor

1.2.3. Evaluarea fezabilității tehnologice a obținerii și utilizării în producție a premixurilor

Activitatea 1.3.

Elaborarea documentației tehnice pentru tehnologia de obținere a ingredientelor și făinurilor cu proprietăți funcționale la nivel pilot

1.3.1. Investigarea transformărilor matricelor cu premixuri în timpul amestecării, fermentării și coacerii

1.3.2. Optimizarea și selectarea formulelor de premixuri în funcție de reologia aluatului și textura produsului finit

1.3.3. Analiza senzorială descriptivă a produselor cu premix

Bibliografie selectivă

ANEXĂ: Activitatea de diseminare pentru etapa I – 12/2020

REZUMATUL ETAPEI I – 12/2020

Etapa a debutat cu selecția și caracterizarea materiilor prime ce au fost ulterior testate în scopul proiectului. Pe baza studiului documentar efectuat, s-a realizat identificarea unor

materii prime potențiale prin investigații de profilare nutrițională și ierarhizarea acestora pe baza compoziției chimice. Astfel s-au stabilit ca ingrediente, alături de făina de grâu și făina de secară, și alte materii prime provenite din cereale (malț de orz, malț de grâu, malț de secară, malț de ovăz), pseudocereale (amananth, hrișcă, quinoa), semințe de leguminoase (lupin, soia, mazăre) și oleoproteaginoase (nucă, dovleac, mac, floarea soarelui). Ulterior s-a realizat caracterizarea fizică (reologică-texturală) și biochimică (activitate enzimatică) a materiilor prime identificate în laboratoarele UPB și ICA și ierarhizarea acestora pe baza fezabilității tehnologice, și evaluarea fezabilității economice, logistice și tehnologice a utilizării materiilor prime identificate în producție de către Dobrogea și ICA R&D.

Pe baza studiilor și analizelor de laborator efectuate în cadrul activității 1.1., s-a trecut, în cadrul activității 1.2. la elaborarea specificațiilor tehnice pentru materiile prime. Au fost elaborate șase formule de premixuri de panificație pe baze nutriționale, fiecare dintre acestea având una sau mai multe variațiuni ce au ținut cont de rezultatele obținute la testarea reologică a premixurilor, astfel încât elaborarea tehnologiilor de utilizare a acestor premixuri la obținerea aluatului să nu devină un obiectiv de neatins. Tot în acest sens s-a realizat evaluarea fezabilității tehnologice a obținerii și utilizării în producție a premixurilor obținute.

Ultima activitate din cadrul actualei etape a avut în vedere elaborarea documentației tehnice pentru tehnologia de obținere a ingredientelor și făinurilor cu proprietăți funcționale la nivel pilot. Astfel, s-a pornit de la studiul transformărilor matricilor cu premixuri pe parcursul fiecăreia dintre etapele tehnologice importante în fluxul tehnologic de fabricarea a pâinii și s-a realizat optimizarea formulelor de premixuri și selectarea formulelor de premixuri în funcție de reologia aluatului și textura produsului finit. Toate produsele obținute în cadrul probelor de coacere realizate pentru fiecare dintre premixurile optimizate au fost analizate senzorial cu o echipă de paneliști instruiți.

În concluzie, obiectivele stabilite pentru această etapă intermediară (nr I, din 12/2020) au fost îndeplinite în totalitate (grad de realizare a obiectivelor – 100%).

Data: 06/12/2020

DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ

Activitatea 1.1.

Seleționarea și caracterizarea materiilor prime cu potențial de utilizare la obținerea de produse de panificație îmbogățite

1.1.1. Identificarea unor materii prime potențiale prin investigații de profilare nutrițională și ierarhizarea acestora pe baza compoziției chimice

Punerea în practică a scopului proiectului de a dezvolta ingrediente și produse de panificație cu valoare nutritivă ridicată, menite a combate – dată fiind ponderea acestor produse în dieta populațiilor central și sud-est-europene – incidența crescândă a îmbolnăvirilor cronice netransmisibile asociate cu alimentația, a urmărit reformularea unor produse tipice existente pe piața românească. Au fost identificate ca pretabile eforturilor proiectului produse de panificație generice obținute din făină albă de grâu, făină integrală de grâu și făină integrală de secară. Îmbunătățirea profilului nutritiv al acestor produse prin reformulare presupune substituirea parțială a materiilor prime de bază cu unele având nutrienți complementari, astfel ca produsele obținute să aibă niveluri semnificativ mai mari de fibre, proteine superioare, vitamine și minerale bioaccesibile, și mai mici de carbohidrați asimilabili . În plus, calitățile organoleptice ale produselor trebuie păstrate sau chiar îmbunătățite.

Tabelul 1. Profilul macronutrienților materiilor¹ prime investigate, g/100g (USDA Food Data Central)

#	Denumire	Umiditate	Proteine	Lipide	Cenușă	Hidrați de carbon		
						Total	Fibre	Zaharuri
1	Grâu ²	13,1	12,61	1,54	1,57	71,18	12,2	0,41
2	Grâu ³	12,76	15,4	1,92	1,89	68,03	12,2	0,41
3	Grâu ⁴	9,57	11,31	1,71	1,52	75,9	12,2	0,41
4	Secară	10,6	10,34	1,63	1,57	75,86	15,1	0,98
5	Triticală	10,51	13,05	2,09	2,23	72,13	14,2	0,76
6	Orz	9,44	12,48	2,3	2,29	73,48	17,3	0,8
7	Ovăz	10,84	13,15	6,52	1,72	67,7	10,1	0,99
8	Amarant	11,29	13,56	7,02	2,88	65,25	6,7	1,69
9	Hrișcă	9,75	13,25	3,4	2,1	71,5	10	0,04
10	Quinoa	13,28	14,12	6,07	2,38	64,16	7	0,87
11	Năut	7,68	20,47	6,04	2,85	62,95	12,2	6,5
12	Mazăre	8,69	23,12	3,89	2,67	61,63	22,2	3,14
13	Linte	8,26	24,63	1,06	2,71	63,35	10,7	2,03
14	Lupin	10,44	36,17	9,74	3,28	40,37	18,9	4,08
15	Soia	8,54	36,49	19,94	4,87	30,16	9,3	7,33
16	Arahide ⁵	6,39	26,15	49,6	2,03	15,83	9,5	3,35
17	Nuci	4,07	15,23	65,21	1,78	13,71	6,7	2,61
18	Floarea-soarelui	4,73	20,78	51,46	3,02	20	8,6	2,62
19	Dovleac	5,23	30,23	49,05	4,78	10,71	6	1,4
20	Mac	5,95	17,99	41,56	6,37	28,13	19,5	2,99
21	In	6,96	18,29	42,16	3,72	28,88	27,3	1,55

1 – semințe mature, crude și uscate; 2 – grâu roșu tare de iarnă; 3 – grâu roșu tare de primăvară; 4 – grâu alb tare; 5 – arahide spaniole;

Prin desfășurarea unui studiu bazat pe analiza publicațiilor de specialitate, au fost identificate o serie de materii prime care să servească scopului proiectului. În analiza întreprinsă au fost aplicate două criterii principale: 1) funcțiunea nutritivă; 2) accesibilitatea. Cel dintâi desemnează pretabilitatea materiei prime complementare de echilibra profilul nutritiv al materiei prime de bază. Al doilea criteriu acoperă ușurința procurării materiilor prime complementare de către partenerul-operator industrial și alți eventuali procesatori ce activează pe piața europeană, și ia în calcul disponibilitatea comercială și prețul de achiziție.

Tabelul 2. Profilul mineral al materiilor¹ prime investigate, mg/100g (USDA Food Data Central)

#	Denumire	Ca	Fe	Mg	P	K	Na	Zn	Cu	Mn	Se ⁶
1	Grâu ²	29	3,19	126	288	363	2	2,65	0,434	3,985	70,7
2	Grâu ³	25	3,6	124	332	340	2	2,78	0,41	4,055	70,7
3	Grâu ⁴	32	4,56	93	355	432	2	3,33	0,363	3,821	70,7
4	Secară	24	2,63	110	332	510	2	2,65	0,367	2,577	13,9
5	Triticală	37	2,57	130	358	332	5	3,45	0,457	3,21	71
6	Orz	33	3,6	133	264	452	12	2,77	0,498	1,943	37,7
7	Ovăz	52	4,25	138	410	362	6	3,64	0,391	4,92	28,9
8	Amarant	159	7,61	248	557	508	4	2,87	0,525	3,333	18,7
9	Hrișcă	18	2,2	231	347	460	1	2,4	1,1	1,3	8,3
10	Quinoa	47	4,57	197	457	563	5	3,1	0,59	2,033	8,5
11	Năut	57	4,31	79	252	718	24	2,76	0,656	21,306	0
12	Mazăre	46	4,73	63	334	852	5	3,49	0,809	1,19	10,7
13	Linte	35	6,51	47	281	677	6	3,27	0,754	1,393	0,1
14	Lupin	176	4,36	198	440	1013	15	4,75	1,022	2,382	8,2
15	Soia	277	15,7	280	704	1797	2	4,89	1,658	2,517	17,8
16	Arahide ⁵	106	3,91	188	388	744	22	2,12	0,9	2,64	7,2
17	Nuci	98	2,91	158	346	441	2	3,09	1,586	3,414	4,9
18	Floarea-soarelui	78	5,25	325	660	645	9	5	1,8	1,95	53
19	Dovleac	46	8,82	592	1233	809	7	7,81	1,343	4,543	9,4
20	Mac	1438	9,76	347	870	719	26	7,9	1,627	6,707	13,5
21	În	255	5,73	392	642	813	30	4,34	1,22	2,482	25,4

1 – semințe mature, crude și uscate; 2 – grâu roșu tare de iarnă; 3 – grâu roșu tare de primăvară;

4 – grâu alb tare; 5 – arahide spaniole; 6 – în µg/100g;

Materiile prime complementare prospectate pentru studiul de profilare nutrițională au fost selectate din patru grupe majore: 1) cereale; 2) pseudocereale; 3) semințe de leguminoase; și 4) semințe oleoproteaginoase. Profilurile nutritive (macronutrienți, minerale, vitamine B și E, și aminoacizi esențiali și semi-esențiali) ale materiilor prime identificate sunt redată în tabelurile 1-4, valorile fiind extrase din baza de date USDA Food Data Central, una specializată în compoziția chimică a alimentelor, și constituind medii ale unor numere reprezentative de probe pentru matricele în cauză. Concluziile investigațiilor de profilare nutrițională sunt redată în tabelul 5.

Din categoria cerealelor nu se remarcă nicio specie cu un profil nutritiv superior grâului comun tare – mai ales soiurile roșii de primăvară –, din care se obțin făinurile de panificație. Deși există diferențe de compoziție între cereale, acestea nu sunt într-atât de semnificative încât să prezinte complementaritate. Acest aspect este foarte evident în cazul spectrului de aminoacizi. Toate cerealele sunt deficitare în lizină și, prin urmare, niciuna nu poate fi folosită pentru a crește rata de utilizare a proteinelor din grâu. Chestiunea este asemănătoare și în ce privește nivelurile de aminoacizi cu sulf (metionină și cisteină) sau triptofan. În același timp, beta-glucanii solubili din ovăz oferă oportunități de îmbunătățire a profilului nutritiv al produselor de panificație. Iar utilizarea unor cereale malțificate ar crește marja de minerale bioaccesibile și ar aduce îmbunătățiri ale proprietăților organoleptice. În plus, malțurile active enzimatic pot fi folosite pentru a corecta activitatea enzimatică a aluaturilor. Deși malțurile – mai ales cele de ovăz – se prezintă ca o soluție atrăgătoare de mărire a valorii nutritive și senzoriale a produselor de panificație, acestea pot constitui cel mult

materii auxiliare. Cele inactivate pot fi adăugate în mai mare proporție în aluat, fără să afecteze semnificativ biochimia aluatului, de care depind reticularea glutenului și formarea glucidelor fermentescibile. O soluție la valorificarea înaltului grad de bioaccesibilitate a micronutrienților din malțuri poate fi utilizarea acestora la obținerea prefermenților, caz în care activitatea enzimatică nu ar consitui un impediment – dimpotrivă –, iar ponderea de utilizare în aluat ar fi crescută.

Tabelul 3. Profilul vitaminic al materiilor¹ prime investigate, mg/100g (USDA Food Data Central)

#	Denumire	Tiamină	Riboflavină	Niacină	Pantotenat	Piridoxali	Folați ⁶	α-Tocoferol
1	Grâu ²	0,383	0,115	5,464	0,954	0,3	38	1,01
2	Grâu ³	0,504	0,11	5,71	0,935	0,336	43	1,01
3	Grâu ⁴	0,387	0,108	4,381	0,954	0,368	38	1,01
4	Secară	0,316	0,251	4,27	1,456	0,294	38	0,85
5	Triticală	0,416	0,134	1,43	1,323	0,138	73	0,9
6	Orz	0,646	0,285	4,604	0,282	0,318	19	0,57
7	Ovăz	0,46	0,155	1,125	1,35	0,1	32	0,42
8	Amarant	0,116	0,2	0,923	1,457	0,591	82	1,19
9	Hrișcă	0,101	0,425	7,02	1,233	0,21	30	0,63
10	Quinoa	0,36	0,318	1,52	0,772	0,487	184	2,44
11	Năut	0,477	0,212	1,541	1,588	0,535	557	0,82
12	Mazăre	0,719	0,244	3,608	0,962	0,14	15	0,12
13	Linte	0,873	0,211	2,605	2,14	0,54	479	0,49
14	Lupin	0,64	0,22	2,19	0,75	0,357	355	0,82
15	Soia	0,874	0,87	1,623	0,793	0,377	375	0,85
16	Arahide ⁵	0,675	0,135	15,925	1,769	0,348	240	6,56
17	Nuci	0,341	0,15	1,125	0,57	0,537	98	0,7
18	Floarea-soarelui	1,48	0,355	8,335	1,13	1,345	227	35,17
19	Dovleac	0,273	0,153	4,987	0,75	0,143	58	2,18
20	Mac	0,854	0,1	0,896	0,324	0,247	82	1,77
21	În	1,644	0,161	3,08	0,985	0,473	87	0,31

1 – semințe mature, crude și uscate; 2 – grâu roșu tare de iarnă; 3 – grâu roșu tare de primăvară; 4 – grâu alb tare; 5 – arahide spaniole; 6 – în μg/100g;

Din categoria pseudocerealelor, amarantul, hrișca și quinoa se prezintă ca soluții robuste de creștere a valorii nutritive a produselor de panificație, nu atât prin profilul de macronutrienți – acesta fiind foarte asemănător cu al cerealelor – cât prin profilurile de minerale și, mai ales, aminoacizi. Cele trei pseudocereale au niveluri aproximativ duble de lizină, Ca și Mg. În plus, quinoa are un conținut considerabil de folați, substanțe vitaminice subreprezentate în categoria cerealelor. Substituirea făinurilor de cereale în proporție de peste 20% cu făinuri de pseudocereale reprezintă o soluție pragmatică – atât eficientă, cât și convenabilă – de îmbunătățire a calității nutritive a produselor de panificație. Paritatea nivelurilor de fibre și proteine dintre grâu și secară, pe deoparte, și amarant, hrișcă și quinoa, pe de altă parte, face necesară utilizarea unor surse adiționale de proteine și/sau fibre. Semințele leguminoaselor prezintă conținuturi semnificativ mai mari din cele două categorii de macronutrienți comparativ cu cerealele. În plus, proteinele semințelor leguminoaselor sunt cunoscute a avea niveluri superioare de lizină și aminoacizi cu sulf.

Tabelul 4. Profilul de aminoacizi semi-/ esențiali al materiilor¹ prime investigate, g/100g (USDA Food Data Central)

#	Denumire	Trp	Thr	Ile	Leu	Lys	Met	Cys	Phe	Tyr	Val	Arg	His
---	----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

1	Grâu ²	0,16	0,365	0,458	0,854	0,335	0,201	0,322	0,592	0,387	0,556	0,595	0,285
2	Grâu ³	0,195	0,433	0,541	1,038	0,404	0,23	0,404	0,724	0,441	0,679	0,702	0,33
3	Grâu ⁴	0,55	0,351	0,446	0,847	0,331	0,195	0,314	0,583	0,368	0,544	0,589	0,282
4	Secară	0,108	0,289	0,208	0,563	0,286	0,153	0,201	0,435	0,2	0,317	0,454	0,189
5	Tritică	0,157	0,405	0,479	0,911	0,365	0,204	0,275	0,638	0,383	0,609	0,671	0,311
6	Orz	0,208	0,424	0,456	0,848	0,465	0,24	0,276	0,7	0,358	0,612	0,625	0,281
7	Ovăz	0,211	0,42	0,481	0,932	0,463	0,22	0,398	0,638	0,494	0,603	0,725	0,282
8	Amarant	0,181	0,558	0,582	0,879	0,747	0,226	0,191	0,542	0,329	0,679	1,06	0,389
9	Hrișcă	0,192	0,506	0,498	0,832	0,672	0,172	0,229	0,52	0,241	0,678	0,982	0,309
10	Quinoa	0,167	0,421	0,504	0,84	0,766	0,309	0,203	0,593	0,267	0,594	1,091	0,407
11	Năut	0,2	0,766	0,882	1,465	1,377	0,27	0,279	1,103	0,512	0,865	1,939	0,566
12	Mazăre	0,159	0,813	0,983	1,68	1,771	0,195	0,273	1,151	0,518	1,035	1,902	0,586
13	Lințe	0,221	0,882	1,065	1,786	1,72	0,21	0,322	1,215	0,658	1,223	1,903	0,693
14	Lupin	0,289	1,331	1,615	2,743	1,933	0,255	0,446	1,435	1,36	1,51	3,877	1,03
15	Soia	0,591	1,766	1,971	3,309	2,706	0,547	0,655	2,122	1,539	2,029	3,153	1,097
16	Arahide ⁵	0,254	0,896	0,92	1,696	0,939	0,321	0,335	1,356	1,063	1,097	3,128	0,661
17	Nuci	0,17	0,596	0,625	1,17	0,424	0,236	0,208	0,711	0,406	0,753	2,278	0,391
18	Fl.-soarelui	0,348	0,928	1,139	1,659	0,937	0,494	0,451	1,169	0,666	1,315	2,403	0,632
19	Dovleac	0,576	0,998	1,281	2,419	1,236	0,603	0,332	1,733	1,093	1,579	5,353	0,78
20	Mac	0,184	0,686	0,819	1,321	0,952	0,502	0,297	0,758	0,727	1,095	1,945	0,471
21	În	0,297	0,766	0,896	1,235	0,862	0,37	0,34	0,957	0,493	1,072	1,925	0,472

1 – semințe mature, crude și uscate; 2 – grâu roșu tare de iarnă; 3 – grâu roșu tare de primăvară; 4 – grâu alb tare; 5 – arahide spaniole.

Deși toate leguminoasele investigate au niveluri proteice superioare cerealelor, iar calitatea acestor proteine este cu mult superioară celor ale cerealelor, doar soia și lupinul se evidențiază ca materii prime ce pot fi folosite în integralitate, sub formă de făinuri, la obținerea aluaturilor și produselor de panificație. Lupinul se remarcă ca având un profil în macronutrienți mai echilibrat, putând funcționa simultan ca o sursă de fibră și ca una de proteine, în contextul unui nivel mediu de lipide. Totodată, are niveluri considerabil mai mari de lizină și aminoacizi cu sulf comparativ cu cerealele panificabile (lizină, min. 4,7× grâu; 6,76× secară), precum și de Ca, K și Cu.

Soia se departajează net ca având cele mai mari niveluri de lizină, triptofan și aminoacizi cu sulf dintre toate materiile prime potențiale investigate – și cu mult peste nivelurile conținute de oricare dintre varietățile de grâu (lizină, min. 6,7×) ori secară (lizină, 9,46×) – și având totodată cel mai mare nivel de proteină. În plus, soia are cele mai mari niveluri de Fe, K, Cu și riboflavină și între cele mai mari niveluri de tiamină, foliați și Ca. Inconveniente moderate sunt nivelul mare de grăsime și cel insuficient de mare de fibre pentru a îmbogăți pâinile din grâu și/sau secară. Prin folosirea unor făinuri parțial sau total degresate, se poate depăși cel dintâi inconvenient, iar prin folosirea simultană a unei fracțiuni concentrate în fibre, cel de-al doilea.

Mazărea constituie o foarte bună sursă de proteine și fibre, cu niveluri mari de lizină și alți aminoacizi esențiali și semiesențiali – nu și de aminoacizi cu sulf. Însă, conținutul mare de carbohidrați asimilabili limitează utilizarea directă a acesteia la îmbunătățirea calității aluaturilor de panificație. Totodată, profilul de micronutrienți nu este semnificativ diferit de al grâului și secarei. Utilizarea unor concentrate sau izolate de proteine și/sau fibre de mazăre ar reprezenta soluția cea mai eficientă de îmbunătățire a calității aluaturilor și produselor de panificație.

Tabelul 5. Recomandări de materii prime și auxiliare pentru realizarea premixurilor

Categorie	Denumire	Formă	Utilizare/ Scop
Cereale	Malț de orz	Activ enzimatic, de culoare deschisă, făină;	Direct în aluat; Corectarea activității amilazice, hemicelulazice, lipazice și fitazice a aluaturilor;
		Inactiv enzimatic, torefiat, făină;	Direct în aluat; Îmbogățirea pâinii în minerale bioaccesibile; Îmbunătățirea proprietăților organoleptice;
	Malț de grâu	Slab-active enzimatic, culoare deschisă, făinuri;	Plămezi pentru obținerea de prefermenți;
	Malț de secară		Îmbogățirea pâinii în minerale bioaccesibile și arabinoxilani și betaglucani solubili;
	Malț de ovăz		
Pseudo-cereale	Amarant	Făinuri integrale;	Direct în aluat;
	Hrișcă		Îmbogățirea pâinii în minerale, vitamine și lizină;
	Quinoa		Îmbunătățirea proprietăților organoleptice;
Semințe de leguminoase	Lupin	Făină integrală;	Direct în aluat; Îmbogățirea pâinii în minerale, vitamine, lizină, aminoacizi cu sulf, proteine totale și fibre;
	Soia	Făină degresată;	Direct în aluat; Îmbogățirea pâinii în minerale, vitamine, lizină, triptofan, aminoacizi cu sulf, proteine totale și fibre;
		Concentrate/izolate de proteine și/sau fibre;	Direct în aluat; Îmbogățirea pâinii în lizină, aminoacizi cu sulf, triptofan, proteine totale și fibre;
	Mazăre	Concentrate/izolate de proteine și/sau fibre;	Direct în aluat; Îmbogățirea pâinii în lizină, aminoacizi cu sulf, proteine totale și fibre;
Semințe oleo-proteaginoase	Nucă	Făinuri degresate sau parțial degresate;	Direct în aluat;
	Dovleac		Îmbogățirea pâinii în minerale, vitamine, lizină, proteine totale și fibre;
	Mac		Îmbunătățirea proprietăților organoleptice;
	Floarea-soarelui		

Semințele oleoproteaginoase reprezintă o bună sursă de proteine și fibre pentru îmbunătățirea calității nutritive a produselor de panificație. Dintre toate materiile prime investigate cuprinse în această categorie, doar nucile nu conțin niveluri suficient de mari de lizină pentru a completa deficitul grânelor panificabile. Semințele de dovleac și mac se evidențiază ca având cele mai mari niveluri de lizină și aminoacizi cu sulf. Arahidele și semințele de floarea-soarelui se evidențiază ca bune surse de tiamină și niacină – micronutrienți care se găsesc la niveluri considerabile și în cerealele panificabile, mai ales în grâu –, dar și se foliați și α -tocoferol. Toate semințele oleoproteaginoase investigate conțin niveluri apreciabile de minerale, semințele de mac constituindu-se într-o foarte bună sursă de calciu (min. 45× grâu; 60× secară). Nivelurile foarte mari de lipide, mai ales cu pondere mare de nesaturare, limitează utilizarea acestor materii prime la obținerea aluaturilor de panificație îmbunătățite sub aspect nutritiv. Soluția identificată este folosirea unor făinuri degresate sau parțial degresate, obținute din șroturile rezultate la fabricarea uleiurilor virgine cu utilizare alimentară specială.

1.1.2. Caracterizarea fizică (reologică-texturală) și biochimică (activitate enzimatică) a materiilor prime identificate și ierarhizarea acestora pe baza fezabilității tehnologice

În baza concluziilor studiului de profilare nutrițională, au fost identificate și procurate materii prime potențiale (tabelul 6). Acestea au fost investigate în vederea determinării proprietăților funcțional-tehnologice: fizice/ reologic-texturale și biochimice/ activitate enzimatică (doar pentru materii prime nerafinate). Proprietățile fizice sunt critice pentru obținerea unor aluaturi cu consistență (visco-plasticitate, cohezivitate) și manevrabilitate pretabile prelucrării industriale, precum și a unor produse finite cu texturi (proprietăți organoleptice mecanice și geometrice) și stabilitate (rezistență la învechire) acceptabile. Proprietățile biochimice sunt, de asemenea, determinante pentru reologia aluatului (continuitatea filmului glutenic), textura (volum) și stabilitate (rezistența la învechire) produselor finite, dar și pentru gust, aromă și calitatea nutritivă (bioaccesibilitatea mineralelor).

Materiile prime recomandate a fi utilizate direct în aluat au fost investigate în vederea determinării următoarelor proprietăți fizice: 1) capacitatea de reținere a apei (WHC); 2) capacitate de absorbție a apei (WAC); 3) capacitate de absorbție a grăsimilor (OAC); 3) index de umflare (SI); 4) capacitate de spumare (FC) și stabilitatea spumei (FS); 5) dimensiunea particulelor (PS).

Reținerea apei se referă la proprietatea matricelor de lega apa prin interacțiuni capilare sau alte forțe fizice slabe, precum și prin interacțiuni electrostatice sau chimice. În cazul făinurilor, aceasta se corelează cu conținutul de amidon nativ și forma granulelor de amidon, precum și cu nivelul de fibre, proteine sau cenușă. Capacitatea de absorbție a apei se referă la apa reținută ce nu poate fi îndepărtată prin procedee obișnuite de uscare, legată prin interacțiuni electrostatice sau chimice. Aceasta se corelează cu nivelul de proteine sau cenușă. Capacitatea de reținere a apei a fost determinată prin metoda descrisă de Mesias și Morales (2017). Făinurile (5 g) au fost plasate într-un tub de centrifugă pre-cântărit la care s-au adăugat 30 ml de apă. Amestecul a fost agitat puternic timp de 1 min, ținut la temperatura camerei timp de 30 min și centrifugat la $1400 \times g$ timp de 15 min. Apa nelegată a fost evacuată și tubul a fost cântărit. Capacitatea de reținere a apei a fost calculată prin următoarea formulă: $WHC = ((\text{masa tubului cu probă și apă reținută} - \text{masa tubului cu proba}) / (\text{masa probei})) \times 100$. Rezultatele sunt exprimate ca procente. Determinarea capacității de absorbție a apei presupune uscarea precipitatului rezultat prin convecție forțată, la $55^\circ C$, până la masă constantă. Capacitatea de absorbție a apei a fost calculată cu formula: $WAC = ((\text{masa tubului cu probă și apă reținută după uscare} - \text{masa tubului cu proba}) / (\text{masa probei})) \times 100$. Rezultatele sunt exprimate ca procente.

Tabelul 6. Lista cu materii prime și auxiliare selectate pentru obținerea premixurilor

#	Denumire	Observații/ Sursă de procurare
1	Făină grâu 650	Materii prime furnizate de Dobrogea Grup (Partener P2), din gama proprie de produse de morărit
2	Făină grâu integrală	

3	Făină secară integrală	
4	Făină amarant	Materii prime obținute prin măcinarea în laborator a unor grâne achiziționate din piață (Magento, RO)
5	Făină hrișcă	
6	Făină quinoa	
7	Făină lupin	
8	Făină malț orz	Malț de tip Pilsner (Weyermann, DE), măcinat în laborator
9	Făină malț biscuit orz	Malț de tip biscuit (Crisp Malt, UK), măcinat în laborator
10	Făină soia degresată	Ingrediente comerciale (Magento, RO)
11	Făină nucă degresată	
12	Făină semințe dovleac degresată	
13	Făină mac parțial degresată	
14	Gluten vital grâu	
15	Proteină mazăre (Pisane)	Ingrediente comerciale (Cosucra, BE)
16	Fibră mazăre (Swelite-C)	
17	Fibră soia (Getex750)	Ingredient comercial (KRALEX, RO)
18	Fibră cicoare (Fibruline)	Ingredient comercial (Cosucra, BE)

Mecanismul absorbției grăsimilor este atribuit în principal reținerii fizice a grăsimii și legării acestora de lanțul nepolar al proteinelor prin interacțiuni hidrofobe. Reținerea grăsimilor are efecte semnificative asupra reologiei aluatului și calității produsului finit. Capacitatea de absorbție a grăsimilor s-a determinat printr-un procedeu similar cu capacitatea de reținere a apei, folosindu-se ulei de rapiță rafinat în loc de apă. În mod diferit, proba s-a agitat la fiecare 5 minute pe durata repaosului, iar centrifugarea s-a condus la $1600 \times g$ timp de 25 min. Capacitatea de absorbție a grăsimilor a fost calculată prin următoarea formulă: $OAC = ((\text{masa tubului cu probă și grăsime reținută} - \text{masa tubului cu proba}) / (\text{masa probei})) \times 100$. Rezultatele sunt exprimate ca procente.

Indexul de umflare sau puterea de umflare este un indiciu al absorbției apei de către granulele de amidon în timpul încălzirii, corelându-se cu raportul dintre amiloză și amilopectină. Totodată, un conținut mai ridicat de proteine și grăsimi reduce puterea de umflare a făinurilor prin inhibarea procesului de hidratare a amidonului, ca urmare a formării de complexuri proteine-amidon sau grăsimi-amidon. Indexul de umflare a fost determinat prin metoda descrisă de Okaka și Potter (1977). Într-un cilindru de 100 mL s-a dispus probă până la marcajul de 10 mL. S-a adăugat apoi apă distilată până la un volum total de 50 ml. Suspensia s-a amestecat prin inversarea cilindrului, imediat după adăugarea apei distilate și după 2 minute de repaus. După încă 8 minute de repaus, a fost măsurat volumul sedimentului. Indexul de umflare a fost calculat cu formula: $SI = ((\text{volumul sedimentului cu probă hidratată} - \text{volumul probei}) / (\text{volumul probei}))$. Rezultatele sunt exprimate ca fracție.

Tabelul 7. Proprietățile fizice ale materiilor prime și auxiliare selectate

#	Denumire	WHC, %	WAC, %	OAC, %	SI	FC, %	FS, %	PS, %
1	Făină grâu 650	141,5	38,4	145,8	0,7	12,8	2	98
2	Făină grâu integrală	116,2	40,3	128,8	0,8	10,1	1,3	62,2
3	Făină secară integrală	124,8	39,7	121	1	10,1	1,2	36,4
4	Făină amarant	120,5	36,8	131,2	0,8	12,4	2	11,5
5	Făină hrișcă	127	40,1	120,9	0,9	10	1,1	13,7
6	Făină quinoa	122,4	40	137,8	0,8	29,2	5	12,4
7	Făină lupin	336,2	129	221,6	1,5	105	38	49,6
8	Făină malț orz	157	33,6	164,9	0,9	16,4	6	25,1

9	Făină malț biscuit orz	139	31,5	110	0,8	14	8	28,3
10	Făină soia degresată	369,4	125,1	198	1,1	37	28	48
11	Făină nucă degresată	357	118	187	1,4	24,3	10,2	3,1
12	Făină sem. dovleac degresată	24,8	17,6	84,2	0,3	5	0	4,5
13	Făină mac parțial degresată	224	105,4	190	0,8	16,4	25	4,2
14	Gluten vital grâu	143,4	110	92,7	0,5	9	0	100
15	Proteină mazăre (Pisane)	238	99,2	225,1	0,6	101	45	91,4
16	Fibră mazăre (Swelite-C)	346,3	21,4	104,6	3,8	28	5	16,1
17	Fibră soia (Getex750)	520	47,8	186,8	4,2	36	11	99,3
18	Fibră cicoare (Fibruline)	151,44	12,31	102,96	n/a	87	17	4,3

Spuma este un coloid format prin captarea unor bule de gaz între pelicule de lichid sau solid. Acestea pot fi produse prin încorporarea rapidă a gazului într-un lichid viscos. Făinurile sunt capabile să genereze spume datorită proteinelor conținute, care sunt tensioactive. Se presupune că capacitatea de spumare depinde de flexibilitatea lanțurilor proteice. Proteinele globulare, cu o structură terțiară solidă, au o capacitate redusă de spumare. Capacitatea de spumare și stabilitatea spumei sunt indicii ale reținerii dioxidului de carbon în matrice în timpul dospirii, alături de extensibilitatea aluatului. Acestea au fost determinate aplicând metoda dezvoltată de Narayana și Narsinga Rao (1982). O probă de 1 g făină a fost adăugată în 50 ml apă distilată la 30 ± 2 °C într-un cilindru gradat. Suspensia a fost apoi amestecată și agitată timp de 5 minute pentru spumare. Volumul de spumă la 30 s după batere a fost exprimat ca capacitate de spumare folosind formula: $FC = ((\text{volumul amestecului de probă după de batere} - \text{volumul amestecului de probă înainte de batere}) / (\text{volumul amestecului de probă înainte de batere})) \times 100$. Rezultatele sunt exprimate ca procente. Volumul spumei a fost determinat după 1 h pentru a aprecia stabilitatea spumei, calculată folosind formula: $FS = ((\text{volumul amestecului de probă după 1 h} - \text{volumul amestecului de probă după batere}) / (\text{volumul amestecului de probă după de batere})) \times 100$. Rezultatele sunt exprimate ca procente.

Dimensiunea particulelor (PS) a fost exprimată ca procentul masic de făină ce trece printr-o sită 200 μm . Cantități de 100 g din fiecare probă au fost cernute timp de 15 minute. Făina reținută pe sită și cea trecută în vasul colector au fost cântărite și a fost calculat procentul din făina totală trecut prin sită.

Materiile prime recomandate a fi utilizate direct în aluat și rezultate în urma unor prelucrări atermice au fost investigate în vederea determinării activității amilazice. Principalele amilaze ce acționează în aluaturile de panificație sunt alfa și beta-amilazele. Acestea hidrolizează amidonul cu producerea unui spectru larg de zaharuri (de ex. glucoză, maltoză, maltotrioză și dextrine). Alfa-amilaza acționează aleatoriu, rupând legături glicozidice din interiorul catenei de poliglucroză, iar beta-amilaza acționează ordonat, decupând unități maltoză de la capetele reducătoare ale lanțurilor de poliglucroză. Estimarea activității amilazice a fost realizată prin metoda Sandstedt, Kneen, and Blish (1939), care presupune determinarea activității combinate a alfa și beta-amilazei în condiții de reacție standardizate. Metoda poate fi aplicată tuturor categoriilor de făinuri și implică extracția enzimelor din acestea cu apă la 40°C, urmată de hidrolizarea cu acest extract de malț a unei soluții standard de amidon. Conținutul de zaharuri reducătoare formate ca urmare a

activității amilolitice este apoi estimat iodometric. Rezultatul se exprimă în unități SKB, însemnând 1 g de amidon hidrolizat de 1 g făină, în 1 h, la 30°C.

Tabelul 8. Proprietățile biochimice ale materiilor prime selectate

#	Denumire	Activitate amilazică, SKB
1	Făină grâu 650	0,185
2	Făină grâu integrală	0,201
3	Făină secară integrală	0,126
4	Făină amarant	0,332
5	Făină hrișcă	0,247
6	Făină quinoa	0,341
7	Făină lupin	0,111
8	Făină malț orz (Pilsner)	0,69
9	Făină soia degresată	0,092
10	Făină nucă degresată	0,084
11	Făină sem. dovleac degresată	0,079
12	Făină mac parțial degresată	0,098

1.1.3. Evaluarea fezabilității economice, logistice și tehnologice a utilizării materiilor prime identificate în producție

Fezabilitatea utilizării în producție a fost evaluată pe criterii tehnologice, economice și logistice. Criteriile tehnologice au urmărit impactul substituirii materiilor prime de bază (făină de grâu și/sau secară) cu materiile prime complementare relevate de investigațiile anterioare. Pentru aceasta, a fost necesară determinarea compoziției în macronutrienți a materiilor prime selectate (tabelul 9).

Determinarea umidității tuturor probelor s-a făcut prin metoda SR 90:2007, considerată cea mai adecvată scopului proiectului – celelalte metode standardizate disponibile, respectiv SR EN ISO 712:2010 și SR 6124-1:1999, au protocoale de lucru asemănătoare. Metodele presupun, după o pregătire a eșantioanelor pentru analiză, uscarea la etuvă a probei de lucru, la o temperatură cuprinsă între 130°C și 133°C, până la masă constantă.

Proteinele au fost determinate prin calcul, având însă la baza determinarea analitică a azotului total din produs prin metoda Kjeldahl. Metodologia de determinare aplicată a fost în acord cu SR EN ISO 20483:2007, cu mențiunea că factorul folosit la calculul conținutului de proteină a fost 6,25, conform recomandărilor Regulamentul CE 1169/2011. Protocolul de lucru presupune aducerea probei la stadiu de pulbere fină și omogenă, urmată de descompunerea substanțelor organice cu acid sulfuric concentrat în prezența unui catalizator, alcalinizarea produsului de reacție, distilarea și titrarea amoniacului eliberat. Echipamentul utilizat pentru determinarea azotului total a fost o linie completă Buchi, formată din mineralizator cu scrubber și distilator automat asistat de un titrator automat Methrom.

Determinarea lipidelor a avut ca bază standardul analitic SR 91:2007, domeniul de aplicare a standardului incluzând matricele analizate. Standardul se bazează pe metoda

Soxhlet, precedată de hidroliza acida a eșantionului de lucru sub formă de pulbere omogenă. Protocolul a presupus dezagregarea probei prin fierbere acid clorhidric, filtrarea și uscarea rezidului rezultat, extracția cu solvent a grăsimii și cântărirea acesteia după îndepărtarea solventului prin evaporare.

Conținutul total de cenușă din probele analizate s-a realizat prin metoda de lucru prevăzută în standardul SR ISO 2171:2010. Metoda prevede arderea probei pe o plită electrică, întâi la o temperatură mai mică, pentru îndepărtarea apei de cristalizare, apoi prin ridicarea treptată a temperaturii până la carbonizarea probei. Calcinarea probei se face la 500°C, cu creșterea treptată a temperaturii până la obținerea unui reziduu de culoare alb-cenușiu. Cenușa conține un amestec de substanțe anorganice rezultate din reacțiile ce au loc între substanțele anorganice inițiale ale probei (Fe, Mn, Cu etc.) sau între substanțele anorganice și elementele componente ale substanței organice (i.e. C, H, O, S, P și N).

Fibrele au fost determinate ca fibre dietetice totale, aplicând metoda AOAC 991.42. Protocolul de lucru presupune combinarea unei metode enzimatică cu una gravimetrică. Probele se cântăresc în dublu, se usucă, se degresează – dacă au peste 10% conținut de lipide –, se lichefiază cu alfa-amilază termostabilă, sunt tratate cu amiloglucozidază în vederea hidrolizării amidonului, și cu protează pentru ruperea legăturilor peptidice ale lanțurilor proteice. Fibra dietetică solubilă este precipitată cu alcool etilic, rezidul obținut fiind apoi filtrat, spălat cu etanol și acetonă, uscat și cântărit. Fibra dietetică totală este rezidul rezultat în urma digestiei, mai puțin proteina nedigerabilă și cenușa.

Pentru determinarea conținutului de zaharuri s-a folosit metoda de determinare a zahărului total normată prin standardul SR 91:2007. Protocolul de lucru este unul iodometric (variantea Schoorl) și presupune dozarea zahărului reducător din proba de analizat prin reducerea la cald a unei soluții alcaline de sare cuprică. Oxidul cupros rezultat din reacție se titrează indirect cu o soluție de tiosulfat de sodiu de concentrație cunoscută. Rezultatul se corelează apoi cu cantitatea de zaharuri reducătoare din proba de analizat.

Determinarea nivelului de glucide totale este bazată pe o metodă de calcul. Valoarea se află prin scăderea cantităților de apă, cenușă, proteină și lipide ce se găsesc în 100 g probă de încercat (glucide totale = 100 – umiditate – cenușă – proteină – lipide). Pentru a aprecia nivelul de carbohidrați disponibili (asimilabili), din cantitatea totală de carbohidrați se scad cantitățile de fibre și zaharuri (toate valori exprimate la 100 g probă).

Tabelul 9. Compoziția în macronutrienți a materiilor prime și auxiliare selectate, g/100g

#	Denumire	Umiditate	Proteine	Lipide	Cenușă	Hidrați de carbon		
						Total	Fibre	Zaharuri
1	Făină grâu 650	13,36	11,98	1,66	0,47	72,53	2,4	0,31
2	Făină grâu integrală	10,74	13,21	2,5	1,58	71,97	10,7	0,41
3	Făină secară integrală	10,75	15,91	2,22	2,5	68,63	23,8	2,31
4	Făină amarant	11,17	13,05	5,53	2,35	67,37	6,9	1,88
5	Făină hrișcă	11,15	12,62	3,1	2,54	70,59	10	2,6
6	Făină quinoa	7,8	15,6	4,6	2,3	69,7	8,9	2,72
7	Făină lupin	12,37	38,6	9,94	3,41	35,68	20,8	5,1
8	Făină malț orz	8,21	10,28	1,84	1,37	78,3	7,1	0,8
9	Făină malț biscuit orz	1,9	10,9	1,65	1,78	83,77	4,8	0,6
10	Făină soia degresată	7,25	51,46	1,22	6,15	33,92	17,5	15,42

11	Făină nucă degresată	6,92	47,98	1,53	4,75	38,82	20,1	7,12
12	Făină sem. dovleac degresată	5,47	65,05	1,37	9,04	19,07	8,8	4,97
13	Făină mac parțial degresată	6,88	34,61	13,32	12,25	32,94	22,35	4,95
14	Gluten vital grâu	8,2	75,16	1,85	1	13,79	0,6	0
15	Proteină mazăre (Pisane)	6,18	80,42	5,21	5,83	2,36	1,5	0
16	Fibră mazăre (Swelite-C)	9,83	4,5	0,42	3,57	81,68	46,1	0
17	Fibră soia (Getex750)	9,27	21,65	1,08	5,4	62,6	61,4	0
18	Fibră cicoare (Fibruline)	4,96	0,01	0	0,19	94,84	84,8	9,5

Analiza fezabilității tehnologice, economice și logstice a indicat că materiile prime propuse sunt facil de procurat de pe piața ingredientelor și că profilul nutritiv al acestora permite obținerea unor produse de panificație îmbogățite în proteine și fibre, fără a impune costuri exorbitante cu materiile prime. Caracteristicile funcționale ale ingredientelor impun precauții la obținerea aluaturilor, fibrele multora dintre materiile prime necesitând timpi mari de hidratare. O hidratare necorespunzătoare va genera aluaturi cu elasticitate-extensibilitate scăzute, care se vor traduce în vicii de textură ale miezului pâinii (lipsă volum, porozitate neomogenă, consistență tare și uscată). Totodată, activitatea amilazică crescută a pseudo-cerealelor poate genera un exces de zaharuri în aluat, care să modifice proprietățile organelptice ale produselor și să constituie substrat pentru formarea de acrilamidă, ca urmare a proceselor Maillard desfășurate la coacere.

Activitatea 1.2.

Elaborarea specificațiilor tehnice pentru materiile prime

1.2.1. Elaborarea unor formule de premixuri de panificație pe baze nutriționale

În baza rezultatelor activității 1.1, a fost propusă o serie de formule de aluaturi de produse de panificație (tabelul 10), care să fie testate pentru aduna informațiile necesare dezvoltării făinurilor compozite și premixurilor ce vor fi utilizate în etapele următoare ale proiectului, cele ce presupun testare la nivel pilot și semi-industrial.

Tabelul 10. Formulele aluaturilor folosite în experimentări

Cod	Ingredient	Factor %	Cod	Ingredient	Factor %
M1.1	Făină grâu 650	100	M4.2	Făină grâu integrală	100
	Făină amarant	50		Făină semințe mac degresată	25
	Gluten grâu	10		Proteină de mazăre (Pisane)	10
	Proteină de mazăre (Pisane)	15		Făină malț biscuit orz	10
	Fibră de mazăre (Swelite)	15		Gluten grâu	5
	Maia deshidratată	10		Fibră cicoare	5
	Făină malț orz	2		Maia deshidratată	7,5
	Sare iodată	3		Făină malț orz	1,5
M1.2	Făină grâu 650	100	M4.1	Sare iodată	2,3
	Făină quinoa	50		Făină grâu integrală	100
	Gluten grâu	10		Făină semințe dovleac degresată	25
	Proteină de mazăre (Pisane)	15		Proteină mazăre (Pisane)	10
	Fibră de mazăre (Swelite)	15		Făină malț biscuit orz	10

M2	Maia deshidratată	10	M5	Gluten vital grâu	5
	Făină malț orz	2		Fibră cicoare	5
	Sare iodată	3		Maia deshidratată	7,5
	Făină grâu 650	100		Făină malt orz	1,5
	Făină soia degresată	25		Sare iodată	2,3
	Fibră de soia (Getex750)	10		Făină secară integrală	100
	Făină malț biscuit orz	7,5		Făină hrișcă	40
	Fibră cicoare	7,5		Proteină mazăre (Pisane)	20
	Gluten vital grâu	5		Făină malț biscuit orz	10
	Maia deshidratată	7,5		Gluten vital grâu	12,5
	Făină malț orz	1,5		Maia deshidratată	10
	Sare iodată	2,3		Fibră cicoare	5
M3	Făină grâu integrală	100	M6	Făină malț orz	2
	Făină hrișcă	40		Sare iodată	3
	Proteină mazăre (Pisane)	20		Făină secară integrală	100
	Gluten vital grâu	10		Făină nucă degresată	25
	Făină malț biscuit orz	10		Făină malț biscuit orz	10
	Maia deshidratată	10		Proteină mazăre (Pisane)	10
	Fibră cicoare	10		Gluten vital grâu	7,5
	Făină malț orz	2		Maia deshidratată	7,5
	Sare iodată	3		Fibră cicoare	5
				Făină malț orz	1,5
				Sare iodată	2,5

1.2.2. Elaborarea unor tehnologii de utilizare a premixurilor la obținerea aluaturilor

Făinurile compozite și premixurile dezvoltate în cadrul proiectului vor fi concepute a fi utilizate fără o modificare substanțială a procedurilor tehnologice clasice (figura 1). Diferențele necesare a fi operate se impun ca urmare a particularităților fibrelor și proteinelor complementare adăugate aluaturilor. Rata mare de hidratare a fibrelor și proteinelor din leguminoase necesită includerea unei etape de prehidratare a premixurilor înainte de a fi adăugate aluaturilor. Parametrii (durată, timp) de conducere a acestei operațiuni necesită testare la nivel pilot (etapa a II-a).

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

Figura 1. Diagrama de flux pentru tehnologia fabricării pâinii

Îmbogățirea aluaturilor cu fibre și proteine din leguminoase nu are doar beneficiile nutriționale amintite, ci influențează în mod pozitiv și stabilitatea aluatului (figura 3), acesta devenind mai manevrabil, fără a prezenta riscul de structurării rețelei glutenice.

Utilizarea făinurilor degresate de oleoproteaginoase, ingrediente cu proprietăți de hidratare diferite de ale leguminoaselor (viteză mai lentă de hidratare), permite obținerea unor aluaturi cu proprietăți reologice asemănătoare cu ale cerealelor, în cazul acestor variante de produs nefiind absolut necesară această etapă de prehidratare (figura 2). Totuși, prin hidratarea maximală a acestor componente se garantează obținerea unor produse finite cu textură și stabilitate optime.

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

Figura 2. Farinogramă obținută la testarea formulei M4.1

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

Figura 3. Farinogramă obținută la testarea formulei M2, care arată o stabilitate crescută a aluatului

Ratele de hidratare ale aluaturilor și restul parametrilor reologici revelați de analiza farinografică se regăsesc în tabelul 11. Se poate observa că nivelul mare de fibre și proteine determină timpi mari de formare a aluaturilor. Prin includerea perioadei de prehidratare propuse, acești ar fi aduși la unii normali pentru dezvoltarea aluaturilor de panificație. Totodată, pentru cele mai multe dintre formule se observă stabilitatea crescută a aluaturilor, tot ca urmare a creșterii nivelului de componente puternic hidrofile.

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M1.1

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M1.2

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M2

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M3

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M4.1

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M4.2

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M5

M6

Figura 4. Aspectul făinurilor compozite folosite în experimentări

Tabelul 11. Parametrii farinografici obținuți la testarea formulelor

#	Formula	Umiditate %	Rata de hidratare ¹ %	Timp de dezvoltare minute	Stabilitate minute	Relaxare FU
1	M1.1	9,1	59,2	18	10	102
2	M1.2	9	59,3	21	9,8	87
3	M2	8,7	63,6	19,5	11,6	23
4	M3	9,1	61,5	15	21	
5	M4.1	8,6	66,1	14,7	18,9	8

6	M4.2	8,7	64	14,4	18,5	11
7	M5	8,2	67,5	18,4	18,1	56
8	M6	7,8	66,9	12,2	13	54

1 – corectată la 500 FU;

A doua inovație a procesului tehnologic propusă prin proiect o reprezintă utilizarea unor prefermenți obținuți prin cultivarea unor culturi starter de drojdii și bacterii lactice pe plămezi din malțuri de grâu și/sau secară. Această abordare ar elimina inconvenientul activității enzimatică al malțurilor. Mai mult, această activitate ar fi valorificată prin transformările benefice pe care le-ar produce asupra plămezilor de cultivare a drojdiilor și bacteriilor lactice.

1.2.3. Evaluarea fezabilității tehnologice a obținerii și utilizării în producție a premixurilor

Fezabilitatea obținerii și utilizării în producție a premixurilor și ingredientelor premixului a fost evaluată pe baza aprecierii calităților de panificație a materiilor prime și ingredientelor achiziționate prin proiect. Făinurile compozite dezvoltate în scop experimental în acest proiect au revelat fără echivoc preabilitatea utilizării lor în producție, practicând adaptările tehnologice discutate la punctul anterior. Desigur, prin dezvoltarea și optimizarea unei tehnologii de producere a ingredientelor din materii prime agricole, aplicabilitatea formulelor de premixuri ar fi mult îmbunătățită.

Activitatea 1.3.

Elaborarea documentației tehnice pentru tehnologia de obținere a ingredientelor și făinurilor cu proprietăți funcționale la nivel pilot

1.3.1. Investigarea transformărilor matricelor cu premixuri în timpul amestecării, fermentării și coacerii

Investigațiile întreprinse au indicat 2 fenomene majore ce necesită o înțelegere aprofundată, care sunt determinante pentru obținerea produselor dezvoltate, cu adaptările tehnologice propuse: 1) capacitatea mare de hidratare a aluaturilor, care se revelează mai lent decât în cazul unor aluaturi tipice de panificație (figura 5) și care necesită o prehidratare a premixurilor compuse din materiile prime complementare înainte de a fi adăugate aluatul de bază (format din materia primă principală – făina de grâu sau secară); 2) activitatea amilazică crescută a pseudocerealelor, care poate genera un exces de zahăr în aluaturi, dacă nu este controlată atent Ținând cont că cele mai multe dintre făinuri necesită corecție a

activității enzimatice, aceasta poate fi făcută luând în calcul activitatea amilazică a pseudocerealelor.

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

Figura 5. Farinogramă obținută la testarea formulei M1,1, care arată hidratarea bruscă a proteinelor și fibrei din mazăre

Una dintre adaptările tehnologice propuse, respectiv aplicarea unui procedeu indirect, cu utilizarea unor prefermenți obținuți din plămezi de malțuri active enzimatic de grâu și/sau secară, ar putea servi ca factor de corecție suplimentar pentru activitatea enzimatică crescută a pseudocerealelor, amilazele acestora acționând foarte lent la valori acide ale pH-ului.

1.3.2. Optimizarea și selectarea formulelor de premixuri în funcție de reologia aluatului și textura produsului finit

Testele reologice și testele de coacere au indicat că abordarea generală a proiectului a fost una corectă. Desigur, comportamentul aluaturilor nu este unul tipic pentru produsele de panificație clasice, nivelurile mari de fibre și proteine având un impact major (figura 6). Însă, dacă se urmărește modificarea semnificativă a proprietăților nutritive ale produselor de panificație, nu trebuie adaptată compoziția la tehnologia existentă, ci invers.

Experimentările întreprinse au demonstrat că formulele propuse, derivate majoritar prin urmărirea unor obiective nutriționale, sunt fezabile, necesitând doar adaptări ale tehnologiei de producție (prehidratarea componentelor premixurilor, utilizarea de prefermenți obținuți cu ajutorul malțurilor). Optimizarea formulelor se pretează a fi făcută la nivel pilot, nu de laborator, impactul adaptărilor tehnologiei fiind semnificativ.

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M2

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M4.1

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M3

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]

M6

Figura 6. Defecte de textură rezultate ca urmare a unei hidratări inadecvate a componentelor aluaturilor

În etapa a II-a a proiectului se impune dezvoltarea și optimizarea unor tehnologii de obținere a ingredientelor necesare formulării făinurilor compozite și premixurilor. Scopul este ca acele ingrediente care nu necesită tehnologii de fracționare, cum sunt făinurile integrale din pseudocereale și leguminoase, să poată fi obținute direct de operatorul industrial, Partenerul P2, din materii prime agricole, pentru a reduce costurile de producție a făinurilor compozite și, implicit al produselor de panificație. Totodată, prin obținerea ingredientelor, proprietățile de panificație ale acestora vor putea fi atent caracterizate și controlate.

1.3.3. Analiza senzorială descriptivă a produselor cu premix

O analiză descriptivă cantitativă a proprietăților senzoriale a fost efectuată conform standardului ISO 13299 de opt panelisti (4 bărbați, 4 femei, cu vârsta cuprinsă între 24 și 40 de ani), selectați anterior dintr-un grup de 16 persoane pentru fiabilitatea, consistența și capacitate discriminatoare. După un ciclu de instruiți despre noțiunile de bază ale analizei senzoriale și câteva teste pentru a monitoriza performanța în recunoașterea gusturilor și mirosurilor de bază, selecția a implicat un test constând în profilarea în orb a două probe egale de pâine în două sesiuni diferite. Înainte de evaluarea efectivă a eșantionului, membrii selectați au fost instruiți prin intermediul a două sesiuni pentru a se familiariza cu vocabularul referitor la descriptorii pâinilor și la gama de intensitate a atributelor. Lista termenilor senzoriali a inclus opt descriptori (tabelul 12), plus total acceptabilitate, evaluată pe o scară de linie ancorată care a furnizat un interval de scor 0-9.

Tabelul 12. Descriptorii folosiți în analiza senzorială a probelor de pâine

#	Denumire	Definiție	Valori de referință	
			min./ 0	max./ 9
1	Culoarea miezului	Tonul și intensitatea culorii	Alb	Brun-închis
2	Grosimea cojii	Profundimea cojii	Foarte subțire	Foarte groasă
3	Umiditatea miezului	Umiditatea resimțită la atingere și mestecare	Foarte uscat	Lipicios
4	Omogenitatea miezului	Omogenitatea structurii interne	Heterogen	Homogen
5	Coezivitatea miezului	Coezivitatea la rupere și masticare	Sfărâmițos	Foarte coeziv
6	Consistența miezului	Coezivitatea la rupere și masticare	Moale	Tare
7	Aromă tipică	Aromă tipică de pâine proaspătă (albă, integrală grâu sau secară)	Slabă	Puternică
8	Aromă atipică	Aromă neobișnuită/ străină pentru pâine, posibil neplăcută	Slabă	Puternică
9	Acceptabilitate generală	Palatabilitatea	Joasă	Înaltă

Rezultatele obținute în urma analizei senzoriale descriptive sunt redată în tabelul 13. Acestea indică necesitatea formulării atente a produselor și optimizării compozițiilor nu doar pe baza proprietăților funcțional-tehnologice și nutriționale. Impactul nivelului crescut de fibre și proteine este evident și asupra proprietăților organoleptice, nu doar asupra celor tehnologice. Formularea făinurilor compozite și dezvoltarea tehnologiei de utilizare se trebuie să țină cont de caracteristicile fizice ale materiilor prime complementare, o hidratare inadecvată a aluatului putând avea urmări drastice asupra texturii produsului finit. În plus, materiile complementare contribuie cu substanțe de aromă și culoare ce pot polariza atitudinea consumatorilor. Analiza descriptivă a revelat că aceste noi atribute, atipice pentru produsele de panificație, sunt sesizabile, chiar dacă în cazul multora dintre formule palatabilitatea nu pare a avea de suferit. Desigur, extrapolarea rezultatelor testelor descriptive trebuie realizată cu mare precauție, analiza hedonică, întreprinsă cu participarea unei cohorte de consumatori, fiind cea mai elocventă.

Tabelul 13. Scorurile obținute în urma analizei senzoriale descriptive a probelor de pâine

#	Denumire	Formula							
		M1.1	M1.2	M2	M3	M4.1	M4.2	M5	M6

1	Culoarea miezului	3,2	3,4	4,2	7,1	8,2	8,4	7,3	8,5
2	Grosimea cojii	2,2	2,1	3,4	3,5	4,1	4,3	3,7	4,5
3	Umiditatea miezului	3,3	3,2	4,7	4,6	5,1	5,1	3,9	6
4	Omogenitatea miezului	4,4	4,5	6,2	3,9	7,8	7,8	6,1	8,8
5	Coezivitarea miezului	3,2	3,5	4,3	3,7	8,9	8,8	5,1	8,9
6	Consistența miezului	8,1	8,1	5,1	7,8	5,3	5,4	8,2	5,4
7	Arome tipică	6,5	6,9	8,2	8,6	8,6	8,6	8,1	8,9
8	Aromă atipică	8,1	7,8	8,1	8,3	8,1	8	7,9	6,2
9	Acceptabilitate generală	5,1	4,9	6,9	5,3	8,6	8,8	6,8	8,8

Bibliografie selectivă

- 1) AOAC 991.42 - Fibre dietetice totale (TDF) in produsele alimentare utilizând enzime – Metoda enzimatica-gravimetrica
- 2) SR 90:2007 – Faină de grâu. Metode de analiza
- 3) SR EN ISO 712:2010 – Cereale si produse din cereale. Determinarea umidității (metoda de referință)
- 4) SR 6124-1:1999 – Semințe agricole. Determinarea umidității
- 5) SR EN ISO 20483:2007 – Cereale și leguminoase. Determinarea conținutului de azot și calculul conținutului de proteină brută (metoda Kjeldhal)
- 6) SR 91:2007 – Pâine si produse proaspete de patiserie. Metode de analiza
- 7) SR ISO 2171:2010 – Cereale, leguminoase si produse derivate. Determinarea conținutului de cenușă prin calcinare
- 8) SR 91:2007 – Pâine și produse proaspete de patiserie. Metode de analiza
- 9) ISO 13299:2016 – Sensory analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profile
- 10) Regulamentul (UE) nr. 1169/2011 al Parlamentului European și al Consiliului din 25 octombrie 2011 privind informarea consumatorilor cu privire la produsele alimentare
- 11) Mesías M, Morales FJ. Effect of Different Flours on the Formation of Hydroxymethylfurfural, Furfural, and Dicarbonyl Compounds in Heated Glucose/Flour Systems. Foods. 2017; Feb 16;6(2):14. doi: 10.3390/foods6020014
- 12) Okaka JC, Potter NN. Functional properties of cowpea-wheat flour blend in bread making. J Food Sci. 1977;42:828–833. doi: 10.1111/j.1365-2621.1977.tb12614.x
- 13) Narayana K, Narsinga Rao MS. Functional properties of war and heat processed winged bean (Psophocarpus tetragonolobus) flour. J Food Sci. 1982;42:534–538. doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb04976.x

- 14) Sandstedt RM, Kneen E, Blish MJ. A standardized Wohlgemuth procedure for alpha-amylase activity. Cereal Chem. 1939; 16: 712-723

ANEXĂ: Activitatea de diseminare pentru etapa I – 12/2020

Activitatea de diseminare a rezultatelor a constat, la nivelul prezentei etape, din publicarea unei lucrări în revista Agronomy, care este cotelată ISI și este încadrată în Q1:

Nicoleta Radu, Ana Aurelia Chirvase, Narcisa Babeanu, Ovidiu Popa, Petruta Cornea, Lucia Pirvu, Marinela Bostan, Alexandru Ciric, Endre Mathe, Elena Radu, Mihaela Doni, Mariana Constantin, Iulia Raut, Ana Maria Gurban, Mihaela Begea (2020). Study Regarding the Potential Use of a Spent Microbial Biomass in Fertilizer Manufacturing. Agronomy 2020, 10(2), 299. WOS Q1: 000521366400076 - <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/2/299>

De asemenea, în vederea identificării de parteneri, precum și de canale de diseminare și transfer tehnologic pentru tehnologiile și produsele ce vor fi dezvoltate prin prezentul proiect, s-a participat în cadrul acestei etape la următoarele evenimente cu participare internațională:

- evenimentul virtual Innovation Forum, organizat în data de 29.10.2020, care a fost apoi continuat și de o sesiune B2B, la care s-au discutat potențiale colaborări pe subiecte legate inclusiv de tematica prezentului proiect. Astfel, s-au purtat discuții cu domnul Nenad Magazin, conferențiar în cadrul Universității din Novi Sad, Facultatea de Agricultură, Novi Sad, Serbia și cu domnul Clement Diot, European Project Manager în cadrul Innov'Alliance, Avignon, Franța.

- webinar "Focus on Central Eastern Europe – Applied Technology in Food Processing and Manufacturing", un eveniment B2B organizat de APEX Business Chamber of Singapore. Acesta a avut loc în data de 12 noiembrie 2020 și au fost purtate discuții cu reprezentanți ai mediului academic și de afaceri. Menționăm, astfel, printre participanții la discuții pe domnul Lee Chee Wee, Director of Temasek Polytechnic (Singapore), precum și pe domnul Semi Hakim, Co-Founder & CEO of Kők Projeckt (Turcia).

De asemenea, s-a participat la cea de-a 4-a ediție a INGREDIENTS SHOW 2020, care a avut loc în mediul online în zilele de 5 - 9 octombrie, eveniment cu o largă participare din partea mediului academic, dar mai ales a industriei alimentare din România și din Europa

[Figură indisponibilă în versiunea arhivată a raportului]