

FARROTTINI DIN FĂINURI FĂRĂ GLUTEN CU ADAOS DE MICROALGE ȘI PREPARATE PE BAZĂ DE SPIRULINĂ

FARROTTINI FROM GLUTEN FREE FLOUR WITH THE ADDITION OF MICROALGAE AND BASED PREPARATIONS OF SPIRULINA

Valentina BANTEA-ZAGAREANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

E-mail: valentina.bantea@tpa.utm.md

ORCID ID: 0000-0003-4886-2980

Tudorița BOTNARU

Universitatea Tehnică a Moldovei

E-mail: tudorita.botnaru@tpa.utm.md

Rezumat: *Cererea pe piață a produselor de panificație fără gluten este tot mai mare datorită faptului că o mare parte a populației suferă de intoleranță la gluten. Totodată pentru ca aceste produse să dispună de careva proprietăți profilactice sau de tratare a anumitor afecțiuni este necesar nu numai de a diversifica materiile prime adăugătoare dar și de a spori valoarea nutritivă a acestora.*

În cadrul acestui studiu au fost analizate tehnologiile și stabilite rețetele optime pentru formarea produselor de panificație cu umiditate redusă cu adaos de microalge și preparate pe bază de spirulină. În urma rezultatelor obținute a fost recomandată tehnologia de fabricare a produselor crocante Farrottini din făină de orez și soriz, cu adaos de 6 % de biomasă de spirulină SP2, spirulina SUPERFOODS și chlorella. Produsele s-au obținut prin metoda bifazică, cu maia lichidă, cu fermentare timp de 24 h la temperatura de 32 °C și coacere timp de 10-15 min. la 210 – 220 °C. Proprietățile cercetate ale produselor obținute au demonstrat influența pozitivă a adaosurilor asupra caracteristicilor fizico-chimice și d.p.v. senzorial. Deci, se poate afirma cu siguranță că, elaborarea tehnologiei de preparare a unui produs de panificație fără gluten, cu adaos de microalge și cu valoare nutritivă crescută, destinat pentru alimentația dietetică s-ar încadra cu certitudine în strategiile și tendințele actuale din sectorul industriei de panificație.

Cuvinte cheie: *fără gluten, orez, panificație, soriz, microalge.*

Abstract: *The demand in the market for gluten-free bakery products is increasing due to the fact that a large part of the population suffers from gluten intolerance. At the same time, in order for these products to have some prophylactic properties or to treat certain conditions, it is necessary not only to diversify the additional raw materials but also to increase their nutritional value.*

In this study, the technologies were analyzed and the optimal recipes were determined for the formation of low-moisture bakery products with the addition of microalgae and spirulina-based preparations.

Following the results obtained, the technology for manufacturing crispy Farrottini rice and sorize products was recommended, with the addition of 6% SP2 spirulina biomass, SUPERFOODS spirulina and chlorella. The products were obtained by the biphasic method, with liquid yeast, with fermentation for 24 h at a temperature of 32 °C and baking for 10-15 min. at 210 – 220 °C. The researched properties of the obtained products demonstrated the positive influence of the additives on the physico-chemical characteristics and from a sensory point of view. So, it can be safely stated that the development of the technology for the preparation of a gluten-free bakery product with the addition of microalgae and with increased nutritional value, intended for dietary nutrition, would certainly fit into the current strategies and trends in the industry sector. bakery.

Keywords: gluten-free, rice, bakery, sorize, microalgae.

Introducere

În industria panificației se folosesc mai multe tehnologii de preparare a produselor de panificație, cum ar fi: aplicarea frământării intensive și rapide a aluatului; cu semifabricate refrigerate; cu aluat congelat; cu culturi starter de bacterii; cu aluat acid uscat; pâine precoaptă [1]. Pentru produsele fără gluten pot fi aplicate diverse tehnologii, însă este necesară monitorizarea riguroasă a parametrilor tehnologici și, de asemenea, procurarea unor utilaje specifice.

În diverse studii se propun tehnologii, produse și rețete a produselor de panificație noi cu funcționalitate sporită concepute cu scopul de a acoperi o paletă largă a nevoilor de consum și diversitate ale bolnavilor de celiachie, pentru persoanele diabetice, dar care pot fi consumate la fel de bine și de toți cei care vor să adopte un stil alimentar sănătos [2]. În acest caz are loc substituirea completă sau parțială a făinii de grâu cu făinuri fără gluten în calitate de materie primă cu rol funcțional (amidon de porumb [3], făina de orez brun, hrișcă, migdale, cocos, konjac, sorg, soia [4], semințe și făină de chia [2], spelta [5, 6].

Făinurile sau amestecurile fără gluten sunt amestecuri uscate care pot fi utilizate în produsele de panificație, cum ar fi pâinea, pizza, fursecurile, pastelesau prăjiturile [7, 8].

S-au realizat cercetări privind adăugarea de microalge *Spirulina platensis* și a uleiurilor de alge în produsele cu și fără gluten care au condus la o îmbunătățire a calității nutriționale a produselor de panificație și de cofetărie, confirmată de o creștere semnificativă a conținutului de proteine [9-11].

Un alt studiu a propus utilizarea biomaselor uscate din patru tulpini de microalge (*Arthrospira platensis*, *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmis suecica* și *Phaeodactylum tricornerutum*) ca sursă de proteine, antioxidanți și alte molecule bioactive, în biscuiții artizanali de grâu tip crackers. Produsele cu 6% de *A. platensis* și *C. vulgaris* au prezentat un conținut de proteine semnificativ mai mare (13.2 - 13.5%), pentru care s-ar putea afirma că sunt o „sursă de proteine” [12]. De asemenea s-a studiat performanța tehnologică a pastelor fără gluten după adăugarea a două biomaselor de spirulină diferite (*Arthrospira (A.) platensis F & M-C256* și *A. platensis Ox Nature*), aplicând diferite metode de uscare. Rezultatele obținute indică faptul că biomasa *A. platensis* este un ingredient adecvat pentru a îmbunătăți calitatea nutrițională a pastelor, fără a afecta proprietățile sale de gătit și de calitate a texturii, cu o evaluare senzorială favorabilă [13].

Scopul acestei lucrări prevede elaborarea tehnologiei de fabricare și alegerea unei rețete optime pentru formarea unui produs de panificație Farrottini din făinuri fără gluten, cu adaos de microalge și preparate pe bază de spirulină cu evaluarea calității acestora. Farrottini sunt produse de panificație crocante, cu umiditate redusă, cu ulei de măsline extravirgin sau vegetal. Alte sortimente de produse de panificație cu umiditate redusă pot fi sticksurile, galețele, biscuiții. Datorită umidității foarte reduse a produselor, de numai 3 - 4%, și a materialelor stabile din care sunt fabricate aceste produse se pot păstra timp de mai multe luni, în condiții obișnuite de umiditate și temperatură [14].

În acest studiu propunem două surse de făinuri fără gluten: orez și soriz. Sorizul este un hibrid din sorg, asemănător cu orezul, care în prezent se răspândește sub denumirea de soriz (*Sorghum oryzoidum*). Se află pe locul cinci în topul celor mai importante culturi cerealiere din lume după grâu, orez, porumb și orz atât după suprafața plantată, cât și după volumul de producție. [15]. Sorgul (sorizul) nu conține gluten, fiind recomandat în dieta persoanelor cu boala celiacă/intoleranță la gluten. Are o valoare nutritivă ridicată, asigurând 43% din doza zilnică de proteine, se consideră cea mai bună sursă de fibre dietetice și carbohidrați, conține substanțe fitochimice, tanini, care restricționează absorbția amidonului de către organism, reglând astfel nivelul de glucoză și insulină.

Metodologia cercetării

Materiale

Materiile prime folosite la prepararea produselor crocante Farrottini au fost identificate printr-o multitudine de încercări, și în rezultat s-a folosit făina de orez și soriz, de orz, sare de bucătărie, zahăr tos, apă, drojdie comprimată, ulei vegetal de măsline vegetal, amidon de porumb, emulgator DATEM, agar-agar și acid citric.

Metode

Prepararea produsului

În scopul atingerii obiectivului de bază al cercetării s-a decis alegerea metodei de preparare a aluatului pe baza cercetărilor în laborator cu scopul obținerii produselor cu calitate superioare folosind metoda bifazică și monofazică.

Pentru a identifica eficiența metodei bifazice s-au urmărit procedeele de preparare a aluatului prin metoda bifazică: pe bază de maia lichidă, pe bază de maia tradițională și pe bază de maia densă.

La prepararea produsului s-au realizat încercări folosind făinurile cu gluten și fără gluten. Au fost preparate produse cu următoarele combinații: proba martor din făina de orez și de soriz. Pentru diversificarea sortimentului s-a încercat realizarea unor produse de panificație cu umiditate redusă îmbogățite cu adaos de microalge și preparate pe bază de spirulină, de biomasă de spirulină SP2, spirulina SUPERFOODS și *chlorella* în cantitate de 6%.

Metode de determinare a proprietăților fizico-chimice în produsele crocante fără gluten

Umiditate

Conținutul de umiditate a fost determinat prin uscarea probelor într-un cuptor CLN 53 la o temperatură de 130 °C, timp de 45 min. până la obținerea unei mase constante a rezidului uscat [16].

Activitatea apei a_w

Probele de cercetare Farrottini din făină de orez și soriz s-au analizat pentru activitatea apei a_w , prin intermediul aparatului LabSwift- a_w , la temperaturi de 21 – 23 °C [17].

Pentru *aciditatea titrabilă* s-a folosit titrometrul DE-M 19 [18].

Conținutul de grăsime s-a determinat cu ajutorul aparatului semiautomat Seria ser 148 cu aplicarea extractului de solvenți- hexan [19].

Analiza senzorială descriptivă cantitativă a fost efectuată la Departamentul Produselor Alimentare, Universitatea Tehnică a Moldovei. Au fost selectați 9 evaluatori pentru a evalua caracteristicile senzoriale ale produselor crocante Farrottini. Aceste produse s-au analizat după aspect exterior: formă, suprafața; gust și miros, culoare și fragilitate. Toate atributele au fost evaluate pe o scară hedonică de 5 puncte conform ISO 22935-3:2009 [20].

Rezultate și discuții

Cu scopul alegerii procedeeului de fabricare și a rețetelor optimale a produselor de panificație fără gluten s-a urmărit: alegerea și stabilirea tipului și calității făinii fără gluten; selectarea și stabilirea calității și cantității necesare de alte materii în compoziția de rețetă; optimizarea factorilor optimali de sporire a procesului de fermentare. Conform surselor bibliografice s-au ales următorii parametri de fermentare: $\tau = 24$ h, $t = 32$ °C, $\phi = 80\%$ [5].



Figura 1. Farrottini din făină de grâu 100%; amestec pe bază de făină de grâu și făină de soriz; făină de soriz și făină de orz în diferite proporții

Deoarece făinurile de grâu sunt considerate mai ușor prelucrabile, inițial s-a urmărit procedeul de fabricare prin metoda monofazică utilizând 100% de făina de grâu. Totodată s-au propus și alte variante: a) pe bază de făină de grâu și făină de soriz, în proporție de 1:1, b) făină de soriz și făină de orz, în raport de 85% și 15% ș.a. (figura 1).

De asemenea, la utilizarea făinii de grâu s-a propus metoda de preparare pe bază de maia lichidă cu diferit conținut de făină, de 30, 15 și 0% făină de grâu și 15% făină de orz (mediu nutritiv), respectând aceeași durată de fermentare, de 24 h. După procedeele utilizate s-a constatat că metoda pe bază de maia a fost mai eficientă deoarece a dat produsului caracteristici mai bune, determinate în special de porozitate și volum (figura 2).



Figura 2. Farrotti cu conținut de făină în maia lichidă, de 30, 15 și 0% făină de grâu și 15% făină de orz

După procedeele utilizate s-a constatat că maiaua cu 15% făină a fost cea mai eficientă, deoarece produsul obținut a avut o consistență elastică cu porozitate medie, dimensiunea porilor mijlocii, miez elastic, pereții porilor subțiri, distribuiți uniform; suprafață făinoasă, fără crăpături și gust dulceag. Pentru a îmbunătăți calitățile gustative s-a propus mărirea cantității de sare din rețetă, până la 2.0%. Din cauza că după coacere probele experimentale au avut o formă neregulată considerăm că temperatura recomandată din literatura de specialitate (de 180 - 200 °C) este prea mare, de aceea o modificăm la 160-200 °C.

În următoarea etapă de cercetare s-a propus alegerea a două tipuri de făină fără gluten și, anume, făina de orez și făina de soriz. S-a urmărit procedeul de preparare a aluatului prin metoda bifazică, cu adăugarea a 15% făină în faza de maia lichidă, cu fermentarea acesteia timp de 24 h la 30 – 32 °C.

Prepararea aluatului constituie o fază importantă a procesului tehnologic de fabricare a pâinii. De modul în care este condusă această etapă și calitatea acestuia depinde în mare măsură calitatea produsului. Aluatul s-a frământat cu adăugarea de maia lichidă, restul făinii din rețetă, sare de bucătărie, zahăr tos, drojdie comprimată în cantitate de 3, 7 și, respectiv, 3%. De asemenea în compoziție s-a utilizat amidonul de porumb care este unul din materiile de fabricare a produselor fără gluten. Amidonul are o importanță destul de mare deoarece, granulele mici de amidon umplu spațiile granulelor mari, formând o matrice uniformă de amidon-hidrocoloid. S-a urmărit că acest avantaj granular a scăzut consistența și a mărit uniformitatea aluaturilor pe bază de amidon pe tot parcursul fermentării. În studiile anterioare realizate s-a urmărit că proprietățile viscoelastice ale diferitelor aluaturi influențează puternic volumul pâinii, iar textura pâinii fără gluten și a pâinii pe bază de amidon prezintă un volum specific mai mare și o duritate mai mică [3]. Cu scopul reducerii învechirii aparente a produselor în probele experimentale s-a adăugat agentul de complexare a amidonului, emulgatorul DATEM. De obicei seria de emulgatori DATEM, SSL/CSL, GMS complexează cu amiloza și inhibă rata de cristalizare a amidonului [21].

Gradul de moliciune al probelor poate fi influențat de creșterea conținutului de apă în miez, de aceea umiditatea în aluat poate fi mărită (2 - 3%). În acest scop în compoziția de rețetă s-a adăugat agar-agarul, care se consideră un agent de legare a apei [22].

Beneficiile adăugării grăsimilor în produsele de panificație apar odată cu înlocuirea în rețetele de fabricare a cantității de grăsimi saturate cu grăsimile mononesaturate. Uleiul de măsline este un ulei care se folosește în diete și cure de slăbire datorită conținutului mare de grăsimi mononesaturate (56 - 83%) [23, 24].

În probele experimentale de asemenea s-a adăugat acidul citric cu scop de substanță-tampon, pentru a regla și a menține mediul specific produsului (pH-ul). De obicei aditivii alimentari sunt substanțe care se folosesc la prepararea unor produse alimentare în scopul ameliorării calității acestora sau pentru a permite aplicarea unor tehnologii avansate de prelucrare [25].

Aluatul frământat a fermentat timp de 2 h la temperatura de 30 – 32 °C, apoi a fost modelat manual, după care a urmat dospirea finală timp de 60 min la temperatura de 30 – 32 °C și umiditatea relativă a aerului

de 80%. Coacerea bucăților de aluat s-a realizat în cuptorul rotativ, la temperatura de 210 – 220 °C timp de 10 – 15 min.

Pentru diversificarea sortimentului s-a încercat realizarea produselor cu umiditate redusă cu adaos de microalge și preparate pe bază de spirulină. Pentru elaborarea rețetelor tehnologice optime s-a studiat riguros materialul documentar cu scopul optimizării dozării în aluat a microalgelor. În rezultat au fost preparate opt tipuri de produse cu următoarele combinații: proba martor cu făină de orez (PM_{orez}), proba martor cu făină de soriz (PM_{soriz}) și, respectiv, pentru cele două făinuri probe cu adaos de *SP2*, *SUPERFOODS* și *chlorella*, în cantitate de 6.0% față de masa făinii (figura 3).

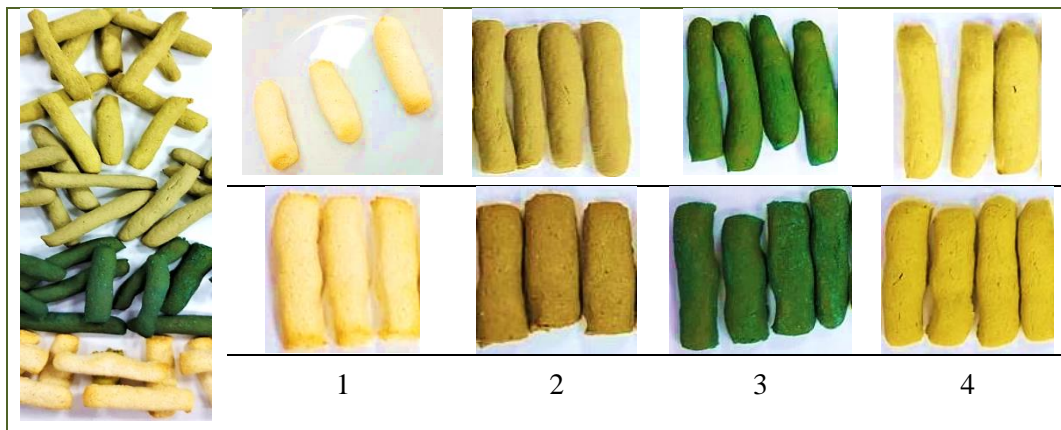


Figura 3. Farrotini din făină de orez și soriz: 1 – proba martor PM_{orez} și PM_{soriz} ; 2 – cu biomasă de spirulină *SP2*; 3 – cu spirulină *SUPERFOODS*; 4 – cu *chlorella*.

Produsele finite s-au analizat după conținutul de umiditate, activitatea apei, aciditate, grăsime și din punct de vedere senzorial.

Influența adaosului de microalge și preparate pe bază de spirulină asupra conținutului de umiditate și activității apei

Pentru început, cantitatea de umiditate și activitatea apei au fost determinate în probele de Farrotini din făinuri fără gluten. Datele obținute sunt prezentate în figura 4 și 5.

Din datele prezentate concluzionăm că adaosul de biomasă de spirulină *SP2* (*SSP2*), spirulina *SUPERFOODS* (*SSFOODS*) și *chlorella* (*SCh*) în probele de coacere a influențat semnificativ calitatea produselor finite.

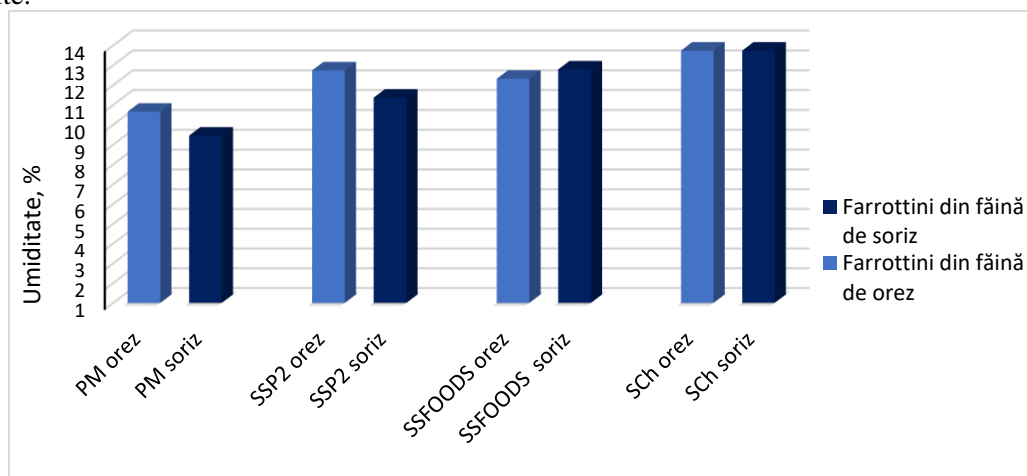


Figura 4. Conținutul de umiditate în probele de Farrotini din făinuri fără gluten cu microalge

După cum se observă adaosul mărește conținutul de umiditate comparativ cu proba martor. Pentru probele din făină de orez urmărim valori mai mari cu 20% la proba *SSP2*, cu 16% la proba *SSFOODS* și cu 29% la proba *SCh*. Pentru probele din făină de soriz s-a mărit conținutul de umiditate față de proba martor la proba *SSP2* cu 20%, cu 35% la proba *SSFOODS* și cu 45% la proba *SCh*.

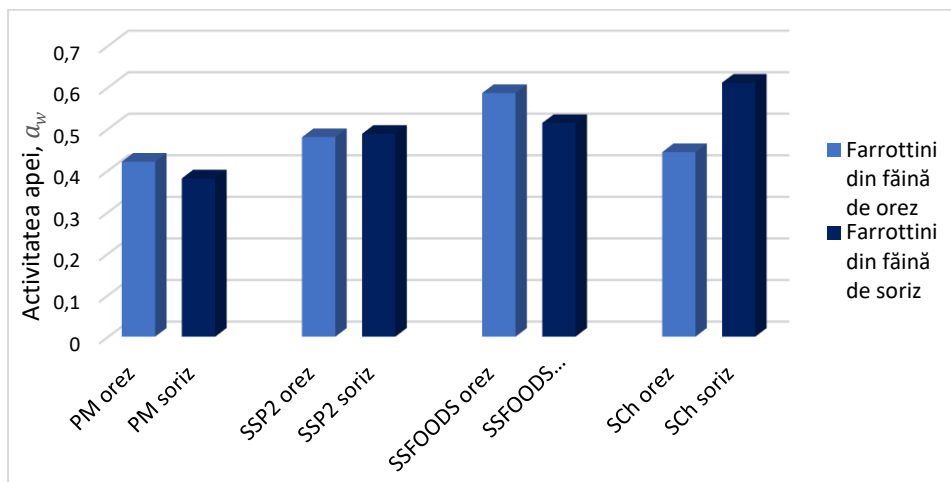


Figura 5. Activitatea apei - a_w în probele de Farrottini din făinuri fără gluten cu microalge

Din rezultatele prezentate în figura 5 se poate observa, de asemenea, o creștere a activității apei comparativ cu martorul, odată cu adăugarea de microalge și preparate pe bază de spirulină. Pentru probele din făină de orez se atestă valori mai mari cu 14% pentru proba SSP2, cu 39% pentru SSFOODS și cu 5% pentru proba SCh.

Pentru probele din făină de soriz, de asemenea se observă o creștere, cu 28% pentru proba SSP2, cu 35% pentru SSFOODS și de 6 ori mai mare pentru proba SCh față de proba martor.

Există o interdependență între conținutul de umiditate și activitatea apei (a_w). Conținutul de umiditate și activitatea apei (a_w) sunt puncte critice ale produselor de panificație cu umiditate redusă, deoarece influențează calitatea și acceptabilitatea produselor pe piață. Astfel la o valoare de 0.52 - 0.2 [26] a activității apei, produsul poate să devină moale și să prezinte aspecte de învechire, astfel pierzându-și din calitate și cantitate.

Creșterea cantității de umiditate cât și a activității apei (a_w) se explică prin faptul că odată cu adăugarea unei cantități de microalge produsul este capabil să rețină apa în cantități mai mari. În acest caz pot fi declanșate unele procese nedorite [27], însă, s-a observat, că pe parcursul a 2 săptămâni produsele nu au demonstrat semne de învechire. Prin urmare cantitatea de adaos nu a influențat negativ asupra conținutului de umiditate și activității apei (a_w). Cele mai bune rezultate s-au dovedit a fi la Farrottini din făină de orez și soriz cu biomasă de spirulină SP2.

Influența adaosului de microalge și preparate pe bază de spirulină asupra acidității titrabile

Aciditatea titrabilă sau aciditatea totală exprimă concentrația totală de acid ce se formează în produsele alimentare. În procesul de fermentare se acumulează o cantitate de acid și cu cât această etapă este mai îndelungată cu atât și valoarea acidității va fi mai mare. În rezultat apare miros puternic de drojdie, gust acid și acru.

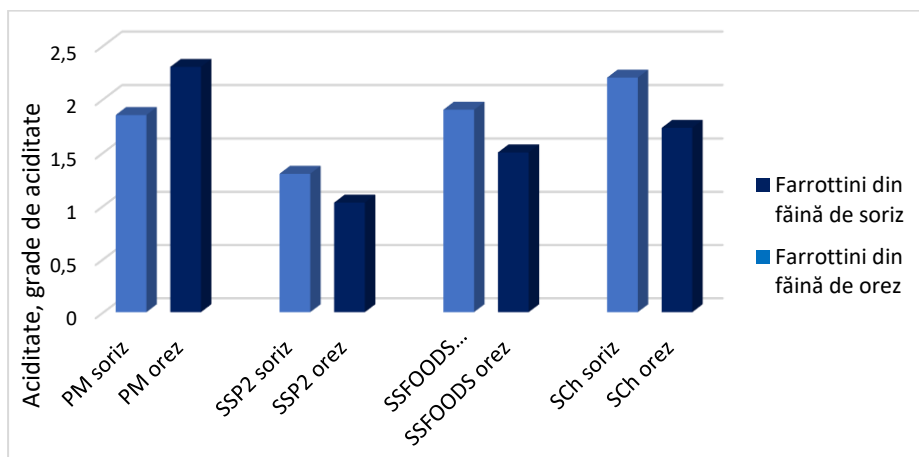


Figura 6. Conținutul de aciditate în probele de Farrottini din făinuri fără gluten cu microalge

În cazul probelor experimentale obținute în acest studiu conținutul de aciditate, în mare parte, s-a format în timpul a 24 h de fermentare a maielei lichide.

După cum se observă în figura 6, conținutul de aciditate în proba martor este mai mare comparativ cu probele în care s-a adăugat microalge și preparate pe bază de spirulină. De aici conchidem că adaosul diminuează conținutul de aciditate.

Prin urmare, se atestă o minimizare a conținutului de aciditate față de proba martor, pentru proba din făină de orez cu adaos de biomasă de spirulină *SP2* (SSP2) cu 4.4%, pentru proba cu spirulina *SUPERFOODS* (SSFOODS) cu 6.5% și pentru proba cu *chlorella* (SCh) cu 7.5%. Aceleași schimbări le putem observa la probele cu făină de soriz, și anume cu 7.0% la proba SSP2, cu 2.0% la proba SSFOODS și cu 9.5% la proba SCh față de proba martor.

Influența adaosului de microalge și preparate pe bază de spirulină asupra conținutului de grăsime

Conținutul de grăsime a produselor variază în funcție de materia primă folosită (figura 7). Conform rezultatelor obținute cea mai mică valoare o atestă proba Farrottini din făină de orez (PM_{orez}). În proba martor din făina de soriz (PM_{sofiz}) se observă o creștere substanțială a cantității de grăsime, de 1.84 ori, comparativ cu proba martor din făina de orez (PM_{orez}). Acest rezultat este determinat de tipul de făină și compoziția chimică a acesteia.

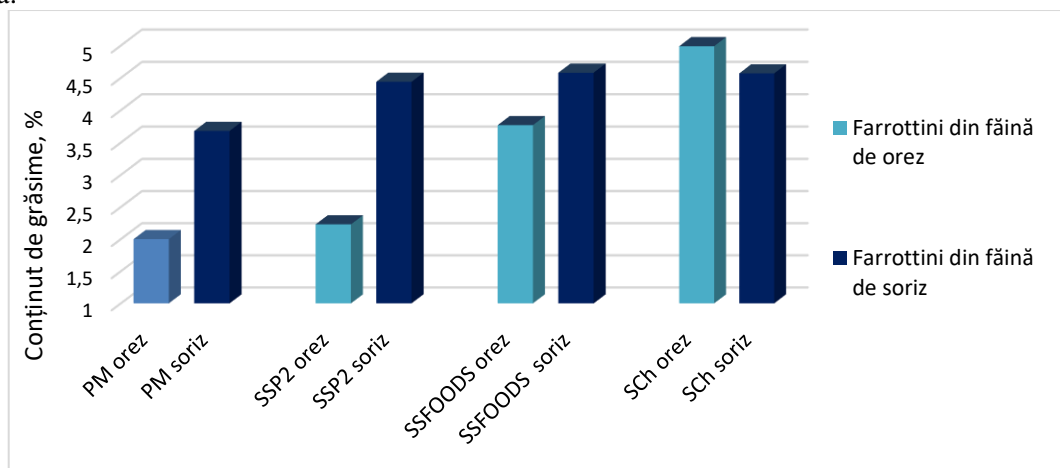


Figura 7. Conținutul de grăsime în probele de Farrottini din făinuri fără gluten cu microalge

În literatura de specialitate, există studii în care s-au obținut valori mai mici al conținutului de grăsime, aceste valori pot fi argumentate prin utilizarea altor tipuri de uleiuri sau a unei cantități mai mici de ulei în rețeta de fabricație [5].

Analiza senzorială

Atributele senzoriale în ceea ce privește aspectul exterior: forma, suprafața, gustul și mirosul, culoarea și fragilitatea probelor Farrottini din făină de orez și soriz cu microalge au fost determinate după o perioadă de 2 zile de la preparare (tabelul 1).

Tabelul 1: Atributele senzoriale pentru Farrottini din făină de orez și soriz cu *SP2*, *SUPERFOODS* și *chlorella*

Atribut senzorial/ Caracteristica	Produs – Farrotini din făină de orez			
	PM _{orez}	Proba SSP2	Proba SSFOODS	Proba SCh
Aspect exterior: Forma	Cilindrică neregulată			
Suprafața	Cu porozitate dezvoltată, fără urme de făină nefrământată			
Gust și miros	Caracteristic produsului, fără gust sau miros străin	Gust pronunțat de spirulină, miros plăcut	Gust pronunțat de spirulină, miros plăcut	Caracteristic produsului, fără gust sau miros străin

Culoare	Nuanță de șampanie	Nuanță de verde kaki	Nuanță de verde imperial	Nuanță de verde de tei
Fragilitate	Fragil	Puțin fragil	Puțin fragil	Puțin fragil
Produs – Farrotini din făină de soriz				
	PM_{sořiz}	Proba SSP2	Proba SSFOODS	Proba SCh
Aspect exterior: Forma	Neregulată			
Suprafața	Cu porozitatea dezvoltată, fără urme de făină nefrământată		Cu porozitate dezvoltată, fără urme de făină, cu crăpături la suprafața	
Gust și miros	Caracteristic produsului, fără gust sau miros străin	Gust pronunțat de spirulină SP2, miros plăcut	Gust pronunțat de spirulină SUPERFOODS, miros plăcut	Caracteristic produsului, fără gust sau miros străin
Culoare	Nuanță de galben sulf	Nuanță de verde măsliniu	Nuanță de verde sabin	Nuanță de verde charteuse
Fragilitate	Fragil			

Toate atributele au fost evaluate pe o scară hedonică de 5 puncte cu prezentarea profilurilor senzoriale (figura 8, 9).

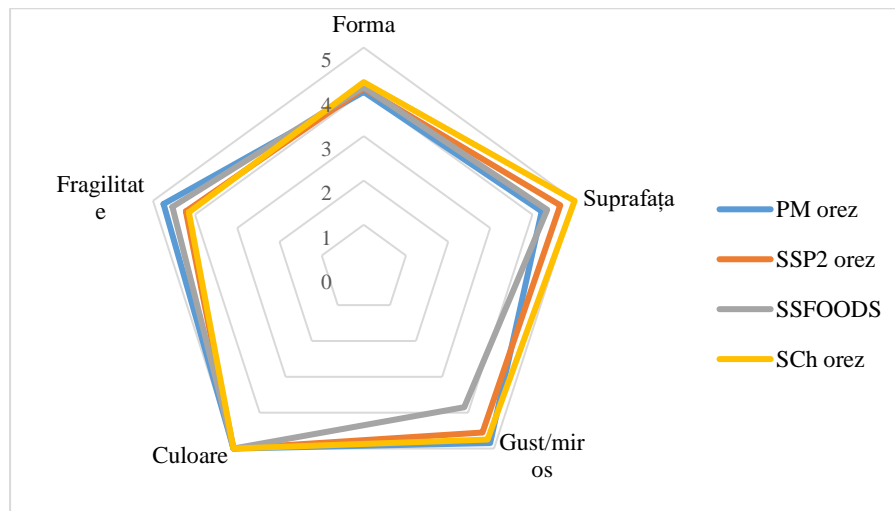


Figura 8. Profil senzorial a probelor Farrotini din făină de orez cu microalge

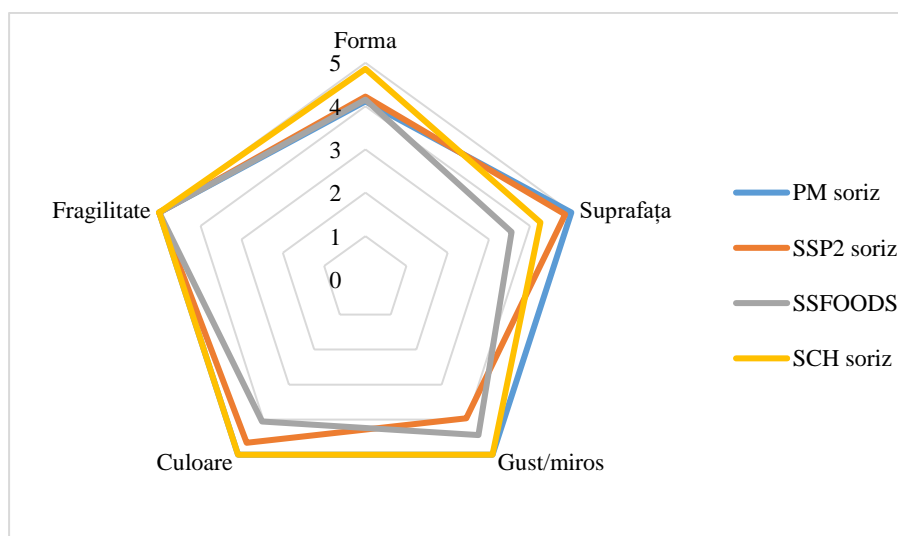


Figura 9. Profil senzorial al probelor Farrotini din făină de soriz cu microalge

Scorurile senzoriale pentru aceste produse nu au relevat o scădere semnificativă a aspectului probelor (4.8 puncte pentru probele martor PM_{orez} și PM_{soriz} , 4.4 puncte pentru 6% SSP2, 4.4 puncte pentru 6% SSFOODS și 4.6 puncte pentru 6% SCh). Scor minim acumulat 4.2 din 5 la proba din făină de soriz cu cu spirulina *SUPERFOODS*).

Concluzii

În ultima perioadă produsele fără gluten au o mare importanță nutrițională, fiind una din sursele principale de alimentație pentru persoanele cu intoleranță la gluten. Făina fără gluten, deasemenea, joacă un rol foarte esențial deoarece pe lângă faptul că nu conține proteine glutenice poate oferi o cantitate de fibre, proteine, polifenoli și vitamine ș.a.

Lucrarea a explorat posibilitatea dezvoltării tehnologiei de fabricare a produselor crocante din făină de orez și soriz Farrottini cu adaos de 6% de biomasă de spirulină *SP2*, spirulină *SUPERFOODS* și chlorellă față de masa făinii. Produsele s-au obținut prin metoda bifazică, pe baza masei lichide, fermentate timp de 24 h la temperatura de 30 - 32°C și coapte la 210 - 220°C timp de 10 - 15 min. Cu scopul optimizării dozării în aluat a microalgelor s-au elaborat rețete tehnologice optime valorificând atât teoretic cât și practic fiecare materie din compoziție. Pentru a îmbunătăți calitățile gustative s-a propus mărirea cantității de sare din rețetă, până la 2.0%.

După rezultatele obținute s-a urmărit o creștere a cantității de umiditate și a activității apei (a_w), aceasta se explică prin faptul că odată cu adăugarea unei cantități de microalge compoziția este capabilă să rețină apa în cantități mai mari. Cele mai bune rezultate s-au dovedit a fi la Farrottini din făină de orez și soriz cu adaos de biomasă de spirulină *SP2*. S-a stabilit că utilizarea adaosurilor contribuie semnificativ la reducerea valorilor de aciditate, cu diferențe care variază în limitele de 4.4 – 9.5% față de proba martor.

S-a constatat că adaosurile de microalge și preparate pe bază de spirulină au potențialul de a mări cantitatea de grăsime din produse, comparativ cu probele martor. Valoarea cea mai mare a cantității de grăsime, de 2.5 ori față de proba martor, o are proba Farrottini din făină de orez cu adaos de *chlorella* (SCh). Studiul a permis să demonstrăm că adaosurile respective au proprietatea de a reține grăsimea în cantități mai mari în produs datorită integrării mai bune a particulelor de grăsime în faza de aluat și reținerea acestora la etapa de coacere. Datorită faptului că în rețetele de fabricare s-a folosit uleiul de măsline (6%) cu conținut esențial de grăsimi mononesaturate (56-83%) aceste produse pot fi considerate mai sănătoase și vor avea mai multe beneficii asupra organismului uman.

În urma analizei senzoriale, toate probele au primit scoruri care le încadrează în următoarele categorii: Produsele au caracteristici pozitive specifice, foarte bine definite, fără defecte cu o acceptabilitate totală de 4.2 – 4.8.

Mulțumiri

Autorii mulțumesc proiectului de Stat nr. 20.80009.5107.09, „Îmbunătățirea calității și siguranței alimentelor prin biotehnologie și ingineria alimentară”, care se desfășoară la Universitatea Tehnică a Moldovei.

Referințe bibliografice

1. Bordei, D., Teodorescu, F., Toma, M. Știința și tehnologia panificației, Editura AGIR, București, 2000, p.108-190.
2. Riviș, A., Cocan, I. Catalog STUDENTFEST. *Editura Agroprint*. Timișoara, 2016. Disponibil online: <https://www.usab-tm.ro/utilizatori/tpa/file/student%20fest/2019/catalog%20student%20fest%202018%20final.pdf>.
3. Martínez, M.M., Gomez, M. Rheological and microstructural evolution of the most common gluten-free flours and starches during bread fermentation and baking. In: *Journal of Food Engineering*, 2017, pp. 78–86. ISSN: 10.1016.
4. 13 tipuri de făină fără gluten (și rețetele în care se potrivesc cel mai bine). 2020. Disponibil online: <https://www.sanovita.ro/blog/13-tipuri-de-faina-fara-gluten-si-retetele-in-care-se-potrivesc-cel-mai-bine/>.
5. Pandare. Farrottini Bio. Disponibil online: https://www.pandare.com/it/Prodotto/92691d86-69e4-43e9-b884-0662cb354d38/Farrottini_Bio.

6. Waga, J., Węgrzyn, S., Boros, D. Utilization of spelt wheat (*Triticum aestivum ssp. spelta*) for improving the nutritional qualities of common wheat (*Triticum aestivum ssp. vulgare*). *Biuletyn-Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin* 2002. pp. 3–16.
7. Bantea-Zagareanu, V., Gurev, A., Dragancea, V., Dodon A. Pastries with functional spirulina platensis ingredients. *Journal of Engineering Science*. 2021, 28(2), pp. 159-170. ISSN 2587-3474. doi:10.52326/jes.utm.2021.28(2).14 (UDC 664.68:582.232).
8. Breahna, N., Sturza, M., Dodon, A., Bantea-Zagareanu, V. Aspecte a utilizării spirulinei în industria de cofetărie. *Materialele conferinței Tehnico-științifice a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților*, 16-18 noiembrie 2017. Chișinău: Tehnica UTM, 2018. Vol. 2. p. 13-16. ISBN 978-9975-45-545-9.
9. Saharan, V., Jood, Sudesh. Vitamins, minerals, protein digestibility and antioxidant activity of bread enriched with spirulina platensis powder. In: *International Journal of Agriculture Sciences*, 2017, pp. 3917-3919, ISSN: 0975-3710.
10. Dodon, A., Bantea-Zagareanu, V., Gurev, A. Researches on the use of spirulina in the production of flour products. *International Euro-Aliment Symposium*, the 10th edition, Galați, Romania, 7-8 October 2021. pp. 75. Available online: http://www.euroaliment.ugal.ro/files/Book_of_abstracts.pdf.
11. SANTE/11276/2017-EN ANNEX Rev. 5, 144 p. Available online: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d12a2981-3751-11e8-b5fe-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_2&format=PDF.
12. Batista, A.P., Niccolai, A., Bursic, I., Rodolfi, L. Microalgae as Functional Ingredients in Savory Food Products: Application to Wheat Crackers. In: *Foods*, 2019, PMID: 31771197.
13. Moraes, C.T., Silva, R.C., Salas-Mellado, M. Elaboration of gluten-free bread enriched with the microalgae *Spirulina platensis*. In: *Brazilian Journal Food Technol.*, 2011, pp. 308-316, doi: 10.4260.
14. Banu, C. Manualul inginerului de industrie alimentară, vol.I, II. Editura Tehnică, București, 1998, 1999.
15. Ce este sorizul și de ce îl cultivă fermierii din Republica Moldova - agointel.ro - 24 februarie 2017. Disponibil online: <https://agointel.ro/74214/ce-este-sorizul-si-de-ce-il-cultiva-fermierii-din-republica-moldova/>.
16. SM EN ISO 712:2017 Cereale și produse din cereale. Determinarea umedității. Metoda de referință.
17. Hank, L. What is water activity? 2016. Available online: <https://www.scientificgear.com/blog/what-is-water-activity>.
18. SM SR ISO 7305:2012 Produse măcinate din cereale. Determinarea acidității libere a materiilor grase.
19. SM GOST R 54053:2013 Produse de cofetărie. Metode de determinare a fracției masice de grăsime.
20. Bantea-Zagareanu V., Popescu L., Gudima A. *Analiza senzorială a produselor alimentare (partea I). Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor de laborator*. Ch.: Editura Tehnica-UTM, 2020. 83 p. ISBN 978-9975-45-625-8
Disponibil online: http://library.utm.md/index.php?pag=22&fname=Lucrarile_Profesorilor&subpag=7.
21. Liu, Xi., Mu, T., Sun, H., Zhang, M., Chen, J., Fauconnier, M. L. Influence of different hydrocolloids on dough thermo-mechanical properties and in vitro starch digestibility of gluten-free steamed bread based on potato flour. In: *Food Chemistry*, 2018, pp. 1064–1074, ISSN: 10.1016. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.047.
22. Enhancing, Y. Employability în Bakery Sector. Project No: 2017-10TR01-KA205-039233 “SP-YOUTH-SHORT-TRAIN - Short-term joint staff training event”. 2018, pp.7.
23. Uleiul de măsline. Nutriție. PCFarm.ro. Disponibil online: <https://www.pcfarm.ro/articol.php?id=269>
24. McKinney, L. Acizi grași: structură, tipuri, funcții, biosinteză. 2021. Disponibil online: <https://ro.warbletoncouncil.org/acidos-grasos-10027>.
25. Norme igienico-sanitare din 16 decembrie 1998. In: Monitorul oficial al Republicii Moldova, nr. 268 din 11 iunie 1999.
26. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых довавок в кондитерской промышленности. Санкт-Петербург, 2010. p. 153-156.
27. Batista, A.P, Niccolai, A., Fradinho, P., Fragoso, S., Bursic, I., Rodolfi, L., Biondi, N., Tredici, M.R., Sousa I., Raymundo A. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and *in vitro* digestibility. *Algal Res.* 2017; 26 : 161–171. doi: 10.1016 / j.algal.2017.07.017.