



A.2.1. -Proiectarea experimentelor de laborator - Proiectarea experimentului de laborator:

Caracteristicile făinii de grâu

1. Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări îl reprezintă furnizarea de informații referitoare la principala materie primă folosită la fabricarea produselor de panificație, făinoase și patiserie. Caracteristicile tehnologice ale făinii sunt foarte variate și influențează într-un mod determinant procesul tehnologic de fabricație precum și calitatea produselor finite. Sunt prezentate principalele tipuri de făină, caracteristicile lor tehnologice. Caracteristicile tehnologice sunt determinate de compoziția chimică și biochimică a făinii și din acest motiv sunt prezentate, pentru o mai bună înțelegere a proceselor tehnologice, și principalele componente chimice și biochimice ale făinii.

2. Introducere

Făina de grâu se obține prin măcinarea boabelor de grâu. Specia de grâu folosită pentru produse de panificație este *Triticum aestivum*, diferite varietăți. Pentru obținerea de făinuri speciale se pot folosi și alte specii de grâu *Triticum monococcum* (Einkorn), *Triticum spelta* (grâu spelt), *Triticum dicoccum* (grâu emmer). Pentru panificație se folosesc în mod extensiv varietăți de *Triticum aestivum*, selecționate în funcție de proprietățile lor de panificare. Pentru obținerea de produse speciale, cum ar fi biscuiții, au fost selecționate varietăți cu potențial mai mic pentru panificare dar care au rezultate mai bune la obținerea unor astfel de produse. Pentru obținerea pastelor făinoase a fost obținute și sunt folosite cu precădere diferite varietăți de *Triticum durum* (grâu dur care este diferit de așa numitul grâu tare).

Părțile componente ale bobului de grâu sunt prezentate în figura 3.1. Prin măcinarea grâului se urmărește atât transformarea bobului în particule de dimensiuni mai reduse cât și îndepărtarea a unei părți cât mai mari din învelișurile care colorează făina și a germenului care, prin conținutul crescut de grăsimi, reduce perioada de păstrare a făinii.



3. Extracția făinii

Extracția unei făini reprezintă cantitatea de făină obținută în urma măcinării raportată la cantitatea totală de grâu intrată în procesul de măcinare. În procesul de măcinare se urmărește îndepărtarea părților exterioare (învelișurile) ale bobului și a germenului. Cu cât extracția făinii este mai mare cu atât făina va avea un conținut mineral mai mare și o culoare mai închisă.

Făina integrală, obținută prin transformarea totală a bobului în făină, are o extracție de 100%. Practic extracția poate fi mai mică cu câteva procente care corespund participăției germenului la masa făinii. Uneori acest germen este îndepărtat pentru a asigura o stabilitate mai mare a făinii în timp.

Odată cu creșterea extracției și a proporției de straturi exterioare care participă la formarea făinii, pe lângă conținutul mineral mai cresc conținutul de fibre, conținutul de grăsimi, conținutul de proteine și ai ales conținutul de enzime.

Extracția directă arată că în timpul măcinării a fost obținut un singur sortiment de făină și toate celelalte produse de măcinăș care nu au putut fi incluse în acest sortiment din cauza compoziției lor se vor regăsi în tărațe. Se mai pot face și extracții multiple, când se obțin mai multe sortimente de făină. În mod obișnuit se obține un sortiment de făină superioară, care are un conținut redus de cenușă, este deschisă la culoare și provine în special din endospermul amidonos al bobului și are un conținut mai crescut de gluten (ex: făina albă tip 480) și o făină inferioară obținută prin combinarea produselor de măcinăș care conțin cantități crescute de învelișuri. Aceasta din urmă are un conținut mineral mai crescut, o culoare mai închisă, un conținut de fibre mai mare, un conținut de gluten mai mic și însușiri de panificare mai reduse (ex: făina neagră tip 1350). Aceste tipuri de făină se pot obține și prin extracție directe. Pe lângă aceste făinuri se mai obțin și tărațe.

Tabelul 1. Caracteristicile fizice și chimice ale făinurilor de diferite extracții

Componentă	Extracția, %					
	100	93	86	78	74	66
Cenușă, % s.u.	1,80	1,36	0,89	0,60	0,52	0,46
Proteină Nx5,7, % s.u.	14,0	14,2	14,4	12,8	12,3	11,9
Fibre, % s.u.	11,4	6,6	2,3	2,0	1,9	1,8
Capacitate de absorbție, %	68	63	59	55	54	53
Volum specific, ml/100g	330	430	500	510	520	520



4. Sortimentele de făină

Extracția făinii reprezintă un indicator al calității făinii și furnizează câteva informații legate de caracteristicile făinii dar nu poate fi folosită ca și un indicator universal orile moderne, cu un măcinș extins practică în mod obișnuit extracții multiple și din procesul de obținere a făinii pot fi îndepărtate unele produse intermediare pentru alte scopuri (ex. grișul de grâu). Alte impedimente țin de gradul utilare a morilor, din același grâu morile cu un măcinș extins vor obține făinuri cu un conținut mineral mai mic pentru aceeași extracție sau vor avea o extracție mai mare pentru același sortiment de făină.

Diferențierea făinurilor se face în funcție de destinația acestora: făină pentru pâine, făină pentru patiserie, făină pentru biscuiți, făină pentru paste, făină pentru uz casnic, etc. Aceste făinuri sunt obținute prin măcinarea unor grăuri selecționate special pentru destinația făinii astfel produsele să prezinte calități superioare deoarece diferitele sortimente de produse necesită făinuri cu anumite însușiri tehnologice.

Pentru obținerea diferitelor sortimente de pâine sunt necesare făinuri diferite și de aceea s-a făcut o standardizare a sortimentelor de făină, acestea sunt împărțite în mai multe tipuri, în funcție de conținutul lor mineral. Astfel tipul făinii se obține prin înmulțirea conținutului mineral al făinii cu factorul 1000.

Tabelul 2. Sortimentele de făină în România

Sortiment de făină	Tipul de făină	Conținut mineral	Observații
Făină superioară	480	0,480	Destinată produselor de franzelărie, specialităților și produselor care necesită o culoare deschisă.
	000*	0,480	Făină tip 000 are același conținut mineral ca și făina tip 480 dar are un conținut de gluten umed minim de 30% și este destinată în special produselor de franzelărie și patiserie (conform standardelor actuale nu se mai impune un conținut de gluten umed minim).
Făină albă	550	0,550	Destinată produselor de franzelărie și specialităților.
	650	0,650	Destinată obținerii pâinii de consum curent.
Făină semialbă	800	0,800	Pentru obținerea pâinii semialbe
	900	0,900	
Făină neagră	1250	1,250	Pentru obținerea pâinii negre
	1350	1,350	



Sub acțiunea influențelor externe, cererii de pe piață și nu în ultimul rând ca urmare a presiunii populației cu un grad de informare crescut, pe piață au apărut sortimente noi de făinuri, cu destinație specială.

Tabelul 3. Sortimente speciale de făină

Sortiment de făină	Specificații tehnologice
Făină integrală	Făină pentru obținerea pâinii integrale și a altor produse cu făină integrală, destinată pentru obținerea unor produse mai puțin rafinate, cu o valoare nutritivă mai apropiată de cea a grâului nativ, cu un conținut mai mare de fibre și eventual o valoare calorică redusă. Se obține prin transformarea integrală a grâului în făină, fără îndepărtarea vreunei fracțiuni.
Făină pentru prăjituri	Făină cu un conținut mineral redus și o culoare deschisă, cu un conținut proteic redus care dezvoltă un gluten slab și extensibil.
Făină pentru patiserie	Făină cu un conținut mineral redus și o culoare deschisă, un conținut de proteine de aproximativ 9%, formează un aluat rezistent dar extensibil, ușor de întins în foi.
Făina „self raising” (care crește singură)	Este o făină destinată obținerii produselor nedospite. În făina de prăjituri se adaugă un amestec de bicarbonat de Na și agenți de acidifiere care în timpul coacerii vor produce gaze și vor afâna produsele. Destinată în special consumului casnic deoarece consumatori industriali își aleg propriile formule de afânare, potrivite pentru produsele fabricate. Pentru ca agenții de afânare să nu reacționeze în timpul păstrării umiditatea făinii va fi menținută sub 13%.
Făina Graham	Făina destinată obținerii unor produse dietetice. În mod tradițional este o făină integrală dar care nu este obținută prin transformarea directă a grâului în făină. Grâul este măcinat în mod tradițional și transformat în făină iar apoi în aceasta sunt adăugate tărâțele măcinate grosier și germenii. Poate fi substituită cu un amestec de făină albă și tărâțe grosiere sau prin amestecarea făinii albe și șroturi de grâu.
Făină pentru biscuiți	Destinată producției de biscuiți, este foarte asemănătoare făinii pentru prăjituri, are un conținut de granule de amidon deteriorate mecanic redus și o activitate amilazică redusă.
Făină organică	Făină destinată obținerii unor produse organice, măcinate din grâu cultivat în anumite condiții. Mai costisitoare decât făina obișnuită, poate fi obținută în toate extracțiile dar datorită destinației pentru alimente speciale cea mai răspândită este făina integrală.
Tărâța	Nu este un sortiment de făină, este un produs obținut prin măcinarea grâului și transformarea lui în făină. Poate fi utilizată pentru obținerea de diferite produse dietetice sau reconstituirea făinii graham. Este foarte importantă granulația pentru caracteristicile produsului finit.



5. Componentele făinii

Compoziția făinii de grâu depinde atât de soiul de grâu din care provine și de condițiile de cultivare ale acestuia cât și de extracția făinii. Însușirile de panificare (proprietățile tehnologice ale făinii) sunt determinate de componentele făinii. Principalele componente din punct de vedere masic dar și tehnologic sunt proteinele și în mod special proteinele glutenice, amidonul, pentozanii, umiditatea, etc.

5.1 Amidonul

Amidonul reprezintă aproximativ 60% din masa umedă făini, este un polimer format din unități de glucoză legate glucidic. Este format din două tipuri de polimeri care diferă din punct de vedere structural dar și funcțional, amiloza și amilopectina. Amiloza are o structură liniară, fără ramificații în care unitățile de glucoză sunt legate numai prin legături α -1,4-glicozidice, masa moleculară este de $\sim 1\,000\,000$ Da și un grad de polimerizare (n) 5000 în timp ce amilopectina prezintă o structură înalt ramificată, la 20-25 legături α -1,4-glicozidice apare o legătură α -1,6-glicozidică. Masa moleculară este de $100\,000\,000$ Da și gradul de polimerizare de $\sim 500\,000$. aproximativ 25% din amidon este constituit din amiloză.

Din punct de vedere tehnologic deosebit de importantă este forma de organizare a amidonului în grâu și făină. Amidonul este sub formă granulară. Granulele de amidon au dimensiuni cuprinse între 1 și 45 μ . Granulele de amidon, ca urmare a structurii lor, se comporta ca si un corp inert în aluat. Ele absorb o cantitatea redusă de apă ($\sim 40\%$ din masa proprie), cantitatea de apă legată este cu atât mai mare cu cât temperatura mediului este mai mare. Granulele de amidon intacte au un rol deosebit în procesul de coacere.

La creșterea temperaturii mediului granulele de amidon se umflă tot mai mult și începând cu temperatura de 54°C are loc dezorganizarea lor, începe procesul de gelifiere – gelatinizare. Primele care încep să gelifice sunt granulele ele mai mari. Temperatura de gelatinizare crește dacă mediul are o umiditate redusă sau dacă sunt prezente substanțe dizolvate în mediu în concentrații mari (sare, zahăr, glucoză, etc.). Pe măsură ce temperatura crește tot mai multe granule vor fi distruse, conținutul lor este eliberat în mediu și ca urmare vâscozitatea mediului crește tot mai mult. Acest proces se numește gelatinizare. La răcire vâscozitatea mediului crește tot mai mult ca urmare a formării



gelului de amidon (gelificare). Acest proces stă la baza formării miezului pâinii. Caracteristicile fizice ale miezului sunt datorate în cea mai mare măsură gelului de amidon și într-o măsură mai redusă gelului proteic format prin denaturarea termică a proteinelor din aluat. Imediat ce procesul de gelificare s-a încheiat începe procesul de cristalizare care constă în formarea unor structuri cristaline prin formarea unor punți de hidrogen între moleculele de amilopectină. Ca urmare structura miezului devine tot mai rigidă și se instalează procesul de învechire. Învechirea gelului de amidon este nulă la temperaturi mai mari de 60°C și în stare înghețată, redusă la temperaturi cuprinse între 20 și 60°C și viteza de învechire (retrogradare a amidonului) este cu atât mai mare cu cât temperatura este mai apropiată de 0°C. Procesul de învechire este reversibil, prin încălzire punțile de hidrogen (legături slabe) se rup și gelul revine la starea inițială. Acest proces sta la baza reîmprospătării pâinii și produselor de panificație prin încălzire).

Procesul de gelificare prezintă importanță tehnologică și prin faptul că se suprapune cu un alt proces, cel de hidroliză enzimatică al amidonului de către α -amilazele prezente în făină. Granulele de amidon prezintă o rezistență foarte mare la acțiunea α -amilazelor ceea ce face ca modificarea lor în timpul procesului tehnologic să fie minimă. α -amilazele au temperatura de inactivare în apropiere de 75°C, temperatură mai mare decât temperatura de gelatinizare a amidonului. (54-63°C). În intervalul de timp în care temperatura din aluat este cuprinsă între 55°C și 75°C granulele de amidon distruse termic sunt hidrolizate enzimatic de α -amilaza activă. Ca urmare amidonul este transformat în produși de hidroliză (dextrine). Cu cât această perioadă este mai lungă și activitatea enzimatică din aluat mai mare cu atât cantitatea de amidon transformată în dextrine este mai mare. Amidonul dextrinizat își pierde capacitatea de forma gel la coacere și miezul pâinii va fi umed, lipicios datorită dextrinelor ce formează soluții. Lipsa acestei conversii face ca gelul de amidon să fie uscat și rigid. Procesul de dextrinizare poate fi folosit și pentru a controla procesul de învechire a miezului, dextrinele micșorează viteza de cristalizare a amilopectinei. Este necesar realizarea unui echilibru între cele două procese pentru a obține în final produse cu un miez uscat dar catifelat și care se învechește lent.



Pe parcursul procesului de măcinare a grâului o parte din granulele de amidon sunt afectate mecanic, sunt fisurate sau sparte (deteriorate). Prin deteriorarea mecanică granulele de amidon își pierd integritatea și organizarea și ca urmare ele nu mai sunt inerte pe parcursul procesului tehnologic. În mod obișnuit făinurile conțin 5 până la 10% amidon deteriorat față de masa făinii. Făinurile obținute din grâne moi au un conținut mai redus de amidon deteriorat în timp ce făinurile obținute din grâne tari, sticloase au un conținut mai ridicat. Granulele de amidon în timpul procesului de frământare absorb cantități mai mari de apă, creșterea conținutului de amidon deteriorat cu 1% conduce la creșterea cantității de apă legată cu 1% (1g granule deteriorate mecanic leagă 2 g de apă în timp ce granulele intacte vor lega numai 0,44 g de apă). Granulele de amidon sunt susceptibile și la atacul amilazelor și prin hidroliza enzimatică a amidonului deteriorat se asigură necesarul de glucide fermentescibile pentru procesele de fermentare din aluat. Pentru aceasta este necesar un minim de 5% granule deteriorate mecanic în făină. Un procent prea mare de granule deteriorate (mai mare de 10%) conduce la hidroliza unei proporții prea mari a amidonului astfel încât în timpul procesului de coacere nu va mai fi suficient amidon care să fie gelatinizat și să formeze o structură fermă a miezului, miezul pâinii va fi moale.

5.2 Proteinele

Conținutul de proteine al făinii variază, și depinde de grâul din care provine, de extracția făinii. Conținutul de proteine al făinii pentru panificație variază între 10 și 12%. În mod obișnuit făinurile de extracție mare au un conținut proteic mai mare decât făinurile de extracție mică deoarece zona centrală a bobului de grâu are un conținut mineral mai redus, conținutul mineral crește către periferia bobului de grâu iar statul aleuronic și germenul au un conținut proteic mult mai mare decât endospermul amidonos. Dintre aceste proteine 15% sunt reprezentate de proteine neglutenice (albumine, globuline, proteine spumante, ligolina, proteina S, glicoproteine, etc.). Aceste proteine sunt proteine funcționale și sunt enzime, inhibitori enzimatici, factori antinutritivi, proteine cu funcții tensioactive, etc. Dar și proteine cu rol de substanțe de rezervă. Proteinele glutenice reprezintă aproximativ 85% din totalul de proteine și ele sunt proteine de rezervă,



depozitate numai în endospermul amidonos sub forma unor granule proteice, distribuite printre granulele de amidon.

Proteinele glutenice sunt reprezentate de fac parte din categoria prolaminelor și a glutelinelor și poartă denumirea de gliadine și glutenine. Există un număr mare de reprezentări ai fiecărei clase de proteine, care se diferențiază prin solubilitate, masă moleculară, conținut de aminoacizi, etc. și ca urmare au proprietăți diferite.

Gliadinele sunt proteine solubile în soluții alcoolice iar gluteninele sunt solubile în soluții diluate dar acizi sau baze. Aceste proteine, în timpul procesului de frământare, se hidratează și apoi se combină pentru a forma glutenul. Glutenul este o masă proteică care prezintă însușiri de elasticitate, plasticitate, se poate întinde și formează pelicule. În matricea proteică sunt prinse celelalte componente ale aluatului (granule de amidon, fragmente de pereți celulari și de învelișuri, celule de drojdii). Aluatul format se întinde și formează filme care învelesc porii cu gaze din aluat și permit reținerea gazelor în aluat pe parcursul fermentării și în prima parte a coacerii. Glutenul imprimă caracteristicile reologice ale aluatului. Elasticitatea și rezistența aluatului se datorează componentei glutenice iar extensibilitatea și plasticitatea componentei gliadinice. Raportul dintre cele două componente definește capacitatea de a fi panificat sau nu cu rezultate optime sau îl poate recomanda pentru obținerea unor produse speciale. Conținutul de proteine și caracteristicile reologice ale aluatului obținut din aceste făinuri recomandă făina pentru obținerea unor tipuri de produse (pentru obținerea biscuiților și prăjiturilor sunt necesare făinuri cu un conținut mai redus de gluten, glutenul să fie mai extensibil și mai puțin rezistent și elastic în timp ce pentru paste făinoase sunt necesare făinuri cu un conținut proteic mai ridicat care formează aluaturi mai rezistente și maleabile) sau chiar pentru obținerea unor anumite sortimente de pâine.

În timpul frământării proteinele glutenice se hidratează și leagă cantități însemnate de apă, 1 g de gluten leagă ~2,2 g apă, și formează glutenul care definește caracteristicile reologice ale aluatului. În timpul fermentării glutenul este modificat de acțiunea proceselor proteazelor prezente în făină și reologia aluatului se modifică. Glutenul slab este mai ușor alterat enzimatic decât glutenul puternic și ca urmare făinurile moi se



înmoaie mai mult comparativ cu cele puternice, pentru aceeași activitatea proteazică în aluat.

În timpul procesului de coacere, ca urmare a denaturării termice a proteinelor, glutenul pierde apa legată, ceea ce determină o înmuiere a aluatului până când temperatura atinge temperaturi mai mari de 55°C și începe gelatinizarea amidonului și acesta leagă apa din aluat. Astfel odată cu creșterea temperaturii se înregistrează o scădere a consistenței aluatului.

5.3 Pentozanii (arabinoxilanii)

Arabinoxilanii sau pentozanii cum sunt denumiți în lucrările anterioare sunt poliglucide neamidonoase care constau dintr-un lanț central xilanic pe care sunt grefate molecule de arabinoză sau scurte lanțuri formate din 2-3 molecule de arabinoză. Conținutul de pentozani al făinii pentru panificație este destul de redus, 2-3% din masa făinii și mai crescut (5-6%) din masa făinii integrale. Importanța tehnologică cea mai mare rezidă din capacitatea acestora de a lega apa. Astfel 1 g de pentozani sunt capabili să lege 15 g de apă, deci un component al făinii care reprezintă 2-3% din masa acestei este responsabil de legarea a 23% din totalul de apă legată în aluat.

În funcție de capacitatea de a fi dizolvați sau extrași cu ajutorul apei arabinoxilanii pot fi solubili sau extractibili în apă și mai sunt denumiți pentozani sau pot fi insolubili sau extractibili și poartă denumirea de hemiceluloze. Cele două clase se diferențiază și prin însușirile tehnologice. Pentozanii (arabinoxilanii extractibili) au un efect pozitiv în panificație, ei determină o creștere a capacității de reținere a gazelor și deci pâinea va avea un volum mai crescut. De asemenea mai au un efect pozitiv asupra prospețimii produselor, determină o încetinire a învechirii pâinii. Hemicelulozele (arabinoxilanii neextractibili) au un efect negativ asupra caracteristicilor pâinii prin stimularea coalescenței porilor din aluat și o reducere a capacității de reținere a gazelor.

Din punct de vedere nutritiv arabinoxilanii intră în categoria fibrelor alimentare, pentozanii sunt fibre solubile iar hemicelulozele sunt fibre insolubile.

Prin folosirea pentozanazelor în procesul de producție se poate realiza o conversie a hemicelulozelor cu efect negativ în panificație în pentozani cu efect pozitiv.



5.4 Lipidele

Reprezintă mai puțin de 1% în făinurile superioare și ~2% în făinurile integrale. ~70% din acizii grași din componența lor sunt acizi grași polinesaturați, cu valoare nutritivă crescută dar cu o sensibilitate crescută la procesele oxidative. În timpul frământării în aluat este adsorbit oxigen care conduce la oxidarea acizilor grași polinesaturați liberi și a monogliceridelor lor. Procesul de oxidare afectează și radicalii tiolici liberi (—SH) din proteinele glutenice și prin oxidarea lor se formează legături disulfitice (—S—S—), legături covalente puternice între proteinele glutenice, ceea ce duce la întărirea glutenului.

Lipidele sunt implicate în conservabilitatea făinurilor. Lipazele din făină hidrolizează trigliceridele cu eliberare de acizi grași și ca urmare aciditatea făinii crește în timpul depozitării iar prin oxidarea acizilor grași polinesaturați se formează produși cu gust de ranced.

5.5 Enzimele

Enzimele sunt proteine și enzimele din făină îndeplinesc mai multe funcții tehnologice în procesul de panificare. Cele mai importante sunt amilazele, proteazele, lipazele, lipoxigenazele.

Amilazele. În făină există două tipuri de amilaze, α -amilazele și β -amilazele.

α -amilazele sunt enzime capabile să hidrolizeze amidonul granular deteriorat mecanic și gelul de amidon. În urma hidrolizei în mediu se eliberează dextrine. Amidonul hidrolizat enzimatic nu mai este capabil să formeze gel la coacere iar dextrinele formate interferează cu procesul de retrogradare a amidonului și determină încetinirea procesului de învechire. α -amilazele rup legăturile α -1,4-glicozidice din amidon într-un mod nespecific rezultând produși de hidroliză cu diferite mase moleculare. Activitatea α -amilazică nativă a făinurilor normale este foarte redusă și este necesară o suplimentare cu α -amilaze exogene, provenite din diferite surse (maț de grâu sau orz-boabe germinate, uscate și măcinate, amilaze fungice sau bacteriene). Sunt preferate amilazele fungice pentru că sunt termosensibile și nu prezintă activitatea enzimatică secundară.



β -amilazele nu sunt capabile să hidrolizeze amidonul granular intact sau deteriorat enzimatic, pot hidroliza numai amidonul gelificat și dextrinele. Enzima hidrolizează amidonul sau dextrinele cu formare de maltoză. Enzima hidrolizează legăturile α -1,4-glicozidice de la capetele nereducătoare ale lanțurilor glucanice cu desprinderea succesivă a moleculelor de maltoză. Ele pot hidroliza total amilopectina dar nu pot hidroliza amilopectina decât în proporție de 65%, enzima avansând pe lanțul glucanic până în apropierea unei ramificații, a unei legături α -1,6-glicozidice. Pentru o hidroliză totală este necesară acțiunea α -amilazelor care sunt capabile „să sară” peste ramificații. În urma acțiunii β -amilazei se eliberează în mediul aluat maltoză care poate fi fermentată de către microorganisme și poate participa la reacțiile Maillard. Este necesară însă prezența α -amilazelor care să atace primele granulele de amidon. Cantitatea de β -amilază din făină este suficientă, nu au fost semnalate probleme tehnologice cauzate de un exces sau de lipsa activității β -amilazice din făină.

Proteazele. Sunt enzime care catalizează reacția de hidroliză a proteinelor. Deoarece proteinele din aluat provin din grâu și 85 % din acestea sunt proteine glutenice acțiunea proteazelor din aluat are un efect important asupra reologiei aluatului. Proteinele din aluat provin din bobul de grâu unde ele au rolul de a transforma în procesul de germinare proteinele de rezervă (proteinele glutenice sunt proteine de rezervă) în aminoacizi care vor fi utilizați la sinteza noilor structuri ale plantei. Activitatea proteazică din făină este destul de redusă și nu pune probleme deosebite în marea majoritate a cazurilor dar accidental, mai ales în cazul grâului încolțit, făina poate avea o activitate proteazică prea mare ceea ce conduce la hidroliza excesivă a proteinelor aluatul devenind moale și lipicios și își pierde capacitatea de a reține gazele.

Activitatea proteazică este necesară în panificație deoarece face aluatul mai maleabil și mai ușor de întins. Astfel aluaturile provenite din făinuri puternice necesită timpi de fermentare mai îndelungați pentru a da permite proteazelor o hidroliză mai avansată a glutenului. Astfel acesta devine mai puțin elastic, mai plastic, mai ușor de prelucrat și permite o dezvoltare optimă a volumului bucăților de aluat în timpul dospirii. Aluaturile provenite din făinuri slabe vor fi fermentate timpi mai scurți pentru a proteja glutenul de acțiunea proteazelor. O atenție deosebită trebuie dată panificării făinurilor



slabe pentru că acestea glutenul slab, cu o organizare redusă, este mai sensibil la acțiunea proteazelor comparativ cu un gluten puternic, cu o organizare înaltă.

La fel ca și în cazul amilazelor în grâu există două tipuri de proteaze, **endo-** și **exoproteaze**.

Exoproteazele se fixează la capătul C sau N terminal, în funcție de specificitatea lor, și detașează aminoacizi, dipeptide sau tripeptide în funcție de specificitatea de reacție a acestora. Ele eliberează în mediu aminoacizi sau peptide cu masă moleculară mică care vor fi asimilate de microorganisme și vor fi surse de N pentru acestea sau, în timpul procesului de coacere, vor reacționa cu glucidele reducătoare din aluat și vor forma melanoidine, substanțe de aromă și de culoare, în urma reacțiilor Maillard. Aceste proteaze au un impact redus asupra reologiei aluatului.

Endoproteazele sunt proteaze cu un impact mare asupra reologiei aluatului pentru că acestea hidrolizează legăturile peptidice din interiorul proteinei și în acest fel structura și funcționalitatea proteinei este afectată. Se vor obține două fragmente proteice, cu masă moleculară mult mai mică și se va distruge continuitatea structurii glutenice. Endoproteazele sunt localizate în bob la periferia acestuia și din acest motiv făinurile de extracție mică au o stabilitate mai mare în timp ce făinurile de extracție mare au o activitate endoproteazică mai crescută și stabilitatea aluaturilor este mai redusă. Prin acțiunea lor ele facilitează acțiunea exoproteazelor. În făinurile de extracție mare se vor produce mai multe peptide cu masă moleculară mică ceea ce face ca la coacere să se dezvolte o culoare mai intensă a cojii, comparativ cu pâinea obținută din făinuri de extracție mică (altfel spus făinuri mai albe)

Lipazele sunt enzime prezente în făina de grâu și care hidrolizează gliceridele punând în libertate acizi grași. Lipazele nu necesită prezența apei în cantități mari și de aceea sunt active în făină și pe timpul depozitării. Creșterea acidității făinii pe seama hidrolizei enzimatice a trigliceridelor este un indicator de prospețime al făinii. Prin acțiunea lor trigliceridelor le crește hidrofilia și potențialul emulgator făcând posibilă formarea unor asociații între componente hidrofile și lipofile, care în mod obișnuit nu ar avea loc. Un alt



efect este punerea în libertate a acizilor grași care sunt substrat pentru lipoxigenazele și ele prezente în făină.

Lipoxigenazele oxidează acizii grași. În timpul oxidării acestora se formează radicali liberi extrem de reactivi care oxidează alte componente ale făinii (proteinele glutenice, carotenii, tocoferolii) și ca urmare însușirile făinurilor se modifică (glutenul devine mai rezistent și mai puternic, făina se deschide la culoare, scade conținutul în vitamine – vitamina E). Acest proces face parte din procesul de maturizare a făinii în timpul depozitării.

5.6 Pigmenți

Culoarea făinii este dată de pigmenții acesteia. Pigmenții din făină pot fi grupați în două categorii, de natura carotenoidică și de natură flavonică. Cel mai important pigment carotenoidic din făina este xantofila, carotenul apare doar într-o proporție redusă. Conținutul de caroteni variază, în funcție de varietatea de grâu din care provine făina, făina din grâu dur având un conținut de caroteni de aproape două ori mai mare decât al făinii obținute din grâu obișnuit. Pigmentul flavonic prezent în grâu este tricina și el, împreună cu carotenii, va da făinii o culoare gălbuie.

Culoarea făinii este influențată și de prezența particulelor de tărâțe care sunt prezente în făină. Cu cât extracția făinii este mai mare cu atât cantitatea de tărâțe din făină este mai mare și culoarea făinii este mai închisă.

Granulozitatea făinii are influență asupra culorii făinii. Cu cât particulele de făină sunt mai mari cu atât făina va părea mai închisă la culoare datorită umbrelor pe care aceste particule le fac. Deși între culoarea făinii și conținutul mineral al acesteia există o corelație culoarea făinii nu este dată de mineralele („cenușa”) din aceasta.

5.7 Fibrele

Fibrele sunt poliglucide (homo- sau heteroglucide). Din punct de vedere nutritiv fibrele sunt poliglucide care nu pot fi digerate și asimilate ca atare în organismul uman și, în funcție de solubilitatea lor pot fi solubile sau insolubile. În categoria fibrelor făinii intră: celuloza; pentozanii solubili și insolubili; arabinogalactanii; β -glucanii.



Conținutul de fibre variază de la aprox. 1,8% în făina albă, de extracție mică, la 11% în făina integrală. Conținutul de fibre al tărâțelor este de aprox. 40%. Cu cât gradul de extracție al făinii este mai mare cu atât conținutul de fibre este mai mare deoarece învelișurile au în compoziția lor o cantitate mai mare de fibre.

Conținutul de fibre al produselor de panificație primește o atenție crescută prin implicațiile nutritive ale acestora și cererea pentru produse cu un conținut mai mare de fibre este tot mai mare.

5.8 Conținut mineral

Conținutul mineral al făinii se determină prin calcinare și din acest motiv mai poartă denumirea de cenușă. Conținutul mineral variază cu extracția făinii deoarece conținutul mineral al endospermului amidonos este de 0,4% iar al învelișurilor de 8%. Mineralele din făină nu influențează caracteristicile tehnologice ale produsului dar există o corelație între acestea. Odată cu creșterea conținutului mineral al făinii peste 0,6% calitățile pâini (volumul specific) se înrăutățesc pe măsură ce conținutul mineral crește. Înrautățirea caracteristicilor tehnologice se datorează prezenței într-o proporție mai mare a fragmentelor de înveliș; fragmente care au un efect negativ major. Conținutul mineral al făinurilor variază de la 0,480% în făina albă superioară la 1,350% în făina neagră. Conținutul mineral al făinii este folosit pentru stabilirea tipului de făină.

6. Caracteristicile tehnologice ale făinii

Deși capacitatea făinii de a fi transformată în pâine sau ale produse pe bază de făină depinde de componentele acesteia și în ultimele decenii metodele analitice s-au dezvoltat foarte mult și rolul unor componente în procesul tehnologic a fost înțeles mai bine totuși cunoașterea compoziției unei făini nu oferă suficiente informații referitor la însușirile tehnologice ale acesteia. Încă de la primii pași făcuți în știința panificației au fost elaborate mai multe teste care să caracterizeze făinurile din punct de vedere al potențialului lor. Aceste teste au evoluat odată cu dezvoltarea tehnicii și se folosesc pe scară largă atât în laboratoarele de cercetare cât și în cele de producție. De cele mai multe ori aceste teste sunt empirice și deși „nu se știe cu precizie ce se măsoară” se obțin rezultate care descriu cel puțin satisfăcător procesul sau semifabricatul.



Cel mai edificator test este testul de coacere care presupune prepararea unui aluat și coacerea lui iar apoi caracteristicile produsului sunt analizate. Testul deși edificator este puțin folosit datorită faptului că nu există o metodă unică, universală iar modificarea unor parametrii sau folosirea unor late echipamente alterează rezultatele și nu există repetitivitate. De asemenea metoda din laborator se poate să fie esențial diferită de cea din producție și atunci rezultatele nu sunt comparabile. Testele de coacere sunt folosite pentru a face comparații între făinuri în cadrul aceluiași laborator.

Pentru rezultate consecvente se folosesc echipamente standardizate cum ar fi farinograful, consistograful, alveograful, amilograful, etc. Aceste echipamente studiază anumite caracteristici ale făinurilor, mai ales acelea care sunt considerate a fi critice. Există o bună corelație între caracteristicile produselor finite și rezultatele acestor aparate.

6.1 Puterea făinii

Puterea făinii se referă la capacitatea făinii de a forma aluaturi mai rezistente sau mai puțin rezistente la acțiunea mecanică. Făinurilor puternice vor forma aluaturi care pot fi frământate un timp îndelungat fără a se înmuia și înmuiera lor la frământare excesivă este redusă. Făinurile slabe vor forma aluaturi în timp scurt și consistența lor se păstrează un timp scurt pentru ca apoi să prezinte o înmuieră evidentă. Făinurile puternice opun o rezistență mare la întindere și se întind puțin înainte de a se rupe în timp ce făinurile slabe se întind ușor, sub acțiunea unor forțe reduse. Aceste caracteristici reologice se determină cu ajutorul unor aparate de tipul farinografului și consistografului care urmărește evoluția consistenței aluatului în timpul frământării cât și cu ajutorul extensografului și alveografului care determină întinderea aluatului sub acțiunea unor forțe.

5.2 Capacitatea de a reține gazele

Este tot o caracteristică reologică a aluatului și se referă la capacitatea aluatului de a reține gazele formate în timpul fermentației în aluat. Gazele se acumulează în aluat sub forma unor pori care cresc în dimensiune în timpul fermentării, pe măsură ce gazele se acumulează. Prin acumularea gazelor pereții porilor se întind și devin tot mai subțiri pentru ca în cele din urmă să cedeze și să se rupă. Cu cât acest moment survine mai târziu cu atât capacitatea de a reține gazele este mai bună. Această caracteristică a aluatului se



determină cu ajutorul unor aparate de tipul fermentografului și al rheofermentografului care măsoară atât volumul de gaze formate în aluat cât și cele reținute în aluat.

5.3 Capacitatea de a forma gazele

Deși gazele sunt formate de către drojdii, cantitatea de gaze formate depinde de glucidele prezente în făină și aluat și care pot fi fermentate (glucoză, fructoză, zaharoza și maltoză). În făină cantitatea de glucide fermentescibile (glucoză, fructoză, zaharoza) este redusă iar după epuizarea acestora, în prima oră, drojdiile încep fermentarea maltozei care se formează în aluat. Etapa cea mai lentă este cea de hidroliza a amidonului granular și deci tot procesul de producere a gazelor depinde de activitatea α -amilazică din aluat, activitate care poate fi determinată prin diferite metode (chimice, reologice și chiar fermentative). Procesul mai este influențat și de starea amidonului din aluat, amidon granular, amidon granular fisurat sau gelatinizat.