

Contribuții privind testarea caracteristicilor de frământare a aluaturilor din făina de grâu

Autori: Gheorghe MUSCALU, Gheorghe VOICU, Elena-Madalina ȘTEFAN

ABSTRACT

În prezenta lucrare s-a studiat posibilitatea unei corelări între măsurătorile făcute pe un farinograf Brabender în laborator și măsurătorile făcute pe un malaxor utilizat într-o fabrică de panificație, la care a fost conectat un aparat de măsură alcătuit dintr-un clește ampermetric și un sistem de achiziție date format dintr-o placă de achiziție de tip Supco USB 6000, conectată la un calculator. În cadrul cercetărilor experimentale au fost analizate 2 tipuri de făină FA-650 provenite de la 2 mori diferite.

1. INTRODUCERE

În prezent, în fabricile de panificație din România există o expansiune a tehnologiei care necesită un control din ce în ce mai mare pe tot parcursul procesului de fabricație. În România, analizele proprietăților fizico-chimice și de reologie a făinurilor se fac în laboratoare și în morile care macină aceste făinuri.

Procesul de frământare se deosebește de un proces de amestecare obișnuit datorită caracteristicilor diferite ale componentelor amestecului, cu preponderență ale făinii și apei care constituie componentele de bază ale aluatului pentru panificație, [1]. Procesul de frământare este primul pas și o etapă foarte importantă în procesul de panificație, [6].

Formarea aluatului se realizează prin unirea aglomerărilor de particule de făină hidratate și a deplasărilor relative pe care acestea le capătă sub acțiunea organelor de lucru ale frământătoarelor, formând în final o masă compactă și omogenă, [2,7].

Deși alura și profilul curbelor farinografice sunt asemănătoare, acestea diferă în funcție de caracteristicile făinii, cantitatea de apă adăugată, tipului organului de frământare și regimul de frământare adoptat, cantitatea și calitatea ingredientelor adăugate pentru îmbunătățirea calităților aluatului și ale produsului finit ș.a., comportarea reologică a aluatului în timpul frământării fiind neliniară, [3,4,5,10].

De o deosebită importanță este și cantitatea de apă adăugată la frământare în corelație cu capacitatea de hidratare a făinurilor analizate și care este influențată în principal de tipul de frământare (intensiv sau normal) și de forma brațelor de frământare sau mai exact, de energia introdusă în unitate de timp în aluat [J/kg] dar și de calitatea proteinelor din făină.[5,9]

Este important să existe o imagine clară a procesului de frământare, deoarece acesta poate arăta indicatori de dezvoltare optimă a aluatului (dacă aluatul va reține gaz, va avea elasticitate sau se va comporta bine în procesele de divizare și modelare), care în următoarele faze ale procesului de fabricație vor decide calitatea produsului finit, [8,2,4].

Articolul prezent, supune atenției faptul că procesul de panificație poate fi realizat cu o mai mare acuratețe dacă malaxorul utilizat în mod curent oferă posibilitatea de a determina cantitatea de apă care trebuie adăugată făinii la fiecare șarjă.

2. MATERIALE ȘI METODE

Determinările experimentale pentru evaluarea calității făinii în procesul de frământare au fost efectuate cu ajutorul unui farinograf Brabender, versiunea E(figura 1a). Farinograful are o

capacitate de 300 g de făină, iar temperatura apei din baia de recirculare a fost menținută la $30 \pm 1^\circ\text{C}$.

Deasemenea, au fost efectuate determinări experimentale și pe un malaxor tip Tecnopast BSE 300 la care s-a conectat un aparat de măsurare a curentului consumat de motorul frământătorului, denumit „Loggit” (figura 1b).

Pentru a se putea face o comparație corectă între cele două aparate de măsură, este necesar să se stabilească echivalența între rezultatele obținute cu malaxorul etalon și rezultatele obținute cu aparatul de măsură și achiziție date în timp real Loggit. Astfel, pentru a stabili cu exactitate corecția care trebuie făcută la aparatul de măsură autohton, s-au făcut măsurători combinate, în care la frământătorul etalon a fost legat și aparatul de măsură și achiziție date, în timpul efectuării determinărilor.

Principiul de lucru al acestei metode constă în conectarea aparatului de măsură și achiziție de date la malaxor, unde măsoară curentul consumat de motor în timpul operației de frământare. Consumul de curent crește și scade în funcție de forța de opunere a aluatului la brațul de frământare, respectiv de momentul înregistrat la brațul (brațele) frământătorului.

În experimentele efectuate, s-au utilizat două tipuri de făină de panificație, ambele de tip F-650, dar cu caracteristici fizico-chimice diferite, așa cum se poate observa în tabelul 1.

Tabelul 1: Caracteristicile fizico-chimice și reologice ale celor două sortimente de făină de grâu FA 650, utilizate în cadrul cercetărilor experimentale

Tip făină	Umiditate, [%]	Gluten umed, [%]	Cenușă, [%] s.u.	Conținut proteine, [%] s.u.	Deformare gluten [mm]	Aciditate, [grade]	Indice de deformare a glutenului	Indice de cădere, [sec]	Gluten index
FA - 650(F1)	13,7	0,65	11	26,8	4	1,8	2	350	84
FA - 650(F2)	14,1	0,65	11,2	27,5	5	2,5	1,5	290	82

Cu același tip de făină (FA-650 F1) folosit pe farinograful Brabender, au fost efectuate teste pe un frământător de panificație tip Tecnopast BSE 300, cu braț de frământare spiral, cu mișcare planetară și cuvă mobilă, cu capacitatea de 300 l, în vederea determinării variației momentului rezistent la arborele brațului. Temperatura apei utilizate a fost de $30\text{--}31^\circ\text{C}$, în corelație cu temperatura recirculată în mantaua cuvei de la farinograf. Timpul de frământare a fost de 20 de minute, același timp ca și în cazul determinărilor experimentale pe farinograf.

Înainte de începerea procesului de frământare, a fost montat un clește ampermetric la alimentarea cu curent a motorului care angrenează brațul de frământare. La rândul său, cleștele ampermetric a fost conectat la o placă de achiziții date (tip Supco), care descarcă informația în timp real pe un calculator.

Pe baza variației curentului electric s-au filtrat semnalele și au fost trasate apoi curbele de variație a consistenței aluatului în timpul procesului de frământare.

Pentru filtrarea datelor inițiale obținute de aparatul de măsură Loggit, s-a folosit programul Excell (funcții: max, min, average, count, etc). După filtrarea datelor s-a realizat corelarea între unitatea de măsură a farinografului Brabender (Nm) și rezultatele obținute de aparatul de măsurare a amperajului consumat de motor.

S-a pornit frământătorul și s-a efectuat o măsurătoare în gol pentru a se putea afla pierderile din transmisia frământătorului. Ulterior, această valoare a fost scăzută din calculul final al momentului (Nm) consumat de brațul de frământare datorită forței de opunere a aluatului.

Având în vedere relația generală pentru calculul puterii necesară acționării arborelui brațului de frământare, se poate scrie:

$$P_m = M_m \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (1),$$

unde: M_m sunt momentele rezistente la arbore, maxim, respectiv mediu, iar P_m – puterile corespunzătoare acestor momente, [11].

Pentru a afla puterea consumată de motorul frământătorului, s-a folosit relația:

$$P_m = \sqrt{3} \cdot UI \cos \phi \quad (2),$$

unde: U este tensiunea curentului, I este intensitatea curentului care reprezintă valoarea măsurată de cleștele ampermetric și $\cos \phi$ este factorul de putere.

Pentru a afla puterea consumată doar pentru procesul de frământare, fără pierderile din transmisie, s-a folosit relația:

$$P_{mf} = P_m - P_{mg} \quad (3),$$

unde: P_{mf} este puterea motorului consumată doar pentru frământare, P_m este puterea totală consumată de motorul frământătorului și P_{mg} este puterea motorului consumată de frământător la mersul în gol.

Cunoscând puterea motoare consumată doar pentru frământarea aluatului și viteza unghiulară efectuată de brațul de frământare, se poate calcula momentul mediu:

$$M = \frac{P_m}{\omega m} \quad (4),$$

unde: M este momentul mediu opus de aluat la brațul de frământare, P_m este puterea consumată de motor doar pentru procesul de frământare a aluatului și ωm este viteza unghiulară pe care o are brațul de frământare.



Figura 1: a. Farinograful Brabender; b. Aparat portabil de înregistrare a curentului consumat la frământarea aluatului

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cercetările experimentale au fost structurate în patru etape:

În prima etapă a cercetărilor s-au prelucrat datele experimentale, de unde a rezultat trasarea curbelor variației momentului rezistent la arborele frământătorului, după cum se poate observa în figura 2:

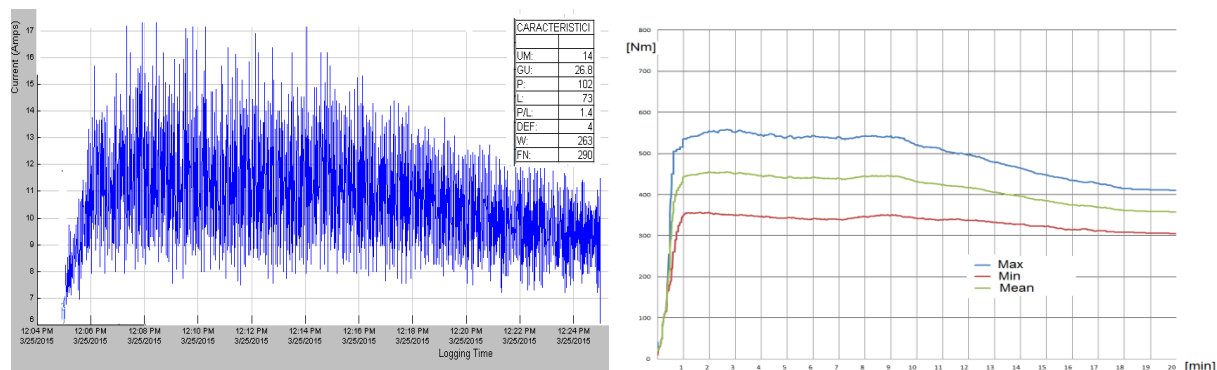


Figura 2: Datele achiziționate de aparatul Loggit înainte și după prelucrarea lor

În a doua etapă a cercetării s-a urmărit analiza comparativă a rezultatelor obținute pe cele două aparate pentru aceeași sarjă de aluat frământată de farinograful Brabender. S-a trasat farinograma cu farinograful Brabender și simultan cu acesta s-a trasat curba de variație a curentului electric cerut de frământarea aluatului din cuva farinografului cu aparatul Loggit, așa cum se poate observa în figura 3.

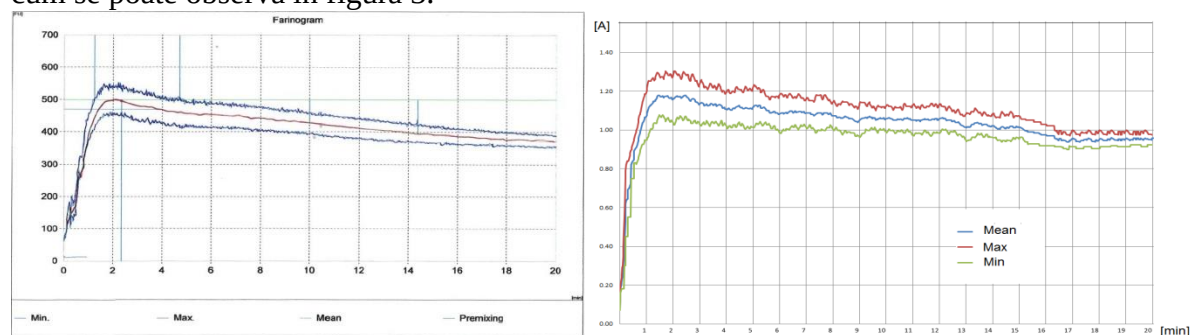


Figura 3: Făină F1 tip 650 analizată cu farinograful Brabender și curbele de variație a consistenței aluatului din făina FA – 650 (F1), trasate pe baza datelor achiziționate de Loggit (simultan cu trasarea farinogramei)

În partea a treia a cercetărilor experimentale s-a urmărit analiza comparativă a rezultatelor obținute în urma testelor efectuate în paralel pe malaxorul Tecnopast BSE 300 și pe farinograful Brabender, în vederea stabilirii unei corelații între valoarea optimă a consistenței aluatului de 500UB (5Nm), indicată de farinograf și valoarea indicată de aparatul Loggit.

S-a efectuat un test cu făina F1 tip 650 cu 58% apă adăugată față de făină și un test cu o cantitate de apă adăugată de 60%, valoare corectată de farinograf după testul cu 58% apă adăugată. Curbele de variație a momentului la frământare pentru făina FA-650 (F1) cu 58% apă adăugată, respectiv cu 60% apă adăugată se pot observa în figura 4.

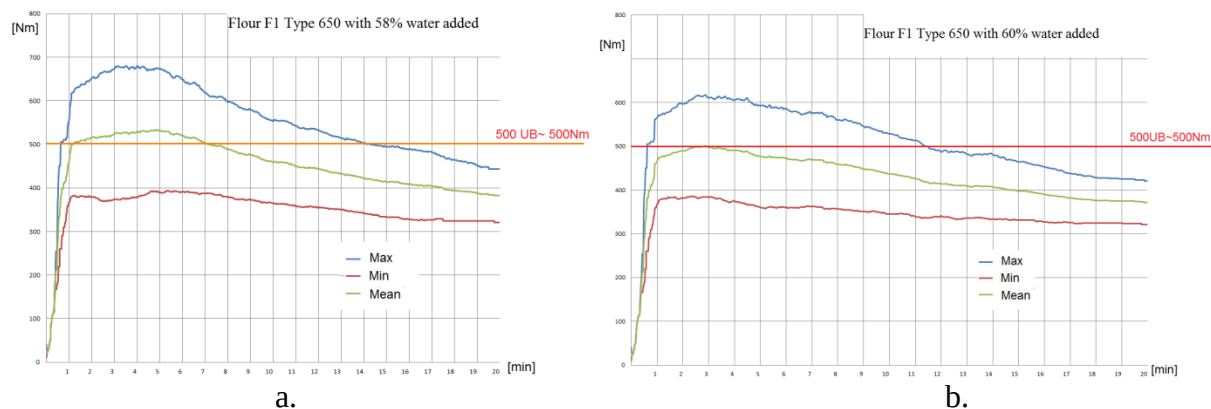


Figura 4: Curbele de variație a momentului la frământare pentru făina FA-650 (F1) cu 58% apă adăugată, respectiv cu 60% apă adăugată

După ce au fost analizați parametrii farinografici și s-a luat ca etalon corecția indicată de farinograful Brabender (60% apă adăugată pentru făina FA 650 F1), momentul mediu rezistent la brațul de frământare atinge un maxim în jurul valorii de 500 Nm (similar ca la farinograf unde momentul atinge valoarea de 500UB la 60% apă adăugată pentru făina FA 650). Astfel, se poate corela valoarea de 500 UB cu 500 Nm, valoare măsurată pe frământătorul Tecnopast BSE 300. Această valoare se aplică doar pe acest tip de frământător.

În partea a patra a cercetărilor s-a urmărit analiza comparativă a rezultatelor obținute în urma testelor efectuate pe malaxorul Tecnopast BSE 300 pentru două tipuri de făină FA 650 (F1,F2) în condiții similare de: apă adăugată, temperaturi ale mediului, făinii și apei; timp de frământare. Curbele de variație a momentului la frământare pentru cele două tipuri de făină FA 650(F1, F2), în aceleași condiții de apă adăugată (58%) se pot observa în figura 5.

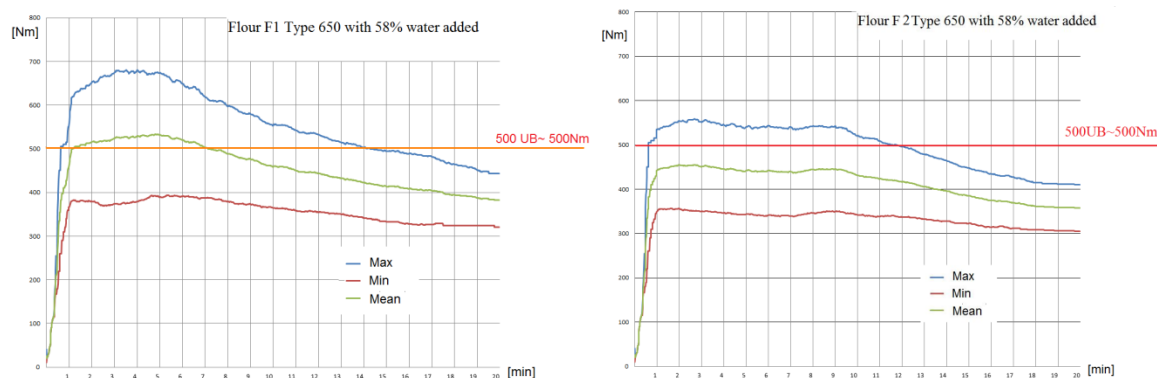


Figura 5: Curbele de variație a momentului la frământare pentru două tipuri de făină FA 650(F1, F2), în aceleași condiții de apă adăugată (58%)

Din analiza celor doua tipuri de făină FA -650(F1,F2) au rezultat următoarele valori:

Tip făină	Timp procesare [min]	Timp stabilitate [min]	Elasticitate [N·m]	Grad de înmuiere [N·m]	Consistență maximă [N·m]	Timp de dezvoltare a aluatului [min]
F1	15	14,2	150	120	685	4,5
F2	11,2	11,5	90	140	560	2,9

4. CONCLUZII

Studiul documentar și rezultatele experimentale prezentate în această lucrare au condus la formularea următoarelor concluzii:

Este deosebit de necesar a se estima finalul operației de frământare, astfel încât să se obțină aluatul cu cele mai bune caracteristici, atât pentru prelucrarea ulterioară din timpul procesului tehnologic (divizarea și modelarea aluatului), cât și pentru perioadele de dospire finală și coacere. Imaginea obținută în timp real de aparatul Loggit poate ajuta operatorii să obțină șarje de aluat cu consistență egală, aceștia oprind procesul de frământare atunci când se atinge valoarea dorită, afișată pe monitorul montat pe frământător.

Aparatul de măsură a curentului – Loggit, poate măsura cu o acuratețe ridicată modificările din timpul procesului de frământare, concluzie trasă în urma comparării diagramelor de frământare obținute de cele două aparate de măsură pe același proces efectuat simultan.

Diagramele obținute pe un frământător industrial sunt diferite față de cele de pe farinograful Brabender, dar aceste diagrame au caracter de repetabilitate, astfel încât se pot trasa diagrame pentru fiecare tip de frământător.

Pentru malaxorul Tecnopast tip BSE 300 s-a stabilit o echivalență între valoarea măsurată de farinograful Brabender de 500UB (5Nm) și valoarea de 500 Nm măsurată de sistemul propus de autor.

Cantitatea de apă adăugată la frământare modifică poziția maximului curbei de variație a momentului precum și alura specifică acesteia.

Aparatul Loggit poate oferi o imagine clară asupra procesului de frământare a aluatului, fapt care îi atribuie utilitate ridicată, atât pentru inginerii tehnologi care lucrează în fabricile de panificație (pentru că le oferă posibilitatea de a ameliora mai ușor făinurile), cât și pentru operatori, care pot urmări în timp real variația consistenței aluatului.

Bibliografie

- [1] V. Giurca, Tehnologia si utilajul industriei de panificatie (Technology and equipment for bakery industry), vol. I si II, Universitatea “Dunarea de Jos” Galati, 1980.
- [2] R.M. Burluc, Tehnologia și controlul calității în industria panificației (Technology and quality control in bakery industry), Galati, 2007, <http://www.scribd.com>.
- [3] M.P. Morgenstern, M.P. Newberry, S.E. Holst, Extensional Properties of Dough Sheets, Cereal Chemistry, 73(4), 1996, pp.478-482.
- [4] G. Constantin, Gh. Voicu, S. Marcu, Craita Carp-Ciocardia, Theoretical and experimental aspects regarding the rheological characterization of behaviour of some romanian wheatflours with chopin alveograph, Proceedings of the 39th International Symposium ”Actual tasks on agricultural engineering”, 2011, Opatija, Croația, pp. pp.437-448.
- [5] R. Haraszia, O.R. Larroque, B.J. Butow, K.R. Gale, F. Bekes, Differential mixing action effects on functional properties and polymeric protein size distribution of wheat dough, Journal of Cereal Science 47 (2008), pp. 41–51.
- [6] M. Wang, A. R. Tweed and G. Carson, How Dough Mixing Properties Affect Bread-Making Performance, 2010, Canadian International Grains Institute, Winnipeg, MB Canada.
- [7] Bushuk, W. 1998. Interactions in wheat doughs. Pages: 1-16.in: ‘Interactions: The Keys to Cereal Quality’. R.J. Hamer and R.C. Hoseneay, eds. AACC International: St. Paul, MN.

- [8] Kilborn, R.H. and Tipples, K.H. 1972. Factors affecting mechanical dough development. I. Effect of mixing intensity and work input. *Cereal Chemistry* 49: 34-47.
- [9] Olewnik, M.C., and Kulp, K. 1984. The effect of mixing time and ingredient variation of farinograms of cookie doughs. *Cereal Chem.* 61:532-537.
- [10] Wade, P., and Davis, R. I. 1964. Energy requirements for the mixing of biscuit doughs under industrial conditions. BBIRA rep.71.
- [11] Gh. Voicu, T. Căsandriu, Cr. Mielă, Theoretical and experimental aspects regarding the rheological characterization of wheat flour dough behaviour at kneading, Modelling and optimization în the machines building field MOCM-11, vol.2, Romanian Technical Sciences Academy, 2005, pp.283-288.