

EKMEK İÇİ YUMUŞAKLIK ÜZERİNE KİSMİ PİŞİRME YÖNTEMİ VE DEPOLAMA ŞARTLARININ ETKİSİ*

EFFECT OF PART-BAKING METHOD AND STORAGE ON SOFTNESS OF BREAD CRUMB

M. Murat KARAOĞLU¹, H. Gürbüz KOTANCILAR

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

ÖZET: Bu araştırmada, 10, 15 ve 20 dakika kısmi pişirilmiş, antimikrobiyal madde katkılı ve katkısız, beyaz tava, kepekli ve çavdar ekmeği çeşitleri çift katlı polietilen torbalar ile ambalajlandıktan sonra buzdolabı sıcaklığında (4°C) 7, 14 ve 21 gün depolamaya tabi tutulmuştur. Depolama sonunda ikinci pişirme işlemi ile ekmeklerin pişme süreleri kontrol grubu ekmeklerin pişme sürelerine (25 dakika) tamamlanmış ve ekmekler, ekmeği içi yumuşaklığı analizine tabi tutulmuştur. Kısmi pişirme ve depolama süresinin uzaması ile antimikrobiyal madde uygulaması, bayatlamaya en önemli göstergesi olan ekmeği içi yumuşaklığının düşmesine sebep olmuştur. Buzdolabı sıcaklığında depolamada, depolama süresinin uzamasıyla ekmeği içi yumuşaklığındaki düşüş beyaz tava ekmeğinin aksine çavdar ve kepekli ekmekte daha az olmuştur. Buzdolabı sıcaklığında depolamanın 7 ve 14. gününde, 10 ve 15 dakikalık kısmi pişirme süreleri ekmeği içi yumuşaklığı bakımından kontrol grubu ekmeğe yakın veya daha üstün kalitede ekmeği vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kısmi pişirme, depolama, ekmeği içi yumuşaklığı

ABSTRACT: In this research, white wheat, rye and branny breads part-baked 10, 15 and 20 minute with added antimicrobial or not, was wrapped with two polyethylene bags and stored 7, 14, 21 day at refrigerator temperature (4°C). After storage, cooking time of breads was completed to cooking time (25 minutes) of control breads and bread crumb were subjected to softness analysis. Antimicrobial additive and the increase of part-baking time and storage period decreased softness value of bread crumb that is indicator of staling. Bread crumb softness decreased with storage at refrigerator temperature, but this decrease was more pronounced in white pan bread compared to rye and branny bread. 10 and 15 minute-part-baking on 7th and 14th day of refrigerator temperature storage have gave crumb softness the same as control group breads or softer.

Keywords: Part-baking, storage, softness of bread crumb

GİRİŞ

Ekmeği, bütün dünya da özellikle de Türkiye gibi ekonomik sorunlar yaşayan ve gelişmekte olan ülkelerde, insanların beslenme ihtiyaçlarının karşılanmasında birinci derecede öneme sahip vazgeçilmez bir gıda maddesidir. Bayatlama ve sertliğin artması gibi fizikokimyasal değişimler ile sünme ve küflenme gibi mikrobiyolojik bozulmalar ekmeğinin raf ömrünü kısıtlayan faktörlerdir. Bu nedenle, ekmeğinin insan beslenmesinde ne derece önemli olduğu ve ne kadar fazla tüketildiği göz önünde bulundurulursa, ekmeğinin bu sınırlı raf ömrü, tüm dünyada milyarlarca dolarlık bir zarara sebep olmaktadır. Bu nedenle, farklı ürün formülasyonları, değişik işlem şartları ya da ambalajlama teknikleri ile ekmeğinin raf ömrü uzatılmaya çalışılmaktadır (Knightly1977, Knorr ve Tomlis 1985, Corsetti vd. 1998, Baik ve Chinachoti 2000).

Ekmeğinin raf ömrü, bayatlama, maya, küf ve bakteri gelişmesiyle sınırlandırılmaktadır. Mikrobiyolojik bozulma olmaksızın ekmeğinin bayatlaması büyük ölçüde nişastanın retrogradasyonu ile ilgilidir. Ancak son veriler

* Türkiye 8. Gıda Kongresinde sunulmuştur.

¹ E-mail: mmurat@atauni.edu.tr

nişasta retrogradasyonunun tek faktör olmadığını ortaya koymuştur. Özellikle çözünebilir nişasta ile gluten arasındaki çapraz bağlar, glass-rubbery dönüşümü ve kısmi kurumanın da bayatlamayı etkilediği düşünülmektedir (Ghiasi vd. 1984, Persaud vd. 1990, Hebeda vd. 1991, Martin ve Hosney 1991).

Ekmeğin bayatlama hızını etkilediği düşünülen birçok faktör bulunmaktadır. Bunların başlıcaları; unun biyokimyasal bileşenleri (nişasta, proteinler, pentozanlar, su ve lipitler), ekmeğin üretiminde kullanılan maddeler (maya, tuz, su, enzimler, ekmeğin yumuşatıcı katkıları), üretim yöntemi (direkt hamur yöntemi, sponc hamur yöntemi, sürekli yöntem), üretim değişkenleri (yoğurma koşulları, fermentasyon süresi, son fermentasyon süresi, pişirme süresi), ekmeğin depolama koşulları (depolama süresi ve sıcaklığı), ekmeğin nemi ve spesifik hacmidir (Boyacıoğlu 1993).

Kısmi pişirme, iki aşamalı pişirme işlemini içeren ekmeğin üretimini belirtmektedir. Kısmi pişirme yöntemi basit bir son pişirme ile tüketiciye taze çıtır ekmeğin tüketim imkanı sağladığı için büyük bir piyasa potansiyeline sahiptir (Pai ve Walker 2001). Normalde bayat ekmeğe ısı muamelesi yapılarak o an ekmeğin tazelenmesi sağlanabilir. Ancak ek bir ısı işlemi ile ekmekteki su miktarı iyice azaldığından, ısıtmayı müteakip saatlerde ekmeğin sertliği daha fazla artmakta ve bayatlama hızlanmaktadır. Oysa kısmi pişirme işleminde ekmeğin tam pişirilmediği için su miktarı normalden daha yüksek olmakta ve ikinci pişirme işlemi sonucunda ekmekteki su miktarı fazla düşmemekte ve kısmi pişmiş ekmeğin ikinci pişirmeye tabi tutulmasıyla, normal ekmeğin ısıtılmasına kıyasla bayatlama daha gecikmektedir.

Bu araştırmada, tam olarak pişirilmeyip kısmi pişirmeye tabi tutulmuş ekmeklerin, depolandıktan sonra yeniden pişirmeye tabi tutulmasıyla tüketim kalitesini önemli derecede etkileyen ekmeğin içi yumuşaklığında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ve bu yolla ekmeğin raf ömrünün uzatılabilme imkanının araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Kısmi pişmiş ekmeğin üretiminde materyal olarak, Erzurum piyasasından temin edilen Tıp 550 ekmeğin un (nem: %13.87, protein: %12.83, yağ öz: %30.7, Zeleny sed.: 27.39 cm³, su absorpsiyon: %59.5) ve TS 3522 pres yaş maya standardına uygun olduğu bildirilen pres maya kullanılmıştır. Kepekli ekmeğin formülasyonunda, ticari değirmenin kırma valslerinden ayrılan kaba kepek ile redüksiyon valslerinden ayrılan ince kepek eşit oranlarda karıştırılarak, çavdar ekmeğinin formülasyonunda ise %100 randımanlı öğütülerek elde edilen tam çavdar unu kullanılmıştır. Katkılı ekmeklerde, antimikrobiyal katkı olarak, Fluka firması tarafından üretilen kalisyum propiyonat kullanılmıştır.

Deneme Planı

Araştırma, beyaz tava, kepekli ve çavdar ekmeğinin olmak üzere 3 farklı ekmeğin çeşidi; katkı ve katkısız olmak üzere 2 antimikrobiyal uygulaması; 10, 15 ve 20 dakika olmak üzere 3 farklı kısmi pişirme ve buzdolabı sıcaklığında 4 farklı depolama süresi (0, 7, 14, 21) olmak üzere 3x2x3x4x2 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Ekmeğin Üretimi

Ekmeğin pişirme denemeleri, katkısız direkt hamur işlemini esas alan AACC-10/10 (1972) ekmeğin pişirme metoduna göre, Çizelge 1'deki formülasyon ve Şekil 1'de ki ekmeğin üretim şeması kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Ekmeğin İçi Yumuşaklığının Belirlenmesi

Ekmeğin içi yumuşaklık değerlerinin belirlenmesi işlemi "PNR 10 Penetrometre" cihazı ile 54.6 g ağırlığında penetrometre başlığının özel dilimleme kabında 2.3 cm kalınlığında kesilen ekmeğin dilimleri üzerinde (her bir dilimden 3 farklı noktadan ölçüm alınarak) 5 saniye süreyle dilime batma miktarının mm olarak ölçülmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir. Okunan değerler penetrasyon birimi (PU) olarak verilmiştir (1 PU=0.1 mm) (Kotancılar 1995).

Çizelge 1. Ekmek formülasyonları

Bileşenler (%)	Beyaz Tava Ekmeği	Çavdar Ekmeği	Kepekli Ekmek
Tip 550 Buğday Unu	100	60	80
Su	59.5	66.5	67.5
Tuz	1.5	1.5	1.5
Maya (pres maya)	3	3	3
Tam Çavdar Unu	-	40	-
Kepek (ince kepek)	-	-	20
Ca-propiyonat	0.2	0.2	0.2

Beyaz Tava Ekmeği	Çavdar Ekmeği	Kepekli Ekmek
Yoğurma (2 dk)	Yoğurma (1 dk)	Yoğurma (2 dk)
↓	↓	↓
Kesme, tartma (160 g), yuvarlak yapma	15 dk bekletme	Kitle fermentasyonu (%75 NR, 30°C, 10 dk)
↓	↓	↓
Fermentasyon (%80-85 NR, 30°C, 30 dk)	Tuz ilavesi	Kesme, tartma (160 g), yuvarlak yapma
↓	↓	↓
Havalandırma	Yoğurma (1 dk)	Ara fermentasyon (%75 NR, 30°C, 10 dk)
↓	↓	↓
Fermentasyon (%80-85 NR, 30°C, 30 dk)	Kesme, tartma (160 g), yuvarlak yapma	Şekil verme, tavalara dizme
↓	↓	↓
Şekil verme, tavalara dizme	Ara fermentasyon (%75 NR, 30°C, 10 dk)	Son fermentasyon (%75 NR, 30°C, 40 dk)
↓	↓	↓
Son Fermentasyon (%80-85 NR, 30°C, 40 dk)	Şekil verme, tavalara dizme	Pişirme (230±3°C)
↓	↓	
Pişirme (230±3°C)	Son Fermentasyon (%75 NR, 30°C, 35 dk)	
	↓	
	Pişirme (230±3°C)	

Şekil 1. Ekmek üretim şeması

İstatistik Analizler

Araştırma sonucu elde edilen veriler, SPSS, SPSS for Windows Release 10.0.1 (1999) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli çıkan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kısmi pişirilmiş, buzdolabı sıcaklığında depolandıktan sonra yeniden pişirmeye tabi tutulmuş beyaz tava, çavdar ve kepekli ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Ekmek çeşidi, antimikrobiyal madde uygulaması, kısmi pişirme ve depolama süresi ekmek içi yumuşaklık değerleri üzerinde istatistiki olarak $p < 0.01$ seviyesinde etkili olmuştur.

Ekmek çeşidi değişkenine ait ortalama değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Ekmek içinin 24 ve 72. saat yumuşaklık değerleri kepekli ekmekte en düşük, beyaz tava ekme-

Çizelge 2. Buzdolabı sıcaklığında depolandıktan sonra yeniden pişirilen kısmi pişmiş ekmeklerin ekmeği için yumuşaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Yumuşaklık (PU)			
		24. saat		72. saat	
		KO	F	KO	F
Ekmek Çeş. (E)	2	9236.985	27862.340**	3703.192	39935.570**
A. Katkı (A)	1	197.356	595.301**	97.285	1049.134**
Kıs.Piş. Sür. (K)	2	698.037	2105.550**	403.052	4346.553**
Dep. Süresi (D)	3	385.053	1161.470**	79.899	861.642**
E X A	2	83.276	251.192**	19.016	205.069**
E X K	4	12.632	38.104**	12.011	129.529**
A X K	2	3.284	9.905**	6.443	69.477**
E X D	6	123.626	372.905**	89.632	966.602**
A X D	3	4.101	12.371**	3.735	40.282**
K X D	6	81.426	245.613**	46.124	497.410**
Hata	72	0.332		9.273	

* (p<0.05) düzeyinde önemli

** (p<0.01) düzeyinde önemli

Çizelge 3. Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmeği için yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

EkmekÇeşidi	n	Yumuşaklık (PU)	
		24. saat	72. saat
Beyaz Tava	48	54.03a	37.70a
Çavdar	48	31.68b	23.09b
Kepekli	48	28.62c	21.94c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p>0.05)

ğinde ise en yüksek olmuştur. Çavdar ekmeği kepekli ekmeğe göre daha yüksek ekmeği için yumuşaklık değeri vermiştir. Bu durum muhtemelen çavdar unu bileşiminin farklılığından kaynaklanmaktadır. Uzun vade de çavdar ekmeğinin daha yumuşak olduğu ve iyi bir raf ömrüne sahip olduğu bildirilmektedir (Ragaee vd. 2001).

Antimikrobiyal katkı maddesi değişkenine ait ekmeği için 24 ve 72. saat yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Antimikrobiyal madde kullanımı, kısmi pişirilip depolandıktan sonra yeniden pişirilmiş, ekmeklerde ekmeği için yumuşaklığını düşürerek bayatlamasının artmasına neden olmuştur. Antimikrobiyal madde olarak kullanılan kalsiyum propiyonatın, hamurda pH'yı

Çizelge 4. Antimikrobiyal katkı maddesi değişkenine ait ekmeği için yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Antimikrobiyal Katkı	n	Yumuşaklık (PU)	
		24. saat	72. saat
Katkısız	72	39.28a	28.40a
Katkılı	72	36.94b	26.75b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p>0.05)

düşürdüğünden dolayı mayaların fermentasyon gücünü azalttığı bildirilmektedir (Anonymous 1996). Mayanın fermentasyon gücünün azalması ekmeklerde hacim azalmasına dolayısı ile ekmeği için yumuşaklığının düşmesine neden olmuştur. Ancak antimikrobiyal madde uygulaması, kısmi pişirme yöntemi ile ekmeği üretiminde mikrobiyolojik kalite açısından büyük önem taşımaktadır.

Ekmek içi yumuşaklık değerlerinde, kısmi pişirme süresinin artmasıyla düşme gözlenmiştir (Çizelge 5). Kısmi pişirme süresindeki artış, ekmek içi nem miktarını düşürdüğünden bayatlamaya yol açan etmenleri teş-

Çizelge 5. Kısmi pişirme süresi değişkenine ait ekmek içi yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Kısmi Pişirme Süresi (dk)	n	Yumuşaklık (PU)	
		24. saat	72. saat
10	48	42.01a	30.45a
15	48	37.93b	27.63b
20	48	34.39c	24.65c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

vik etmiştir (Özer 1998). Dolayısı ile, kısmi pişirme yöntemi ile ekmek üretiminde ekmek içi yumuşaklığı bakımından ilk pişirme süresinin düşük tutulması önem arz etmektedir. Ekmek içi yumuşaklığının pişirme sırasından fırın sıcaklığından önemli derecede etkilendiği bildirilmektedir (Giovanelli vd. 1997).

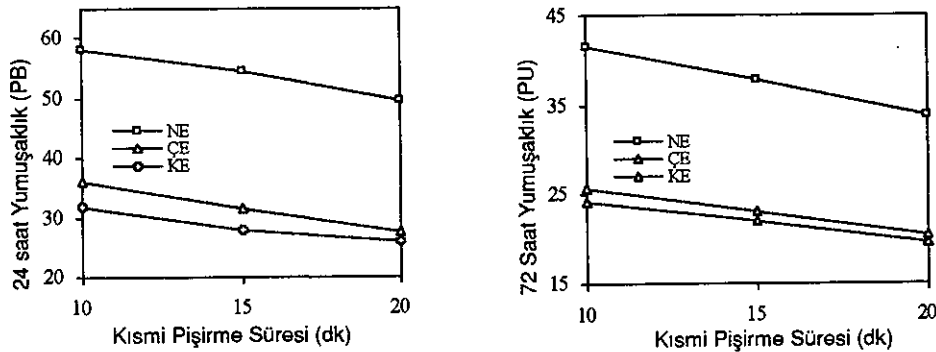
Çizelge 6'da görüldüğü gibi kısmi pişmiş ekmeklerin depolama süresinin artmasıyla ekmek içi yumuşaklığı düşmüş, bayatlama artmıştır.

Çizelge 6. Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi 24 ve 72.saat yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Depolama Süresi (gün)	n	Yumuşaklık (PU)	
		24. saat	72. saat
Kontrol (depolanmamış)	36	41.03a	28.00b
7	36	40.52b	29.02a
14	36	36.77c	27.80c
21	36	34.12d	25.49d

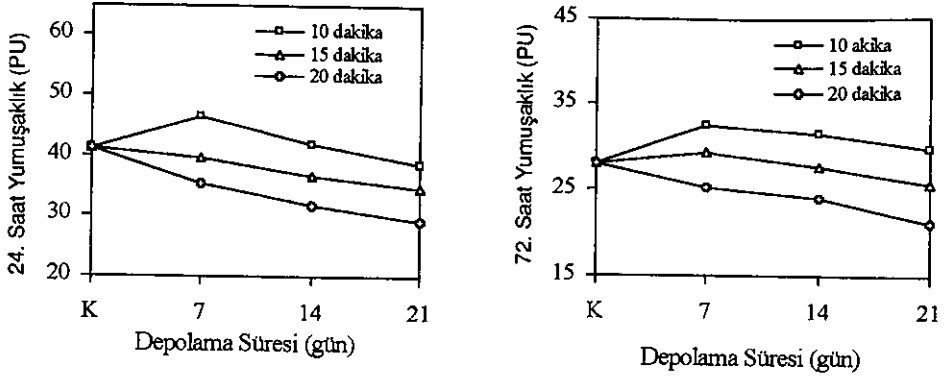
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

Her üç ekmek çeşidinde de kısmi (ilk) pişirme süresinin artması 24 ve 72.saat yumuşaklık değerini düşürmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Ekmek içi 24 ve 72.saat yumuşaklık değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi (NE: Normal ekmek, ÇE: çavdar ekmeği, KE: kepekli ekmek) x kısmi pişirme süresi interaksyonu.

Depolamanın 7. ve 14.gününde 10 dakikalık kısmi pişirme süresi kontrol grubu ekmeklerden 24.saat ekmek içi yumuşaklığı bakımından daha yumuşak ekmek içi verirken, depolama süresinin artması ekmek içi 24. saat yumuşaklık değerini düşürmüştür (Şekil 3). 72.saat ekmek içi yumuşaklık değeri bakımından ise, depolamanın 7. gününde 10 ve 15 dakikalık, 14. ve 21. gününde ise 10 dakikalık kısmi pişirme süreleri kontrol grubu ekmeklere göre daha yumuşak ekmek içi vermiştir.



Şekil 3. Ekmek içi 24 ve 72.saat yumuşaklık değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi (NE: Normal ekmek, ÇE: çavdar ekmeği, KE: kepekli ekmek) x depolama süresi interaksiyonu

Buzdolabı sıcaklığında depolamanın 7 ve 14. gününde, 10 ve 15 dakikalık kısmi pişirme süreleri ekmek içi yumuşaklığı bakımından kontrol grubu ekmeğe yakın veya daha üstün kalitede ekmek vermiştir. Genel bir sonuç olarak kısmi pişirme yönteminin, kepekli ve çavdar ekmeğinde ekmek içi yumuşaklığı bakımından daha iyi sonuç vermekle birlikte her üç ekmek çeşidinin üretiminde de başarıyla kullanılabilirliği söylenilebilir.

KAYNAKLAR

- Anonymous. 1996. A guide to baking preservatives. Lallemand Baking Update. American Yeast Sales. 1 (1).
- AACC 1972. Approved Methods. Of The American Association of Cereal Chem.
- Baik M, and Chinachoti P. 2000. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling. *Cereal Chem.*, 77: 484-488.
- Boyacıoğlu, H. 1993. Ekmeğin bayatlaması, tanımı, teoriler, tayin yöntemleri ve yavaşlatma yolları. *Unlu Mamüller Dünyası*, 2: 15-18.
- Corsetti A, Gobetti M, Balestrieri F, Russi L, Rossi J. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *J. Food Sci.*, 63: 347-351.
- Ghiasi K, Hosney RC, Zeleznok K, Rogers DE. 1984. Effect of barley starch and reheating on firmness of bread crumb. *Cereal Chem.*, 61: 281-285.
- Giovanelli G, Peri C, Borri, V. 1997. Effects of baking temperature on crumb-staling kinetics. *Cereal Chem.*, 74: 710-714.
- Hebeda RE, Bowles LK, Teague WM. 1991. Use of intermediate stability enzymes for retarding staling in bread goods. *Cereal Foods World*, 36: 619-624.
- Knightly WH. 1977. The staling of bread. A review. *Baker's Dig.*, 51: 52-56.
- Knorr D, Tomlis RL. 1985. Effect of carbon dioxide modified atmosphere on the compressibility of stored baked goods. *J. Food Sci.*, 50: 1172-1176.
- Kotancılar HG. 1995. Farklı Ambalajarda Depolanan Katkılı ve Katkisız Unlarda Meydana Gelen Fiziksel, Kimyasal ve Fizikokimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Martin ML, Hosney RC. 1991. A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolyzing enzymes. *Cereal Chem.*, 68: 503-507.
- Özer, MS. 1988. Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyileştirilmesi olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Adana.
- Pai YY, Walker CE. 2001. Influence of baking condition on part-baked properties. AACC Annual Meeting.
- Persaud JN, Faubion JM, Ponte JG. 1990. Dynamic rheological properties of bread crumb. I. Effects of storage time, temperature, and position in the loaf. *Cereal Chem.*, 67: 92-96.
- Ragaei SM, Campbell GL, Scoles GL, McLeod JG, Tyler RT. 2001. Studies on rye (*Secale cereale L.*) lines exhibiting a range of extract viscosities. 2. Rheological and baking characteristics of rye and rye/wheat blends and Feeding value for chicks of wholemeals and breads. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 2446-2453.
- SPSS, SPSS for Windows Release 10.0.1, 1999. SPSS Inc.