

Ekmek Niteliklerine Reolojik Faktörlerin Etkileri

Doç. Dr. S. Sezgin ÜNAL — Ar. Gör. M. Hikmet BOYACIOĞLU

E.Ü. Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü — İZMİR

ÖZET

Ekmek yapımında ilk aşama uygun koşullarda hamur yapımıdır. Ekmek kalitesinin oluşmasında diğer nitelikleri yanında reolojik özelliklerde önemlidir. Reolojik açıdan hamur ya-

pısı incelendiğinde mikroskopik olarak bir sürekli ve üç dispers faz belirlenmiştir. Bu bölümde, fazların kaliteye etkilerini saptamak amacıyla geliştirilen yöntemler ve sonuçları tartışılmıştır.

S U M M A R Y

Rheological Structure of Dough

The first stage in breadmaking process is the preparation of dough in proper conditions. Rheological properties together with other characteristics also have a great effect on bread quality. When the structure of the dough was examined from a rheological point of view,

one continuous and three disperse phases were determined microscopically. In this part, the methods developed for detecting the effects of the phases on quality and their results are discussed.

Ekmek yapımında ilk aşama buğday unu, su, tuz ve mayanın belirli oranlarda karıştırılarak gerekli koşullarda uygun süre yoğurulmasıyla hamur elde edilmesidir.

Hamur yoğurmadaki birinci amaç hamuru oluşturan maddelerin mütecanis bir kütle oluşturacak bir şekilde karışmasıdır. İkinci amaç ise gluten proteinini elastikiyet, bükülüp eğilme ve su absorbe etme gibi kendine özgü özellikleri eniyi gösterecek bir yapıya getirmektir. Yoğurma işlemi sırasında hamurda üç farklı aşama görülür. Birincide kuru ve yaş maddelerin birleşmesiyle pürüzlü, ıslak, elastisitesi az hamurun meydana gelmesi, ikincide düzgün, kuru ve elastik bir hal alması, üçüncüde de hamur yüzeyinin düzgün, kuru ve ipekli bir görünüş kazanmasıdır (Ünal, 1981).

maddesi, un proteinlerinin % 80'ini oluşturur. Gluten'in reolojik özellikleri hamura benzer ve hamurlar arasındaki farklılıklar, onlardan izole edilen gluten nitelikleriyle belirlenir. Hamur özelliklerini anlamak için nişasta ve çözünen proteinlerin yer aldığı sürekli fazı incelemek gerekir. Fermente olmuş hamurlardan çok maya katılmaksızın hazırlanan hamurlar üzerinde çalışıldığından bunun bir sonucu olarak hamur özelliklerinde sadece göz hücrelerinin etkisi bilinmektedir (Bloksma, 1972 b).

Reolojik açıdan hamur yapısı incelendiğinde mikroskopik olarak hamurda dört faz belirlenmiştir: Bir sürekli faz ile nişasta granülleri, maya hücreleri ve gaz hücrelerinden oluşan üç dispers faz. Sürekli faz esas olarak, yüksek oranda şişmiş un proteinleriyle lipidleri ve pentozanları içerir. Hamur seyreltik tuz çözeltisiyle yıkandığında, nişasta ve çözünebilen yapıların uzaklaştırılması sonucu kalan gluten

Bilindiği gibi, mayalı hamurlarda bekleme sırasında oluşan değişimler fermantasyon ve kabarma olayları sonucu olmaktadır. Fermantasyon sırasında gaz hücreleri genişler, hamur hacminde büyük bir gelişme göze çarpar. Kabarma olayı, hamurun iç kısmında olduğundan ve etkisi çok az göze çarptığından, yalnız hamur üst yüzeyinin kurumamasından farkedilebilir. Bir hamur hakkında değerlendirme yapabilmek için, uygulamada, bekleme süresi olarak kabul edilen hamur dinlenme süresini aşmak yararlıdır (Doose, 1980).

Buğday endosperminin çözünen veya gluten proteinleri, yaklaşık 30 bileşene ayrılabilen bir karışımdır. Bu bileşenlerin molekül ağırlıkları 20.000'den birkaç milyona kadar de-

ğişmektedir. Bunların suda çözünmemeleri farklı aminoasit kompozisyonları ile izah edilmektedir (Krull ve Wall, 1969). Bileşenler yapılarında, hidrojen bağ düzeninde hem hidrojen alıcı hem verici işlevini gören amid grubunun yer aldığı yaklaşık % 30 glutamin içerirler. Sarmal yapının düzelmesini engelleme yeteneğinde olan prolin miktarı % 10'a yakındır. Prolin'in bu özelliği ve hamurdaki yüksek protein konsantrasyonu, hücrelerarası bağlardan çok hücre içi molekül yapısındaki düzenli hidrojen bağlarındandır. Bu hidrojen bağları gluten proteinlerinin çözünmemesinde etkilidirler. Aynı zamanda, gluten proteinleri, yapılarında su-sevmeyen (hidrofobik) bağları oluşturabilen yaklaşık % 30 oranında polar olmayan aminoasit kalıntısı içerirler.

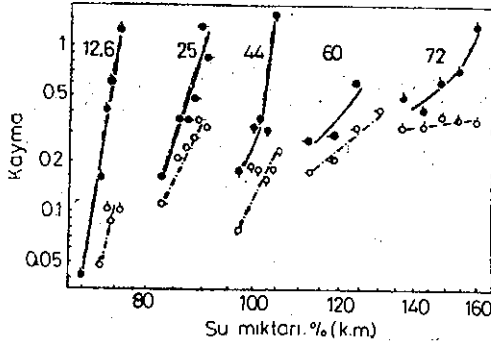
Hamurun sürekli fazında proteinler, doğal makromoleküller arasında çapraz bağlar içeren bir şebeke yapısındadırlar. Bu yapı çoğu doğal polimerlerinkine benzer ve aynı zamanda viskoz bir elastikiyet gösterir. Hamurun viskoelastik özellikleri ve buğday ununun pişme kalitesi gluten proteinlerine bağlıdır. Genellikle, yüksek oranda protein içeren unlarla iyi pişme kalitesi elde edilir. Buna rağmen proteinlerin doğal yapısında farklılıklar olması nedeniyle, protein içeriği pişme kalitesinin önceden belirlenmesi için yeterli bir veri değildir. Böyle bir şebeke yapısının düzenlenmesi için, farklı un taneciklerindeki protein moleküllerinin diğerleriyle bağlanmasına ve protein moleküllerindeki bazı kıvrımların açılmasına gerek vardır. Şebekedeki bu kıvrımların açılması ve çapraz bağların düzenlenmesi, yoğurma ve kismende daha sonra ki işlemler sırasında devam etmektedir. Moleküller temelindeki bu işlemler «Hamurun gelişimi» olarak adlandırılır (Blokma, 1972 b).

Makromoleküler şebekenin reolojik özellikleri büyük oranda çapraz bağların sayısına ve doğal durumuna bağlıdır. Gluten proteinlerini çözünmez kılan hidrojen bağları ile sürekli fazın protein şebekesindeki çapraz bağlarda önemlidir. Bunların önemi, hamurda suyun yerine deuteriyum oksit konulmasıyla özelliklerindeki değişme ile saptanmıştır (Tkachuk ve Hlynka, 1968). Ayrıca, hamur özelliklerinin oktin aminoasitinin disülfid bağlarının (—SS—)

rol oynamasıyla yeterli olarak izah edilebilir (Blokma, 1972 b). Halen geçerli olan açıklamaya göre, protein şebekesindeki sürekli veya viskoz deformasyon için disülfid bağları ve bileşimleri ile tiyol veya merkaptan grupları arasındaki değişimli reaksiyonlara gereksinim vardır. Bu değişimli reaksiyonlarda, mevcut tiyol gruplarının sayısı ile oksidasyon azaldığı için deformasyona karşı olan dirençte artar. Yeni çalışmaların sonuçları, tüm disülfid bağlarının, deformasyonun sınırlanmasında etkili olmadığını ve tüm tiyol gruplarının da değişimli reaksiyonlara katılmadıklarını göstermiştir (Blokma, 1968, 1972 a; Tkachuk, 1969; Tkachuk ve Sadler, 1970).

Gluten proteinleri şebekesinin özellikleri sürekli fazın diğer bileşenleri tarafından değiştirilebilir. Biz çözünebilir proteinlerin ve karbonhidratların rolünü biraz biliyoruz. Lipid fraksiyonunun tamamen çıkarılmasıyla hamur özelliklerinde bir değişme ile pişme potansiyelinde kayıp görülmüştür. Bazı kuvvetli bağlı polar lipidler, gluten yapısının tümünü şekillendirebilirler.

Nişasta granülleri, yumuşak bir hücrearası madde içinde katı bir dolgu maddesi olarak düşünülebilir. Bunların varlığı bileşik materyalin katıldığı ile azalır. Çeşitli teoriler böyle küçük miktarlardaki bir dolgu maddesinin etkisini belirtmek için yeterlidir (Schwarzl ve ark., 1966). Hamurda nişastanın hacim olarak miktarı yaklaşık % 60'tır (Blokma, 1968). Sonuç olarak, bu teoriler nişastanın kantitatif olarak belirlenmesinde uygulanamazlar. Buğday nişastasının büyük çoğunluğu 5 µm olan küçük granüller ile 15 - 35 µm arasındaki büyük granüller halinde iki şekilli tanecik boyutları dağılımı nedeniyle sürekli fazda bulunmaktadır. Hamur özelliklerine katılan hamur içindeki nişasta granülleri arasındaki değişimler, gluten - nişasta karışımlarında dinamik ölçümler (Hibberd, 1970; Smith ve ark., 1970) ve kayma testlerinin (Çizge 1) uygulanmasıyla deneysel olarak saptanmıştır.



Çizge 1. Buğday nişastası, gluten ve su karışımının kayma testleri. Değerler karışımın protein içeriğini k.m.'de % olarak göstermektedir. Tam çizgiler ve içi dolu noktalar, 232 saniye sonraki toplam kaymayı, kesikli çizgiler ve içi boş noktalar eşit süre aralığındaki elastik geri kazanmayı belirtir. Kayma basıncı 125 km/m. sn² (Bloksma, 1970).

Kaymaya karşı uyum gösterme ve karmaşık modüller, yüksek oranda nişasta içeren karışımın su içeriğine bağlıdır. Normal kompozis-

yondaki hamurlar gluten içeriğinden çok, su içeriğindeki değişmelere daha duyarlıdır. Hamura fazla su katıldığında, sürekli faz (gluten) yumuşar ve buna ilaveten nişasta granülleri arasındaki mesafenin ortalamasının artmasıyla aralarındaki ilişkinin sayısı azalır. Düşük nişasta içeriğinde yalnızca birtek etki vardır. Smith ve ark. da modüllerindeki genişliğin etkisinden dolayı buna benzer bir sonuca varmışlardır (Smith ve ark., 1970). Sık sık görülen bu etkiyi Hibberd (1970) «nişasta - protein - nişasta değişimleri» terimiyle açıklamıştır.

Bu çeşitli yorumlar ve açıklamalardan da görüleceği gibi hamurun kompozisyonunun nasıl olduğunun anlaşılmasında ve onun yapısının reolojik özellikler ile saptanmasında henüz başlangıçta bulunduğu görüşü genelde kabul edilmektedir. Ancak bu konuda devam eden araştırmalar ile alet, ekipman ve yöntemlerdeki gelişmeler dikkate alındığında, bilimin hamur reolojisine ait bilinmeyenleri kısa sürede açıklayacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

1. Bloksma, A.H. 1968. Effect of Potassium Iodate on Creep and Recovery and on Thiol and Disulfide Contents of Wheat Flour Doughs. (Alınmıştır: Bloksma, A.H. 1972 b)
2. ————. 1970. Rheology in Elucidating Functionality in Breadmaking. (Alınmıştır: Bloksma, A.H. 1972 b)
3. ————. 1972 a. The Relation Between the Thiol and Disulfide Contents of Dough and its Rheological Properties, Cereal Chem. 49, 104.
4. ————. 1972 b. Rheology of Wheat Flour Doughs, J. Texture Studies 3, 3.
5. Doose, O. 1980. Neue Aspekte über die Entstehung der Teig- und Gebäckstruktur sowie Gaertoleranz von Weizenteigen. Die Mühle Mischfüttertechnik 117 (39), 511.
6. Hibberd, G.E. 1970. Dynamic Viscoelastic Behaviour of Wheat Flour Doughs III: The Influence of the Starch Granules. (Alınmıştır: Bloksma, A.H. 1972 b)
7. Krull, L.H.; Wall, J.S. 1969. Relationship of Amino Acid Composition and Wheat Protein Properties, Bakers' Digest 43 (4), 30.
8. Schwarzl, F.R.; Bree, H.W.; Nederveen, C.J.; Struik, L.C.E.; Van der Wal, C.W. 1966. On Mechanical Properties of Unfilled and Filled Elastomers. (Alınmıştır: Bloksma, A.H. 1972 b)
9. Smith, J.R.; Smith, T.L.; Tschögl, N.W. 1970. Rheological Properties of Wheat Flour Doughs III: Dynamic Shear Modulus and its Dependence on Amplitude, Frequency and Dough. (Alınmıştır: Bloksma, A.H. 1972 b)
10. Smith, T.L.; Tschögl, N.W. 1970. Rheological Properties of Wheat Flour Doughs IV: Creep and Recovery in Simple Tension. (Alınmıştır: Bloksma, A.H. 1972 b)
11. Tkachuk, R.; Hlynka, I. 1968. Some Properties of Dough and Gluten in D₂O. Cereal Chem. 45, 80.
12. Tkachuk, R. 1969. Involvement of Sulfhydryl Peptides in the Improver Reaction. Cereal Chem. 46, 203.
13. Tkachuk, R.; Sadler, V.J. 1970. Reactions of Sulfhydryl Peptides During Flour Improvement. Cereal Sci. Today 15, 303.
14. Ünal, S.S. 1981. Bazı Faktörlerin Hamur ve Ekmek Yapısına Etkileri. E.Ü. Gıda Fakültesi Dergisi Sayı 2, 117.