

BAZI FİZİKSEL DEĞİŞKENLERİN VE KİMYASAL MADDELERİN HAMURUN VE EKMEĞİN BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Dr. Suntay H. EDİZ
Kimya Mühendisliği Bölümü
O. D. T. Ü. - ANKARA

Dr. Robert J. Vander ZANDEN
Hububat Bilimleri Bölümü
Kansas State Üniversitesi,
Manhattan - KANSAS

Müşterek yapılan bu araştırmada kullanılan un % 67 randımanlı buğday unudur. Deneylerdeki kontrol ekmeği 700 gram'una % 61 ılık su, % 2,5 ekme mayası, % 2,0 tuz, % 6,0 şeker, % 3 yağ, % 3 yağsız süt tozu, % 0,5 mineral ekme mayası gıdası (Arkadi) ve % 0,25 çimlendirilmiş buğday unu katılarak Hobart karıştırıcısı ile 5 dakika yoğrulduktan sonra elde edilen hamur 539 gramlık iki parçaya ayrılmıştır. Bu parçalar şekillendirildikten sonra 3 saat 30°C ısı ve % 85 nisbi nemde fermente edildikten sonra ekme kaplarına yerleştirilerek proof edilmiştir. Hemen sonra 219°C a ayarlanmış gazla ısıtılan ve rafları dönen fırında 25 dakika pişirilmiştir. Burada belirtilen yüzdeler 700 gram üzerindedir. Ekme mayası suda dağıtıldıktan sonra una eklenmiştir. Kullanılan un şu özelliklere sahiptir: % 13,3 nem, % 10,8 protein, % 0,44 kül ve % 58 Farinograf soğurması (absorpsiyonu). Spesifik hacim = hacim (cc)/ağırlık (gr).

A. Yoğurma süresi ile su miktarının etkisi

Hamurun yoğrulması ile unun ve una katılan maddelerin homojen bir şekilde karışmasını, suyun dağılmasını ve gluten'in gelişmesi sağlanır. Homojenizasyon hızı suyun dağılma hızını olumlu yönde etkiler (1). Ancak suyun dağılma hızı veyahut gluten'in gelişmesinin, hamurun yeterli bir şekilde kıvamını almasında tek etken olup olmadığı kesinlikle bilinmemektedir (2).

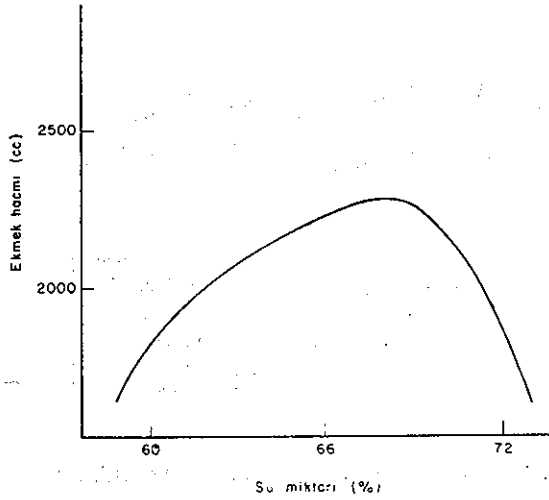
Gluten'in başlıca özelliği karbon dioksit gazını tutmak (3,4,5) ve suyun soğumasını

sağlamaktır (6,7,8). Hamurun yoğrulması sırasında gluten gelişirken su molekülleri mekanik bir yöntemle protein moleküllerinin çeşitli yerlerine hidrojen bağları ile bağlanırlar. Böylece proteinin (gluten) su ile hidrojen bağları, proteinin diğer hidrojen ve kükürt-kükürt kovalent bağları ile bağlanmasıyla üç boyutlu bir matris meydana gelir.

Una yeterinden fazla su katıldığı zaman gluten'in zayıfladığı saptanmış ve hamurun gevşediği görülmüştür (9). Bunun sebebini anlamak zor değildir çünkü gereğinden fazla su protein moleküllerinin kendi aralarındaki bağların zayıflamasını hatta oluşmamasını sağlar. Başka bir deyişle protein-protein hidrojen bağlarının yerini suyun hidrojen bağları alır. Aynı şekilde gereğinden az su eklenirse, protein moleküllerinin suyun hidrojeni ile olan bağlarının yerini proteinin kendi hidrojen bağları alır. Böylece gluten gelişmediği gibi karbon dioksit gazını tutmak özelliğini kaybeder. Optimum su soğurması hamuru istenilen şekilde geliştirdiği gibi ekmeğin arzu edilen hacmine ulaşmasını da sağladığı saptanmıştır (10). Yapılan deneylerdeki sonuç Şekil 1'de bu ilişkiyi göstermektedir.

Markley ve arkadaşlarının (11) araştırmalarına göre protein içeriği su soğurmasıyla ve yoğrulma süresiyle, su soğurmasında hamurun geliştirilmesiyle doğru olarak orantılıdır.

Gluten, glutenin ve gliadin diye adlandırılan iki kısımdan oluşur. Yoğurma süresinde hamurun özelliklerinde ki değişikliğin glutenin'den ileri geldiği saptanmıştır (12). Ayrıca



Şekil II

yoğrulma sırasında glutenin'in çoğaldığı ve gliadin'in ise nispeten değişmediği görülmüştür (13). Glutenin'in bu şekilde çoğalması proteinlerin glutenin'e dönüşmesi ile açıklanabilir (13,14). Depolimerizasyon sonucu protein moleküllerinin -S-S- bağlarının indirgendiği düşünülebilir (13). Çünkü yoğrulma sırasında sulfhidril gruplarında azalma olduğu deneysel olarak saptanmıştır (15). Hamurun gerilmeye olan kuvvetinin azalması ile -S-S- bağları ve -SH- gruplarında kaybolma araştırmacılar tarafından görülmüştür (16). Sonuç olarak -S-S- bağlarının kopması ile hamurda gerekli gelişme sağlanamadığı gibi hamur gerginliğinden de kaybeder.

Başka bir teoriye göre optimum bir hamur elde edebilmek için yoğurma sırasında proteinlerden oluşan jelin gluten matriksi ile birleşmesi gerekir. Eğer yoğurma süresi uzar, sözü geçen protein jelinde bozulursa istenilen özelliklerde arzu edilen ekmeğin hamurunda değişir (17, 18).

Hamurun yoğrulması sırasında meydana gelen değişiklikleri açıklığa kavuşturabilmek için bir çok yönden yaklaşım yapılabilir ancak değişmeyen bir şey ekmeğin hacminin maksimum olabilmesi için gluten yapısının optimum koşullar altında geliştirilmesi zorunludur (19). Ayrıca ekmeğin hacminin az yoğrulmadan ziyade çok yoğrulmadan daha fazla etkilendiği bi-

linmektedir (20). Yoğrulma süresi gereğinden fazla olursa glutenin'in yapısı bozulur ve hatta glutenin'in su tutma kapasitesinde azalır (8). Sonuç olarak yeterli yoğrulma süresi ile su soğurması hamurun gelişmesini sağladığı gibi istenilen özelliklere sahip ekmeği oluşturur.

B. Fermantasyon süresinde hamur ısısının etkisi

Burada ekmeğin yapımı için yazının başında belirtilen formül uygulanmış ancak şeker miktarı her hamur için % 8 de tutulmuştur.

Değişkenler ve Bulgular :

Hamur No.	Fermantasyon Hamur Isısı	Ekmek Ağırlığı (gr.)	Ekmek Hacmi (cc.)	Yoğurduktan sonra hamur ısısı°C
1	18°C	504,502	1675,1675	26.1
2	24°C	497,492	1975,1970	24.0
3	27°C	490,492	2100,2275	27.0
4	30°C	490,488	2050,2175	27.3
5	33°C	471,469	2575,2475	28.4

Tartışma

Şekil II'de görüldüğü gibi hamurun fermentasyon ısısının 18°C dan 33°C a yükseltilmesi ile ekmeğin hacmi artmıştır. Bunu açıklamak için şöyle bir yaklaşım yapılabilir. Ekmeğin mayasının fermentasyon fonksiyonunu mayanın enzimleri sağlar. Bu enzimler şekeri kullanarak karbon dioksit gazına ve etanole dönüştürür. Maya hücrelerinin fermentasyon süresinin ilk aşamasında çoğalmadığına (21) göre gazın oluşması maya hücrelerinin üremesinden olmayıp doğrudan doğruya enzimlerin mevcudiyetindedir. Enzimlerin etkisi ısının seviyesine bağlıdır (22). Ekseriyetle beş derecelik bir artma kimyasal bir reaksiyonun hızını iki katına çıkarabilir. Bu enzim reaksiyonları için bir sınıra kadar geçerlidir. Enzimler proteindir ve proteinlerde ısıdan olumsuz yönde etkilenirler. Bu açıklamalar, hamurun sıcaklığının ekmeğin hacmini nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır. Enzim aktivitesinin artması ile karbondioksit gazının miktarı fazlalaşır, buda ekmeğin hacminin çoğalmasını sağlar. Ancak

Bulgular :

Hamur No	Ekmek Ağırlık (gr)	Ekmek Hacmi (cc)	Ortalama Ekmek Hacmi
1	426,468,468,424, 465,482.	2825,2400,2200,2610, 2625,1950	2435
2	424,465,476,422, 460,422.	3010,2225,2250,2825, 2825,2575.	2618
3	462,465,473,464, 470,471.	3025,2900,2875,2900 2850,2775.	2888
4	488,425,484,478, 422,475.	3100,2850,2950,2970, 2850,2850.	2923
5	450,460	2600,2475	2538
6	468,425	2375,2550	2463
7	425,420	2950,3000	2975
8	485,490	2100,2100	2100
9	428,450,450 481,460,460.	2425,2600,2600, 2500,2475,2475,	2512
10	425,480,480 422,475,475.	2775,2375,2375, 2675,2550,2550.	2550
11	429,475,475, 426,470,470	2650,2950,2950, 2875,3000,3000.	2904
12	429,485,485, 479,490,490.	2700,2100,2100 2825,2100,2100.	2321
13	468,465	2400,2625	2513
14	478,465,468, 460.	2875,2725,2775, 2875.	2813
15	492,465,471, 470.	2980,2900,3000, 2850.	2933
16	466,464,475, 472.	2775,2750,2850, 2850.	2806

Tartışma

Onaltı hamurun her birinde bir değişiklik yapıldığını ve diğer maddelerin miktarlarının değiştirilmediğini ve sağlanan fiziksel koşulların optimumda tutulduğunu düşünürsek ekmeğin özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin yalnız değiştirilen maddeden ileri geldiğini söyleyebiliriz. Böylelikle tartışma deneysel yönden dört kısma ayrılabilir.

a. Süt tozunun etkisi : Yağından arındırılmış süt tozu miktarının değiştirilmesi ile elde edilen değerler görüldüğü gibi kendi aralarında büyük bir varyasyon göstermektedir. Ancak süt tozu miktarının artması ile spesifik ekmeğin hacmi artmıştır. Kaynaklardan elde edilen bilgi ile sonuçlar uymaktadır. Şöyleki, süt tozunun hamura eklenmesi ile hamurun pH'si yükseldiği (27, 28) gibi fermentasyon süresinin

nin ilk 2-3 saati arasında karbon dioksit gazında bir azalma olmuştur (27). pH 4 den 7 ye doğru fazlaştırıldığında da mayanın aktivitesinde bir azalma olduğu gibi ekmeğin hacminde de büyüme kaydedilmiştir (29). Bu bilgilere dayanarak süt tozunun hamurda tamponlama etkisi yarattığını ve dolayısıyla pH'ı yükselterek ekmeğin hacminin artmasını olumlu yönde etkilediğini söyleyebiliriz. Maya aktivitesinin azalmasına rağmen ekmeğin hacminin büyümesinin hamurun gaz tutma kapasitesinin artmasından ileri geldiği söylenebilir (29). Aynı zamanda süt tozunun eklenmesi hamurun optimum derecede gelişmesini sağlamak için yoğurma süresinde artmasını gerektirmiştir (30). Bu bilgilerin ışığında miktarı artırılan süt tozu hamurun pH'ını artırmış ve bu artıştan dolayı gaz üretiminde azalmıştır.

b. Tuzun etkisi : Tuz miktarının hamur üzerindeki etkisi iki yönlü olmuştur. Tuz miktarı % 0-2 olan hamurların ekmeğin hacmi fazla olmuş, tuz miktarı % 4 olan hamurun ekmeğin hacminde farkedilir şekilde bir küçülme olmuştur. Bohn ve Bailey (30) tuzun hamuru sertleştirdiğini veyahut gluten eleyaflarını kuvvetlendirdiğini belirtmektedir. Tuz miktarının % 2 ye kadar hamur üzerindeki etkisi olumludur. Tuz miktarının % 2 nin üzerine çıktığı zaman ekmeğin hacminde görülen azalma, tuzun maya aktivitesini olumsuz yönde etkilemesinin (31, 32, 33) ve hamurun lipidleri bağlama kapasitesinin % 20-40 arasında azalma sılla da açıklanabilir (34).

c. Yağın etkisi : Bu deneylerde elde edilen değerler yağın ne şekilde etken olduğunu tam olarak ortaya koymamakla beraber çok genel bir değerlendirme yapılırsa yağ miktarının % 3 ün üzerine çıkartıldığında ekmeğin hacminin arttığı söylenebilir. Yağ miktarının % 10 a çıkarıldığında ekmeğin hacminde büyüme daha belirgin hale gelmiştir. Bu yorumlar kaynaklardan elde edilen araştırma sonuçlarında uymaktadır (35, 36).

Yağın hamur üzerindeki etkisinin fiziksel olduğu uzun zamandan beri savunulmaktadır (30). Gluten'in elektron mikroskopları ile X-rey (37) çalışmaları sonucu elde edilen bilgilere göre gluten'in tabakalardan oluştuğu saptanmıştır. Katılan yağ, bu tabakaları yağlamakta ve birbirleri ve nişasta toprakları üzerinde kaymalarını sağlamaktadır. Gereğinden fazla katılan yağ bu tabakaları fazla kaydırdığından ekmeğin hacmi olumsuz yönde etkilenir (37).

Tsen ve Hlynkaya göre (38) yağ ile gluten'in birleşmesi ile sulfhidril grupları yükseltgenir. Ayrıca bu yorum, hamura kafi derecede katılan oksijen ile doğrulanmıştır. Şöyleki gerek lipidler gerekse sulfhidril grupları oksijenle reaksiyona girmiş; yükseltgenen lipidler hamurun -SH grupları ile reaksiyona girerek hamurun gelişmesini sağlamıştır.

Deney sonuçları ile kaynaklardaki araştırma sonuçları ortak noktada birleşmiştir. Lipid

miktarının bir dereceye kadar artması ile ekmeğin hacimleri büyümüş ve daha yumuşak ve kadife yumuşaklığına sahip bir görüntü kazandırmıştır. Lipidler, ekmeğin beyaz kısmındaki hücre yapılarını geliştirdiği gibi kabuk kısmında yumuşatmıştır ve ekmeğin kesilmesinin kolaylaştığı da saptanmıştır (35).

d. Mayanın etkisi : Deney sonuçları genel bir değerlendirmeye tabii tutulursa maya miktarının artması ile ekmeğin hacminin de arttığı görülmüştür. Ancak maya miktarı % 3.5 olduğu zaman ekmeğin hacminde küçülme olmuştur. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar kaynaklarda belirtilenlerle uyum içindedir.

Fermentasyonun ilk iki saatinde, maya hücreleri üreyerek çoğalmaktadır (39). Eğer bu sürede fazla gaz elde etmek istenirse katılan maya miktarının fazlalaştırılması gerekir. Zaten kaynaklarda belirtildiğine göre maya miktarındaki artma gaz üretimi ile çizgisel olarak orantılıdır (33, 40, 41). Şüphesiz gluten çoğalan gazı ancak bir dereceye kadar tutabilir, ondan sonra ekmeğin haciminde ters yönde etkilenir, başka bir deyişle küçülür.

D. Şeker çeşitlerinin ve miktarlarının etkisi

Değişkenler :

Hamur No.	Şeker Çeşidi	Şeker Miktarı %
1	glukoz	1
2	glukoz	3
3	glukoz	5
4	glukoz	10
5	sukroz	1
6	sukroz	3
7	sukroz	5
8	maltoz	1
9	maltoz	3
10	maltoz	5
11	maltoz	10
12	laktoz	5

Bulgular :

Hamur No.	Ortalama Ekmek Ağırlığı	Ortalama Ekmek Hacmi	Spesifik Hacim
1	479.5	2887.5	6.124
2	480.0	2775.0	5.781
3	477.0	2872.5	6.022
4	486.5	2475.0	5.087
5	465.5	2475.0	5.559
6	464.5	2587.5	5.490
7	472.5	2550.0	5.926
8	483.5	2750.0	5.688
9	478.5	2750.0	5.747
10	472.5	2547.5	5.392
11	470.5	2367.5	5.032
12	475.5	2175.0	4.574

Ekmeğin Beyaz Kısmı Hücre Özellikleri

Hamur No.	Duvar Kalınlığı	Duvar Büyüklüğü	Dağılımı	Şekli
1	İnce	Küçük	Muntazam	Yuvarlak
2	Kalın	Küçük	Muntazam	Yuvarlak
3	İnce	Küçük	Çok muntazam	Uzun
4	Kalın	Çok küçük	Muntazam	Uzun
5				
6				
7	Çok kalın	Küçük	Gayri munt.	Yuvarlak
8	İnce	Çok küçük	Muntazam	Yuvarlak
9	Kalın	Küçük	Muntazam	Yuvarlak
10	Kalın	Küçük	Muntazam	Yuvarlak
11				
12				

Bulgular :

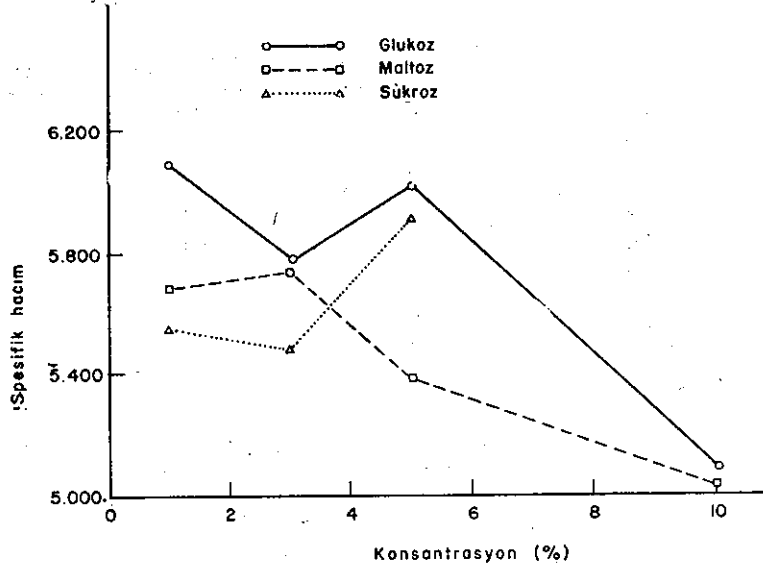
Glukoz ve maltoz miktarları arttırıldıkça ekme kabuğunun renginin koyulaştığı görülmüştür.

Una katılan şekerin miktarı % 5-6 kadar arttırıldığında ekme hacminde büyüme kaydedilmiştir (42, 43, 44). Bu miktar % 6 nın üzerine çıktığı zaman mayanın etkenliğinin azaldığı ve ekme hacminin düştüğü görülmüştür (42).

Şekil III. incelendiğinde umulana yakın sonuçlar elde edildiği ancak bunun üç ayrı hususta ayrıcalık gösterdiği söylenebilir. Şöyle ki glukoz ve sukroz içeren emeklerin şeker miktarı % 3 olduğu zaman elde edilen ekme hacmi % 1 lik şekerli ekmeden daha azdır.

Glukoz miktarı % 1 olan ekmeğin spesifik hacmi diğer şeker miktarlarını içeren emeklerin hacimlerinden daha fazladır. Ayrıca içinde % 3 miktarında maltoz bulunan ekmeğin hacmi % 5 oranında olanından daha fazladır.

% 1 oranında glukoz içeren hamurdan meydana gelen ekmeğin hacmi % 3.5 ve % 10 oranında olanlardan daha fazla olmuştur. Bu sonuç şu şekilde açıklığa kavuşturabilir. Ekme yapımında kullanılan bütün buğday unlarında ya maltoz kendiliğinden mevcuttur ve yahut da nişasta kısmen maltoza dönüşebilir. Hatta glukozun varlığı maltozun fermentasyonunu hızlandırabilir (45). Böylelikle glukoz ve maltozun bulunduğu ortamda maltoz glukozdan daha çabuk fermente olur.



Sekil ... III

Hamurunda % 3 oranında maltoz bulunan ekmeğin hacmi % 5 oranındakinden daha fazla olmuştur. Şeker miktarı % 6'nın üzerine çıkarsa maya etkenliğini kaybetmektedir. Unun kendisinde maltoz olduğunu düşünürsek eklenen miktarla % 5'in üzerine çıkılmış olduğunda bir gerçektir.

Sükroz ve yahut maltoz içeren ekmeklerin spesifik hacimleri aynı miktarlarda glukoz içeren ekmek hacimlerinin hemen hemen aynıdır. Bu doğal bir sonuçtur çünkü ekmek mayası glukozu doğrudan doğruya kullanabilir fakat sükrozu veyahut maltozu kullanabilmesi için invertaz ve maltaz enzimlerinin bu şekerler üzerinde etkileri gerekmektedir. Maya maltoz ve sükrozu aynı kinetik hızla karbon dioksit'e dönüştürür (46).

Ekmek mayası laktozu metabolize edemediğinden (47), hamurunda laktoz bulunan ekmeklerin spesifik haciminde diğerlerine nazaran çok düşük olmuştur.

Sonuç olarak ekmeğin tadını bir yana bırakırsak; glukoz, maltoz ve yahut sükrozun ekmek hacmi üzerindeki etkileri birbirine benzemektedir. Laktozun etkisi ise bu üç şeker çeşidi ile karşılaştırılamayacak şekilde değişiktir.

E. Potassium bromat ($KBrO_3$) ve Cysteine'nin ($HSCH_2CHNH_2COOH$) etkisi

Yazının başında verilen ekmek formülü kullanılmış ancak şeker miktarı % 8 olarak alınmıştır. Süt tozu, bromatın yükseltgeme gücünü arttırdığından (48, 49, 50) bu deneyde kullanılmamıştır. Yoğurma süreleri ayrıca belirtilmiştir.

Tartışma

Araştırmacılar hamur üzerinde ilk çalışmalarını sürdürürken bromat ve cysteine'nin etkilerini iki ayrı teoriye bağdaştırarak konuya yaklaştılar. Birincisi bromat gibi yükseltgeme etkisi olan bir maddenin hamurun içindeki proteolitik enzimlerinin etkenliğine ters yönde tesir ettiği ve indirgeme etkisi olan cysteine'nin ise bu enzimin etkenliğini fazlalaştırdığıdır. Bu suretle kullanılan yükseltgeme ve indirgeme özellikleri gösteren maddeler ya gluten'in peptide bağlarını kuvvetlendirecek ve yahut zayıflatacaktır. Sonuç olarak bu maddeler gluten gelişmesinde regülatör olarak kullanılacaktır. İkinci teori ise adı geçen bu maddelerin proteolitik enzimleri etkilemeden gluten'e tesir etmesidir. Daha sonraki araştırmacılar birinci teorinin doğruluğunu ispatlamışlardır (51, 52, 53). Sullivan'ın (54) iddia ettiği ve bugünde kabul edildiği gibi (55) yükseltgeme

Değişkenler :

Hamur No.	KBrO ₃ , ppm	Cysteine, ppm	Arkadi, %	Yoğurma Süresi
1	0	0	0.5	5 dak.
2	5	0	0.0	5 dak.
3	10	0	0.0	5 dak.
4	15	0	0.0	7 dak.
5	20	0	0.0	6 dak.
6	0	20	0.5	5 dak.
7	0	40	0.5	6 dak.
8	0	60	0.5	4 dak.

Bulgular :

Hamur No.	Ekmek Ağırlığı	Ekmek Hacmi	Spesifik Hacim
1	482,482	2650,2700	5.55
2	481,481	2330,2700	5.05
3	476,476	2475,2475	5.20
4	474,474	2225,2300	4.76
5	484,481	2340,2330	4.84
6	479,477	2500,2575	5.31
7	478,470	2500,2325	5.09
8	489,487	2550,2610	5.29

Ekmeğin Beyaz Kısmının Hücre Yapısı

Hamur No.	Duvarı	Büyüklüğü	Şekli	Dağılımı
1	İnce	Küçük	Uzun	Muntazam
2	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Gayri munt.
3	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Gayri munt.
4	İnce	Büyük	Yuvarlak	Muntazam
5	Çok Kalın	Çok Büyük	Yuvarlak	Gayri munt.
6	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Muntazam
7	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Muntazam
8	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Gayri munt.

özelliğine sahip maddeler -SH ve indirgeme özelliğine sahip maddelerde -S-S- gruplarına tesir ederler.

Bromatın katıldığı hamurlar çoğunlukla normale nazaran daha sert (54, 56, 57), cysteine'nin eklendiği hamurlar ise yapışkan ve yumuşak olurlar (52, 53, 54, 58). Dolayısıyla ekmeğin beyaz kısmının hücre yapısı etkilenir.

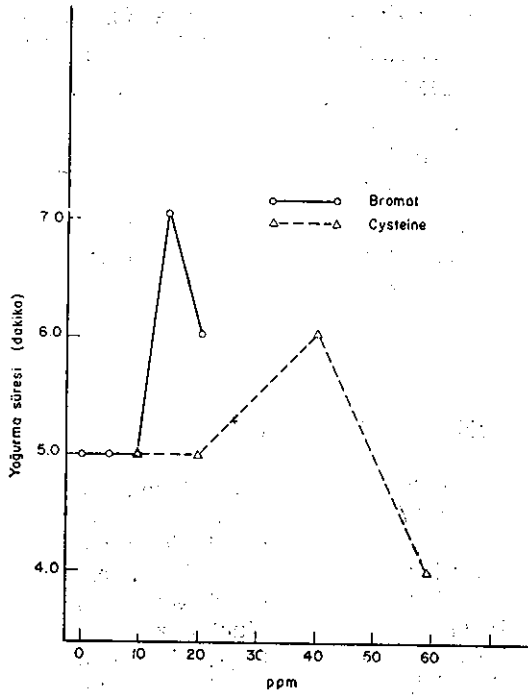
Araştırma sonuçları incelendiğinde tam manasıyla bir sonuç çıkarmak mümkün değildir. Şekil IV de görüldüğü gibi bromat ve cysteine miktarlarının artırılması ile yoğurma süresinde artmış fakat bir değerden sonra düşmüştür. Şekil V de görüldüğü gibi bromat ve cysteine'nin eklenmesiyle spesifik hacimde

düşmüştür. Cysteine'nin ekmeğin hacmini azalttığı doğrudur ancak bromatın eklenmesi ile ekmeğin hacminin yükselmesi gerekirdi. Bu uyumsuzluk büyük bir olasılıkla deneysel hata olarak kabul edilebilir.

Bromat hamurunun gaz tutabilme özelliğini fazlalaştırır ancak gazın herhangi bir şekilde fazlalaşmasını sağlamaz (56, 57).

F. Alfa-amilaz ve proteaz (proteolitik enzim) enzimlerinin etkisi

Ekmeğin formülündeki şeker miktarı % 8 olarak tutulmuştur. Katılan enzimler mantar kökenlidir.



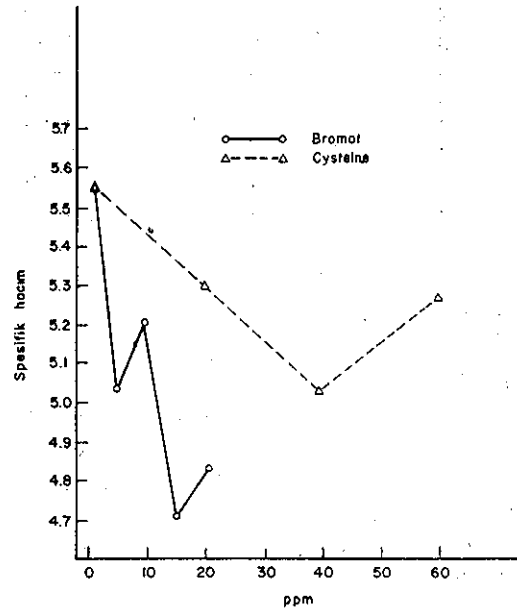
Şekil IV

Tartışma

Alfa-amilaz nişasta molekülleri ile reaksiyona girerek onları daha küçük moleküllere dönüştürür. Bu enzim yalnız jelatinize olmuş ve yahut hasara uğramış nişasta moleküllerine tesirlidir. Suyu karıştırılmış nişastanın hemen hemen yarısı 60-65°C arasında jelatinize olmuş vaziyettedir (59).

Çeşitli kökenli alfa-amilazlar ayrı sıcaklıklarda etkinliklerini kaybederler. Mantari kökenli alfa-amilazlar sulu una katıldıkları zaman hububat veyahut bakteriyel kökenli alfa-

amilazlara nazaran etkinliklerini daha düşük ısılarda kaybederler (60). Alfa-amilaz (mantari kökenli) 70°C de etkinliğini % 48 kaybeder. Hububat kökenli alfa-amilaz aynı ısıda etkinliğinin % 8 ini kaybeder. Diğer yandan bakteriyel kökenli alfa-amilaz 70°C de etkinliğini kaybetmez. Demek ki ekmek pişirilirken, başka bir deyişle nişasta jelatinize olurken, alfa-amilaz (mantari kökenli) etkinliğini kaybeder. Ayrıca ekmek pişirildiği zaman mantari kökenli alfa-amilaz diğer kökenli alfa-amilazlara nazaran nişastayı daha az değiştirebilir. Bu araştırmada mantari kökenli alfa-amilazın kullanılma sebebi budur.



Şekil V

Değişkenler :

Hamur No.	Yoğurma süresi (dakika)	Alfa - amilaz (ppm)	Proteaz (ppm)
1	5	0.0	0
2	5	30.0	0
3	5	60.0	0
4	5	90.0	0
5	5	120.0	0
6	5	0.0	30.0
7	4¼	0.0	60.0
8	3.5	0.0	90.0
9	3.0	0.0	120.0

Bulgular :

Hamur No.	Ekmek Ağırlığı	Ekmek Hacmi	Spesifik Hacim
1	481,480	2750,2850	5.83
2	477,475	2975,3000	6.28
3	479,476	2875,2850	5.99
4	479,472	2950,2925	6.18
5	480,475	3050,3150	6.49
6	475,471	3150,3000	6.50
7	477,474	3000,3050	6.36
8	470,464	3050,3200	6.69
9	475,475	2975,3000	6.29

Ekmeğin Beyaz Kısmının Hücre Özellikleri

Hamur No.	Duvarı	Büyüklüğü	Şekli	Dağılımı
1	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Gayri Muntazam
2	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Gayri Muntazam
3	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Gayri Muntazam
4	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Gayri Muntazam
5	Kalın	Büyük	Yuvarlak	Gayri Muntazam
6	İnce	Küçük	Uzun	Muntazam
7	İnce	Büyük	Yuvarlak	Gayri Muntazam
8	İnce	Büyük	Yuvarlak	Gayri Muntazam
9	İnce	Büyük	Yuvarlak	Gayri Muntazam

Alfa-amilaz hamura eklendiği zaman ekmek hacmi büyür (61, 62, 63, 64), kabuk rengi koyulaşır (61, 64) ve ekmeğin görünümü değişir (62, 64). Eğer gereğinden fazla enzim eklenirse ekmeğin rengi, hacmi ve görünümü arzu edilene uymaz (63). Alfa-amilaz hamurdaki şeker miktarını arttırdığından, karbon dioksit gazında fazlalaşma olur ve dolayısıyla ekmek hacmi büyür. Ekmeğin kabuğunun rengini oluşturan koşullar arasında şeker miktarının önemli rol oynamasından dolayı kabuk rengide koyulaşır (65).

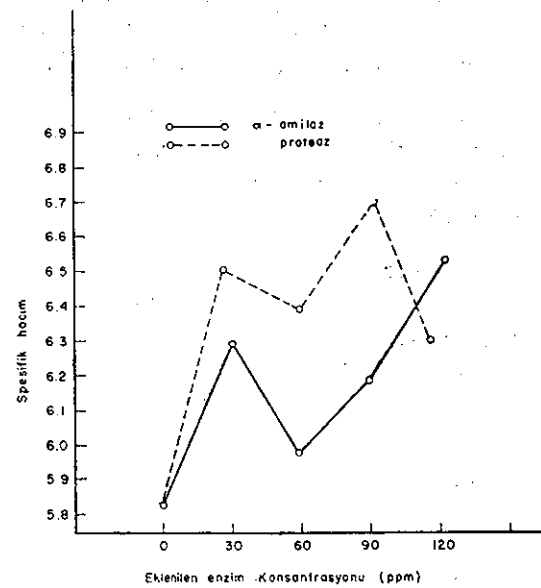
Şekil VI da görüldüğü gibi alfa-amilazın hamura eklenmesi ile ekmek hacminde ilk önce büyüme sonrada küçülme olmuştur. Bunun sebebi karbon dioksit gazının fazlalaşması ve yahut nişastanın dekstrinlere dönüşmesi ile açıklanabilir.

Hamura katılan alfa-amilazın proteinlere bir etkisi olmadığından yoğurma süreside etkilenmemiştir.

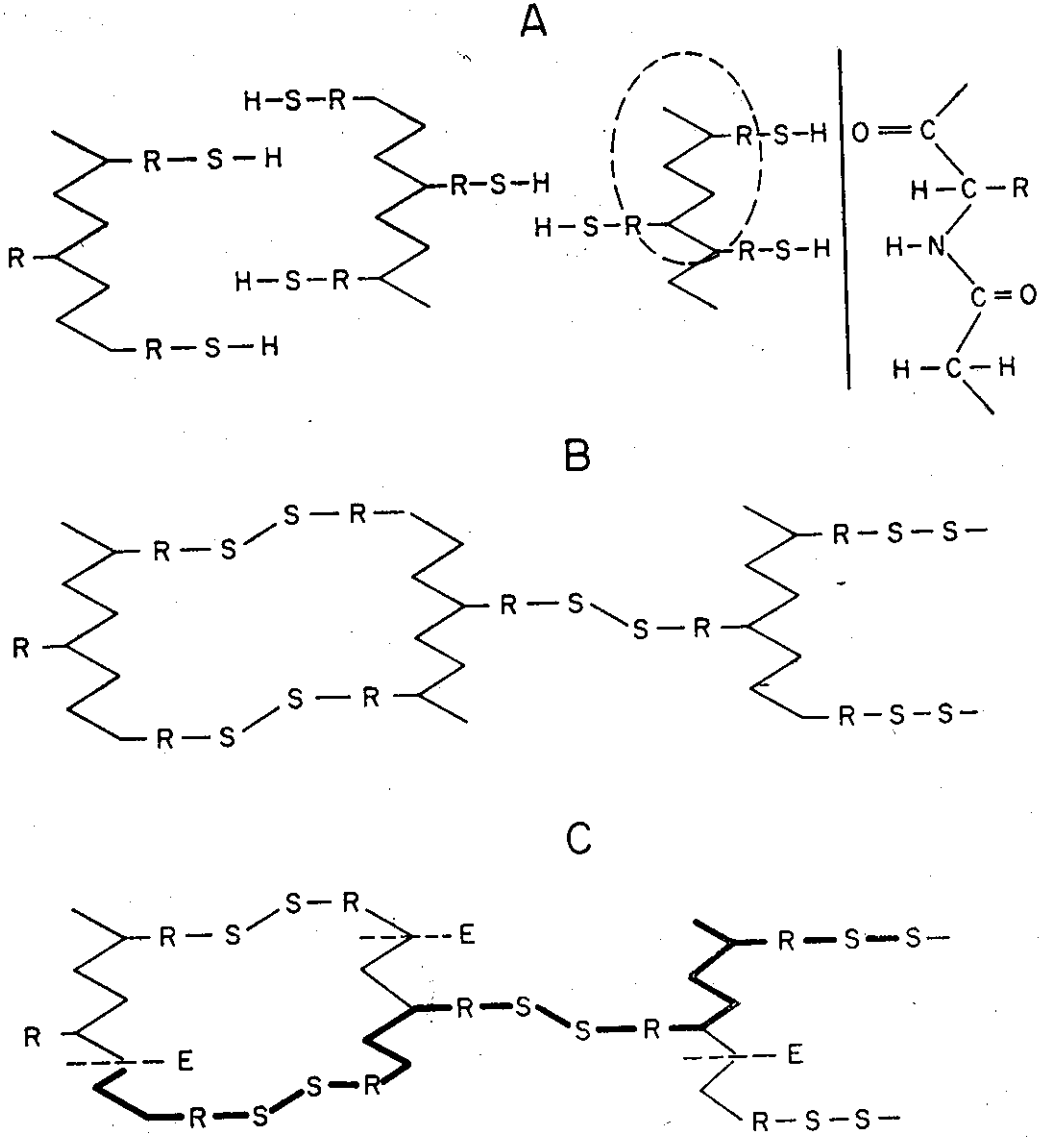
Proteaz enzimi, hamurun proteinleri ile reaksiyona girerler. Şekil VII de (67) görüldüğü gibi yükseltgeme özelliğine sahip maddeler -SS- grupları ile, indirgeme özelliğine sa-

hip maddeler ise -SH grupları ile reaksiyona girerler. Diğer yandan proteolitik enzimler ise doğrudan doğruya protein zinciri ile reaksiyona girerler.

Bu kısmın başında görüldüğü gibi proteolitik enzimlerin hamura katılması ile yoğurma



Şekil VI



- A - İndirgen maddelerinin gluten matriksine etkisi
 B - Yükseltgen maddelerinin gluten matriksine etkisi
 C - Proteaz'ın gluten matriksine etkisi (E = enzimin reaksiyona girdiği yer)

Şekil - VII

süresi kısalmıştır. Bu, büyük kapasiteli ekmek fabrikaları için çok ekonomiktir çünkü az zamanda çok hamur yoğurabildiği gibi daha çok ekmek yapma olanağını yaratır.

Şekil VI dan da anlaşılacağı gibi proteaz miktarı arttırıldığı zaman ekmek hacmi ilk önce artmış sonra düşmüştür. Enzim miktarında

ki ilk artış ile ekmek hacmi olumlu yönde etkilenmiştir; proteaz glutenin gaz tutma kapasitesini arttırmıştır. Enzim miktarının çoğaltılması ile glutenin yapısı bozulmaya başlar (68) ve sonuç olarak glutenin gaz tutma kapasitesinde azalır. Hamurunda 90 ppm proteaz olan ekmeğin hacmi umulanın tersi olmuştur.

KAYNAKLAR

1. L.J. Bohm ve C.H. Bailey, *Cereal Chem.*, 13,560 (1936).
2. W. Bushuk, C.C. Tsen ve I. Hlynka, *Bakers Digest*, Ağustos 1968, sahife 36.
3. P.E. Marston, *Bakers Digest*, 45, 16 (1971).
4. Y. Pomeranz, ed., *Wheat Chemistry and Technology*, AACS, St. Paul, Minnesota, sahife 203.
5. C.J. Marek ve W. Bushuk, *Cereal Chem.*, 44 300 (1967).
6. Y. Pomeranz, ed., *Wheat Chemistry and Technology*, AACS, St. Paul, Minnesota, sahife 245.
7. E.N. Greer ve B.A. Stewart, *J. Sci. Food Agr.*, 10, 248 (1959).
8. W. Bushuk, *Bakers Digest*, Ekim 1966, sahife 38.
9. J. Micka ve E. Childs, *Cereal Chem.*, 5, 203 (1928).
10. W.L. Harold, *Cereal Chem.*, 6, 264 (1929).
11. L. Markley, C.H. Bailey ve W. Harrington, *Cereal Chem.*, 16, 271 (1939).
12. J.A.D. Ewart, *J. Sci. Food. Agr.*, 19, 617 (1968).
13. C.C. Tsen, *Cereal Chem.*, 44, 308 (1967).
14. D. Mecham, E. Cole ve J. Pence, *Cereal Chem.*, 42, 409 (1965).
15. B. Sullivan, L. Dahle ve J. Schipke, *Cereal Chem.*, 40, 399 (1963).
16. C.C. Tsen ve W. Bushuk, *Cereal Chem.*, 40, 399 (1963).
17. D.K. Meckam, H.A. Sokol ve J.W. Pence, *Cereal Chem.*, 39, 81 (1962).
18. P. Meredith, *New Zealand J. Sci.*, 4, 66 (1961).
19. M.C. Markley ve C.H. Bailey, *Cereal Chem.*, 15, 708 (1938).
20. H. Huber, *Bakers Digest*, Şubat 1968, sahife 62.
21. C. Hoffman, T.R. Schweitzer ve G. Dalby, *Cereal Chem.*, 18, 392 (1941).
22. G. Reed, *Food Science and Technology, A Series of Monographs: Enzymes in Food Processing*, Academic Press, New York, 1966. bölüm 4.
23. R.D. Seeley ve H. Ziegler, *Bakers Digest*, 3f. 48 (1962).
24. E.J. Cooper ve G. Reed, *Bakers Digest*, 4f. 22 (1968).
25. E.A. Fisher ve P. Halton, *Cereal Chem.*, 1f. 349 (1937).
26. J.E. St. John ve C.H. Bailey, *Cereal Chem.*, 6, 140 (1929).
27. O. Skovholt ve C.H. Bailey, *Cereal Chem.*, 14, 108 (1937).
28. J.L. St. John ve C.H. Bailey, *Cereal Chem.*, 6, 51 (1929).
29. J.C. Garner, I. Navarini A.M. Swanson, *Cereal Sci, Today*, 11, 410 (1966).
30. L.J. Bohm ve C.H. Bailey, *Cereal Chem.*, 14 335 (1937).
31. C.C. Walden ve R. K. Larmour, *Cereal Chem.*, 25, 30 (1948).
32. R.K. Larmour ve H.N. Bergsteinsson, *Cereal Chem.*, 13, 410 (1936).
33. C.J. Marek ve W. Bushuk, *Cereal Chem.*, 44, 300 (1967).
34. D.K. Mecham ve N.E. Weinstein, *Cereal Chem.*, 29, 448 (1952).
35. G.T. Carlin, *Bakers Digest*, 21, 78 (1947).
36. J.C. Baker ve M.D. Mize, *Cereal Chem.*, 19, 841 (1942).
37. J.C. Grosskreutz, *Cereal Chem.*, 38, 336 (1961).

38. C.C. Tsen ve I. Hlynka, *Cereal Chem.*, 40, 145 (1963).
39. C. Hoffman, T.R. Schweitzer ve G. Dalby, *Cereal Chem.*, 18, 342 (1941).
40. W.H. Cook ve J.G. Maloch, *Cereal Chem.*, 7, 133 (1930).
41. A.G. Simpson, *Cereal Chem.*, 13, 140 (1936).
42. C.C. Walden ve R.K. Larmour, *Cereal Chem.*, 25, 30 (1948).
43. H.N. Barham ve J.A. Johnson, *Cereal Chem.*, 28, 463 (1951).
44. R.M. Sandstedt ve M.J. Blish, *Cereal Chem.*, 16, 36 (1939).
45. A.S. Schultz ve L. Atkin, *J. Am. Chem. Soc.*, 61, 291 (1939).
46. J.H. Lanning, *Cereal Chem.*, 13, 690 (1936).
47. T.S.G. Jones, *J. Dairy Res.*, 7, 41 (1936).
48. C.W. Ofelt ve R.K. Larmour, *Cereal Chem.*, 17, 1 (1940).
49. S. Eisenberg, *Cereal Chem.*, 17, 476 (1940).
50. I. Hlynka ve W.G. Chanin, *Cereal Chem.*, 16, 51 (1939).
51. H. Jorgenson, *Cereal Chem.*, 16, 51 (1939).
52. A.K. Balls ve H.S. Hale, *Cereal Chem.*, 13, 656 (1936).
53. W.S. Hale, *Cereal Chem.*, 16, 695 (1939).
54. B. Sullivan, M. Howe, F.D. Schmalz ve G.R. Astelford, *Cereal Chem.*, 17, 507 (1940).
55. C.C. Tsen, *Cereal Chem.*, 45, 531 (1968).
56. W.F. Geddes ve R.K. Larmour, *Cereal Chem.*, 10, 30 (1933).
57. R.K. Larmour ve S.F. Brockington, *Cereal Chem.*, 11, 451 (1934).
58. J. Freilich ve C.N. Frey, *Cereal Chem.*, 16, 503 (1939).
59. J.W. Sullivan ve J.A. Johnson, *Food Tech.*, 7, 38 (1953).
60. B.S. Miller, J.A. Johnson ve D.L. Palmer, *Cereal Chem.*, 41, 73 (1964).
61. G. Rubenthaler, K.F. Finney ve Y. Pomeranz, *Food Tech.*, 19, 671 (1965).
62. J.A. Johnson ve B.S. Miller, *Cereal Chem.*, 26, 371 (1949).
63. O.E. Stanberg ve C.H. Bailey, *Cereal Chem.*, 16, 42 (1939).
64. J.A. Johnson ve B.S. Miller, *Cereal Chem.*, 25, 163 (1948).
65. H.C. Freedman ve W.P. Ford, *J. Soc. Chem. Ind.*, 60, 6 (1941).
66. O. Silberstein, *Bakers Digest*, 35, 44 (1961).
67. G. Reed, *Food Science and Technology, A Series of Monographs: Enzymes in Food Processing*, Academic Press, New York, 1966, sahife 245.
68. A.K. Balls ve W.S. Hale, *Cereal Chem.*, 13, 54 (1936).



ATATÜRK ORMAN ÇİFTLİĞİ
MEYVE SULARINI DENEYİNİZ