

UN VE KATKI MADDELERİNİN EKMEK KALİTE VE BAYATLAMASINA ETKİLERİ

THE EFFECT OF FLOUR AND ADDITIVES ON BREAD QUALITY AND STALING

Duygu GÖÇMEN

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, BURSA

ÖZET: Ülkemizde hızla artan nüfusun beslenmesinde ekonomik nedenler ve alışkanlıklar sonucu, ekmeğin temel gıda maddesi olarak tüketimi oldukça yaygındır. Ülkemizde ekmeklerin kalite yönünden yetersiz olması ve çabuk bayatlaması nedeniyle ortaya çıkan ekmeğin kaybı da oldukça yüksek boyutlara ulaşmaktadır. Bu kaybı önlemek ekmeklerin kalitesini yükseltmekle mümkündür. Kaliteli ekmeğin üretimi ise en başta un ve bunun elde edildiği buğdaya bağlı olduğundan, ilk önlem olarak ekmeğin buğday kalitesini yükseltmek gerekmektedir. Bu da ıslah ve yetiştirme çalışmaları ile sağlanmalıdır. Tüm çabalara rağmen istenen kalite sağlanamıyorsa katkı maddeleri ilavesi ile ekmeğin kalitesinde iyileştirmeye gidilmelidir. Günümüzde ekmeğin besin değerini yükseltmek, görünüş ve yapısını düzeltmek, bayatlamayı geciktirmek ve bozulmayı önlemek için değişik katkı maddeleri kullanılmaktadır. Ekmeğin zararını önleme bakımından yararlı olacağı düşüncesiyle konuya ilişkin çalışmaların bir derlemesi yapılmıştır.

SUMMARY: It is very widespread the consumption of bread as a basic food component as a result of economic and habits in the nutrition of rapid-increasing population in our country. In our country the loosing bread reaches pretty big dimensions because of the fact that in our country the breads are insufficient as a quality and they stale quickly. It is necessary to rise the quality of bread wheat as the first precaution in order that the quality of bread production depends on flour and the wheat. This must be supplied by biological reform and growing. In spite of the all efforts if the desired quality can not be supplied, additives must be used.

Nowaday different additives are used in order to rise the nutrition value of bread, improve the appearance and texture, delay the staling and prevent the spoiling. The anthology of studies related to the subject has been done to be useful in point of preventing the loosing bread.

GİRİŞ

Ülkemiz insanların beslenmesinde ekmeğin önemli bir yeri olmasına rağmen, üretilen ekmeklerin kalitesi istenen düzeyde değildir. Bunun nedeni uygulanan teknoloji ve teknik bilgi yetersizliği yanında; hammaddenin yani buğday kalitesinin iyi olmamasıdır. Buğdayın ekmeğin kalitesini belirleyen en önemli kriterler ise gluten miktar ve özellikleridir. Bir çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de ekmeğin buğdayların gluten miktar ve kalitesini istenen düzeye çıkarabilmek için tohum ıslah, seleksiyon ve adaptasyon çalışmaları yapılmaktadır (ANONYMOUS, 1989).

Ayrıca un kalitesindeki eksiklerin giderilmesi ve böylece kaliteli bir ekmeğin üretilmesi için çeşitli katkı maddeleri önerilmiştir. Katkı maddelerinin ekmeğin besin değerini yükseltmesi yanında, görünüş ve yapısını düzeltme, bayatlamayı geciktirme ve bozulmayı önleme gibi yararları vardır (ÜNAL, 1980).

UNUN EKMEK KALİTESİ VE BAYATLAMASINA ETKİLERİ

Unun ekmeğin kalitesinin belirlenmesinde proteinin miktar ve kalitesi yanında, proteolitik ve amilolitik aktivitesi de büyük öneme sahiptir (ERTUGAY, 1982; HAMADA ve ark., 1982).

Protein miktarı, öncelikle çevresel ve kalıtsal faktörlere bağlı olarak değişebilmekte; gluten miktarı ve özellikleri uygun olduğunda protein kalitesi de artış göstermektedir. Un gluteninin yeterli ve kaliteli olması, güçlü, elastik yapıda bir hamur elde edilmesini ve mükemmel gaz tutma yeteneği ile ekmeğin hacminin artmasını, gözeneklerin küçük ve homojen görünüm kazanmasını, tekstürün iyileşmesini sağlamaktadır (ERCAN, 1989; GÖÇMEN, 1991; MATZ., 1960).

Unun proteolitik aktivitesi de ekmeğin kalitesini etkilemektedir. Proteazlar, proteini oluşturan peptitleri daha küçük parçalara ayırırlar. Buğday tanesinde doğal olarak bulunan bu enzimler, hamurda gluten molekülünün iç bağlantılarını kopararak, gaz tutma yeteneğini azaltmakta ve düşük hacimli ekmeğin meydana gelmesine sebep olmaktadır. Proteazlar normal un ve hamurlarda zararlı etkili iken, özellikle

protein miktarı çok yüksek, gluteni aşırı sert olan elastiki hamurların yumuşatılmasında yararlı rol oynarlar (ERTUGAY, 1982).

Maya ile ekmek yapımında hamur ve ekmeğin kabarmasını sağlayan CO₂ gazıdır. Bu gaz fermentasyon sırasında unda mevcut veya zedelenmiş nişastadan amilaz etkisi ile oluşan şekerlerden meydana gelir. Bu nedenle hamur fermentasyonu için gerekli olan şekeri oluşturan amilaz ekmek kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Olgunlaşma ve hasat sırasında havaların yağışlı gitmesi, bazı tanelerin çimlenmesine neden olmakta ve bu durumda amilaz aktivitesi aşırı yüksek ürün elde edilebilmektedir. Buna karşın, belirtilen dönemin kurak veya yarı kurak geçtiği yer ve yıllarda buğdayların amilaz aktiviteleri ise düşüktür. Amilaz aktivitesi yüksek olan buğday unlarından yapılan hamurlar cıvıklaşır ve zor işlenir; ekmek içi yapışkan, gözenekler küçük ve hacim yetersiz olur. Enzim aktivitesi normal düzeyde olan unlardan hazırlanan hamurlarda CO₂ gazı oluşumu artmakta, ekmeğin kabuk rengi istenen düzeyde olmakta, ekmek içi gözenek yapısı iyileşmekte, hamurun gaz tutma kapasitesi yükselerek ekmek hacmi artmaktadır. Amilaz aktivitesi düşük olan unların ekmekleri küçük hacimli, kabuk rengi soluk ve ekmek içi kuru olmaktadır (GÖÇMEN, 1991).

Ekmek kalitesini etkileyen diğer bir özellik de kullanılan unun randımanıdır. Randımanın yükselmesi ile unun protein, kül, maltoz ve düşme sayısı değerleri artmakta; sedimentasyon, yaş gluten, zedelenmiş nişasta miktarı ve renk yönünden değeri azalmaktadır (SEÇKİN, 1975).

Yüksek randımanlı unların protein miktarı artarken gluteni azalmakta, düşme sayısı yükselmekte, yani α -amilaz aktivitesi azalmaktadır. Sonuçta, unun su tutma gücü artarken gluten elastikiyeti zayıflamaktadır. Düşük randımanlı undan yapılan hamurun fiziksel özellikleri, yüksek randımanlı ununkine oranla ekmek yapmaya daha uygundur. Gereğinden fazla kepek ve embriyo unun ekmeklik kalitesini düşürmekte, bu tür unlardan yapılan ekmekler kabarmamakta ve renkleri de esmer olmaktadır (GÖÇMEN, 1991; SEÇKİN, 1975).

Ekmek kalitesinde önemli bir başka madde, buğdayın asıl bileşeni olan nişastadır. Buğdayın nişasta oranı genellikle protein miktarı ile ters ilişkilidir. Bu nedenle yumuşak buğdaylarda ve unlarda, sert buğday ve unlarından daha fazla nişasta bulunur. Unların % 65-71'ini oluşturan nişasta, gluteni uygun bir orana seyreltir, kuvvetli gluten bağlanması için uygun bir yüzey sağlar. Ayrıca, nişasta su yetersizliğinde kısmi jelatinizasyona uğrayarak, esneklik sağlamak suretiyle pişme esnasında gözenek duvarlarının çok fazla uzamasına izin verir ve hacim artışı gerçekleştirir (ERCAN, 1990).

Öğütme sırasında, bazı nişasta tanecikleri fiziksel olarak zedelenmiş un normal nişasta taneleri yanında, değişik oranlarda zedelenmiş nişasta taneciklerini de içerir. Zedelenmemiş nişasta α - ve β -amilazların etkilerine karşı oldukça dayanıklı, zedelenmiş tanecikler ise etkiye açıktır. Uygun düzeydeki zedelenmiş nişasta taneleri su absorpsiyonunu belirlemede büyük bir rol oynar, fermente olabilen şeker artışı ile yeterli gaz oluşumunu sağlar ve ekmek kabuğunun kahverengileşme tepkimeleri için gerekli dekstrinlere kaynak teşkil eder. Ancak, zedelenmiş nişastadaki aşırı artış ile meydana gelen fazla miktardaki yüzey alanını kaplamak için yeterli gluten bulunmadığından gaz tutma yeteneği azalmakta ve bu nedenle undaki zedelenmiş nişasta oranının % 4'ün altında kalması istenmektedir (ERCAN, 1990).

Unun bileşimine katılan ve ekmek kalitesinde önemli etkiye sahip olan bir başka bileşen de hidrofik karakterli pentozanlardır. Suda çözünen pentozanlar fazla su tutma yeteneğine sahiptirler ve ekmekteki suyun % 23'ünü bunlar sağlar. Böylece zayıf unlara % 1-2 oranında pentozan ilavesi, hamur özelliklerini iyileştirmiş, ekmek hacmini %35-55 oranında artırmış, buna karşın kuvvetli unlarda bu etkiler görülmemiştir. Pentozanlar, fermentasyon sırasında meydana gelen gaz hücrelerini kaplar ve gluten ile birlikte, gaz hücrelerinden CO₂ diffüzyon hızını yavaşlatır (ERCAN, 1990).

KATKI MADDELERİNİN EKMEK KALİTE VE BAYATLAMASINA ETKİLERİ

Enzimler

Ekmek yapımında kabarmayı sağlayan, CO₂ gazıdır. Bu gaz, unda bulunan amilaz enzimlerinin etkisiyle oluşan veya ilave edilmiş basit şekerlerin mayalar tarafından fermentasyonu ile oluşturulur. Böylece, hamurda oluşan CO₂ gazı diğer faktörler yanında, zedelenmiş nişasta miktarına ve unun amilaz aktivitesine bağlıdır (ERTUGAY, 1983).

Fermentasyon için gerekli olan şekerin sakkaroz veya glikoz şeklinde hamura ilavesi fermentasyonun düzenliliği ve devamlılığı için yeterli değildir. Fermentasyonun sürekliliği ancak amilazların nişastaya etkisi ile sağlanabilmektedir. Unlarda β -amilazın hemen daima yeterli olmasına karşın, α -amilaz çoğu kez istenen sonucu verecek düzeyde değildir. Bundan dolayı düzenli bir fermentasyon için, unun yeter miktarda α -amilaz ile zenginleştirilmesi gerekir (SEÇKİN, 1978). Bu amaçla tahıl maltları ve mikrobiyal enzim prepatları yaygın olarak kullanılmaktadır (ERTUGAY, 1983). Amilazlar, un nişastasını fermente olabilir şekerlere dönüştürürler ve böylece unlara enzim ilavesiyle daha fazla gaz (CO_2) oluşumu, ekmeğin içi ve kabuk renginde gelişme, bayatlamada gecikme, tadda düzelme, gaz tutma yeteneğinde ve ekmeğin hacminde artış sağlanır (SEÇKİN, 1978 ve 1990).

Tahıl Maltı: Unun amilaz aktivitesini düzenlemede, daha yaygın olarak kullanılan ve doğal yapısı ile avantajlı görülen amilaz kaynağı tahıl maltıdır. Bu amaçla arpa, buğday ve çavdar maltı kullanılmaktadır. Amilaz aktivitesinin uygun düzeye getirilmesinde tahıl maltlarının avantajları;

- Fermentasyonda gaz oluşumunun ve ekmeğin hacminin büyük ölçüde artırılması,
- Artan dekstrinleşme sonucu oluşan şekerler ve dekstrinler yardımıyla melanoidin reaksiyonu ve karamelizasyonun artırılarak kabuk renginin iyileştirilmesi,
- Bayatlamamanın geciktirilmesi ve ekmeğin iyi bir aromanın kazandırılması,
- İçerdikleri fitaz enzimi ile fitatları ve fitik asidi parçalayarak vücuttaki Zn, Fe absorpsiyonunun engellenmesi,
- Hamur işleminin kolaylaştırılmasıdır (ELGÜN ve ark., 1986; ERTUGAY, 1983).

Malt, değirmende öğütme sırasında buğdaya katılabileceği gibi, malt unu şeklinde hamur formüllerine de dahil edilebilir; gerekli miktar çok düşük düzeylerde olup (% 0,25-0,40) unun amilografında 500 konsistens derecesi yanında, 200-300 düşme sayısını sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır (ERTUGAY, 1983).

Mikrobiyal enzimler

Fungal enzimler: *Aspergillus oryzae* mantarından elde edilen bu enzim prepatları kuru stabil şekilde olup üretim şekline ve saflaştırma durumuna göre fazla miktarda amilaz ve proteaz veya her ikisini birden içerirler. Mantar enzim prepatlarının aktiviteleri malt ununa göre çok daha yüksektir. Bu bakımdan kesif enzim prepatlarının buğday ve mısır nişastası katılarak aktiviteleri düşürülmüş karışımlar hazırlanmaktadır. Bu enzim prepatları α -amilaz aktivitesini sağlama yanında, içerdikleri proteolitik aktivite ile özellikle kuvvetli yapıya sahip hamurların yoğurma ve olgunlaşma süresini düşürmektedir (ERTUGAY, 1983). Mantar amilazları 60°C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda etkisiz hale geldiğinden yaygın bir kullanımları yoktur (ZECH, 1989).

Bakteriyel enzimler: *Bacillus subtilis* türü ile elde edilen bakteriyel amilazlar mikrobiyal enzimlerin asıl önemli grubunu oluşturmaktadır. Bunun termostabilitesi diğer mantar ve tahıl kaynaklı α -amilazlardan daha yüksek olup, pişirme sırasında $80-85^\circ\text{C}$ 'ye kadar aktif kalabilmektedir (ERTUGAY, 1983). Bu nedenle sıcaklığa dayanıklı bakteriyel amilazlar, pişirmeye kısmen dayanabilmekte ve ekmeğe etkileri daha uzunca bir süre devam etmektedir (ZECH, 1989). Böylece yüksek oranda dekstrinleşme ile bakteriyel α -amilaz özellikle nişasta ağının amorf kısımlarında zincir yapısı kırıldığından bayatlama sırasında nişasta çirşindeki kristal kısımlarda meydana gelen retrogradasyonun ekmeğin içini sertleştirici etkisini azaltarak bayatlamayı geciktirmektedir. Yani enzimin etkisi kristalleşmenin olduğu bölgede değil, amorf bölgede olup, nişasta moleküllerinin yakın ilişkisi engellenmektedir (ERTUGAY, 1983).

Tahıl maltlarının ve mikrobiyal enzim prepatlarının kullanılmasında dikkat edilecek en önemli husus, katılacak miktarın çok özenli ayarlanmasıdır. Çünkü enzim aktivitesinin hamurda ve ekmeğe uygun düzeyin üzerinde olması halinde giderilmesi olanaksız önemli kalite sorunları ortaya çıkmaktadır (ERTUGAY, 1983).

Olgunlaştırıcı ve oksidan maddeler

Olgunlaştırıcı madde kullanımında amaç, daha iyi kabarma yeteneğine sahip un elde etmektir. Taze unlar az kabarma yeteneğine sahiptir. Bu unlardan elde olunan hamurlar yapışkan, ekmeğe zayıf tekstürlü ve düşük hacimlidirler. Uygun kimyasal maddelerin özenli kullanımı ile unlar hemen kullanıma hazır hale

gelebilmektedir. Olgunlaştırıcı olarak; bromatlar, iodatlar, persülfatlar, perboratlar, kalsiyum peroksit, askorbik asit, oksijen, ozon, klordioksit (ClO_2), azot triklorid, azodikarbonamid gibi maddeler kullanılmaktadır. Bunlar için uygun görülen miktarlar 5-20 mg/kg Potasyum bromad, iodat, kalsiyum peroksit, azodikarbonamid, 75 mg/kg askorbik asit ve 15 mg/kg klordioksit (% 0,20 serbest Cl) olarak verilmiştir (POMERANZ ve SHELLENBERGER, 1971).

Olgunlaştırıcı maddeler, hamurun uzamasını azaltmakta, uzamaya karşı gösterdiği direnci ise artırmaktadır. Bunun da esası bir oksidasyon olayıdır ve unun yarıyışlılığı ile ilgili bir protein oksidasyonudur. Bu oksidasyon olayı, protein molekülü içinde özel yerlerde bulunan bir sülfidril veya disülfid grubunda meydana gelmekte ve böylece protein zincirleri çaprazlama bağlanmaktadır (SEÇKİN, 1978).

Oksidan ve redüktan maddeler hamurun fiziksel özellikleri ve ekmek kalitesi üzerine önemli etki yapmaktadırlar. Oksidan maddeler hamura sertlik verip, gelişme süresini uzatır ve hamurun uzama yeteneğini azaltır. İndirgen maddeler ise (sistin, sistein ve sitrik asit gibi) hamura yumuşaklık verip, uzama yeteneğini artırarak yoğurma süresini kısaltmaktadır. Oksidan maddelerden en çok kullanılanlar; KBrO_3 , KIO_3 , KClO_3 , K-klorid veya Na-klorid (KClO_4), K-persülfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), H_2O_2 ve Vit-C'dir (SEÇKİN, 1990).

Askorbik asit; hamurun kısa sürede olgunlaşmasını sağlar, gaz tutabilme yeteneğini artırır, ekmek hacmini büyütür, gözenekleri inceltir (ÜNAL, 1989).

Surfaktantlar (Emülgatör maddeler)

"Surfaktant" ve "Emülsifier" terimleri birbirinin yerine kullanırsa da, ekmekçilikte etkileri bakımından surfaktant terimi bu katkıların fonksiyonlarını daha iyi belirtmektedir. Bunların etkileri ise şu şekilde özetlenmektedir (ERCAN ve ÖZKAYA, 1986);

a. Un proteinleri ile kompleks oluşturularak optimum gluten gelişmesini teşvik ederler.

b. Buğday nişastası ile kompleks oluşturularak ekmeğin pişirilmesinden sonra kristalleşme ve katılaşmayı indirgeyerek bayatlamayı geciktirirler.

c. Hidrofilik-lipofilik özellikleri nedeni ile emülsiyon teşkil ederek yapışkanlığı azaltırlar.

Surfaktantlar genelde hamur kuvvetlendiriciler ve ekmek yumuşatıcılar olarak iki gruba ayrılırlar ve bu etkileri de değişik olmaktadır (ERCAN ve ÖZKAYA, 1986).

Ekmek yumuşatıcıları hamur sistemlerine iki temel nedenle katılırlar: 1- Ekmeği başlangıçtaki yumuşaklığında tutmak, 2- Bayatlama oranını geciktirmek. Bunlar emülsiyon stabilitesini artırarak hamur yapısını iyileştirici ve ekmek içi yapısını yumuşatıcı görev yaparlar (ERCAN ve ÖZKAYA, 1986; ÜNAL, 1989).

Hamur kuvvetlendiriciler ise hamuru yumuşatıcı ve kondisyone edici surfaktantlar olup; gaz tutmayı, hamur kuvvetini, su miktarını, olgunlaşma süresini ve ekmek için parlaklığını artırıp, bayatlamayı geciktirirler (ERCAN ve ÖZKAYA, 1986).

Surfaktantlar toz, krem veya sıvı halde olup, aktif maddeleri bakımından; mono-disgliserid, diasetil-tartarik asidin monogliserid esteri, sodyum steroil-2 laktilat, laktik asit, asetik asit ve sitrik asit gibi asitlerin esterleri olup bu maddeler için uygun doz % 0,25-1,00'dir (ERCAN ve ÖZKAYA, 1986; ÜNAL, 1989).

Şeker

Fermentasyon için gerekli olan şeker, diğer katkı maddeleri ile birlikte ekmek hacminde artış ve kabuk renginde koyulaşma sağlar (ÜNAL, 1989). Ayrıca, hamura şeker ilave edildiği zaman, maya hamurda oluşan maltoz fermentasyonuna daha kolay uyum sağlamakta ve öncelikli olarak maltozu fermente edebilmektedir (ERCAN, 1990).

Genellikle hamurdaki şeker miktarı artıka fermentasyon süresi azalmaktadır. Ancak, doğrudan hamur hazırlama yönteminde % 5'ten fazla şeker oranı, hamur fermentasyonunu yavaşlatmakta ve örneğin % 6 oranında glikoz, fruktoz ve sakkaroz ilave edildiğinde gaz oluşum hızı ve miktarında azalma olmaktadır. Pişirme sırasında şekerlerde karamelizasyon ve maillard tepkimeleri meydana gelir. Bu tepkimeler sonucunda kahverengi ekmek kabuğu oluşur. Bu nedenle fazla şeker ilavesi ekmek rengini de olumsuz yönde etkiler (ERCAN, 1990).

Katı Yağlar

Ekmek hamuruna % 1'e kadar yağ ilavesi, gözenekleri inceltir, bayatlamayı geciktirir, hamuru yumuşatarak işlenmesini kolaylaştırır, ekmeğin hacmini artırır, kabuk gevrek bir hal alır, rengi daha parlak, cilalı ve hoş görünümlü olur (ÜNAL, 1989).

Besin Değerini Artırıcı Maddeler

Soya unu :Bir çok bitkisel kaynaklı gıdalar gibi, unun da protein miktarı az ve biyolojik değeri düşüktür. Örneğin, lizin başta olmak üzere, tireonin ve metiyonin gibi temel aminoasitler yönünden yetersizdir. Bu nedenle ekmeğe una buğday rüşeymi, soya unu, kazein ve maya ekstraktı gibi lisince zengin maddeler katılarak protein miktarında artış, kalitesinde ise iyileştirme sağlanmaktadır. Soya unu, unun protein miktarını artırıp aminoasit dengesini düzeltmesine rağmen, hamurun makinede işlenmesini güçleştirmekte, ekmeğin gözenek yapısını bozmakta, ekmeğin hacmini küçültüp, renk, koku ve tadını olumsuz yönde etkilemektedir. Yağsız soya unu, ekmeğin rengini kolaylaştırıp, tadını değiştirmektedir (ÖZKAYA ve SEÇKİN, 1984).

Ekmeğin protein bakımından zenginleştirilmesinde, inaktif soya unu (YSU) en ucuz ve en kolay bulunabilen soya ürünüdür. Yağsız soya ununun L-askorbik asit ve $KBrO_3$ gibi oksidan maddeler sodyum steiril 2-laktilat, kalsiyum steroil 2-laktilat gibi yüzey aktif maddeler ve şorteninglerle birlikte kullanılması ile olumsuz etkisi giderilmektedir (ELGÜN ve CERTEL, 1988).

Yağsız süt tozu ve tam yağlı süt: Yağsız süt tozu, hamur üzerine tampon etkide bulunarak daha fazla CO_2 oluşumunu sağlarsa da, bu hamurlar daha yumuşak olmakta ve ekmeği de daha çabuk küflenmektedir (ÖZKAYA ve SEÇKİN, 1984).

Bazı araştırmacılar yağsız süt tozundaki sıcaklığa duyarlı bir faktörün, unun gluten desteğini parçalayarak hamuru zayıflattığını belirtmişlerdir. Süt serumu proteinlerdeki, hamuru yumuşatıcı ve ekmeğin hacmini düşürücü bileşikler, sistein-sistin formunda ve % 0,7 kükürt içeren proteinlerdir. Una katılan yağsız süt toz miktarı artırıldıkça, yağ ve kuru gluten miktarı ve sedimentasyon değeri yanında hamur verimi, ekmeğin hacmi ve özgül hacim azalmaktadır. Ayrıca hamur yapışkanlaşmakta ve ekmeğin kabuk rengi koyulaşmaktadır (ÖZKAYA ve SEÇKİN, 1984).

Yağsız süt tozu % 4 oranında katıldığında, ekmeğin lizin ve Ca bakımından yeterli düzeye erişmektedir. % 1-2'den daha fazla çiğ süt ve yağsız süt tozunun ekmeğin hacmini düşürücü etkileri sözkonusudur. Bu alandaki araştırmalar, süt serumundaki ekmeğin hacmini düşürücü etkenin pastörizasyon ile giderilebileceğini, yağsız süt tozunun ise, tolere edici katkı maddeleri ile % 6 oranına kadar artırılabilceğini ortaya koymuştur. Yağsız süt tozu katkısı, ekmeğin unun su absorpsiyon oranını artırmakta, hamura daha sıkı özellik kazandırarak yoğurma ve fermentasyon sürelerini uzatmaktadır. Öte yandan süt ve süt ürünleri ile laktoz'a bağlı olarak, ekmeğin kabuğunda maillard tepkimesi sonucu oldukça cazip renk oluşumu ve aromatik zenginleşme sağlanmaktadır (ELGÜN ve ark., 1987).

Peynir suyu ve tozu: Peynir suyu, sütün peynire işlenmesinden sonra arta kalan laktoz ve süt serum proteinlerince zengin olan bir yan üründür. Peynir suyu veya peynir suyu tozu bazı ülkelerde değişik gıda maddelerinde, mineral madde, protein, tiamin ve riboflavin kaynağı olarak kullanılmakta olup, una katıldığında besleme değerini artırmaktadır. Peynir suyunun ekmeğin kalitesine etkileri ise araştırılmaktadır. Bugüne değin yapılan araştırmaların bazılarında, peynir suyunun ekmeğin hacmini küçülttüğü ve kalitesini olumsuz yönde etkilediği gözlenmiştir. Peynir suyundaki hamuru yumuşatan ve ekmeğin hacmini düşüren faktörün, süt serum proteinleri içindeki sistein-sistin formundaki, sıcaklığa dayanıksız bileşikler olduğu ifade edilmektedir. Bu bileşiklerin etkisi, peynir suyunu ısıtmakla ($73^{\circ}C$ 'de 30 dak veya $85^{\circ}C$ 'de 3 dak veya $92^{\circ}C$ 'de 1 dak) büyük ölçüde ortadan kaldırılabilir (ÖZKAYA ve GÜRSES, 1986).

Peynir suyunun temel bileşeni olan laktoz ile ortamdaki amin grupları arasındaki maillard tepkimesi sonucu, pişmiş ekmeğin kabuğunda arzu edilen çekicilikte bir renk oluşmakta ve ayrıca, ekmeğin içi gözenek yapısı % 2'lik peynir suyu tozu katkısı ile olumlu yönde etkilenmektedir. Yüksek dozlarda ise gözenek iriliğinde artış kaydedilmiştir. Peynir suyu katkısı ile uçucu karbonil bileşikleri miktarında artış olmakta ve aromatik zenginlik sağlanmaktadır (ELGÜN, 1986). Yerli un örneklerimiz için % 3'lük peynir suyu tozu katkısı, ekmeğin hacmini etkilememiştir (ERTUGAY ve ark., 1987).

Gluten unu (Vital Gluten): Ülkemiz buğdaylarının önemli bölümü gluten içeriği bakımından tatmin edici düzeyde olmadığından, unlara dışarıdan kurutulmuş gluten ilave edilerek teknolojik kalitesinin artırılması pratik bir yol olarak önerilmiştir. Unun gluten miktarını artırmak için una sonradan gluten ilavesi ekme kalitesi üzerine olumlu bir uygulamadır. Ancak, ilave edilecek glutenin özellikleri ekme kalitesine yapacağı etkileri belirler. Gerçekten de araştırma sonuçları, gluten unu elde edilirken uygulanan kurutma sıcaklığının onun ekme kalitesine etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum gluten proteinleri başta olmak üzere, enzimler ve gluten içindeki diğer bileşiklerin sıcaklıktan etkilenme dereceleri ile ilgilidir. Gluten ununun özelliklerine, elde edildiği unun kalitesi de etkili olmaktadır (ÖZKAYA ve ERCAN, 1985). % 1, 3 ve 5 oranlarında gluten katkısı, unun su absorpsiyonunu, hamurun gelişme süresi ve stabilitesini önemli derecede artırmıştır. Gluten katılan unlardan yapılan ekmeklerin hem hacmi artmış, hem de ekme içi yapısı iyileşmiştir. Ancak, ekme rengi olumsuz yönde etkilenmiştir (ÖZKAYA ve KAHVECİ, 1989).

Ekmeğin besin değerini artırmak amacı ile kullanılan diğer katkı maddeleri ise vitamin ve mineral maddeler ile ruşeym ve irmik unudur. Bu katkılar ile ekme unu protein, vitamin ve mineral madde bakımından zenginleştirilmektedir.

Bayatlamayı Geciktirici Maddeler

Patates unu: Patates unu, unun su absorpsiyonu ve hamur verimi yanında ekme verimini de artırmaktadır. Kaliteye bağlı olarak buğday ununa ortalama % 4-5 oranında patates unu katılabileceği belirtilmiştir. Patates unu ilave edilmiş ekmeklerin daha geç bayatladığı görüşü çeşitli araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir. Bu etkinin nedeni araştırmacılara göre değişmekte olup, bir görüşe göre, patates ununun hamura katılması, katılan miktarla orantılı olarak unun su kaldırma yeteneğini yükseltmekte ve patatesli ekme normal ekmeğe göre biraz daha yumuşak olmakta ve geç bayatlamaktadır. Diğer bir görüşe göre ise patates nişastasının retrogradasyonu, buğday nişastası retrogradasyonuna göre daha yavaş olmaktadır. Bu olay, buğday nişastası moleküllerinin fazla dalı, uzun zincirli, yüksek molekülü ve hareketlerinin çok yavaş olması nedeniyle diğer komşu moleküllerle birleşmenin daha güç olmasına bağlanmaktadır (ERCAN ve ÖZKAYA, 1986).

Pelemir: Pelemirli unlar ile yapılan ekmeklerin bayatlamasının geciktiği, ekme özelliklerinin iyileştiği, tazeliğinin en az bir kaç gün korunduğu ve bu suretle de ekme kaybının azalacağı belirtilmiştir. Ancak, pelemir tohumu, küspesi ve hamyağının kullanılan miktarlarındaki artışa bağlı olarak ekme tadında acılık ve renkte bozulma meydana gelmektedir (ALTINIĞNE ve SAYGIN, 1985).

Bulgur unu: % 5 bulgur unu katılan ekmeğin, bulgur unu katılmaması ekmeğe göre bayatlamasının biraz daha geç olduğu saptanmıştır. Bu katkı maddesi, ekmeğin tad ve lezzetini de geliştirmektedir. Ayrıca, katılan bulgur unu, ekme verimini artırmış fakat ekme hacmini ve kalitesini düşürücü etki yapmıştır (ÖZKAYA ve SEÇKİN, 1979).

SONUÇ

Sonuç olarak belirtmek gerekirse, ekme kalitesi öncelikle üretimde kullanılan unun veya buğdayın kalitesine yakından bağlıdır. Kaliteli ekme üretimi için ekme kalite buğdayların ıslahından başlayarak, yetiştirmede ve öğütmede gerekli önlemler alınmak zorundadır. Ancak, tüm bu önlemlere rağmen yeterli kaliteye ulaşamıyorsa, bir takım katkı maddeleri kullanımı ile istenen yönde olumlu etkiler sağlanabilir. Ekmeğin fazlaca tüketildiği ve bayatlama sonucu çok fazla miktarda ekmeğin ziyan edildiği ülkemizde bu konuda bilinçli uzmanların yetiştirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

- ALTINIĞNE, N. ve E. SAYGIN, 1985. Pelemir Katımlı Undan Yapılan Ekmeklerde Bayatlama Süresi. GIDA 10(5) 323-332.
 ANONYMOUS, 1985. Daha Kaliteli Ekmeğe Doğru. Tübitak Bülteni 6(3) s. 12.
 ELGÜN, A., 1986. Fırın Ürünlerinin Zenginleştirilmesi Açısından Peynir Altı Suyuna Bakış. GIDA 11(3) 145-152.
 ELGÜN, A., Z. ERTUGAY ve R. SEÇKİN, 1986. Farklı Özellikte Elde Edilen Malt Unu Katkılarının Ekmeğin Kalitatif ve Aromatik Özelliklerine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Doğa Bilim Dergisi. Seri.2, 10(1) 70-79.

- ELGÜN, A., Z., ERTUGAY ve A.F. KOCA, 1987. Tam Süt ve Yağsız Süt Tozunun Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. GIDA 12(6) 369-376.
- ELGÜN, A. ve M. CERTEL, 1988. Besinsel Amaçla Ekmeğe Katılan İnaktif Yağsız Soya Ununu Tolere Edici Ajan Olarak Sodium Steroil-2-Laktilat (SSL) Yerine Aktif Soya Ununun Kullanım İmkânları II. Ekmeğin Kalitatif Özellikleri. GIDA 13(6) 439-446.
- ERCAN, R. ve H. ÖZKAYA, 1986. Ekmeğin Bayatlaması Üzerine Sürfaktantların ve Bazı Katkı Maddelerinin Etkisi. GIDA 11(1) 3-9.
- ERCAN, R., 1989. Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalitesi. GIDA 14(4) 219-228.
- ERCAN, R., 1990. Karbonhidratların Ekmekçilikteki Önemi. GIDA 15(1) 29-34.
- ERTUGAY, Z., 1982. Buğday, Un ve Ekmek Arasındaki Kalite İlişkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 13(1-2) s. 165.
- ERTUGAY, Z., 1983. Buğdayda Amilolitik Aktivite ve Unların Alfa Amilaz Enzimi ile Katılanması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 14(3-4) 173-179.
- ERTUGAY, Z., A. ELGÜN ve A.F. KOCA, 1987. Peynir Altı Suyu ve Tozunun Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. GIDA 12(3) 167-173.
- GÖÇMEN, D., 1991. Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi Üzerine Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, BURSA. 73 s.
- HAMADA, A.S., M. McDONALD ve L.D. SIBBITT, 1982. Relationship of Protein Fractions of Spring Wheat Flour to Baking Quality. Cereal Chem. 59: 296-301.
- MATZ, S.A., 1960. Bakery Technology and Engineering, The Avi Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut. USA.
- ÖZKAYA, H. ve R. SEÇKİN, 1979. Bulgur Unu Katılmış Buğday Unlarının Ekmeklik Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. 29(2-3-4'den ayrı basım) 463-471.
- ÖZKAYA, H. ve R. SEÇKİN, 1980. Köse 220/39 ve Bezostaya Buğdaylarına Bazı Buğday Çeşitleri ve Çavdar Katılmasıyla Elde Edilen Karışımların Un ve Ekmeklik Değerleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Diploma Sonrası Yüksek Okulu Doktora Tez Özetleri. ANKARA.
- ÖZKAYA, H. ve R. SEÇKİN, 1984. Proteince Zenginleştirilmiş Unların Ekmeklik Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. 34(1-2-3'den ayrı basım) 52-65.
- ÖZKAYA, H. ve R. ERCAN, 1985. Gluten Unu İlavesinin Hamurun Reolojik Özellikleri ve Ekmeğin Kalitesine Etkisi. GIDA 10(2) 89-95.
- ÖZKAYA, H. ve Ö.L. GÜRSES, 1986. Peynir Altı Suyu Tozunun Unun Ekmeklik Kalitesine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı. 34(1-2-3'den ayrı basım) 42-51.
- ÖZKAYA, H. ve B.KAHVECİ, 1989. Vital Gluten ve Ekmek Kalitesindeki Önemi. Bursa I. Uluslararası Gıda Sempozyumu. 4-6 Nisan 1989. Bursa.76-84 S.
- POMERANZ, Y. ve J.A., SHELLENBERGER, 1971. Bread Science and Tech., The Avi Pub. Co.Inc. Westport, Connecticut.USA.262 S.
- SEÇKİN, R., 1975. Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Önemli Ekmeklik Buğdaylarda Randımının Unun Kimyasal Bileşimine ve Ekmeğin Kalitesine Etkisi. A.Ü.Z.F. Yayınları. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler No:332. ANKARA.
- SEÇKİN, R., 1978. Hububat Teknolojisi. (Basımda Özet Not). ANKARA.
- SEÇKİN, R., 1990. Ekmekçilik Teknolojisi. (Basılmamış Y.Lisans Ders Notları). ANKARA.
- ÜNAL, S.S., 1980. Türkiye Ekmek Sanayiinde Katkı Maddelerinin Önemi. GIDA 5(4) s.77.
- ÜNAL, S.S., 1989. Hububat Teknolojisi. E.Ü.Mühendislik Fakültesi Çoğaltma Yayını No:28. İZMİR.
- ZECH, W., 1989. Enzimlerin Ekmek, Bisküvi, Gofret ve Kraker Üretimindeki Önemi. Bursa I.Uluslararası Gıda Sempozyumu. 4-6 Nisan 1989.BURSA. 85-88 S.