

BUĞDAYDA AMİLOLİTİK AKTİVİTE ve UNLARIN ALFA AMİLAZ ENZİMİ İLE KATKILANMASI

Dr. Zeki ERTUGAY 1

Ö Z E T

Amilolitik enzimler, ekmeğin yapım teknolojisinde fermentasyon için gerekli şekerlerin oluşumunda önemli rol üstlenmektedir. Amilolitik enzimlerden Alfa ve Beta amilazlar, unda ve hamurda başlıca bileşen olan ve bol miktarda bulunan nişastayı maltoza kadar parçalayarak fermentasyon için gerekli olan şekerleri oluşturmaktadır. Bu enzimlerin ortamda yeterli düzeylerde bulunmaması halinde, fermentasyon için gerekli şekerler, dolayısıyla ekmeğin kabarmasını sağlayacak miktarda CO₂ meydana gelemeyeceğinden ekmeğin hacmi ile birlikte kalite de düşecektir.

D-glikoz birimlerinin polimerizasyonu ile meydana gelen nişasta molekülleri, Alfa ve Beta amilaz enzimleri tarafından alfa 1,4 bağlarından parçalanmaları sonucu, ortamda dekstrinler ve maltoz oluşmaktadır. Bu iki enzimin birlikte çalışmaları, ayrı ayrı çalışmalarına nazaran çok daha etkilidir.

Yapılan bir çok araştırmada; Türkiye buğdaylarında, amilolitik aktivite özellikle alfa amilaz aktivitesi düşük saptanmış olup, mayalı fermentasyon ürünlerinden ekmekteki kalite bozukluğunun düşük amilolitik aktiviteden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Bu bakımdan buğdayların amilolitik aktivitelerini optimum düzeye getirmede; hububat maltlarının veya çeşitli amilaz enzim preparatlarının gerekli olduğu düşünülmüştür. Bugün bu tatbikat Dünyanın birçok ülkesinde yapılmakta ve özellikle malt ürünleri katkısının ekmekte kalite ile birlikte, besin değerini de artıracığı ve ekmeğe ilave bir aroma kazandıracığı bilinmektedir.

Amilolitik aktivitenin yanında mantari alfa amilaz hamur olgunlaşmasını hızlandırıcı, bakteriyel alfa amilaz ise ekmeğin bayatlamasını geciktirici etkide bulunmaktadır.

I- GİRİŞ

Ekmeğin yapımında, ekmeğin gerek fermentasyonu sırasında ve gerekse pişmesi sırasında kabarmasını sağlayan CO₂ gazıdır. Bu gaz fermentasyon sırasında unda

1 Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Tarım Ürünleri Teknolojisi Bölümü Yardımcı Doçenti.

mevcut bulunan zedelenmiş nişastadan (takriben % 4 oranında) amilolitik enzimlerin etkisiyle oluşan veya ilave edilmiş basit şekerlerden maya hücreleri vasıtasıyla meydana gelmektedir (Pomeranz, 1971). Burada görüldüğü gibi hamurda meydana gelen CO₂ gazı, diğer faktörlerin yanında esas olarak zedelenmiş nişasta miktarına ve amilolitik enzim aktivitesine bağlıdır. Enzimler sağlam nişasta taneciklerini kolay kolay parçalayamamaktadırlar. Bu bakımdan, ekmeğin kabarmasını sağlayacak, gluten ağının gaz tutma gücüne göre optimum düzeyde CO₂ gazının meydana gelmesi, amilolitik enzim aktivitesinin yeterli düzeyde olmasına bağlıdır.

II- AMİLOLİTİK AKTİVİTE

Nişasta polimerlerini hidrolize eden, yüksek amilolitik aktiviteye sahip başlıca enzimler; alfa amilaz, beta amilaz ve glukoamilazdır.

A- Amilazlar

Bu enzimlerin buğday unundaki etki maddesi nişasta olup, nişasta molekülünün glikoz zincirlerinde kırılmalara neden olarak nişasta jelinin viskozitesinin düşmesine, nişastanın iyot ile mavi renk oluşumunun son bulmasına, indirgen grupların meydana gelmesine ve farklı uzunlukta dekstrin zincirlerinin ve maltoz şekerinin oluşumuna neden olurlar (Pyler, 1979).

1. Alfa Amilaz

Bir endoenzim olan alfa amilaz, nişasta polimerlerini (nişasta zincirini) rastgele noktalarda alfa, 1,4 bağlarını hidrolize ederek makromoleküllü destrinlere ve maltoza parçalar.

Bu tip parçalama etkisi ile alfa amilaz, nişasta polimerini sadece indirgen olmayan uçtan itibaren muntazam bir sıra ile maltoz şekerine kadar parçalama etkisine sahip olan beta amilaz için uygun bir substrat hazırlar (Pomeranz, 1971).

Buğday ve arpa amilazları sağlam (değirmende fiziksel olarak zedelenmemiş) nişasta granüllerini kolayca parçalayamazlar (Pyler, 1979). Bu enzimler zedelenmiş nişasta granüllerini yavaş bir şekilde, jelatinize olmuş nişastayı ise hızlı olarak hidrolize ederler (Pomeranz, 1971; Pyler, 1979).

Alfa amilazın, amiloz üzerindeki etkisiyle viskozite çok hızlı bir şekilde düşer ve amilozun iyotla mavi renk verme özelliği kaybolur. Böylece parçalanmanın hızlı oluşu ile meydana gelen ürünün indirgeme gücü artar. Bu enzimin amilopektin molekülü üzerindeki etkisi ise amiloza benzer şekilde olmakta, ancak, bu molekülde, dallanmanın olduğu alfa 1,6 bağlarında parçalanma olmamaktadır. Yani enzim amilopektin molekülündeki alfa 1,6 bağlarına hidrolize edememektedir (Reed, 1946).

Alfa amilazın etkisi yeterli derecede devam ettirildiği zaman, nişastadan glikoz ve maltoz karışımı meydana gelir.

Cetvel 1 de görüldüğü gibi alfa amilaz enzimi beta amilaz enzimine göre daha termostabil olup 80°C dereceye kadar aktivitesini sürdürebilmektedir. Nişastanın 54°C de çirşlenmeye başladığı ve 65°C ye kadar çirşlenmenin devam ettiği ve fırında bu sürenin 30 sn gibi kısa bir süre olduğu ve enzimin daha ziyade çirşlenmiş nişastayı parçaladığı dikkate alınır, Termostabilitesinin yüksekliğinden dolayı alfa amilazın jel halindeki nişasta üzerinde, etkisinin çok kolay ve önemli olduğu anlaşılmış olur. Bu bakımdan Beta amilazın fırındaki etkisi sınırlıdır.

Tablo 1. Maksimum enzim aktivitesi için optimum sıcaklık aralıkları (Pomeranz, 1971)

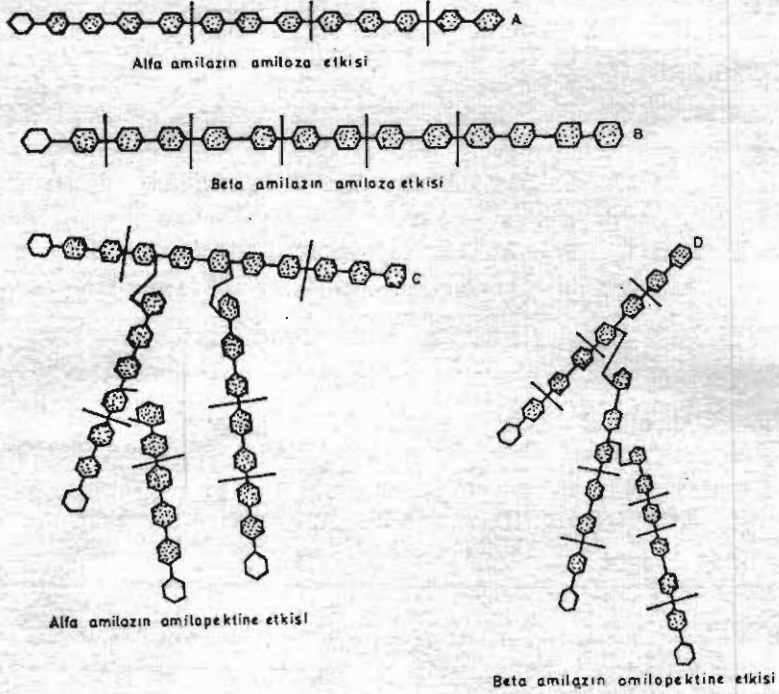
Enzim	Buğday °C	Çavdar °C	Arpa °C	Yulaf (C
Alfa amilaz	60-66	54-63	51;60	51-66
Beta amilaz	48-51	48-51	45-51	—

Alfa ve Beta amilazların amiloz ve amilopektin polimerlerine etki şekli ile bunların yapıları Şekil 1 de görülmektedir. Görüldüğü gibi Amiloz ve Amilopektin-polimerlerinin her ikisinde alfa amilaz tarafından rastgele noktalarda alfa-1,4 bağlarından dekstrinlere parçalanmaktadır. Beta amilaz ise her iki polimeri de, indirgen olmayan uçtan itibaren 2 şer glikoz moleküllerinden ibaret maltoz moleküllerine muntazam ve sıra ile parçalamaktadır. Buradan anlaşıldığı gibi beta beta amilaz, polimeri rastgele noktalardan parçalayamamaktadır. Yani etkisi alfa amilaza göre sınırlıdır.

Alfa amilaz enzimi normal unda çok az miktarda bulunur. Daha ziyade buğdayın perikarbinde yoğunlaştığından un verimine bağlı olarak değişir. Dekstrogenik bir enzim olan alfa amilazın normal buğdaylarda (filizlenmemiş) yeterli düzeyde olmaması, onların mayalı fermentasyon ürünlerinin imalinde kullanılması halinde, unlara alfa amilaz takviyesini zorunlu kılmaktadır.

2- Beta Amilaz

Bir eksoenzim olan Beta amilaz nişasta molekülünü alfa -1,4 bağlantısına su vererek zincirin aktif olmayan ucundan itibaren 2 şer glikoz molekülünden ibaret maltoza parçalar. Enzimin amiloz ve amilopektini hidrolize etmesi rastgele noktalarda değil, mutazam bir sıra takip etmektedir. (Şekil 1). Bu nedenle alfa amilazın yeterli oranda çalışması ile Beta amilaza uygun substrat hazırlanır. Alfa ve Beta amilazın birlikte faaliyet göstermeleri halinde, ayrı ayrı çalışmalarına nazaran nişasta daha mükemmel parçalanır.



- A = Alfa amilazın amiloza etkisi
 B = Beta amilazın amiloza etkisi
 C = Alfa amilazın amilopektine etkisi
 D = Beta amilazın amilopektine etkisi

(Taranmış) $\overline{|||||}$ = Glikoz birimleri
 (Taranmamış) \square = Zincirin sonudaki indirgen olmayan glikozlar
 I = Birimler arası bağlar üzerinde amilazların hücum nktası

Şekil 1. Amilazların Amiloz ve Amilopektin üzerindeki etkisini gösteren sistematik diyagram (Greenwood, 1964)

Beta amilazın uygun şartlar altında nişastanın düz zincir halindeki amiloz kısmı üzerindeki etkisi tam olup sonuçta maltoz şekeri meydana gelecektir (Pomeranz, 1971; Pylar, 1979).

Beta amilazın faaliyeti sonucu nişasta hamuru viskozitesindeki azalma nisbi olarak yavaş olup, enzimin etkisi nazarı olarak maltozun % 60'ının meydana geldiği noktada durur (Pylar, 1979). Enzimin amilopektin üzerindeki etkisi ile maltozun yanında, Beta dekstrin, limit dekstrin veya eritrodekstrin olarak gösterilen yaklaşık % 40 dekstrin meydana gelir (Pomeranz, 1971). Enzimin etkisi, dallanmanın olduğu alfa, 1,6, bağlantılarına birkaç glikoz molekülü kala durur. Bu ba-

kımdan nişastanın dallanmış komponenti olan amilopektini % 52 oranında hidrolize edebilir (Pylar 1979).

Hububat kimyacıları, Beta amilazın sağlam (filizlenmemiş) buğdaylarda yeterli miktarlarda bulunduğunu kabul etmektedirler (Pomeranz, 1971, Pyle, 1979, Reed, 1966).

III. AMİLOLİTİK AKTİVİTE ve TÜRKİYE BUĞDAYLARINA BAKIŞ

Ülkemizde buğday özellikle, Orta, Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde kıraç koşullarda yetiştirilmektedir. Buğdayın olgunlaşma devresinin sıcak ve kurak geçmesi ve aynı koşullarda hasat edilmesi, Alfa amilaz aktivitesinin düşük olmasına yol açmaktadır (Baker ve ark., 1971). Dolayısıyla hasat mevsiminde yağmur altında kalmamış ve silolama koşullarında çimlenmeye yüz tutmamış buğday örnekleri, normal öğütme işlemiyle genellikle düşük ve yetersiz alfa amilaz aktivitesi göstermektedir.

Kaliteli ekmek üretimi için optimum Alfa amilaz aktivitesinin düşme sayısı olarak değeri 200-250 olması gerekirken, bu sayının Türkiye buğdaylarında Ertugay (1980) tarafından 320-350, Saygın (1972) tarafından 193-448, Elgün (1967) tarafından ise 315-449 olarak bulunması da unlarımızın Alfa amilaz aktivitesi yönünden takviye edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Mayanın şeker ihtiyacı ya doğrudan hamur formüllerine maya tarafından kullanılabilir Özellikteki şekerlerin katılması veya unun nişasta kısmını parçalı olarak malt şekeri üretimini gerçekleştiren amilaz enzimlerinin una kazandırılması ile karşılanır.

IV- AMİLOLİTİK ENZİM KATKISI

Ekmek yapımı için gerekli olan amilolitik aktivite unun doğal yapısından yeterli düzeyde karşılanmadığından katkı maddelerinin kullanılması yoluna gidilmektedir. Bu maksatla hububat maltları ve mikrobial enzim preparatları bütün dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır.

A- Hububat Maltları

Unun amilolitik aktivitesini düzenlemede, daha yaygın olarak kullanılan ve doğal durumu itibariyle avantajlı görülen hububat maltları özellikle Bira yapım teknolojisinin bir ara ürünü olan arpa maltı, ikinciderecede ise buğday ve çavdar maltı kullanılmaktadır. bu üç hububat içerisinde arpa, harmandan sonra kavuzu üzerinde kalan tek hububettir. Bu kavuz ticari malt yapımı işleminde, ıslanmış taneyi dış etkenlerden korur ve tanenin yeknesak olarak çimlenmesini sağlar. Bu nedenle arpa, en yaygın malt yapım materyali olarak kullanılmaktadır (Finney ve ark., 1972).

Hububat malti amilazlarının termostabilitesi, mantari ve bakteriyel kaynaklı amilazlar arasındadır.

Amilolitik aktivitenin özellikle Alfa amilaz düzeyinin optimuma getirilmesi için hububat maltları kullanmanın avantajları şöyle sıralanabilir (Pylar, 1979).

—Fermentasyonda gaz üretim gücünü büyük ölçüde artırır.

—Artan dekstrinleşme sonucu oluşan suda eriyebilir şekerlerin ve dekstrinlerin ekme dış yüzeyinde yüksek sıcaklık ile karşılaşarak melanoidin reaksiyonu ve karamelizasyon sonucu kırmızı ve parlak renk pigmentasyonuna neden olarak ekmeğin kabuk rengini islah edip, geliştirirler.

—Ekmeğin rutubetini artırarak bayatlamayı geciktirir.

—Ekmeğe iyi bir tad ve aroma kazandırır.

—İçerdikleri Fitaz enzimi ile Fitatları ve Fitik asidi parçalayarak vücuttaki çinko, demir gibi minerallerin bunlar tarafından absorpsiyonlarını engeller.

—Hamurun işleme özelliklerinin düzelmesine yardımcı olur.

Malt unu, değirmende öğütme sırasında doğrudan una katılabileceği gibi fırında hamur formüllerine de ilave edilebilir.

İlave edilecek miktarları, çok küçük düzeylerde olup (% 0,25-0,40) unun amilografda 500 konsistens derecesini, falling numberda ise 200-300 düşme sayısını sağlayacak şekilde ayarlanır (Pameranz, 1971, Finney ve Rubenthaler, 1979).

B— Mikrobiyal Enzim Preparatları

1. Mantari Kaynaklı Enzim Preparatları

Aspergillus oryzae mantarından elde edilen bu enzim preparatları kuru stabil şekilde olup üretim şekline ve saflaştırma durumuna göre fazla miktarda amilaz ve proteaz enzimleri veya her ikisini birden içerirler (Uluöz, 1956). Mantari enzim preparatlarının enzim aktiviteleri Malt ununa göre çok daha yüksektir. Bu bakımdan kesif enzim preparatları buğday ve mısır nişastası ile tamponlanarak aktiviteleri düşürülmüş karışımlar hazırlanmaktadır,

Mantari enzim preparatları Batı ülkelerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu preparat Alfa amilaz aktivitesini sağlama yanında içerdiği proteolitik aktivite ile de istenildiği zaman özellikle kuvvetli yapıya sahip hamurların yoğurma ihtiyacını ve olgunlaşma süresini düşürücü etkiye sahiptir. Termostabileleri, Malt unlarına ve bakteriyel kaynaklı enzimlere göre en düşüktür.

2. Bakteriyel Kaynaklı Enzim Preparatları

Bacillus subtilis bakterilerinden elde edilen bakteriyel Alfa amilazlar Mikrobiyal preparatlardan ikinci önemli grubu oluşturmaktadırlar. Bunun termosta-

bilitesi diğ er mantari ve hububat kaynaklı alfa amilazlardan daha yüksek olup, pişme sırasında 85°C ye kadar aktif kalabilmektedir (Pyler, 1979). Böylece yüksek nisbette dekstrinleşme sözkonusudur. Bakteriyel Alfa amilazın etkisi ile, özellikle nişasta ağının amorf kısımlarında zincir kırılmakta bu da bayatlama sırasında nişasta çirşindeki kristal kısımlarda meydana gelen redragrasyonun ekmek içini sertleştirici etkisini azaltarak bayatlamayı geciktirici etkide bulumaktadır (Pomeranz, 1971). Yani enzimin etkisi kristalleşmenin olduğu bölgede değil, amorf bölgede olup, nişasta molekülerinin yakın ilişkisi engellenmektedir. Enzimin bekleme sırasında ekmek üzerindeki diğ er bir etkisi ise, yokluğunda meydana gelen ekmek içi sertliğinin yerine bekleme sırasında yumuşak ve taze ekmek içi özelliğini sağlamasıdır (Pomeranz, 1971).

Hububat maltlarının ve mikrobiyal kaynaklı enzim preparatlarının kullanılmasında dikkat edilecek en önemlihususun, katılacak miktarların çok dikkatli ayarlanması olduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Zira enzim aktivitesinin hamurda ve ekmekte optimum düzeyin üzerinde olması halinde giderilmesi müm kün olmayan önemli kalite sorunları ortaya çıkacaktır.

Bu sorunlar;

1) Ekmek içinin sıkı, sert, yapışkan ve ekmeğ in basık olması,

2) Amilaz enzimleri ile birlikte artan proteolitik aktivitenin proteinlerin parçalanmasına neden olarak hamur oluşumunun engellenmesiyle kalitenin tamamen düşmesidir. Proteazların hamurun yapısını oluşturan gluten proteinlerini parçalama etkisi enzim preparatlarının kullanılmasında azami dikkati gerektirmektedir.

LİTERATÜR

- Baker, R.J.; Tipples, K.H. and Champbell, A.B. 1971. Heritabilities and correlations among quality traits in wheat. *Candaian Journal of plant science* 51: (6) 441-448.
- Elgün, A. 1977. Doğu Anadolu Bölgesinde farklı yetiştirme ve çevre koşullarında adaptasyonu yapılan kışlık-ekmeklik (*Tr. aestivum* L.) bazı kültür çeşitlerinin teknik değ eri üzerine araştırmalar. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Erzurum.
- Ertugay, Z. 1980. Doğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen kırık buğdayının (*Tr. questivum* L. var. *delfii*) ekmeklik kalitesi üzerinde araştırmalar. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Erzurum.
- Finney, K.F.; Shogren, M.D.; Pomeranz, Y; Bolte, L.C. (1972). *Cereal Malts in Breadmaking Bakers Digest* 46(1): 36.
- Finney, P.L. and Rubenthaler, G.L. 1979. Wheat Malts as wheat flour Nutrient Supplements in Breadmaking. *Bakers Digest*. 83 (5) 23.

- Greenwood, C.T. 1964. Structure, Properties and Amyolytic degradation of starch. Food technol. 18. 732-738.
- Pomeranz, Y. 1971. Wheat Chemistry and Technology. Second Edition. Published by AACC. Minnesota, U.S.A.
- Pylet, E.J. 1979. Baking Science and Technology Siebel publishing co. Chicago.
- Reed, G. 1966. Enzymes in food processing. Academic Press. NY.
- Saygın, E. 1972. Buğday ekmeğinin bayatlaması üzerinde ağştırmalar. Ege Üniv. Zir. Fak. yayın No. 175. Ege Üniv. Matbaası. İzmir.
- Ulu öz, M.-1956. 1955 mahsulü bazı ekmeklik Türk buğday çeşitleri üzerinde Birleşik Amerika metodları ile teknik değer araştırmaları. A.Ü. Ziraat Fak. 1956 Yılığ, Fasikül (2): 233-249.