

Ksilanaz Enziminin Ekmek Yapımında Kullanımı

Kadir Gürbüz Güner^{1*}, Orhan Dağlıoğlu¹

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ
*kguner@nku.edu.tr

Özet

Fırıncılıkta enzimler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ekmek çeşidine, ekmek yapım yöntemine ve un kalitesine bağlı olarak çeşitli enzimler tek tek yada çoğunlukla bir kombinasyon halinde kullanılarak; ürün hacmi, tadı ve aroması yanında kabuk ve ekmek içi yapısını, ekmeğin tazeliğini ve raf ömrünü olumlu yönde etkilerler. Ayrıca enzimler sadece son ürünün kalitesini değil hamur işleme özelliğini de iyileştirirler. Ekmek yapımında kullanılan ve son yıllarda üzerinde önemle durulan enzimlerden birisi de *Ksilanaz*'dir. *Ksilanaz* enzimi, hemiselüloz molekülüne etki ederek hamur reolojisini olumlu yönde etkiler. Hamurun işlenebilme özelliklerini geliştirerek daha iyi bir fırın sıçraması ve dolayısı ile tekstürel özellikler bakımından daha iyi bir ekmek eldesine yardım eder. Bu derlemede, fırıncılıkta hamur özelliklerini iyileştiren ve dolayısıyla kaliteli bir son ürün elde edilmesini sağlayan *ksilanaz* enziminin; kaynakları, özellikleri, çalışma mekanizması, uygulama şekli, dozajı ve etkileri hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ksilanaz, Hemiselüloz, Fırıncılık, Enzim, Arabinoksilan

Giriş

Günümüzde enzimler ekmek yapımında çok önemli rol oynamakta olup, bu amaçla pek çok ticari enzim preparatı kullanılmaktadır. Ksilanaz enzimi de söz konusu bu preparatlar içerisinde yer alan önemli bir enzimdir. Ekmek yapımında hamurun işlenebilirliğini ve ürün hacmini geliştirerek, nihai ürünün kalitesini olumlu yönde etkilemektedir (1, 2, 3, 4). Fırıncılıkta ilk olarak 1970'lerde kullanılmaya başlanan ksilanaz enzimleri günümüzde de çeşitli enzimlerle kombine bir şekilde, ekmekte arzu edilen reolojik ve duyu özelliklerin oluşmasında gösterdikleri spesifik etkilerden dolayı sıklıkla kullanılmaktadır (4).

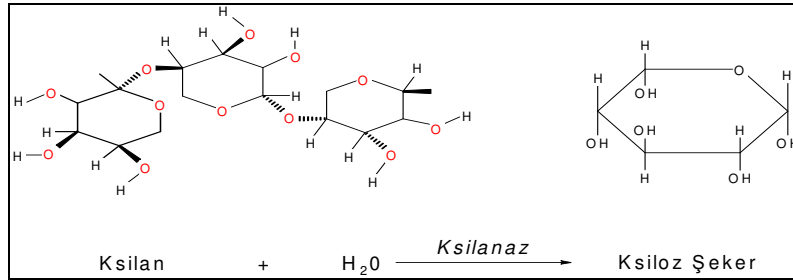
Substrat: Arabinoksilanlar (AX)

Buğday ununda bulunan hemiselülozların (pentozanlar) ekmek yapımında önemli rolleri vardır. Özellikle arabinoksilanlar hemiselülozların başlıca üyesidir ve *ksilanaz* enzimlerinin de substratlarıdır (5). Unda mevcut olan hemiselüloz büyük oranda (%85) arabinoksilan formundadır (6). Ekmeklik unların bileşiminde arabinoksilan oranı %2-3 civarındadır ve kendi ağırlıklarının yaklaşık 10 katı kadar suyu bağlayabilirler (1,5). Suda çözünebilir ve çözünemeyen olmak üzere iki fraksiyonu mevcuttur (7). Suda çözünebilirlerin viskozite üzerinde etkilidirler. Suda çözünemeyenlerin ise su tutma kapasitesi üzerinde önemli etkileri vardır,

ancak hamurda oluşan gluten filmlerinin yapılarına zarar verdikleri için hamur kalitesi üzerinde negatif etkiye sahiptirler (8, 9, 10).

Enzim: Ksilanaz

Ksilanazlar (E.C. 3.2.1.8, β -1,4-D-xylan xylanohydrolase), pentozanazlar veya hemiselülazlar olarak da adlandırılmaktadır (11). *Ksilanaz* enzimleri, arabinoksilan zincirlerine rasgele noktalardan etki ederek polimer yapıyı ksilobioz ve ksiloz oligomerlerine ve bunların çeşitli alt birimlerine parçalarlar (Şekil 1) (12, 13). Etki ettikleri substrat tipleri, etki mekanizmaları, inhibitörlerle olan reaksiyonları ve kinetik kapasitelerindeki farklılıklardan dolayı bütün *ksilanaz* tipleri ekmek yapımında kullanılmaya uygun değildir. Ekmek yapımında kullanılmaya uygun olan *ksilanazlar*, daha çok suda çözünemeyen arabinoksilanlar üzerine etkili olanlardır (15). Kullanılacak *ksilanaz* enziminin seçiminde yararlanılan temel parametreler, bu enzimlerin ekmek yapımında faaliyet içinde bulunacakları ortamın pH ve sıcaklık normlarına bağlıdır (5). Ticari olarak satılan *ksilanazlar* çoğunlukla bakteriyel ve fungal kaynaklardan elde edilmektedir (16). *Ksilanaz* üretiminde kullanılan bakteri ve fungus türlerine örnek olarak; *Asp niger* (17), *Asp oryzae* (18), *Bacillus licheniformis* (19), *B. subtilis* (18), *Trichoderma longibrachiatum* (20), *Trichoderma reesei* (21) ve *Thermoascus aurantiacus* (22) verilebilir.



Şekil 1: *Ksilanaz* enziminin ksilan yapıları üzerine etkisi (14).

Ksilanazın Ekmek Yapımındaki Fonksiyonları ve Uygulama Dozajları

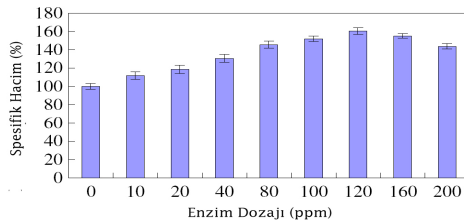
Ekmekçilikte *ksilanazlar* hamurun yoğrulma özelliklerini, ekmek içi yapısını ve son ürün hacmini artırarak, un kalitesindeki çeşitlilikten doğabilecek olan sorunların azaltılmasına yardımcı olurlar (11). *Ksilanaz* enziminin arabinoksilanı parçalamasıyla, hamurda arabinoksilanların tuttuğu su serbest kalır ve hamur daha yumuşak hale gelerek makine ile işlenebilme özelliği artar. Böylece, ekmek içi yapısının oluşumu gecikir ve daha iyi bir fırın sıçraması sağlanarak yüksek hacimli ve yumuşak bir ürün elde edilir (6). *Ksilanaz* enziminin etkisiyle serbest kalan suyu hamurdaki diğer bileşenler, örneğin gluten bağlamaktadır. Bu da glutenin elastikiyetinin ve gaz tutma kapasitesinin artmasına ve hamurun kabarmaya karşı direncinin azalmasına yardım eder. Diğer taraftan serbest kalan su, hamurdaki farklı polimer bağları da etkiler. Gluten ve arabinoksilanlar arasındaki kuvvetli kovalent bağlar, arabinoksilanların parçalanmasıyla belirli bir zayıflama göstererek

hamurun daha kolay işlenmesini sağlar (23). *Ksilanazların* gereğinden fazla kullanılması, buğday pentozanlarının aşırı parçalanarak su tutma kapasitelerinin azalmasına ve sonuçta yapışkan ve cıvık bir hamur oluşumuna yol açar(16). Jiang, Z. 2005 (7), un üzerinden 10, 20, 40, 80, 100, 120, 160 ve 200 ppm düzeylerinde *ksilanaz* enzimi kullanarak yaptıkları ekme hamurlarının farinograf özellikleri ile pişmiş ekmeklerin spesifik hacim değerlerini incelemiştir (Çizelge 1 ve Şekil 2). Buna göre, kullanılan enzim miktarı arttıkça hamurun; su absorpsiyonu, gelişme müddeti, stabilite ve yumuşama derecesi değerleri azalma göstermiştir. Ekmeklerin spesifik hacim değerleri 120 ppm kullanım düzeyine kadar artış göstermiş, daha yüksek konsantrasyonlarda ise azalmaya başlamıştır. *Ksilanaz* enzimi ilave edilerek üretilmiş ekmeklerin raf ömrünün daha uzun olduğu ileri sürülmekle birlikte bu konuda kesin bir sonuç bulunmamaktadır. Martinez-Anaya, M.A. ve Jimenez, T. 1997 (28), *ksilanaz* içeren çeşitli ticari enzim preparatlarıyla yaptıkları ekmeklerin bayatlamalarında bir yavaşlama olduğunu belirlemiştir. Ancak Courtin C.M. vd. 2001 (29), *ksilanaz* kullanımının ekme içi sertliğini azalttığını fakat ekmeğin bayatlaması üzerine bir etkisinin bulunmadığını belirtmiştir.

Çizelge 1: *Ksilanaz* ilavesinin farinograf değerleri üzerine etkisi (7)

Enzim dozajı (ppm ^a)	SA ^b (%)	GM ^c (dk)	Stabilite (dk)	YD ^d (BU)
0 (Kontrol)	63,7 ± 2,0	7,4 ± 0,3	11,9 ± 0,4	76 ± 2
10	63,3 ± 2,5	6,0 ± 0,2	9,1 ± 0,3	75 ± 3
40	59,5 ± 2,5	3,3 ± 0,1	8,7 ± 0,3	70 ± 3
80	56,3 ± 2,0	2,5 ± 0,1	5,0 ± 0,2	66 ± 1
120	54,5 ± 2,0	2,0 ± 0,1	3,6 ± 0,1	64 ± 1
160	52,2 ± 1,5	1,7 ± 0,1	3,8 ± 0,1	65 ± 2
200	50,5 ± 1,5	1,5 ± 0,1	3,4 ± 0,1	60 ± 2

a: Un baz alınarak b: SA, Su absorpsiyonu
c: GM, Gelişme müddeti d: YD, Yumuşama derecesi



Şekil 2: *Ksilanaz* ilavesinin spesifik hacim üzerine etkisi (7)

Sonuç

Biyoteknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler ve ekme yapımında enzimlere olan ilginin artması, spesifik yeni enzimlerin bu alanda kullanılmasını mümkün hale getirmektedir. Bu çerçevede, *ksilanaz* enzimlerinin de diğer enzimlerle birlikte kombinasyon halinde kullanılmasının, özellikle hemiselüloz oranı yüksek tam

tahıl ekmeklerinin yapımında gerek hamur gerekse ekmek özelliklerini olumlu yönde etkiledikleri kanıtlanmıştır,

Kaynaklar

1. Baillet E, Downey G, Tuohy M. 2003. Imp. of texture and volume in white bread rolls by incorp. of microbial hemicellulase preparations, in: Courtin C.M., Veraverbeke W.S., Delcour J.A. s: 255–259.
2. Guy RCE, Sarabjit SS. 2003. Comparison of effects of xylanases with fungal amylases in five flour types, in: Courtin, C.M. et al. (Ed.), Recent Advances in Enzymes in Grain Processing. Laboratory of Food Chemistry, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, pp. 235–239.
3. Maat J, Roza M, Verbakel J, Stam H, da Silra MJS, Egmond MR, Hagemans MLD, van Garcom, RFM, Hensing JGM, van Derhondel C, van Rotterdam C. 1992. Xylanases and their application in baking, in: Visser J, Beldman G, van Someren MAK, Voragen AGJ. s: 349–360.
4. Qi Si J, Drost-Lustenberger C. 2002. Enzymes for bread, pasta and noodle products, in: Whitehurst, R.J., Law, B.A. (Eds.), Enzymes in Food Technology. Sheffield Academic Press Ltd., Sheffield, s: 19–56.
5. Courtin CM, Delcour JA. 2002. Arabinoxylans and endoxylanases in Wheat Flour Bread-making. Journal of Cereal Science 35: 225–243
6. Poldermans B, Schoppnik P. 1999. Controlling the baking process and product quality with enzymes. Cereal Foods World. 44: 132-135
7. Jiang Z, Li X, Yang S, Li L, Tan S. 2005. Improvement of the breadmaking quality of wheat flour by the hyperthermophilic *xylanase B* from *Thermotoga maritima*. Food Research International 38: 37–43
8. Gruppen H, Hamer RJ, Voragen AGJ. 1992. Water-unextractable cell wall material from wheat flour. 2. Frac. of alkali-extracted polymers and comparison with water-extractable arabinoxyl. J of Cereal Sci, 16: 53–67.
9. Meuser F, Suckow P. 1986. Non-starch polysaccharides, in: Blanshard, J.M.V., Frazier, P.J., Galliard, T. (Eds.), Chemistry and Physics of Baking. The Royal Society of Chemistry, London, s: 43–61.
10. Wang M, Hamer RJ, van Vliet T, Gruppen H, Marseille H, Weegels PL. 2003. Effect of water unextractable solids on gluten formation and properties: Mechanistic considerations. J. of Cereal Sci, 37: 55–64.
11. Aehle W. 2004. Enzymes in Industry. WILEY-WCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 514 s, Weinheim.
12. Dekker RF, Richards GN. 1976. Hemicellulases: their occurrence, purification, properties, and mode of action. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*. 32: 277–352.
13. Reilly PJ. 1981. Xylanases: structure and function. In ‘Trends in the Biology of Fermentation for Fuels and Chemicals’ (A. Hollaender, ed.), Basic Life Sciences, Plenum Press, s: 111–129.
14. Enzymeindia. 2007. Xylanase. <http://www.enzymeindia.com/enzymes/xylanase.asp> (12.09.2007)
15. Courtin CM, Roelants A, Delcour JA. 1999. Fractionation-reconstitution experiments provide insight into the role of endoxylanases in breadmaking. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47: 1870–1877.
16. Si JQ. 1997. Synergistic effect of enzymes for breadbaking. Cereal Foods World. 42: 802-807
17. Park Y, Kang S, Lee J, Hong S, Kim S. 2004. Xylanase production in solid state fermentation by *Aspergillus niger* mutant using statistical experimental designs. Applied Microbiology and Biotechnology. 58: 761-766
18. Selinheimo E, Kruus K, Buchert J, Hopia A, Autio K. 2006. Effects of laccase, xylanase and their combination on the rheological properties of wheat doughs. Journal of Cereal Science 43: 152–159
19. Archana A, Satyanarayana T. 1997. Xylanase production by thermophilic *Bacillus licheniformis* A99 in solid-state fermentation. Enzyme and Microbial Technology 21:12-17,
20. Royer JC, Nakas JP. 1989. Xylanase production by *Trichoderma longibrachiatum*. Enzyme Microb. Technol. 11: 405-410.
21. Xiong H, Turunen O, Pastinen O, Leisola M, Weymarn N. 2004. Improved xylanase production by *Trichoderma reesei* grown on l-arabinose and lactose or d-glucose mixtures. Applied Microbiology and Biotechnology. 64: 353-358
22. Souza MCO, Roberto IC, Milagres AMF. 1999. Solid-state fermentation for xylanase production by *Thermoascus aurantiacus* using response surface methodology. Applied Microbiology and Biotechnology. 52: 768-772
23. Tucker GA. 1995. Fundamentals of enzyme activity. In: Enzymes in Food Processing (eds. G.A. Tucker, L.F.J. Woods), Blackie Academic & Professional, s: 1-24. (Enzimoloji)
24. Martinez-Anaya MA, Jimenez T. 1997. Functionality of enzymes that hydrolyse starch and non-starch polysaccharide in breadmaking. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 205: 209–214.
25. Courtin CM, Gelders GG, Delcour JA. 2001. The use of two endoxylanases with different substrate selectivity provides insight into the functionality of arabinoxylans in wheat flour breadmaking. *Cereal Chemistry* 78: 564–571.