

GIDA SANAYİNDE HIZLI VİSKOZİTE TEST (HVT) CİHAZININ KULLANIMI

APPLICATIONS OF RAPID VISCO ANALYSER (RVA) IN FOOD INDUSTRY

İsmail Sait DOĞAN

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, VAN

ÖZET: Daha kaliteli üretimde verimlilik ve ürün geliştirme gıda endüstrisinin ana hedefidir. Bu amaca ulaşmak için gelişmiş ve kısa sürede sonuç veren test ekipmanlarının kullanılması gerekir. Bunlar arasında kullanımı son yıllarda hızla artarlardan biri Hızlı Viskozite Test (HVT) cihazıdır. HVT cihazının kullanım alanları arasında amilaz aktivite seviyesinin belirlenmesi, nişasta tabanlı gıdaların üretiminde kalite kontrol aracı olarak kullanılması, belirli sıcaklıkta viskozitenin ve kıvamın karakterize edilmesi, ayrıca farklı orijinli nişastaların özelliklerinin incelenmesi sayılabilir. Cihazın değişik amaçlar için kullanılabilmesi seçeneklilik tüketicinin isteği olan yüksek kalitenin sağlanmasında ve ürün geliştirmede önemli bir ekipman olduğunu göstermektedir.

ABSTRACT: Efficiency and improvement in producing better quality products is the aim of the food industry. Better test equipment is one of the key factor to achieving these aims. One of the new generation equipment is the Rapid Visco Analyser (RVA). The main applications for the RVA include determining the extent of amylase enzyme activity, quality control in the manufacture of starch-based foods, characterization of viscosity and consistency at a specific temperature, investigation of the properties of various starches. Its flexibility allows us to use it in many new applications to meet customers' needs for high quality.

Giriş

Gıda sanayinde daha kaliteli gıdaların üretilmesi ve kalitesinin sürekliliğinin sağlanması hep arzu edilen amaç olmuştur. Özellikle son yıllarda yarı otomatik veya tam otomatik üretime geçilmesindeki artış nedeniyle gıda standart ve hijyenine verilen önemde artmıştır. Kısa sürede güvenilir sonuç veren test ekipmanlarının üretim hattında ve gıda laboratuvarlarında kullanılması oldukça önemlidir. Bu test ekipmanlarından biri 1990' lı yıllardan sonra kullanımı daha da yaygınlaşan Hızlı Viskozite Test (HVT) cihazıdır (Rapid Visco Analyser, RVA). HVT cihazı 1980 yılının sonuna doğru Avustralya' da hasat döneminde havaların yağışlı geçmesi yüzünden meydana gelen çimlenme miktarının (sprout damage) ne derecede olduğunu tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Cihaz minimum laboratuvar imkanlarının olduğu yerlerde ve fabrikalarda üretimin hattında prosesi kontrol etmek için minimum laboratuvar tecrübesi olanlar tarafından rahatlıkla kullanılacak şekilde dizayn edilmiştir.

Cihaz gerekli modifikasyon ve düzenlemeler yapıldıktan sonra 1986-1987 hasat döneminde başarı ile kullanılmış ve 1986 yılında düzenlenen "Dördüncü Uluslararası Tahıllarda Hasat Öncesi Çimlenme" konulu sempozyumda hububat teknolojisiyle ilgilenen araştırmacılara tanıtılmıştır (WRIGLEY, 1996). Daha sonra özellikle Dr. Walker'ın cihazın gıda endüstrisinde kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla ısıtma ünitesinin yanında soğutma ünitesini, sıcaklık programının ilavesini tavsiye etmesinden sonra cihaz modifiye edilmiştir. HVT cihazının software tarafından kontrol edilmesi ve çeşitli zaman, sıcaklık ve karıştırma hızlarının seçilebilmesi bir çok gıda maddesinin viskozitesinin ölçülmesini mümkün kılmaktadır. Farklı botanik orijinli tabii ve modifiye edilmiş nişastaların viskozite değişimlerinin kontrolünde kullanılması yeni bir dönüm noktası olmuştur (WRIGLEY, 1996). Bazen proses boyunca sıcaklık ile viskozite arasındaki interaksiyonun ölçülmesi gerekmektedir ve bu da HVT ile mümkündür.

HVT cihazı tanede ve unda mevcut olan amilaz aktivitesinin miktarının belirlenmesinde, nişasta ve unların çirşlenme özelliklerinin tespit edilmesinde, belirli sıcaklıkta glikoz şuruplarının viskozite ve kıvamlarının karakterize edilmesinde, farklı gıdalarda viskozite ve kıvamla ilgili uygulamalarda, ve özellikle fırın ve ekstrüde ürünlerinin pişme derecelerinin tespit edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu araştırmada HVT' de elde edilen çirşlenme kurvesinin açıklanmasından sonra gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan uygulamalardan bahsedilecektir.

ÇİRİŞLENME KURVESİ

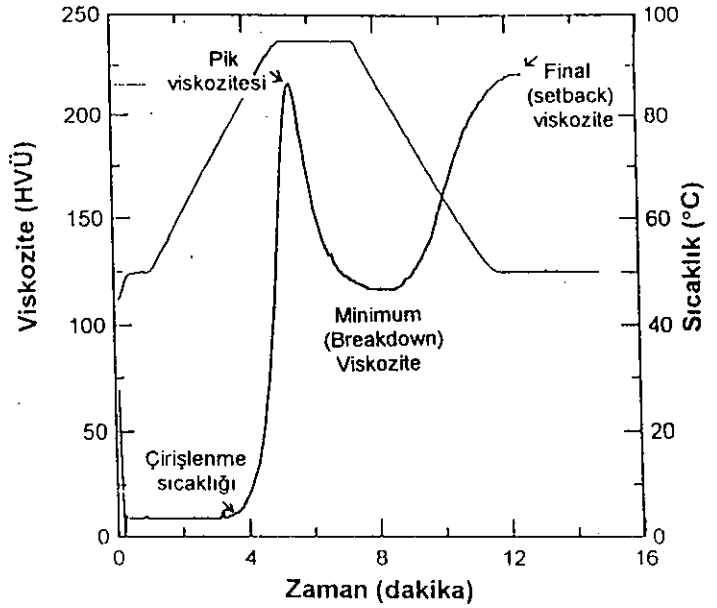
Unun veya nişastanın ısıtılması ve soğutulması neticesinde elde edilen viskozite kurvesi (pasting curve) Şekil 1. de gösterildiği gibidir. Modifiye edilmemiş nişasta tanecikleri genelde 50 °C' in altında suda çözünmezler. Bu kritik sıcaklığın üzerinde ısıtılan tanecikler su absorplayıp şişmeye başlarlar. Isıtılmaya devam edildiği takdirde geri dönüşümsüz olarak yapısal değişikliğe uğrarlar. Bu olaya jelatinizasyon denir. Jelatinizasyon kristallerin erimesi, çift kırılmanın (birefringence) kaybolması ve nişastanın çözünmesi (solubilization) ile krakterize edilir.

Nişastanın çirışlenmeye başlamasıyla viskozitesi yükselmeye başlar. Çirışlenmenin başladığı bu sıcaklığa jelatinleşme sıcaklığı denir. Bu sıcaklık nişastanın pişmesi için gerekli olan minimum sıcaklık demektir. Nişasta tanecikleri boyut olarak heterojen

olduklarından belirli bir sıcaklık aralığında şişerler. Bu yüzden elde edilecek olan pikin eğimi farklı olacaktır. Hızlı şişmesi neticesinde oluşacak olan pik daha dik, tersi olması durumunda daha yatıktır.

Nişastanın şişmesiyle viskozite artar ve pik değerine ulaşır. Buna pik viskozitesi denir. Çoğu zaman pik sıcaklığı ve zamanı da kaydedilir. Sıcaklık belirli bir süre sabit tutulduğunda (genellikle 95 (C) nişastanın parçalanması, çözünen amilozun ortama karışması ve karıştırma yönünde oriyantasyonu neticesinde viskozite azalır. Buna pik sonrası minimum viskozite (breakdown) veya sıcak pelteleşme viskozitesi (hot paste viscosity) denir. Minimum viskozite değeri nişastanın orijinine, sıcaklığa ve karıştırma derecesine bağlı olarak değişir.

Belirli bir süre sıcaklık sabit tutulduktan sonra oluşan nişasta çirışı soğutulur. Belirli bir dereceye kadar çözünen nişasta polimeri enerjilerini kaybetmeye başladıkları için birleşmeye başlarlar. Bu jel (gel) oluşumunu hızlandırır ve viskozite artar. Bu olaya retrogradasyon denir. Test süresinin sonundaki viskozite final viskozite (final viscosity) olarak kaydedilir. Bu olaya 'setback', oluşan viskoziteye de 'setback viskozitesi' denir. Bu viskozitenin yüksek olması pişmiş ve nişasta içeren gıdadan soğuma ile birlikte suyun ortamdan uzaklaştırılacağıının (syneresis) ve retragradasyonun fazla olacağıının göstergesidir.

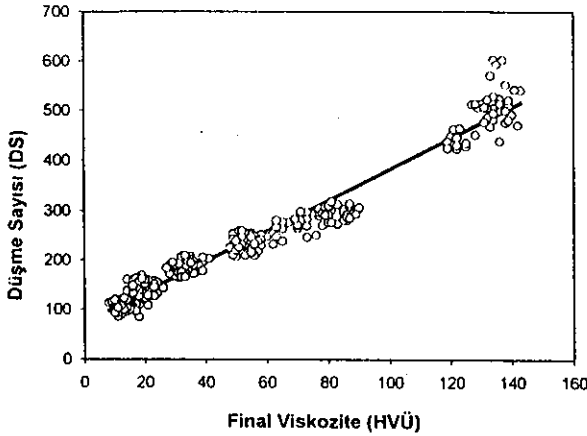


Şekil 1. Yaygın olarak kullanılan parametreleri gösteren tipik Hızlı viskozite testi (HVT) kurvesi

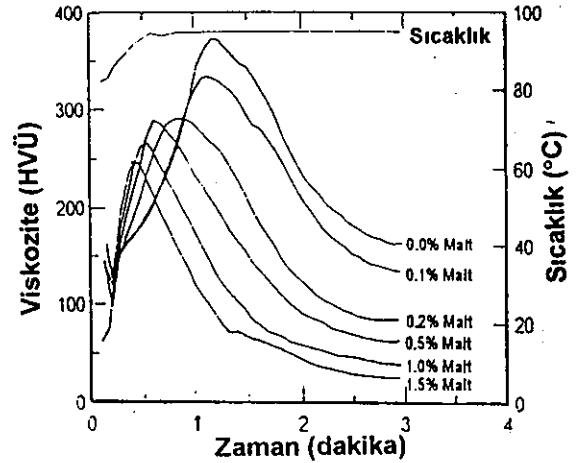
MALT UNU VE FUNGAL AMİLAZ AKTİVİTESİNİN TESTİ

Ekmek yapımında en önemli faktörlerden birisi unun amilaz aktivite seviyesidir. Optimum aktivite ekmek hacminin artmasını, kabuk renginin iyileşmesini ve gözenek yapısının düzgün olmasını sağlar. Nişasta amilaz enzimleri tarafından, özellikle endo amilazlar tarafından parçalanır ve viskozitesi azalır. Bu yüzden unlardaki amilaz aktivitesinin tespitinde viskometrik metotlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu metotlar, enzim tarafından nişastanın parçalanması sonucu belirli bir zamanda viskozitedeki azalmanın ölçülmesine dayanır. Bunlardan yaygın olarak kullanılan test Düşme Sayısı, DS (Falling Number) testidir ve sonuç saniye olarak ifade edilir.

HVT cihazı da amilaz aktivitesinin belirlenmesinde başarı ile kullanılmaktadır. Kullanılan örnek miktarının az olması (3 g), test süresinin kısa olması (3 dak), örnek kabının ve karıştırıcısının kullanıldıktan sonra atılabilmesi avantajları arasındadır. Ölçme ünitesi olarak Karıştırma Sayısı (KS) veya Hızlı viskozite ünitesi (HVÜ) kullanılır. Karıştırma sayısı ile DS arasındaki ilişkinin yüksek olması ($r^2=0.96$) cihazın amilaz aktivitesinin tayininde rahatlıkla kullanılabilceğini göstermektedir (ROSS ve ark. 1987; DOĞAN ve ark. 1996). Farklı amilaz aktivitesine sahip unlarda DS ile KS (HVÜ) arasındaki ilişki Şekil 2. de gösterilmiştir. Ayrıca farklı oranlarda (%0-1.5) una ilave edilen malt ununun etkisini ve yağmurdan zarar görme derecesini de HVT ile izlemek mümkündür (Şekil 3 ve 4).



Şekil 2. Düşme sayısı ile hızlı viskozite ünitesi (HVÜ) arasındaki ilişki



Şekil 3. Farklı oranlarda malt unu ilave edilen unun (4g) çirşlenme kurveleri

Unda ve malt ununda bulunan amilazlar nispeten sıcaklığa dayanıklıdır (thermostable) ve standart test kullanılarak belirlenebilir. Fakat fungal amilazların daha düşük sıcaklıkta aktivitelerini yitirdikleri için daha düşük sıcaklıkta analiz edilmesi gerekir. HVT cihazında daha düşük sıcaklık profili ve substrat olarak pişmiş (pregelatinized) nişasta ve un karışımı (%70-30) kullanılarak fungal amilaz aktivitesi tespit edilebilir (DOĞAN ve ark. 1996).

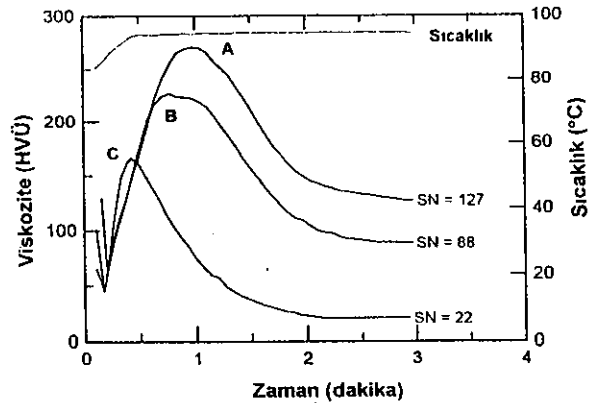
UN VE NİŞASTANIN VİSKOZİTE DEĞERLERİ

Farklı çeşitlere ait veya farklı bölgelerde yetişen aynı çeşit buğday unların çirşlenme özellikleri birbirinden farklıdır. Çeşitler arasındaki fark değişik bölgelerde yetiştirilen aynı çeşitten daha fazladır (CHEN, 1996). Unların içerdiği nişastanın kalitesi birçok ürünün yeme kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Pişme sırasında nişastanın gıdaların tekstürüne etkisi şişmesine, çirşenmesine ve çözünme miktarına ve bunu takiben soğumaya başlamasıyla retrograde olmasına bağlı olarak değişir. Nişastanın çirşlenme özellikleri sıcaklık ve zamana bağlı olarak HVT cihazında belirlenebilir.

Ayrıca gıdalarda farklı tekstürün sağlanması ve fonksiyonların yerine getirilmesi için nişastanın modifiye edilmesi gerekebilir. Modifikasyonun sonunda çirşlenme profillerine bakarak istenen özellikleri yerine getirip getiremeyeceği HVT cihazı kullanılarak kolayca tespit edilebilir.

PIRİNÇ

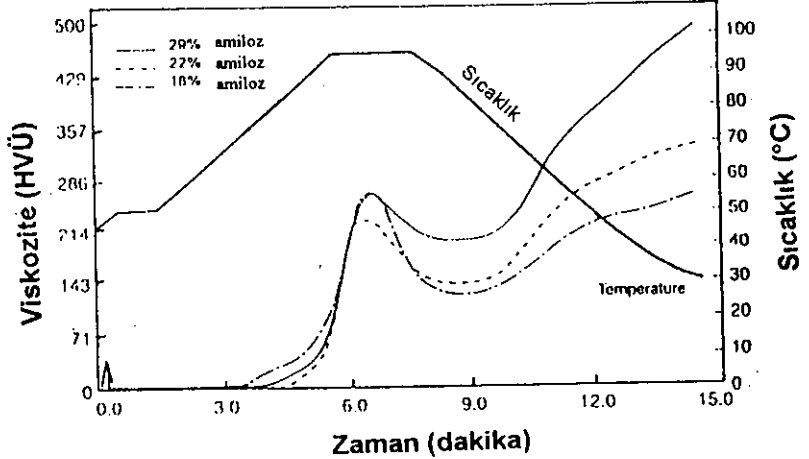
Pirinç çeşitlerinde amiloz ve amilopektin oranındaki değişimden dolayı pişme kalitesi oldukça farklılık gösterir. Öğütülmüş pirince uygulanan viskozite testi pirinç kalitesinin belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca pirincin bekletilmesiyle (aging) pişme sonunda meydana gelen yapışkanlık azalır, bu fark HVT'i kullanılarak belirlenebilir. BLAKENEY ve ark.'ın (1991) belirttiğine göre özellikle F4 gibi bitki üretiminin ilk aşamalarında pirinçlerin pişme kalitesinin ve sınıflarının belirlenmesinde HVT çirşlenme viskozitesi (paste viscosity) kalite kriteri olarak kullanılmaktadır. Çeşitlerin komple viskozite profilleri standartlarla karşılaştırılarak pirincin kalitesi hakkında karar verilir.



Şekil 4. Yağmurda farklı oranlarda zarar görmüş (sprout damaged) unların viskoziteleri: A. Sağlam (zarar görmemiş), B. Az zarar görmüş, C. Çok zarar görmüş

Ayrıca amiloz içeriği pirincin sınıflandırılmasında kullanılan diğer bir faktördür. Düşük (12-20%), orta(20-25%) ve yüksek (25-33%) amiloz içeren non-waxy öğütülmüş pirinçlerin HVT çirşlenme viskozitelerine bakılarak amiloz miktarı farklı çeşitlerin kolayca ayırt edilmesi mümkündür (JULIANO, 1997). Bu çeşitlerin viskozite profilleri Şekil 5. de gösterilmiştir.

HVT pik sonrası minimum viskozite (breakdown) değeri ile bazık yayılma değeri ve nişasta şişme değeri arasında negatif, pişmiş pirinç yapışkanlığı arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Her ne kadar bu ilişkinin istatistiksel yorumu yapılmamışsa da ve farklı çeşitler arasındaki ilişki süreklilik göstermese de elde edilecek olan viskozite profili ile pirinç hakkında kısa zaman içerisinde bilgi edinilebilir.

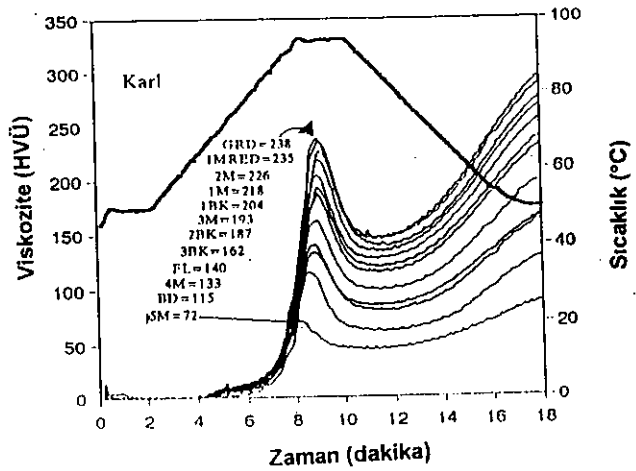


Şekil 5. Düşük (%18), orta (%22) ve yüksek (%29) amiloz içeren pirinç unlarının HVT profilleri

ERİŞTE (NOODLE)

Nişasta erişte sertliğini, elastikiyetini ve yüzey karakteristiklerini belirleyen esas faktördür. Erişte üretiminde kullanılacak uygun buğday seçimine yardımcı olmak üzere nişasta şişme testi ve HVT pik viskozitesi kullanılır. BEAN ve Ark. (1990) undaki amiloz seviyesinin yükselmesiyle pişmiş eriştenin (noodle) su bağlama kapasitesinin azaldığını, elastikiyetin azalıp sertliğin arttığını gözlemişlerdir. HVT viskozitesi ile Japonların beyaz tuzlanmış erişte (white salted noodle) kalitesi arasında ilişki bulunmaktadır (KONIC ve MOSS, 1992)

Ayrıca CHEN (1996) elastik, çignenebilme özelliği iyi olan erişte elde etmek için kırma unlarının, daha yumuşak erişte için 1. ve 2. ezme unlarının tercih edilmesinin gerektiğini vurgulamış ve kullandığı unların fraksiyonlarının farklı HVT viskozite profillerine sahip olduğunu göstermiştir (Şekil 6). Bu yapılan çalışmalar gösteriyor ki HVT kullanılarak unların erişte yapımına uygunluğu hızlı olarak tespit edilebilir.



Şekil 6. Un fraksiyonlarının pik ve final viskoziteye etkileri

EKSTRÜDE ÜRÜNLER

Özellikle son yıllarda ülkemizde popüler olmaya başlayan kahvaltılık ürünler ve çerezlerin (cereals ve snacks) çoğunluğu ekstrüde ürünler gurubundadır. Ekstrüksiyon işlemiyle kahvaltılık ürünlerin hızlı ve sürekli üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu gıdalarda ortamda oluşan yüksek sıcaklıkta nişasta çirşlenir ve ürünün tekstür, tat ve renginin oluşmasında önemli rol oynar. Üretilen ürünün pişme derecesinin kontrolünde ve işlem süresince oluşan sıcaklığın simülasyonunda HVT' i başarı ile kullanılmaktadır. Örneğin ekstrüksiyonda kullanılan hammadde-lerin viskozitelerinin kahvaltılık çerezlerin dayanıklılığı (kırılma oranı) ile ilişkili olduğu görülmüştür (QUAIL ve Ark. 1996).

Ayrıca RYU ve Ark. (1993) formülde farklı ingredientlerin bulunduğu ekstrüde buğday ununun çirşlenme özelliklerini tespit etmede HVT'nin başarı ile kullanılabileceğini tespit etmişlerdir. Özellikle şeker, şortening ve gliserol monostearat önemli ölçüde çirşlenme parametrelerini etkilemiştir. Çirşlenme ve şişme derecesi ekstrüde ürünler için önemli özelliklerdir. Fakat sistemin kompleks olmasından dolayı üretimin kontrolü oldukça zordur. Bunun için üretim esnasında proses parametrelerinin kontrolünde HVT çirşlenme özelliklerin izlenmesinin önemini vurgulamışlardır.

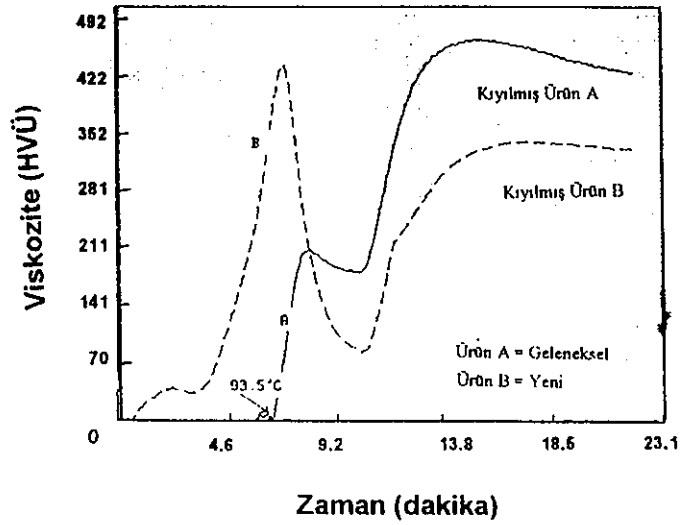
ŞEKERLEME

Çiğnenebilen şekerleme için asitle modifiye edilmiş nişasta kullanılır. Şekerlemenin tekstürü için gerekli olan katı jelin oluşması için son ürünün yüksek sıcaklıkta düşük viskoziteli olması ürünün kolaylıkla kalıplara dökülmesi açısından önemlidir. Aynı ürün soğuduktan sonra kolayca kalıptan ayrılabilmesi ve arzu edilen tekstür ve viskozitede olması gerekir. Bu işlemlerin takibi için uygun bir HVT profili oluşturularak işlem kontrol edilebilir (QUAIL ve Ark. 1996).

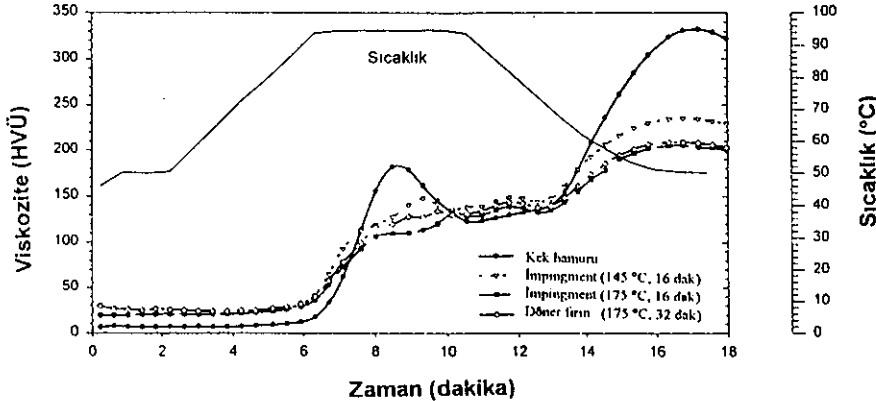
PİŞME DERESESİNİN BELİRLENMESİ

WHALEN (1996) satışa sunulan iki kahvaltılık kıyılmış buğdayı (shredded wheat) HVT'i kullanarak karşılaştırmış, pişirme şeklinin ve prosesin nasıl olduğunu bu analize dayanarak tespit etmiştir. Geleneksel üretimde son ürünün kolayca kıyılmasını ve şekillenmesini sağlamak için ilk pişirmeden sonra ürün retrogradasyona tabi tutulur. Şekil 7. de görüleceği gibi Ürün A bu şekilde üretilmiştir. Çirşlenmenin yüksek sıcaklıkta başlaması (93.5 °C) ve 'setback' viskozitesinin yüksek olması bunu göstermektedir. Diğer yandan Ürün B' de mekanik işleme vardır, retrogradasyon işlemi elimine edilmiştir. Duyusal olarak ürün A ile aynı hatıta üstün niteliktedir ve 24 saata kadar olan retrogradasyon işlemi olmadığından işlem süresi kısalmıştır. HVT'i kullanılmasıyla bu kolayca tespit edilebilir.

Pişirme esnasında sıcaklık ve zamana bağlı olarak pişme süresi değişecektir. DOĞAN ve WALKER (1998) sıcak hava püskürtmeli fırında (impingement oven) fırın sıcaklığı ve pişirme süresinin kekin pişme üzerine etkilerini HVT' i kullanarak gözlemlemişlerdir. Pişirmenin yoğunluğunun, yani sıcaklığının ve süresinin artması sonuç (setback) viskozitesini azaltmıştır (Şekil 8). HVT' i kullanılarak formüldeki ve prosesdeki değişmelerin kek kalitesine olan etkilerinin izlenebileceği sonucuna varmışlardır.



Şekil 7. İki kıyılmış buğday ürününde üretim metodundaki farklılığın HVT viskozite profiline etkisi



Şekil 8. Fırın parametrelerinin pişmiş kek viskozitesine etkisi

HIZLI VİSKOZİTE TEST CİHAZININ AVANTAJLARI

Hızlı viskozite test cihazının nişastanın özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaya başlanmasından önce bu alanda yaygın olarak Brabender Amilograf kullanılmakta idi. Özellikle Amilografta kullanılan örnek miktarının fazla olması, elektronik kontrol ve ölçüm sistemlerinin eksikliği ve test süresinin uzun olması dezavantaj idi. HVT çirşlenme kurveleri Amilograf testinin dörtte biri zamanda ve otuzda biri kadar örnekle elde edilebilir. HVT cihazında sıcaklık, zaman ve karıştırma hızının (rpm) değiştirilmesi ile gıda sanayinde bir çok ürünün üretiminde formüle giren maddelerin ve işlem basamaklarının etkilerinin araştırılmasında başarı ile yapılabilmektedir. Ayrıca üretimde partiler arasındaki varyasyonun miktarının belirlenmesinde, sürekli aynı kalitede üretimin yapıp yapılmadığının kontrolünde oldukça önemli rol oynadığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- BEAN, M.M., HUANG, D.S., MILLER, R.E. 1990. Some wheat and flour properties of Klasic-A hard white wheat. *Cereal Chem.* 67:307.
- BLAKENEY, A.B., WELSH, L.A., BANNON, D.R. 1991. Rice quality analysis using a computer controlled RVA, p.180-182. *Cereal International*. D.J. Martin ve C.W. Wrigley eds. Royal Aust. Chem. Inst., Melbourne, Avustralya.
- CHEN, Y. 1996. Determination of cooked noodle texture and water absorption, and effect of value-added flours and flour streams on white and yellow noodle quality. Doktora Tezi. Kansas State Üniversitesi, Manhattan, KS, USA.
- DOĞAN, I.S., WALKER, C.E., PONTE, J.G. JR. 1996. An assay for fungal alpha amylase using the Rapid Visco Analyser, p. 67-72. *Applications of the Rapid Visco Analyser*, ed. C.E. Walker ve J. L. Hazelton. NewPort Scientific Pty. Ltd., Warriewood, NSW, Australia.
- DOĞAN, I.S., WALKER, C.E. 1998. Effect of impingement oven parameters on high-ratio cake baking (yayınlanmamış data).
- JULIANO, B.O. 1996. Rice quality screening with the Rapid Visco Analyser, p.19-24. *Applications of the Rapid Visco Analyser*, ed. C.E. Walker ve J. L. Hazelton. NewPort Scientific Pty. Ltd., Warriewood, NSW, Australia.
- KONIK, C.M., MOSS, R. 1992. Relationship between Japanese noodle quality and RVA paste viscosity in *Proceeding of the 44th Australian Cereal Chemistry Conference*, Ballarat, Avustralya, 12-15 Eylül 1992.
- ROSS, A. S., WALKER, C.E., BOOTH, R. I., ORTH, R.A., WRIGLEY, C. W. 1987. The Rapid Visco Analyser: A new technique for the estimation of sprout damage. *Cereal Foods World* 32(11): 827-829.
- RYU, G.H., NEUMANN, P.E., WALKER, C.E. 1993. Pasting of wheat flour extrudates containing conventional baking ingredients. *J. Food Sci.* 58(3):567.
- QUAIL, K.J., WALKER, R., MCMASTER, G.J. 1996. Use of the RVA for product specifications.
- WHALEN, P.J. 1996. Fingerprinting cereal products, p. 73-75. *Applications of the Rapid Visco Analyser*, ed. C.E. Walker ve J. L. Hazelton. NewPort Scientific Pty. Ltd., Warriewood, NSW, Australia.
- WRIGLEY, C.W. 1996. Characterizing interactions between viscosity, temperature, and time with the Rapid Visco Analyser, p. VIII-IX. *Applications of the Rapid Visco Analyser*, ed. C.E. Walker ve J. L. Hazelton. NewPort Scientific Pty. Ltd., Warriewood, NSW, Australia.