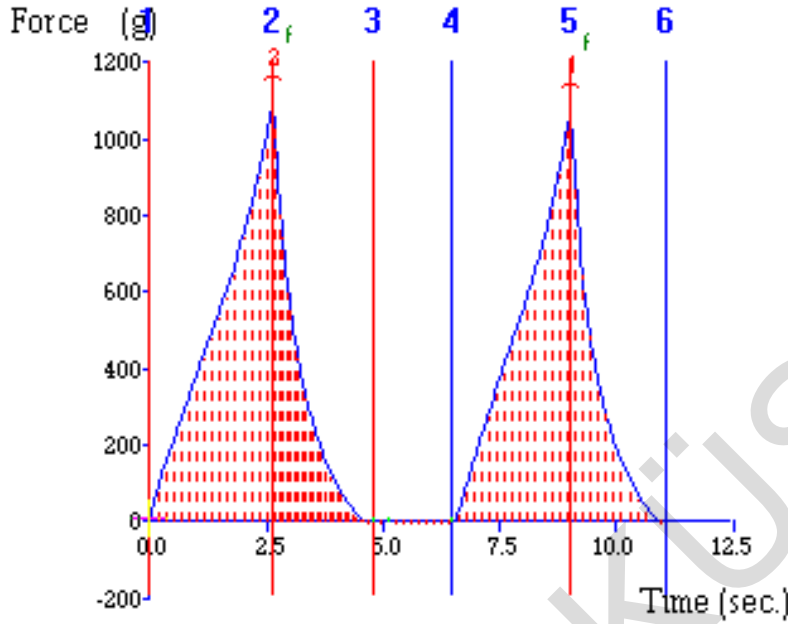


TPA (Tekstür Profil Analizi) Hakkında Detaylar;



TPA örnek grafik

Gıdanın tekstürel özelliği hakkında bilgi veren sertlik, kırılganlık, kohezyon, yapışkanlık ve esneklik gibi birincil parametreler elde edilmekte ve bu birincil parametreler kullanılarak da sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi ikincil parametreler hesaplanmaktadır. TPA ölçümlerinde özellikle ağızdaki çiğneme hareketi simüle edilir. Bu nedenle test diğer metotlardan farklı olarak çift baskılama hareketi ile tamamlanır. İki baskı arasında bir bekleme süresi vardır. Bu süre boyunca ürünün kendini toparlama özelliği görülmüş olur.

Geçtiğimiz birkaç yılda TPA testi çok fazla endişe yarattı. Genel olarak, TPA çok popüler bir test yöntemidir ve bu, 'duyusal analizle korelasyon sağladığına inanılan' parametrelerin çok hızlı bir şekilde hesaplanmasını sağladığı için düşünülmektedir. Kullanıcı neredeyse analizi düşünmemeye teşvik edilir ve böylece doğru sonuçlar aldığını düşünür. Testten önce parametreleri daima göz önünde bulundurmalı ve yalnızca ürün için geçerli olan parametreler kullanılmalıdır. Sonuçta, yaylanma parametrelerinin çikolata gibi ürün için nasıl kullanımı düşünülebilir, aynı şekilde, çok özel bir formülasyon olmadıkça, ekmeğe asla yapışkan olarak kabul edilemez ve bu nedenle bu sonuçlar doğru olarak kabul edilmemelidir.

SZCZESNIAK, A. S. ve Malcolm Bourne tarafından bizzat yapılan açıklama aşağıdaki gibidir;

60'larda Tekstür Profili Analizinin (TPA) kurucusu olarak, yöntemin şu anda oldukça fazla kullanım ve popülerliğe sahip olduğu için çok mutluyum. Bazı araştırmacıların yaptığı yeni geliştirmelerde oldukça başarılı. Bununla birlikte, yöntemin 'kötüye kullanma' olarak adlandırdığım ve parametrelerin anlamını ve yöntemin ne şekilde uygulanacağını zayıf bir şekilde anlamak beni derinden rahatsız ediyor.

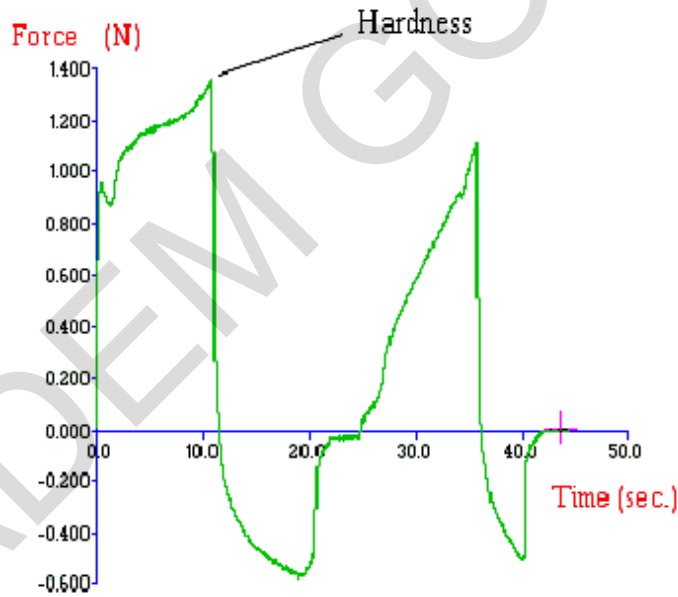
'Kötüye kullanma' örnekleri olarak, çok uzun zaman önce yayılmayan bir iğne probun (sıkıştırma plakası yerine) kullanıldığı Journal of Texture Studies de yayınlanan bir makaleden ve Journal of Sensory Studies'in son bir yayından alıntı yapacağım. Çiğnenebilirlik (Chewiness) parametresi duyusal analiz ile korelasyon yapılarak sonuca varılmış. Olaya dikkatlice bakıldığında sert şekerde yapılan bu analizde şunu görebiliriz; a) sert şeker çiğnenmez ağızda emilir. b) % 70'e sıkıştırıldığında (bu işte yapıldığı gibi), ezilir / parçalanır ve dolayısıyla yaylanma parametresi anlamsızdır. Penetrasyon testi, sıkıştırma testinden tamamen farklı bir yapısal hasara neden olur; numunenin aynı noktaya iki kez girmesi anlamsız verilere yol açar ve test **TPA** olarak adlandırılmamalıdır.

Parametrelerin anlamlarının çok yaygın bir yanlış olarak kullanım örneklerinden biri de, aynı numune için hem Gumminess(sakızimsılık) hem de Chewiness(çiğnenebilirlik) hesaplanması ile ilgilidir. TPA parametrelerinin orijinal açıklaması (J. Food Sci. 23, 390-396, 1963), katılara uygulanabilir olanın Chewiness ve yarı katılara uygulanabilecek olanın Gumminess olduğunu tanımlamıştır. Prof. Bourne ve ben bu konuyu Journal of Food Science (vol. 60, p. viii. 1995) ve Journal of Texture Studies (vol. 27, pp. vi-vii, 1996) yayınlarında netleştirmiştik. İlginç olan yayınlarında referans olarak gösterdikleri bu bilgiyi makale sahipleri okumuş olmalıdır. Çünkü burayı referans göstermişler!

TPA Parametreleri ve Açıklamaları

Hardness: Sertlik, ilk sıkıştırma döngüsü (ilk ısırık) sırasındaki grafikteki maksimum pik kuvveti ve sıklık (firmness) yerine sık sık ikame edilir.

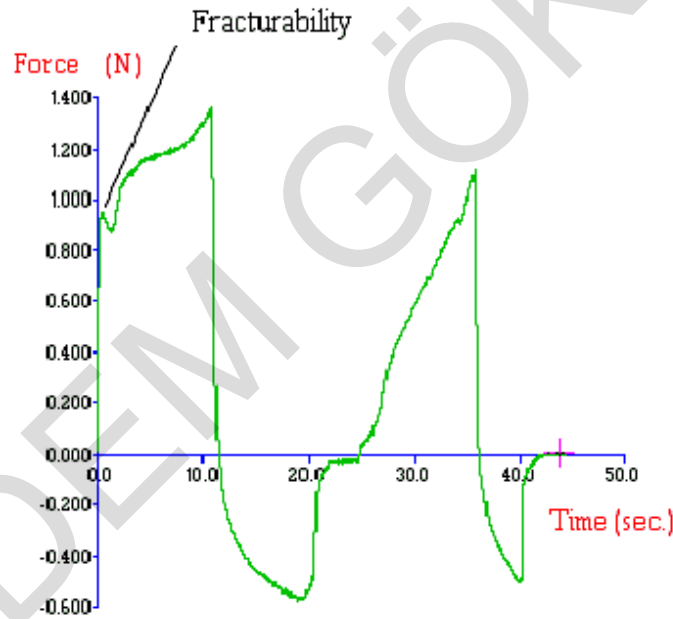
TPA makrosu içinde bu parametre hesaplanır ve değeri Kuvvet 2(Force 2) olarak görüntülenir. Birimi kg, g veya N olabilir.



TPA Grafiğinde Hardness

Fracturability: Kırılabilirlik (Orjinalde brittleness olarak adlandırılır), TPA eğrisindeki ilk önemli kuvvet düşüşü olarak tanımlanır. Benzer bir kavram olan kırılma (Brittleness), gevreklik (crunchiness,) ve ufalanma (crumbliness) malzemenin artan bir sıkıştırma yükü altında kırılma kolaylığı olarak ölçülebilir; Genel olarak, belirli bir yük altındaki deformasyon ne kadar küçük olursa, iç yapışkanlık (cohesiveness) o kadar düşük ve ürünün kırılma kabiliyeti o kadar büyük olur.

TPA makrosu içinde bu parametre hesaplanır ve değeri Kuvvet 3 (Force 3) olarak gösterecektir. Birimi kg, g veya N olabilir. Tüm ürünler kırılabilir bir yapıda olmadığı için bazen bu değer hesaplanmaz ve sonuç sayfasındaki kutucukta herhangi bir sayısal değer bulunmaz. Bazen kırılma değerleri beklenenden küçük olduğunda pik net bir şekilde görünmeyebilir ve tespit edilmesi zorlaşabilir, Grafik Tercihleri içindeki Kuvvet Eşiğinin (threshold) düşürülmesi gerekebilir. Bu durumda, 'Dosya', 'Tercihler', 'Grafik' üzerine tıklayın ve kuvvet eşiğini (threshold) eğrinin diğer noktalarındaki çok küçük tepe noktalarını tespit etmek için görüntülenen değerden daha düşük bir değere indirin.

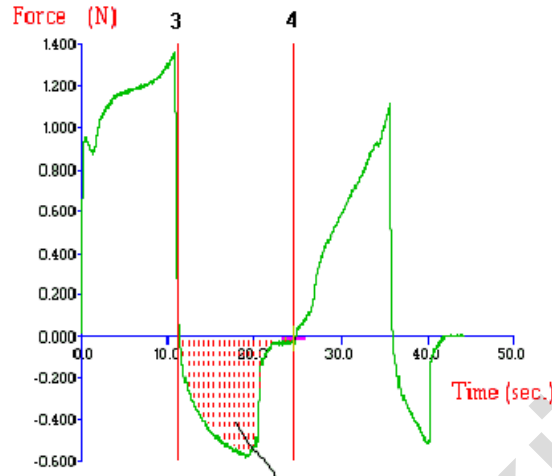


TPA Grafiğinde Fracturability

Adhesiveness: Yapışkanlık, birinci ısırık için negatif güç alanı olarak tanımlanır ve bir gıdanın yüzeyi ile gıdanın temas ettiği diğer malzemelerin yüzeyi arasındaki çekici kuvvetlerin üstesinden gelmek için gereken işi temsil eder, yani sıkıştırma probunu numuneden uzağa çekmek için gereken toplam kuvvettir.

Yüzey yapışkanlığı (adhesiveness) yüksek ve iç yapışkanlığı (cohesiveness) düşük olan malzemeler için, test sırasında numunenin bir kısmının veya tamamının proba yapışması ve yukarı doğru çıkması muhtemeldir. Numunenin test platformunun tabanından kalkması prob üzerindeki numunenin ağırlığından dolayı yapışkanlık değerinin bir sonucu olacaktır. Bazı durumlarda, numunenin platformun tabanına yapıştırılması tavsiye edilmiştir ancak tüm numuneler için geçerli değildir.

TPA makrosu içinde bu parametre hesaplanır ve değeri Alan 3: 4 (Area 3:4) olarak hesaplayacaktır. Birimi kg.s, g.s veya N.s'dir (Kuvvet ve Zaman grafiğine dayanarak).

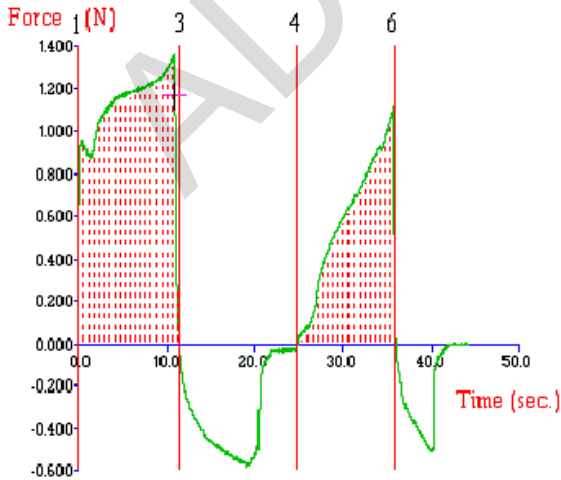


TPA Grafiğinde Adhesiveness

Cohesiveness: İç Yapışkanlık, ikinci sıkıştırma sırasındaki pozitif kuvvet alanının, birinci sıkıştırma sırasındaki pozitif kuvvet alanına oranı olarak tanımlanmaktadır.

İç Yapışkanlık, malzemenin mekanik işlem sırasında parçalanma hızı olarak ölçülebilir. Çekme dayanımı, yapışkanlığın bir tezahürüdür. Yüzey yapışkanlığı (Adhesiveness), İç Yapışkanlığa göre daha düşük değere sahipse ürün kendi iç yapısında bir arada tutunabildiği için probe yapışma minimum seviyede olacaktır.

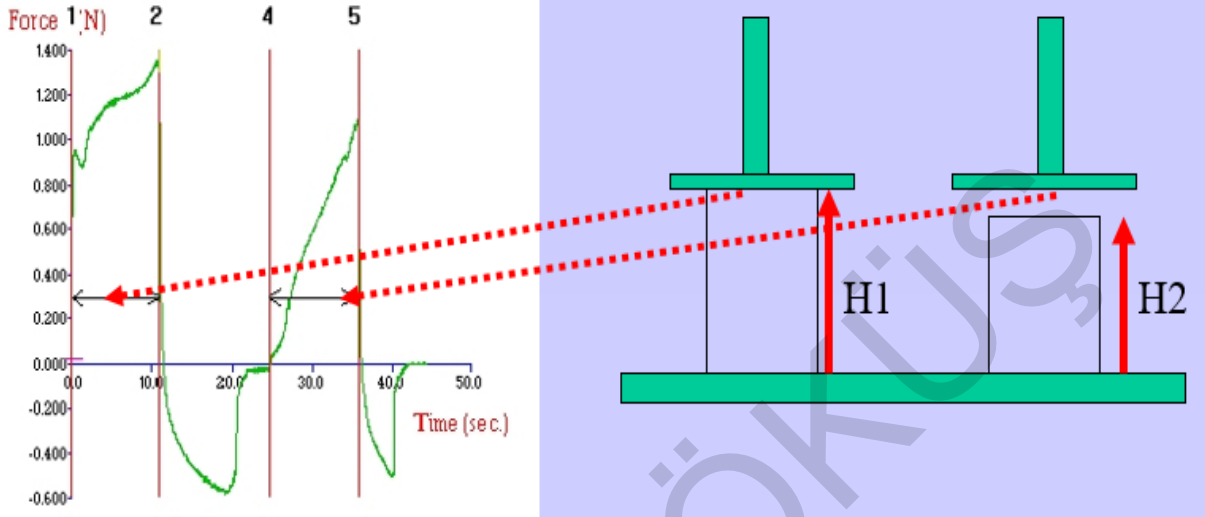
TPA makrosu içinde bu parametre hesaplanır ve değeri Alan 4: 6 / Alan 1: 3 olarak hesaplayacaktır. TPA da cohesiveness değeri için Birim Yoktur.



TPA Grafiğinde Cohesiveness

Springiness: Yaylanma, gıdanın, ilk ısırmanın sonu ile ikinci ısırmanın başlangıcı arasında geçen süre boyunca toparlandığı yüksekliğe ilişkindir. Elastikiyet olarak bilinir. Birimi yok.

$$\text{Springiness} = H2/H1$$



Chewiness: Çiğnenebilirlik gumminess x springiness (hardness x cohesiveness x springiness) çarpımına eşittir. Bu nedenle bu parametrelerden herhangi birinin değişmesinden etkilenir.

Chewiness, yumuşaklık(tenderness) ve tokluk(toughness) katı yiyecekleri çiğnemek için gereken enerji cinsinden ölçülür. Tam olarak ölçülmesi en zor olan özelliktir çünkü çiğneme, vücut sıcaklıklarında tükürükle yeterli yağlama ile birlikte sıkıştırma, kesme, delme, sürtünme, yırtma ve makaslama içerir. Ağızın tüm özelliklerini, özellikle dilin yemek yerken çalışma şeklini sağlamak neredeyse imkânsızdır.

Aynı ürünün, ağızdaki çiğneme sırasında katı halden yarı katı hale geçmedikçe, hem sakızimsılık(gumminess) hem de Çiğnenebilirlik(chewiness) gösteremediği anlaşılmalıdır. Bu tür bir geçiş, enstrümantal TPA değerlendirmesi sırasında pratik olarak asla gerçekleştirilmez. Bu nedenle, katı veya yarı katı ürünlerin TPA'sındaki çiğnenebilirliği(chewiness) ve sakızimsılığı(gumminess) birlikte ölçmek ve bildirmek yanlıştır. Katılar için çiğnenebilirlik(chewiness) ve yarı katı maddeler için Sakızimsılık(gumminess) bildirilmelidir.

TPA makrosu içinde bu parametre hesaplanır ve değeri Kuvvet 2 x (Alan 4: 6 / Alan 1: 3) x (Zaman farkı 4: 5 / Zaman farkı 1: 2) olarak gösterilir. Bu parametre için yöntemin kaynaklayıcılarına göre birim bulunmamasıyla birlikte, matematiksel olarak (g, kg veya N cinsinden) x Yapışkanlık (birim yok) x yaylanma (birim yok) bir kuvvet birimine sahip olmalıdır.

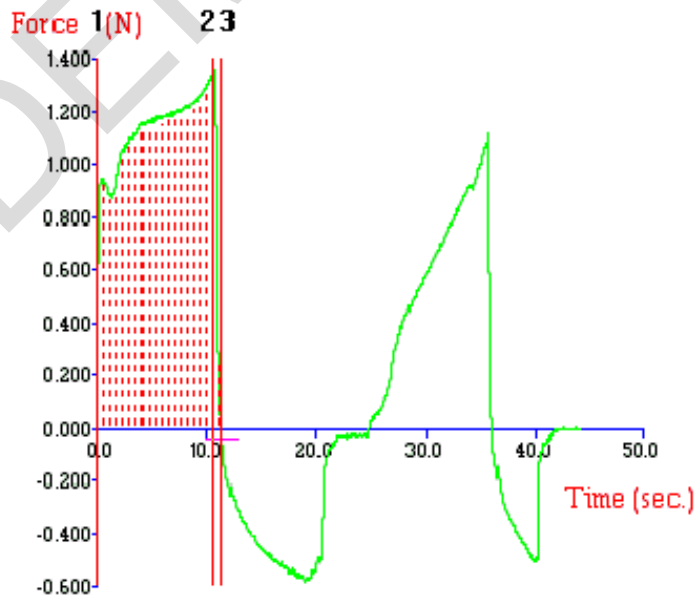
Gumminess: Sakızimsılık, sertlik x iç yapışkanlık(hardness x cohesiveness) çarpımı olarak tanımlanır. Sakızimsılık, düşük sertlik derecesine ve yüksek derecede iç yapışkanlığa(cohesiveness) sahip yarı katı yiyeceklerin bir özelliğidir.

TPA makrosu içinde bu parametre hesaplanır ve değeri (Kuvvet 2 x (Alan 4: 6 / Alan 1: 3)) olarak gösterilir. Bu parametre için yöntemin kaynaklayıcılarına göre birim bulunmamakla birlikte, matematiksel olarak (g, kg veya N cinsinden) x iç Yapışkanlık (birim yok) bir kuvvet birimine sahip olmalıdır.

Resilience: Esneklik(Geri Kazanım), numunenin hem hız hem de farklı kuvvetlerde deformasyondan nasıl kurtulduğunun bir ölçümüdür. İlk baskının maksimumdan dönme noktasındaki alanının, probun geri dönmeye başladığı ve tetik kuvvetine kadar ulaştığı noktanın alanının bir birine oranıdır. Orijinal Tekstür Profili Analizi çalışmasının bir parametresi değildir, bunun yerine numunenin elastik toparlanmasına daha yakından incelenmesi ile geliştirilmiştir.

Bu parametreden anlamlı bir değer elde etmek için, örneğin gerçekten bu özelliğe sahip olması durumunda, numunenin geri kazanılmasını sağlamak için numunenin nispeten yavaş bir test hızı ile test edilmesi gerekir.

TPA makrosu içinde bu parametre hesaplanır ve değeri (Alan 2: 3 / Alan 1: 2) olarak gösterilir. Bu parametre için birim yoktur.



TPA Grafiğinde Resilience

TPA Test Prosedürünü Doğru Seçme

Açıklanan TPA tanımları için, sadece örnek boyutları tutarlı ise farklı yiyecekleri karşılaştırmak için kullanılabileceklerinden söz edilmelidir. Örnek olarak, paralel numunelerde farklı yüzde sıkıştırma kullanılıyorsa veya numuneler farklı yükseklik veya temas alanlarına sahipse, sertlik terimi aynı gıda için dahi olsa farklı olacaktır.

Kullanıcı ayrıca, ürüne bağlı olarak değişebilecek test hızı ile test sonrası hız tutarlı olmalı, özellikle yapışkanlık parametreleri çok önemliyse, Test Hızı ile aynı olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Sıkıştırma Probenin Boyutunun Örneğe Karşı Boyutu

Prob numuneden daha büyük olduğunda, kaydedilen kuvvetler büyük ölçüde tek eksenli sıkıştırma kaynaklı sonuçlardır. Bununla birlikte, bunun tersi geçerli olduğunda, kuvvetler büyük ölçüde delinme, sıkıştırma ve kayma(kesme) birleşiminden kaynaklanmaktadır. TPA kullanımının yıllarca süren çeşitli makalelerinde, test örneklerinden daha büyük ve daha küçük problemlerin kullanıldığı bildirilmiştir. TPA hakkındaki ilk makaleler delinme problemlerinin kullanıldığını bildirir ancak 1968'de Bourne, TPA testlerini gerçekleştirmek için gerçek tek eksenli sıkıştırma uygulayan ilk kişidir. Genel olarak konuşursak, TPA üzerinde yapılan en son çalışma normalde örneklem boyutundan daha büyük olan sıkıştırma problemleri kullanır, böylece TPA testlerinde kayıtlı olan kuvvetler büyük ölçüde tek eksenli sıkıştırma kuvvetlerinden kaynaklanır ve numune parçasının tamamı test edilir.

Deformasyonun Derecesi

Deformasyon derecesinin seçimi testin amacına bağlı olacaktır. TPA'nın kökeninde olduğu gibi ağızda yüksek derecede yıkıcı çiğneme sürecini taklit etmekse, numuneyi kırmak için deformasyon değerlerine ulaşılmalıdır. Düşük kuvvetli tekstür analiz cihazları için, istenildiği gibi yüksek bir deformasyona sıkıştırmak mümkün olmayabilir. Bir dizi numuneyi test etmek için bir TPA metodu geliştirirken, her zaman en zor numune üzerinde metod (yani deformasyon derecesi) geliştirmesi önerilir. İstenen deformasyon derecesinin en zor örnek için uygun olup olmadığını kontrol etmek, diğer tüm 'yumuşak' örneklerin aynı yöntem kullanılarak test edilmesini sağlayacaktır.

Genellikle, örneğin, jelleşmiş sistemlerde,% 70-80'den daha büyük olan baskılar ile numuneyi tamamen parçalamaktadır. Son çalışmalarda yaygın olarak% 20-50 arasındaki deformasyon seviyeleri uygulanmıştır. Bu seviyelerde, numuneler kırılmayabilir (eğride kırılabilirlik bir tepe noktası görünmez), ancak sertlik (belirli bir deformasyona zorlama), yaylanabilme, yapışkanlık ve bunların türevlerinin yapışkanlığı veya çiğnenmesi gibi bilgiler elde etmek hala mümkündür.

Cross-Head (Test) Hızı

Test anındaki hız arttıkça, belirli bir sıkıştırma elde etmek için gereken kuvvetin de arttığı gösterilmiştir, çünkü daha yavaş bir hız jelin daha fazla rahatlamasını sağlar. İnsanlar, tükettikleri yiyeceğin dokusal özelliklerine bağlı olarak farklı kuvvetler ve çiğneme oranları kullandıklarından, uygulanan kuvvetin büyüklüğü ve uygulanan oran, tekstür analizöründe test koşulları oluşturulurken kullanılabilir.

Isırıklar Arasında Geçen Süre

Textür (doku) analiz cihazı, ısırıklar arasında ilerlemek için değişken bir zaman periyodu seçme seçeneği sunar. Bir zaman periyodu seçildiğinde, test koşullarında belirtilmesi gerekir, çünkü ısırıklar arasındaki zaman miktarı, esas olarak yüksek viskoziteli bir bileşeni olan ölçümlerde, yaylanabilme, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik (springiness, cohesiveness, gumminess and chewiness) gibi TPA parametrelerini açıkça belirler.

Dikkat Edilecek Önemli Nokta:

TPA'nın birçok örnek için çok faydalı olduğu bulundu, ancak tüm TPA parametreleri her örnek için geçerli değildir. Örneğin çikolatanın test edilmesi için yaylanma değerlerinin tekrarlanması mümkün değildir, çünkü yaylanma çikolatanın önemli bir dokusal özelliği olmadığı için ölçülmesi gereksiz ve doğru olmayan bir veri sağlar. TPA diğer test metodları ile karıştırılmamalıdır. Penetrasyon yaptığımız testi TPA olarak nitelemek bizi yanılgıya düşürür.

KAYNAKLAR:

- PONS, M. & FIZZMAN, S. M. (1996). Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled systems. *Journal of Texture Studies*, 27, 597-624.
- SZCZESNIAK, A. S. (1963). Classification of textural characteristics. *J. Food Sci*, 28, 385-389.
- BOURNE, M. C. (1978). Texture Profile Analysis. *Food Technol.*, 32 (7), 62-66, 72.
- BOURNE, M. C. (1988). Basic Principles of Food Texture Measurement. Lecture text of Dough Rheology and Baked Products Texture Workshop - Chicago.
- SZCZESNIAK, A. S. (1966). Texture Measurements. *Food Technol.*, 20, 50, 55-58.