

Bazı Akışkan Gıda Maddelerinde Vizkozite Ölçümü ve Akışkan Tipinin Belirlenmesi

Yrd. Doç. Dr. Coşkun ILICALI — Ülker NOKA

E. Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi, Bornova, İZMİR

ÖZET

Haake düşen bilye vizkozimetresiyle biranın 2 - 25°C sıcaklık aralığında vizkozitesi ölçülmüş ve biranın vizkozitesinin sıcaklıkla değişiminin suyun vizkozitesinin sıcaklıkla değişimiyle aynı olduğu ve $\mu = 0,775 \times 10^{-6} e^{2220/T}$ şeklinde ifade edilebildiği görülmüştür.

Marmaris çam balı için Brookfield rotasyonel vizkozimetresinde ölçümler yapılmıştır. Alınan değerlerden kayma hızı ve kayma gerilimleri hesaplanmış ve balın Newtonien bir akışkan olduğu ve vizkozitesinin 19,5 Pa.s olduğu bulunmuştur.

GİRİŞ

Gıdalarda doku (texture) gıda kalitesinin önemli bir unsurudur. Bazı durumlarda tat ve renk gibi özelliklerden daha fazla önem taşır. Szozeniak (1) dokusal özellikleri üç ana grupta toplamıştır : 1. Mekanik özellikler, 2. Geometrik özellikler, 3. Diğer özellikler (esas olarak nem ve yağ içeriğine bağlı). Akışkan gıdaların mekanik özelliklerinden birisi vizkozitedir. O halde akışkan gıdalarda vizkozitenin tayini gıda kalite kontrolü açısından önem taşır. Ayrıca mühendislik uygulamaları açısından da akışkanların kayma gerilimi - kayma hızı ilişkilerinin kurulması önem taşır. Özellikle gıda mühendisliğinde bir çok akışkan gıdanın katı - sıvı süspansiyonu şeklinde olması akışkan gıdalarda akışkan tipinin belirlenmesini daha da önemli kılmaktadır.

Yurtdışında özellikle son 20 yılda çeşitli akışkan gıda maddeleri için vizkozite ölçüm ve korelasyonu yapılmıştır. (2,3,4). Ancak gıda maddelerinin yapılarının karmaşıklığı nedeniyle çeşitli ölçümler arasında farklar bulunmakta ve geçerlilik alanı geniş korelasyonlar geliştirilememektedir.

Yurdumuzda ise bu konuda çok az kaynak bulunmaktadır. Yurdumuzdaki gıda işletmelerinde ise ilgili akışkan gıdanın vizkozitesinin bir

kalite kontrol unsuru olarak ölçümü yapılmaktadır. Vizkozite veya eşdeğerinin önceden saptanmış iki değer arasında olması veya önceden saptanmış bir değerden düşük veya yüksek olması yeterli görülmektedir.

Bu çalışma yurdumuzda üretilen bazı Newtonien akışkan gıda maddelerinin vizkozitelerinin ölçümü ve korelasyonu amacını taşımaktadır.

KURAMSAL ANALİZ

Akışkanlarda vizkozite akışa karşı iç direncin bir ölçütüdür. Newtonien akışkanlarda

$$\tau = -\mu(dU/dy) \quad (1)$$

şekindedir. Burada τ kayma gerilimi, (dU/dy) kayma hızı (shear rate) dir.

Newton vizkozite kuralına uymayan akışkanlara Newton-dışı (non-Newtonian) akışkanlar denir. Genel olarak

$$T = \tau_0 + b(-dU/dy)^s \quad (2)$$

şeklinde gösterilirler. Burada τ_0 akışı başlatmak için gerekli eşik kayma gerilimi, b ve s akış sabitleridir. Birçok akışkan gıdada kayma gerilimi kayma hızı ilişkisi bu şekildedir.

Akışkan gıdalarda vizkozite ölçümü için çeşitli vizkozimetreler kullanılabilir. Akışkan gıdaların çoğunluğu Newton vizkozite kuralına uymadığı için bu akışkanlardan avizkozimetreden alınan verilerin kayma gerilimi ve kayma hızına çevrilmesi gerekir. Rotasyonel vizkozimetreler bu iş için uygundur. Bu vizkozimetreler biri veya ikisi dönen içiçe iki silindirden meydana gelirler.

Bir geniş aralıklı rotasyonel vizkozimetrede dönen silindirin dönüş hızı ve silindire etki eden terk aşağıdaki şekilde ifade edilebilir : (Örneğin bakınız (5)).

$$2\pi N = \frac{s}{2} \left(\frac{A}{2\pi L b} \right) \left(\frac{1}{R_1^{2/s}} - \frac{1}{R_2^{2/s}} \right) \quad (3)$$

Burada N : devir/saniye

s : üssel kural sabiti, denklem 2

b : sabit, denklem 2

A : silindire etki eden terk, $\text{kg.m}^2/\text{s}^2$

R_1 : iç silindirin çapı, m

R_2 : dış silindirin çapı, m

L : silindirin sıvıyla temas eden uzunluğu, m

Eđer $R_2 > R_1$ ise

$$2\pi N = \frac{s}{2} \left(\frac{A}{2\pi L b} \right)^{1/s} \left(\frac{1}{R_1^{2/s}} \right) \quad (4)$$

Kayma gerilimi

$$\tau = \frac{A}{2\pi R_1^2 L} \quad (5)$$

ilişkisiyle belirlenir. Bu ilişkiyi denklem (4)'e koyarsak ve denklemi yeniden düzenlersek

$$\tau = b \left(\frac{4\pi N s}{s} \right) \quad (6)$$

haline gelir. Denklem (6)'yı eşik kayma geriliminin sıfır olduğu denklem (3)'le karşılaştırırsak

$$\frac{4\pi N}{s} = \frac{dU}{dy} = \text{kayma hızı} \quad (7)$$

bulunur. Denklem (7)'ye göre akışkanın içinde dönen silindirin dönüş hızı ve üssel kural sabiti s bilirse kayma hızı bulunabilir.

Kayma geriliminin belirlenmesi için vizkozitesi bilinen Newtonien bir akışkan aletin kalibrasyonu için kullanılabilir. Veya :

Rotasyonel vizkozimetredeki gösterge değeri (S.R.) silindirin dönüş hızının (N) bir fonksiyonu olacaktır.

$$\text{S.R.} = f(N) = cA \quad c \text{ sabit} \quad (8)$$

Bu ilişkiyi denklem (6)'ya koyarsak

$$\frac{\text{S.R.}}{c2\pi R_1^2} = b \left(\frac{4\pi N s}{s} \right) \quad (9)$$

olur. Görüleceği gibi denklem (9)'da sadece S.R. ve N deđişkendir. O zaman

$$\text{S.R.} = C_1 N^s \quad C_1 = \text{sabit} \quad (10)$$

Elde edilen veriler log (S.R.)'a karşı logN olarak çizilirse ortaya çıkacak düz çizginin eğimi «s»yi verir. Denklem (7)'den kayma hızı, denklemler (5) ve (8) den kayma gerilimi hesaplanabilir. Daha sonra denklem (6) dan «b» bulunabilir.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada akışkan gıda olarak piyasada satılan biraların biri ve Marmaris çam balı seçilmiştir.

Bira ile vizkozite ölçümüne geçilmeden biranın içindeki erimiş gazlar giderilmiş, bira dinlendirildikten sonra vizkozite ölçümüne geçilmiştir. Bira için Haake düşen bilye tipi vizkozimetre kullanılmıştır. Çeşitli sıcaklıklarda vizkozite ölçümü yapılmıştır.

Marmaris çam balı için ölçümler Brookfield rotasyonel vizkozimetresiyle oda sıcaklığında (yaklaşık 25°C) yapılmıştır. Çeşitli silindir büyüklüklerinde ve değişik dönme hızlarında deneyler yapılmış, elde edilen veriler kuramsal analiz kısmında gösterilen yöntemle irdelenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bira için vizkozite ölçümleri 2-24°C sıcaklık aralığında yapılmıştır. Sıvılarda vizkozitenin sıcaklığa bağlı olarak değişimi genel olarak Arrhenius tipi $\mu = \mu_0 \exp(E_a/RT)$ ilişkisiyle gösterilir. Eđer bu ilişki bira için de geçerliyse ln'ya karşı 1/T'nin grafiği eğimi E_a/R olan bir düz çizgi ermelidir. Şekil (1)'de bira için elde edilen ln $\mu - 1/T$ grafiği görülmektedir. Görüleceği gibi ortaya bir düz çizgi çıkmaktadır. Aynı şekil üzerinde karşılaştırma için suyun vizkozitesinin sıcaklıkla değişimi gösterilmiştir (6). Görüleceği gibi her iki doğrunun eğimi birbirine eşittir. Bu olgu her iki akışkanın sıcaklıktan etkilenmelerinin aynı olduğunu göstermektedir. Biranın içindeki çeşitli bileşenler sadece biranın vizkozitesini suya göre arttırmakla sonuçlanmaktadır.

Biranın vizkozite - sıcaklık ilişkisini

$$\mu = 0,775 \times 10^{-6} e^{2220/T}$$

Suyun vizkozite - sıcaklık ilişkisini

$$\mu = 0,51 \times 10^{-6} e^{2220/T}$$

olarak göstermek mümkündür. Burada T°K, μ

ise Pa.s dir. Biranın vizkozitesinin suyun vizkozitesine oranı ise tüm sıcaklıklarda 1,5 tir.

Şekil 2'de Marmaris çam balı için Brookfield vizkozimetresinde değişik «spindle»larla oda sıcaklığında (yaklaşık 25°C) yapılan deney sonuçları gösterilmiştir. Brookfield vizkozimetresinin göstergesinden okunan değerler (S.R.), spindle'ların dönüş hızının (60N) logaritmasına karşı çizilmiştir. Görüleceği gibi birbirine paralel ve eğimleri (s) bire eşit bir dizi düz çizgi ortaya çıkmıştır. Eğimin bire eşit çıkması balın Newtonien bir akışkan olduğunu ortaya koymaktadır.

Kuramsal analiz bölümünde açıklanan yöntemle elde edilen τ değerlerinin kayma hızı $4\pi N$ 'e bölünmesiyle Marmaris çam balının vizkozitesi bulunabilir. Ayrıca vizkozimetrenin faktör bulucusuyla da vizkoziteler bulunabilir. Her iki yöntemle de vizkozite değerleri bulunmuştur. Hesaplanan budağerlerin ortalamasının her iki yöntem için de yaklaşık aynı olduğu görülmüştür. Yapılan tüm deneylerin ortalamasının 19,5 Pa.s'lik bir vizkozite değeri verdiği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma için brookfiela vizkometrelerini kullanmamıza izin veren DYO Boya Fabrikası Laboratuar Müdürlüğüne teşekkürlerimizi sunarız.

SUMMARY

Viscosity of beer has been measured by a Haake falling ball viscometer in the temperature range of 2 - 25°C. It has been found that the dependence of beer viscosity on temperature is the same with that of water. The change of the viscosity of beer with temperature can be given by $\mu = 0,775 \times 10^{-6} e^{2220/T}$.

Measurements for Marmaris pine honey has been carried out by a Brookfield rotational viscometer. The recorded data have been used to calculate the shear rate and the shear stress. It has been found that Marmaris pine honey is a Newtonian fluid with a viscosity of 19,5 Pa.s.

KAYNAKLAR

1. Szczesniak, A. S., Classification of textural characteristics. J. Food Sci. 28, 385-389, 1963.
2. Saravacos, G. D., Tube viscometry of fruit purées and juices. Food Technol. 22, No. 12, 1585 - 1588, 1968.
3. Heldman, R. D., and Singh, R.P., Food Process Engineering, 2nd Edition, p. 399 - 400, AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1981.
4. Bourne, M. C., Food texture and viscosity: Concept and measurement, Academic Press, New York, 1982.
5. Charm, S. E., Fundamentals of Food Engineering 5rd Edition, p. 57, AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut, 1981.
6. Weast, R. C., Editor, Handbook of Chemistry and Physics, p. F - 51, 58th Edition, CRC Press, West Palm Beach, Florida, 1978.