

Bazı Bitkisel Liflerin Gıda Emülsiyonları Üzerine Etkileri

Onur Ketenoğlu, Aziz Tekin

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş Tarihi (Received): 20.07.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 12.10.2012

Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): tekin@ankara.edu.tr (A. Tekin)

☎ 0 312 596 14 35 📠 0 312 317 87 11

ÖZET

Bitkisel liflerin düşük kalorili oluşu ve gerek bağırsak gerekse metabolik fonksiyonlar üzerine sağladığı yararların anlaşılmasıyla, endüstri ve tüketici diyet liflerin öneminin farkına daha iyi varmıştır. Artık gıdaların var olan diyet lif miktarları artırılmaya ve/veya yüksek lif içerikli yeni gıdalar üretilmeye çalışılmaktadır. Tüm bu eğilimlere kulak verildiğinde, diyet liflerin günlük beslenmedeki önemine kayıtsız kalmak mümkün olmamaktadır. Gıda endüstrisinde ve günlük diyetimizde oldukça önemli bir yer kaplayan emülsiyon ürünleri de kuşkusuz bu eğilimden etkilenenlerdir. Bu derleme çalışmasında, bazı bitkisel liflerin genel özellikleriyle birlikte, emülsiyon oluşturma ve stabilite üzerine etkilerine değinilmiş ve bu lifleri içeren emülsiyonlarla yapılan son çalışmalardan elde edilen bulgular irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Emülsiyon, Diyet lif, Stabilite, Emülgatör

Effects of Some Vegetable Fibers on Food Emulsions

ABSTRACT

The interest of food industry and customers on dietary fibers has recently increased because of the low calorie composition and benefits of dietary fibers on either intestines or metabolic functions. Food products are being enriched by dietary fiber or novel food products with high fiber contents are being produced. According to this trend, it is impossible not to pay attention to the importance of dietary fibers on a regular daily diet. Thus, emulsions, which take a large part of food industry, will be also influenced by this trend. In this study, some general properties of dietary fibers and their effects on emulsion forming and stability are reviewed based on recent studies.

Key Words: Emulsion, Dietary fiber, Stability, Emulsifier

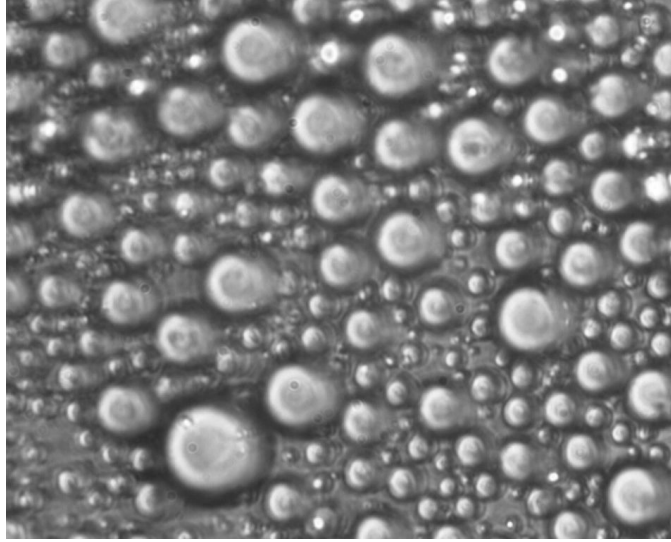
GİRİŞ

Gıda endüstrisinde doğal ve işlenmiş gıdaların önemli bir kısmı ya tamamen emülsiyon halinde bulunmaktadır ya da işlenme süreçlerinin bir bölümünde emülsiyon haline getirilmişlerdir. Bu ürünlere süt, krema, meyveli içecekler, çorba, salata sosları, mayonez, dondurma, kahve beyazlatıcılar, tereyağı ve margarin örnek olarak verilebilir [1]. Emülsiyon bazlı ürünlerin çok sayıda fizikokimyasal ve duyu özelliklerinin bulunması, bu ürünlerin hazırlanışında kullanılan malzemelerin ve hazırlanma yöntemlerinin de çeşitlenmesine yol açmıştır. Bu çeşitliliğe rağmen, tüm emülsiyonlarda ortak olan bir

takım özellikler vardır ve bu özellikler de “emülsiyon bilimi” adı altında incelenmektedir ki bu bilim kimya, fizik, biyoloji ve mühendisliğin ortak bir ürünüdür.

Spesifik özelliklere sahip olan emülsiyon bazlı bir gıda ürününün üretilmesi, kullanılan hammaddelerin konsantrasyon ve çeşitlerinin uygun olmasına ve uygun işleme, depolama, nakliyat ve kullanım koşullarına bağlıdır. Hammaddelere örnek olarak su, yağ, emülgatör, mineral, asit, baz, vitamin, renklendirici ve koruyucu maddeler gösterilebilir. Geleneksel olarak gıda endüstrisi emülsiyon ürünü üretirken, ürün formülasyonunun ve proses koşullarının da geleneksel

olmasına güvenir. Ancak, değişen tüketici tercihlerine daha ucuz, daha kaliteli, daha sağlıklı ve ilgi çekici ürünler ile yanıt vermek zorunda olan modern gıda sanayinde, bugün bu yaklaşım geçersiz kalmaktadır [2, 3]. Bu makalede de, değişen tüketici tercihleri ve diyet liflerinin tüm dünyadaki kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak, emülsiyonlarda bazı bitkisel (diyet) liflerin kullanımı ve bu liflerin emülsiyonlar üzerine olan etkilerine değinilmiştir.



Şekil 1. Bir emülsiyon sistemindeki damlacıkların ışık mikroskobu altındaki görünümü [4]

Bir emülsiyon sisteminde, emülsiyon ortamını oluşturan faza dış faz, dış faz içinde dağılan faza ise dispers faz ya da iç faz adı verilir. Bu iki fazın birbirlerine göre olan durumları emülsiyon çeşitlerini oluşturur. Temelde iki tip emülsiyon mevcuttur: Su içinde yağ (o/w) ve yağ içinde su (w/o). Bir o/w emülsiyonunda dış faz su iken, iç fazı oluşturan yağ damlacıkları su içinde küçük kürecikler halinde dağılmıştır. Bu tip o/w emülsiyona örnek olarak süt, krema, salata sosları verilebilirken; yağ içinde su (w/o) tip emülsiyonlara ise tereyağı örnek olarak verilebilir.

Bu temel emülsiyon tipleri dışında çoklu emülsiyonlar oluşturmak da mümkündür. Bunlar w/o/w ya da o/w/o tip emülsiyonlardır [5]. Bir w/o/w emülsiyon sisteminde, emülsiyon ortamını oluşturan dış faz sudur. Dış faz içinde dağılmış halde bulunan yağ damlacıklarının da arasında su damlacıklarının dağılmış halde bulunması bu tip emülsiyonu oluşturur [6]. Ancak bu tip emülsiyonları oluşturmak oldukça zordur, çünkü yağ damlacıklarının içinde bulunan su damlacıklarının stabil olması gerektiği gibi, yağ damlacıklarının da içinde bulunduğu su ortamında stabil olması gerekmektedir.

Oluşturulacak emülsiyon sisteminin tipi ne olursa olsun, bir emülsiyon sisteminin oluşabilmesi için 3 temel kural vardır [7]:

- Sıvılar birbirinin içinde çözünmemelidir

EMÜLSİYONLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Emülsiyon, birbiri içerisinde çözünmeyen iki sıvının birinin diğeri içerisinde küçük damlacıklar halinde dağılmasıyla oluşur [Şekil 1]. Bu dağılım, üretilecek olan emülsiyonun ve hammaddenin özelliklerine uygun olarak dizayn edilmiş homojenizatörler ile sağlanır. Bugün gıda endüstrisinin yaygın olarak kullandığı homojenizatörlere kolloid değirmenler, yüksek basınçlı valfli homojenizatörler, yüksek hızlı karıştırıcılar örnek verilebilir.

- Yeterli homojenizasyon sağlanmalıdır
- Yüzey gerilimini düşürücü yardımcı maddeler (emülgatörler) kullanılmalıdır.

BITKİSEL LİFLER HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bitkisel lif, ince bağırsakta sindirilemeyen bitkisel gıda bileşenlerinin heterojen karışımları için kullanılan genel amaçlı bir ifadedir. Gordon'un 1999 yılındaki ifadesi ise diyet lif tanımında son zamanlarda en yaygın kullanılanıdır: "Diyet lif yenilebilen bitkisel hücrelerin kalıntıları, polisakkaritleri, lignini ve insan metabolizmasının sindirim enzimlerine dayanıklı maddelerin birleşimini içerir" [8].

Bitkisel liflerin fonksiyonel özelliklerinin sağlık açısından oldukça faydalı oldukları bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bitkisel lifce zengin gıdaların tüketimi durumunda, yağ metabolizmasında rol alan safra asitleri lifler tarafından absorbe edilip dışkı ile atılmakta, böylece kandaki kolesterol seviyesinin düşmesi sağlanmaktadır [9].

Diyet liflerin glisemik endekse bağlantısını inceleyen çalışmalarda ise, belirli miktarda lif tüketiminin kana glikozun geçiş hızını azalttığı ve böylece insülin hormonu salgılanmasını belirli bir düzeyin altında tuttuğu ifade edilmiştir [10, 11]. Ayrıca bitkisel lifce zengin

gıdalar, bağırsak fonksiyonlarının düzenlenmesinde ve kolon kanseri, hemoroid, kronik kabızlık gibi çeşitli bağırsak hastalıklarının azaltılmasında da önemli bir role sahiptir.

Toplam lif terimi hem suda çözünebilir hem de çözünemeyen lifleri içermektedir. Gıdada bulunan

bitkisel liflerin yaklaşık %75'i suda çözünmez formdadır. Çözünmez lifler genellikle buğday, tahıl ve bazı sebzelerde bulunan selüloz, lignin ve hemiselüloz gibi hücre duvarı bileşenlerini içerir. Tablo 1'de bazı gıdaların içerdikleri bitkisel lif bileşenleri görülmektedir.

Tablo 1. Bazı gıda gruplarının içerdikleri bitkisel lif bileşenleri

Bitkisel lif bileşeni	Bulunduğu gıda grubu / maddesi
Selüloz	Kepek, baklagiller, elma, kök sebzeler, bezelye, lahana
Hemiselüloz	Tahıl ürünleri, kepek
Gam maddeleri	Yulaf unu, baklagiller, arpa
Pektin	Elma, turuncgiller, çilek
Lignin	Kök sebzeler, buğday
Ksiloglukan	Meyve-sebze, tahıl dışındaki tohumlar

Çözünmez lif, gıdanın bağırsaktaki geçiş süresini kısaltır, dışkı miktarını artırır ve dışkıyı yumuşatır [12, 13]. Çözünür lif ise meyve, yulaf, arpa ve bazı baklagillerde bulunan pektin, gum maddeleri ve müsilaj gibi selüloz olmayan polisakaritleri kapsamaktadır [14]. Çözünür lifler glikoz absorpsiyonunu yavaşlatır, bağırsaklık sistemini güçlendirir ve serum kolesterol düzeyini azaltır [14].

İnsan sağlığı üzerine yaptıkları söz konusu olumlu etkileri nedeniyle, dünyada bitkisel liflerin tüketimi hızla yaygınlaşmakta, toplum bitkisel lif içeren gıdalara doğru yönelmekte ve bilim adamları da bitkisel liflerin gıdalar üzerindeki etkilerini inceleyen çok sayıda araştırmalar yapmaktadır.

YAYGIN OLARAK KULLANILAN BAZI BİTKİSEL LİFLER VE BUNLARIN GIDA EMÜLSİYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Pektin

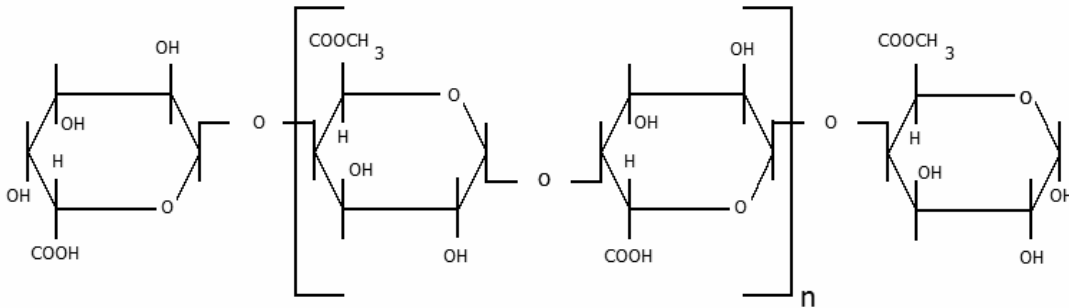
Pektin molekülü birbirine 1,4 bağı ile bağlanan α -D-galaktronik asit ünitelerinin oluşturduğu uzun zincirden meydana gelmektedir [Şekil 2]. Bitkilerin hücre duvarlarında bulunan pektin, genellikle selüloz ile birlikte bulunarak çözünmez protopektini oluşturur. Meyvenin olgunlaşması sırasında ise protopektin pektine dönüşür.

Pektik bileşikler meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunur. Tablo 2'de pektinin yaygın olarak bulunduğu bazı gıda maddeleri görülmektedir. En fazla turuncgill kabukları, elma posası, şeker pancarı küspesi ve ayçiçeği tohum tablalarından üretilir. Dünyada üretilen pektinin büyük çoğunluğu gıda sanayinde, özellikle reçel yapımında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tablo 2. Bazı gıda maddelerinin içerdikleri pektin miktarları [14]

Gıda	Pektin miktarı (g / 100 g)
Elma	0.39-0.49
Elma posası	15-20
Muz	0.55-0.68
Üzüm	0.7
Greyfurt	0.65
Limon	0.63
Portakal	0.57
Havuç	0.72-1.01
Kivi	0.85
Ayçiçeği tablası	25.0

Pektinin jel oluşturma özelliğinin yanında, proteinlerle birlikte kullanıldığında emülgatör özelliğine de sahiptir [15]. Ayrıca Delev ve Simeonova [15] bir bitkisel lif olan pektinin kalori içeren bir ürün olmadığını, proteinlerle birlikte görülen bu emülgatör etkisi nedeniyle düşük kalorili emülsifiye ürünlerde rahatlıkla kullanılabileceğini ve ayrıca pektin ilavesinin proteinlerin sahip olduğu emülsiyon özelliklerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 2. Pektin molekülünün ve metoksilli pektin molekülünün şematik gösterimi

Guar Gam

Guar gam, guar bitkisinin tohumlarından elde edilen ve galaktoz ve mananın birbirine glikozid bağlarıyla bağlanmasıyla oluşan, yüksek molekül ağırlıklı doğal bir hidrokolloid polisakarittir ve kimyasal olarak galaktomannan adıyla anılır. Sıcak veya soğuk suda çözünür, viskoziteyi artırır. Gıda endüstrisinde kıvam artırıcı ve emülsifiye edici olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Guar gamın kıvam artırıcı özelliği mısır nişastasının yaklaşık 8 katıdır ve bu özelliği nedeniyle soslarda ve süt ürünlerinde tercih edilmektedir.

Erçelebi ve İbanoğlu'nun 2009'da yaptıkları araştırma sonuçlarına göre [16], %0.5 düzeyinde guar gam katılarak hazırlanmış emülsiyonlar daha ince kayma gerilimi göstermiş ve emülsiyonların konsistens indeksi ve viskozitesi artmıştır. Yapılan çalışmada, WPI (whey protein isolate)-guar gam karışımı ile stabilize edilmiş emülsiyonlara dinamik reolojik testler uygulanmış ve emülsiyonların düşük frekanslarda sıvı gibi davrandığı, buna karşın, yüksek frekanslarda ise katı davranış gösterdikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, guar gam katılmış emülsiyonların viskoelastik özellik gösterdiği yorumu yapılmıştır.

Akasya Gamı

Afrika'nın, kuzeyde Sahra Çölü, güneyde ekvator, doğuda Somali ve batıda da Senegal ile çevrilmiş bir bölgesinde yetişen *Acacia senegal* başta olmak üzere, belirli tür akasya ağaçlarının gövde ve dallarından sızan reçinenin kurutulması ile elde edilen akasya gamı galaktoz, arabinoz, ramnoz ve glukronik asitten oluşmaktadır. Gıda endüstrisinde şekerleme üretiminde kaplama maddesi ve emülgatör olarak kullanılan akasya gamı, kolalı ve turuncu renkli içeceklerin üretiminde emülgatör, aroma maddelerinin muhafazasında ve ekmek yapımında da kaplama materyali olarak geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Akasya gamı gıda endüstrisinde emülgatör olarak yaygın bir biçimde uzun zamandır kullanılmaktadır, ancak emülsiyon sistemindeki çalışma mekanizması son yıllarda açığa çıkarılmıştır. Emülsiyon sisteminde akasya gamının, yağ-su ara yüzeyinde kalın viskoelastik filmler oluşturduğu, bu nedenle emülsiyonun yüzey reolojik özelliklerinin ve stabilitesinin kullanılan akasya gamının molekül ağırlığına ve içerdiği protein miktarına bağlı olduğu belirtilmiştir [17].

Mısır Lifi Gamı

Hemiselüloz sınıfına ait bir arabinoksilan olan mısır lifi gamı (CFG), mısır lifi fraksiyonlarından alkali hidrojen peroksit uygulaması ile ekstrakte edilmektedir [18]. CFG, düşük viskozitesi ve yüksek çözünürlüğü sebebiyle gıda endüstrisinin uzun zamandır ihtiyacı olan fonksiyonel ve ucuz emülgatör ihtiyacını karşılamaktadır ve CFG'nin yapışkanlaştırıcı, kıvam artırıcı, stabilize edici, film oluşturucu ve emülsifiye edici gibi özellikleri mevcuttur [19]. Ancak mısır kepeğinin yapısal ve moleküler karmaşıklığı nedeniyle, emülsiyon sistemlerindeki

stabilizatör etkisinin mekanizması henüz tam olarak anlaşılamamıştır.

Yadav ve ark.'ın yaptıkları çalışmada [20], CFG'nin diğer gam maddelerine göre emülsiyon stabilitesine olan etkileri 10 gün süresince incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre CFG'nin emülsiyon sisteminde, özellikle gıda endüstrisinde emülgatör olarak yaygın bir biçimde tercih edilen akasya gamına göre, daha yüksek türbidite gösterdiği yani daha stabil bir emülsiyon oluşturduğu saptanmıştır. Özet olarak söylenebilir ki, CFG molekülünde protein ve diğer hidrofobik gruplarla kombine halde bulunan hidrofobik yağ grupları, emülsiyondaki yağ damlacıklarını adsorbe ederek adeta bir çapa görevi görmektedir. CFG'nin hidrofobik karbonhidrat kısmı ise sulu faza doğru yayılarak yağ damlacıklarını sterik etkiyle stabilize ettiği sonucuna varılmıştır.

Hidroksipropil Selüloz

Hidroksipropil selüloz (HPC) odunsu yapılardan elde edilen dalanmış yapıları bir polisakarittir. Krema üretiminde yaygın olarak kullanılan HPC, hava-su ve yağ-su ara yüzeylerinde yüzey aktif özellik gösteren bir kıvamlaştırıcı biyopolimerdir. Ticari olarak HPC, çeşitli organik çözücülerde ve soğuk suda çözünen selüloz esterleri olarak mevcuttur.

Mezdour ve ark.'ın HPC'nin emülsiyon özelliklerini araştırdıkları çalışmada [21] elde ettiği sonuçlara göre, HPC çok düşük konsantrasyonlarda bile yüzey aktif özelliğe sahiptir. Yine bu çalışmada, lesitin HPC'den daha çok yüzey aktif olduğu ancak, HPC'nin ara yüzeyde enerjiyi dağıttığı ve lesitine oranla yüzey elastikiyetini daha fazla düşürdüğü gözlenmiştir. Ayrıca, HPC içermeyen emülsiyonların damlacık boyutunun arttığı, buna bağlı olarak da emülsiyon stabilitesinin azaldığı ifade edilmiştir. Emülsiyondaki damlacık boyutu küçük de olsa, tek başına lesitin kullanımının stabiliteyi sağlamak için yeterli gelmediği, lesitine ek olarak HPC kullanıldığında stabilitede önemli bir artış olduğu ifade edilmiştir.

SONUÇ

Yapılan araştırma sonuçlarına göre, gıda emülsiyonlarında stabiliteyi artırmak ve daha iyi bir emülsiyon oluşumunu sağlamak amacıyla kullanılan, ya da ileride kullanımının yaygınlaşması düşünülen bitkisel lifler, gerçekten de emülsiyonlar üzerinde söz konusu etkileri sağlamakta ve emülsiyon ürünlerini tüketici tercihlerine daha uygun hale getirmektedir. Emülsiyon üretiminde halen kullanılan başlıca emülgatörlerle birlikte kullanıldıklarında ise, bitkisel liflerin etkileri daha da belirgin olmaktadır. Bu etkileri sağlayan bitkisel liflerin kullanıldığı "lifli emülsiyon ürünleri" gerek sağlıklı olmaları, gerekse tüketici memnuniyetini sağlayabilmeleri nedeniyle, yakın gelecekte raflarda yerlerini alacaklardır.

KAYNAKLAR

- [1] Friberg, S.E., Larsson, K., Sjoblom, J., 2004. *Food Emulsions*, 4th ed., Marcel Dekker, New York, NY.
 - [2] Sloan, A.E. 2003. Top 10 trends to watch and work on. *Food Technology* 56(4): 55.
 - [3] Mermelstein, N.H., 2002. Food research trends—2003 and beyond. *Food Technology* 66(12): 30.
 - [4] Ketenoğlu, O., 2010. Yüksek Kayma Hızında Parçalanmış Bazı Bitkisel Liflerin Emülsiyon Stabilitésine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
 - [5] Garti, N., Benichou, A., 2004. Recent developments in double emulsions for food applications. In "Food Emulsions", 4th ed., Friberg, S., Larsson, K., Sjoblom, J., Eds., Marcel Dekker, New York, NY.
 - [6] Benichou, A., Aserin, A., Garti, N., 2002a. Double emulsions stabilized by new molecular recognition hybrids of natural polymers. *Polymers for Advanced Technologies* 13: 1019.
 - [7] Chen G., Tao, D., 2005. An experimental study of stability of oil-water emulsion. *Fuel Processing Technology* 86(5): 499–508.
 - [8] Gordon, D.T., 1999. Defining dietary fiber—a progress report. *Cereal Foods World* 44(5): 336.
 - [9] Anderson, J.W., 1987. Dietary fiber, lipids and atherosclerosis. *The American Journal of Cardiology* 60: 17-22.
 - [10] Lindstrom, J., Peltonen, M., Eriksson, J.G., Louheranta, A., Fogelholm, M., Uusitupa, M., Tuomilehto, J., 2006. High-fibre, low-fat diet predicts long-term weight loss and decreased type 2 diabetes risk: the Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetologia* 49(5): 912–20.
 - [11] Murakami, K., Sasaki, S., Okubo, H., Takahashi, Y., Hosoi, Y., Itabashi, M., 2007. Dietary fiber intake, dietary glycemic index and load, and body mass index: a cross-sectional study of 3931 Japanese women aged 18–20 years. *Eur. J. Clin. Nutr.* 61(8): 986–95.
 - [12] Marlett, J.A., McBurney, M.I., Slavin, J.L. 2002. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *J. Am. Diet. Assoc.* 102: 993–1000.
 - [13] Institute of Medicine. 2002. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: *National Academy Press*.
 - [14] Susan, S.Cho., Dreher, M.L., 2001. Handbook of Dietary Fiber. Marcel Dekker, Inc., New York, USA, 868 s.
 - [15] Delev, P.G., Simeonova, L.S., 1995. Emulsifying properties of protein-pectin complexes and their use in oil containing foodstuffs. *J. Sci. Food Agric.* 68: 203–206.
 - [16] Erçelebi, E.A., İbanoğlu, E., 2009. Rheological properties of whey protein isolate stabilized emulsions with pectin and guar gum. *Eur Food Res Technol.* 229:281–286.
 - [17] Dickinson, E., Murray, B.S., Stainsby, G., Anderson, D.M.W., 1988. Surface activity and emulsification behaviour of some Acacia gums. *Food Hydrocolloids* 2: 477.
 - [18] Yadav, M.P., Johnston, D.B., Hotchkiss, A.T., Hicks, K.B., 2007. Corn fiber gum: a potential gum arabic replacer for beverage flavor emulsion. *Food Hydrocolloids* 21: 1022–1030.
 - [19] Mikkonen, K.S., Yadav, M.P., Cooke, P., Willfor, S., Hicks, K.B., Tenkanen, M., 2008. Films from spruce galactoglucomannan blended with poly(vinyl alcohol). Corn arabinoxylan and konjac glucomannan. *BioResources* 3(1): 178–191.
 - [20] Yadav, M.P., Johnston, D.B., Hicks, K.B., 2009. Corn fiber gum: New structure/function relationships for this potential beverage flavor stabilizer. *Food Hydrocolloids* 23: 1488–1493.
 - [21] Mezdour, S., Lepine, A., Erazo-Majewicz, P., Ducept, F., Michon, C., 2008. Oil/water surface rheological properties of hydroxypropyl cellulose (HPC) alone and mixed with lecithin: Contribution to emulsion stability. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 331: 76-83.
-
-