



Tahıl Esaslı Beta-glukan İlavesinin Gıdaların Teknolojik ve Fonksiyonel Özelliklerine Etkisi

Nihal Şimşekli^{1*}, İsmail Sait Doğan²

^{1*}Siirt Üniversitesi, Siirt Meslek Yüksekokulu, Güres Caddesi, 56100 Siirt, Türkiye.

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, 65080 Van, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 19 Eylül 2014
Kabul 22 Ekim 2014
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:

Beta-glukan
Fonksiyonel gıda
Arpa
Yulaf
Diyet lif

ÖZET

Son yıllarda diyet liflerinin gıdalardaki kullanımı, sağlığa olan faydalarının ortaya konulmasıyla gittikçe artmaktadır. Suda çözünen diyet lifi olarak beta-glukan, özellikle yulaf ve arpada bulunan bir polisakkarittir. Beta-glukanın kalp damar hastalıklarının tedavisinde, kandaki kolesterolü düşürmede, kan şekeri seviyesini dengelemede ve obeziteyi önlemedeki olumlu etkileri bazı gıdaların üretiminde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılmasını yaygınlaştırmıştır. Beta-glukanın yararlı fizyolojik etkilerinin yanında çeşitli gıdalara tekstür kazandırma, jelleştirme, emülsifiye ve stabilize etme etkilerinin olduğu belirtilmektedir. Tahıl, et ve süt ürünlerinde; viskoziteyi artırmak, süt yağımı ikame etmek ve reolojik özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Mekanik özellikleri ve moleküler ağırlıklarına bağlı olarak ambalaj materyali üretiminde de faydalanılmaktadır. Bu çalışma ile bazı gıdalara tahıl kaynaklı beta-glukan ilavesinin ürünün teknolojik ve fonksiyonel özelliklerine etkisi yapılan çalışmalar ışığında ortaya konulmuştur.

* Sorumlu Yazar:

E-mail: nihalsimsekli@siirt.edu.tr

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 3(4): 190-195, 2015

Effect of Addition of Cereal Based Beta-glucan on Technological and Functional Properties of Foods

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 September 2014
Accepted 22 October 2014
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:

Beta-glucan
Functional food
Barley
Oat
Dietary fiber

ABSTRACT

Nowadays usage of dietary fibers in foods has been increasing duo to revealing of health benefits. Beta-glucans found especially in oats and barley, are polysaccharide and source of water-soluble dietary fiber. Positive effects of beta-glucans like healing coronary-heart disease, lowering blood cholesterol level, balancing blood sugar level and preventing obesity, made beta-glucans widespread functional food components for producing various foods. In addition to beneficial physiological effects of beta-glucans, they texturize, gelatinize, emulsify and stabilize the foods. They increase viscosity, replace fat and enhance rheological properties in cereal, meat and dairy products. They are also used to produce packing material depending on their mechanical properties and molecular weights. In this review, effects of addition of cereal based beta-glucans on technological and functional properties of various foods are revealed based on previous studies.

* Corresponding Author:

E-mail: nihalsimsekli@siirt.edu.tr

Giriş

Değişen dünya koşulları, gelişen teknolojiler, günlük hayattaki stresin artması gibi faktörler beslenme ve sağlık koşullarına daha çok dikkat edilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle son yıllarda; düşük kalorili, az yağlı, düşük kolesterollü, lif içeriği yüksek fonksiyonel gıdalara olan talepler artmıştır (Purma, 2006).

Diyet lif olarak da anılan bitkisel lifler; buğday, pirinç, arpa, yulaf, narenciye, elma, şeker pancarı, bezelye gibi birçok bitkisel kaynaktan elde edilen, ince bağırsakta sindirilemeyen, kalın bağırsakta fermente olabilen sağlık için gerekli gıda bileşenleridir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003).

Tahıl kaynaklı diyet liflerin tüketiminin artması ile sindirim bozuklukları, kalp damar hastalıkları, diyabet, kolon kanseri gibi çeşitli hastalıkların önlendiği görülmüştür. Yüksek lifli gıdaların yararlı fizyolojik etkilerinin yanında çeşitli gıdalara tekstür kazandırdığı, jelleştirici, emülsifiye ve stabilize edici etkilerinin olduğu belirtilmektedir (Karaoğlu ve Kotancılar, 2001; Öztürk ve Özboy, 2002; Nielson ve ark., 2008).

Tahılların Beta-glukan İçeriği

Beta-glukanlar özellikle meyve, yulaf, arpa ve baklagillerde bulunan; suda çözünen diyet lifidir (Lattimer ve Haub, 2010). Tahıllarda bulunan beta-glukan oranları; hasat öncesi ve sonrası işlemler, yetiştirme koşulları, genetik özellikler ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Dicken ve ark., 2011). Beta-glukan, tahıl çeşitleri arasında %5,5-11,0 (% çözünen kuru madde) oranında, en fazla yulafta bulunmaktadır (Tablo 1; Lee ve ark., 1997; Wood, 2002).

Farklı yulaf ürünlerinde beta-glukan miktarı aynı olmayıp, yulaf kepeğinde %5,5-23,0, yulaf ezmesinde % 4 ve tam yulaf ununda %4 oranındadır (Vasanthan ve Temelli, 2008).

Beta-glukanın Kimyasal Yapısı

Beta-glukanlar; beta-glikozidik bağlarla birbirine bağlanmış D-glikoz monomerlerinden oluşan; molekül kütleleri, çözünürlükleri, viskoziteleri ve konfigürasyonları bakımından farklılık gösteren nişasta dışı polisakkaritlerdir (Şekil 1). Bazı beta-glukan bileşikleri belli bir pozisyonda D-glikoz monomerlerinin tekrarından oluşmaktadır (Anonim, 2012a).

Beta-glukan nişasta gibi çeşitlilik gösterebilir; örneğin, nişastada olduğu gibi bir beta-glukan molekülü hep aynı pozisyonlardan bağlanmış D-glukoz moleküllerinden oluşabilir, ama ana D-glukoz zincirinde başka pozisyonlardan da dallanmalar oluşabilir. Bu yan zincirler beta-glukan omurgasında, örneğin 3 veya 6 pozisyonlarında olabilir. Ayrıca, bu yan zincirler protein gibi başka molekül türlerine de bağlanabilir (Şekil 2) (Lazaridou ve Biliaderis, 2007; Volman ve ark., 2008; Ahmad ve ark., 2012).

Beta-glukanların Fizikokimyasal Özellikleri

Beta-glukanın fiziksel ve kimyasal özellikleri elde edildikleri kaynaklara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. En yaygın olarak bulunduğu yulaf kepeği ve mayadan elde edilen Beta-glukanların özellikleri birbirinden farklıdır (Tablo 2) (Kaletunç ve Breslauer, 2003; Anonim, 2012b).

Yulaf tabakasının hemen altında, arpada ise çoğunlukla endospermde yoğunlaşmış durumdadır. Yulaf ve arpada beta 1-3, 1-4 bağlarının durumu çözünürlük ve viskozitede rol oynayan en önemli etkenlerdir. Beta-glukanın viskozitesi ile molekül ağırlığı arasında pozitif bir korelasyon vardır ve elde edildikleri kaynağa göre ağırlıkları farklılık göstermektedir (Tablo 3) (Ahmad ve ark., 2012).

Beta-glukanın elde edildiği kaynak, gıdaların reolojik özelliklerinin belirlenmesi bakımından önemli bir faktördür. Çünkü beta-glukanın gıdalardaki olası faydası onun sıvı sistemlerde viskozite ve jel oluşturma kapasitesi gibi reolojik özellikleri ile ilişkilidir (Brennan, 2004).

Farklı kaynaklardan elde edilen beta-glukan, suda çözünürlüklerine göre; suda çözünebilirler ve suda çözünemeyenler şeklinde sınıflandırılır. Suda çözünebilirler daha çok yulaf ve arpadan elde edilirken, suda çözünemeyenler ise ekme mayası ve mantardan elde edilir (Brennan ve Cleary, 2005). Suda çözünenlerin; bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri yanında sindirim sisteminde oluşturdukları bal kıvamındaki jel yapısından dolayı kolesterol ve kan şekerini olumlu yönde etkileyerek kalp damar hastalıkları riskini azalttığı ifade edilmektedir (Björck ve Elmstahl, 2003; Keenan ve ark., 2007; Poppitt, 2007; Wolever ve ark., 2010).

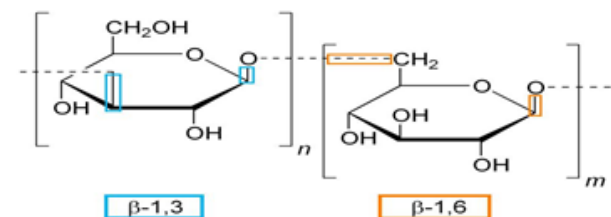
Beta-glukanın molekül yapısı suda çözünürlüğünü etkiler. Bu nedenle suda çözünen ve çözünmeyen beta-glukanların kullanım alanları, etki mekanizmaları ve genel biyolojik aktiviteleri gibi bazı özelliklerinde farklılıklar görülmektedir (Charalampopoulos ve ark., 2002).

Beta-glukan en yaygın olarak bitkilerde selüloz yapıda, tahıllarda özellikle yulaf ve arpada, ekme mayasının hücre duvarında, bazı küf, mantar ve bakterilerde bulunur. Buldukları yere bağlı olarak farklı bağ konfigürasyonuna sahiptir (Şekil 3; Volman ve ark., 2008).

Çözünürlük ve reolojik özellikler gibi fiziksel özellikler; sıcaklık ve konsantrasyona bağlı moleküler ağırlık, moleküler yapı, bağ modelleri gibi moleküler özellikler; çözelti ve jel haldeki fiziksel özelliklerini ortaya çıkarmaktadır. Teknolojik ve beslenme ile ilgili işlevselliği reolojik özellikleri ile bağlantılıdır (Jadhav ve ark., 1998; Wood, 2002).

Tablo 1 Bazı tahıllarda bulunan beta-glukan oranları

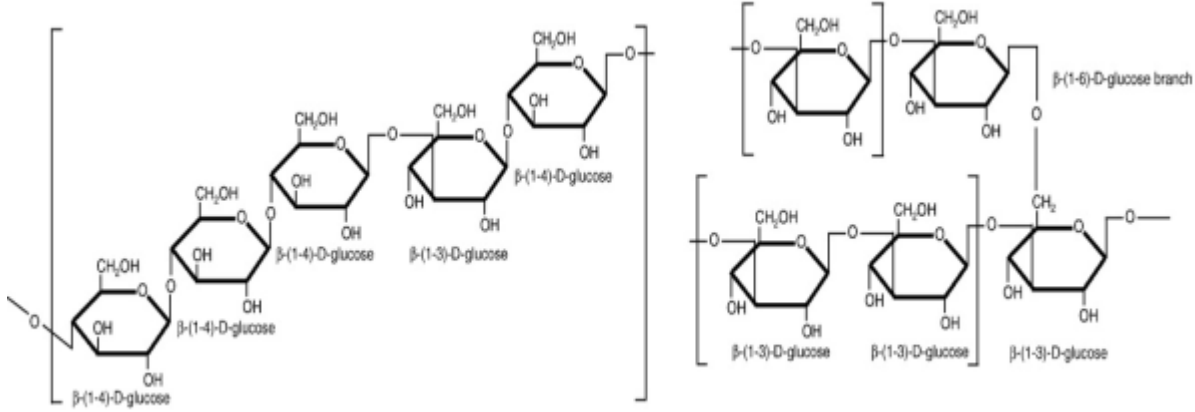
Tahıl Çeşidi	Beta-Glukan Oranı (% Kuru Maddede)
Buğday	0,5-3,8
Pirinç	1,0-3,5
Yulaf	5,5-11,0
Arpa	3,0-10,6



Şekil 1 Beta-glukanı oluşturan beta-glikozidik bağlar

Tablo 2 Yulaf kepeği ve maya beta-glukanlarının bazı özellikleri

Bileşen	Yulaf Kepeği	Maya
Diyet lif (beta-glukan, %)	15,9 (6,8)	86 (85-90)
Lifsiz karbonhidrat (%)	50	9
Yağ (%)	7,0	0,0
Protein (%)	17,3	< 1,0
Basit şekerler (%)	3,0	0,0
Nem (%)	9	4
Kül (%)	3	< 1
Kalori/-(g)	3,97	3,6
Çözünürlük	Yüksek	Düşük
Viskozite	Orta-Yüksek	Düşük
3g Beta-glukan için gereken miktar	44 g	3,5 g



Tahıl Beta-glukanı

Maya Beta-glukanı

Şekil 2 Farklı kaynaklı beta-glukanların kimyasal bağ yapıları

Tablo 3 Farklı kaynaklardan elde edilen beta-glukanların moleküler ağırlıkları

Ürün ismi	Kaynak	M. Ağırlık (Da)	Eldesinde Kullanılan Yöntem
Fungal beta-glukanı	Phellinus linteus	15×10^4	Sefaroz CL-4 Kolonlu Jel Filtrasyon Kromatografisi
Arpa beta-glukanı	Kavuzsuz Arpa	$6,3 \times 10^4 - 3,3 \times 10^5$	Jel Filtrasyon Kromatografisi
Pirinç beta-glukanı	Pirinç	$13,4 \times 10^4$	Dar Açılı Lazer Işık Saçılımlı Yüksek Performanslı Boyut Dışlama Kromatografisi (SEC-LALLS).
Sorghum beta-glukanı	Koca Darı	$3,6 \times 10^4$	Yüksek Performanslı Boyut Dışlama Kromatografisi (SEHPLC)
Yulaf kepeği beta-glukanı	Yulaf	25×10^4	Yüksek Performanslı Boyut Dışlama Kromatografisi (HPSEC)
Yulaf kısımlarındaki beta-glukan	Yulaf	$206 \times 10^4 - 230 \times 10^4$	Kalkoflüorin Dedektör
Buğday beta-glukanı	Buğday	$3,29 \times 10^5$	Doğru Açılı Lazer Işık Saçılımlı, Diferansiyel Basınçlı Viskozimetre ve Refraktif İndeksli Dedektörlerle Yüksek Performanslı Boyut Dışlama Kromatografisi

Beta-Glukan Tipi

Bakteri
Mantar

Ekmek Mayası

Tahıl

Bağ Yapısı



Tanım

Doğrusal beta-1,3 (örnek:Kurdlan)
Kısa beta-1,6 dallanmış, beta-1,3
(örnek: Schizophyllum commune=Sonifilan)
Uzun beta-1,6 dallanmış, beta-1,3 glukan
(örnek: WGP Beta Glukan, Betafectin™)
Doğrusal beta-1,3/ beta 1,4- glukan
(örnek: arpa, yulaf, pirinç)

Şekil 3 Farklı kaynaklardan elde edilen beta-glukanların bağ yapıları

Beta-glukanın Gıdaların Fonksiyonel ve Teknolojik Özelliklerine Etkileri

Beta-glukanın sağlık üzerine olumlu etkileri, fonksiyonel içerikli ürün üretimi açısından gıdalarda kullanımını yaygınlaştırmıştır. Diyet lifi içeriği bakımından zengin ürünlerin üretiminde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Charalampopoulos ve ark., 2002).

Tahıl Ürünleri

Beta-glukan ile zenginleştirmenin ekmek kalitesine etkisi Moriarty ve ark. (2010) tarafından incelenmiş; farklı konsantrasyonlarda beta-glukan katkısının ekmek hacminde azalmaya, ekmek sertliğinde ve kabuk esmerleşmesinde ise artmaya neden olduğu ortaya konulmuştur. Yine aynı çalışmada; ekmeklerin sağlık açısından faydası göz önüne alındığında, duyuşal özelliklerinde azalma olmasına rağmen tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin söz konusu olduğu belirtilmiştir.

Beta-glukan katkılı buğday unundan üretilen ekmekler üzerinde yapılan bir çalışmada, beta glukanın ekmeklerin iç ve dış özelliklerine etkisi incelenmiştir. Beta-glukan katkısının artması ile hamur hacmi, dış kabuk rengi ve ekmek simetrisi özelliklerinde artış gözlenirken bıçak açma özelliğinde değişik olmadığı gözlenmiştir. Aynı çalışmada beta-glukan katkılı ürünlerin depolama boyunca bazı özellikleri incelendiğinde; ekmek hacminde azalma gözlenirken dış kabuk rengi, ekmek simetrisi ve bıçak açma özelliklerini etkilemediği gözlenmiştir. Ayrıca ekmeğin duyuşal özelliklerine olumlu etkisinin olduğu belirtilmiştir (Ahmad ve ark., 2008; Moriarty ve ark., 2010).

Ahmad ve arkadaşları (2012) tahıl kaynaklı beta-glukanların ekmek hamurunda viskoziteyi artırmak, yağı ikame etmek, diyet lifi oranını artırmak ve reolojik özellikleri geliştirmek amacıyla kullanıldığını belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada yulaf ve arpa kaynaklı beta-glukanların kek hamurunun reolojik ve fiziksel özelliklerinde iyileşmelere neden olduğu belirtilmektedir. Arabinoz ve beta-glukan katkısı ile hazırlanmış unlardan yapılan ekmeklerde; beta-glukan katkısı ile çözünür lif içeriği ve ekmek içi sertliği artış göstermiştir.

Beta-glukan; ekmeklerde fizikokimyasal, viskoelastik, reolojik ve duyuşal özellikleri geliştirmektedir. Beta-glukanlar, hamur oluşumunda kullanılan suyun büyük bir kısmını bağladıklarından gluten ağı oluşumu için geriye az miktarda su kalmaktadır. Böylece hamur hacminde azalma ve sert bir yapı oluştuğunu belirten çalışmalar da vardır. Beta-glukanların işlenmesi sırasında ortaya çıkan enzimatik bozulma ekmek yapımı sırasında karşılaşılan yaygın problemlerdendir (Wood, 2007).

Fonksiyonel bir bileşen olarak beta-glukanların kullanıldığı diğer bir ürün de makarnadır. Arpa unu katkılı makarnanın kan şekeri ve glisemik indeksi düşürücü etkisinin, arpanın içerdiği beta-glukan bileşeninden kaynaklandığı yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Brennan ve Cleary, 2005).

Aravind ve arkadaşlarının (2012) makarnalık una beta-glukan katkısının makarnanın duyuşal, teknolojik ve yapısal özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada, beta-glukan katkısının makarnada pişme kaybı, yapışkanlık, su

absorpsiyonu, aroma ve duyuşal tekstür özellikleri üzerinde önemsiz bir etkiye sahip olduğunu belirtmişler ve artan katkı oranının makarna renginde sarılık azalmasına, kahverengileşme ve sıklık artmasına neden olduğunu saptamışlardır.

Yapılan başka bir çalışmada farklı arpa çeşitlerinden yüksek beta-glukan içerikli tarhana üretilmiş ve üretilen tarhana örneklerinin kimyasal ve duyuşal özellikleri geleneksel un tarhanası ile karşılaştırılarak yüksek beta-glukan içerikli arpa ununun tarhana üretiminde kullanılabileceği duyuşal analiz sonuçları ile birlikte ortaya çıkarılmıştır (Erkan ve ark., 2006; Köten ve ark., 2013).

Kilci ve Gocmen (2012) farklı oranlarda katılan yulaf unu ve kıyılmış yulaf bileşenleri ile diyet lifi ve beta-glukan içerikli yulaf un tarhanası üretmişlerdir. Besinsel içerik bakımından zengin ve duyuşal özellikleri bakımından un tarhanası ile yapılan çorbalar düzeyinde kabul edilebilirliğe sahip sonuçlar ortaya koymuşlardır. Oluşturulan farklı oranlar ile Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi'nin günlük önerdiği beta-glukan tüketimini destekleyici miktarı içeren tarhana üretilebildiğini bildirmişlerdir.

Süt Ürünleri

Düşük kalorili dondurma, yoğurt ve peynir gibi süt ürünleri üretiminde beta-glukan içerikli çözülebilen diyet lifi kombinasyonları oluşturularak ürünlerin reolojik özellikleri geliştirilmiştir. Peynir altı suyu ve arpa beta-glukanı ile oluşturulan kombinasyonların bazı hastalıklardan korumaya yardımcı olabildiği belirtilmiştir (Brennan ve Cleary, 2005).

Düşük kalorili beyaz peynir üretiminde farklı oranlarda arpa kaynaklı beta-glukan katkısı ile salamurada peynirlerin kimyasal, fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerindeki değişikler incelenmiş, HPLC analizlerinde beta-glukan katkısının peynirin olgunlaşma sürecinde laktik, asetik ve propiyonik asit düzeylerinde etkin bir artışa neden olduğu belirtilmiştir. Görünüş, tat ve koku özellikleri kontrol ile karşılaştırıldığında istenmeyen özelliklerin ortaya çıktığı vurgulanmıştır. Lif içeriğini artırmak amaçlı katılan beta-glukanın yoğurtlarda sertlik, tekstür ve fermantasyon sırasında asetik ve propiyonik asit içeriğinde artış gözlenmiştir (Havrlentová ve ark., 2011).

Yüksek ve düşük kalorili yoğurtlar karşılaştırıldığında beta-glukan katkısının düşük kalorili yoğurtlarda viskozitede artışa neden olduğu gözlenmiştir. Beta-glukan katkısının yoğurtlarda kıvam, kaşıklanabilirlik ve diğer bazı duyuşal özellikleri geliştirdiği belirtilmiştir (Bangari, 2011).

Süte beta-glukan katkısının elastik kazein-protein-glukan matriksi etkileşiminden dolayı pıhtı kırma süresini düşürdüğü ve pıhtı verimini artırdığı belirtilmektedir (Rosburg, 2009).

Et Ürünleri

Beta-glukan et ürünlerinde jel oluşumu, emülsiyon stabilitesi ve partiküler bağlanmayı sağlamak, viskoziteyi düzenlemek, su tutmayı artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Morin ve ark., 2004). Kahvaltılık düşük kalorili sosis üretiminde beta-glukan katkısının su tutma,

teksür ve duyuşsal özellikleri geliştirdiği ve yağ ikamesi olarak kullanılabilceği belirtilmektedir (Morin ve ark., 2004; Piñero ve ark., 2008).

Yapılan bazı çalışmalarda köftelerde kullanılan beta-glukan bakımından zengin yulaf kepeği, yağ ikamesi olarak kullanılmış ve köftelerin duyuşsal özelliklerinde kabul edilebilir düzeylerde sonuçlar elde edilmiştir. Düşük kalorili sucuk ve yağsız frankfurter üretiminde hamura beta-glukan içerikli yulaf ilave edilmesinin yağsız frankfurter ve az yağlı sucuk ürünlerinde ürünün su tutma kapasitesine olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir (Gündüz, 2010).

Hazır Çorba ve İçecekler

Çorbalarda, soslarda ve içeceklerde kıvam artırma, stabilize etme ve emülsiyon sağlama amacıyla geleneksel olarak kullanılan gam arabik, pektin, ksantan gam ve karboksimetil selüloz gibi katkı maddelerine alternatif olarak beta-glukan kullanılabilir. Uygun miktarlarda beta-glukan kullanımı ile daha iyi çorbalar hazırlanabileceği belirtilmektedir (Brennan, ve Cleary, 2005; Bangari, 2011).

Havrlentová ve ark. (2011), arpa kaynaklı beta-glukan ilavesiyle probiyotik içeceklerin sağlığı geliştirici etkilerinin ve içeceklerin dayanım sürelerinin artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Diğer

Beta-glukanların gıdalarda fonksiyonel bir bileşen olmasının yanında doğada çözünebilir gıda ambalaj materyali olarak kullanılabilme potansiyeli de öne sürülmektedir. Mekanik özellikleri ve moleküler ağırlıklarından dolayı plastikleştirici ve kaplama materyali olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptirler. Ayrıca yüksek molekül ağırlıklı beta-glukanların düşük molekül ağırlıklı olanlara göre daha uzayabilir film oluşturabilme özelliğinde olduğu belirtilmiştir (Lazaridou ve Biliaderis, 2007).

Sonuç

Özellikle tahıl kaynaklı beta-glukan katkısı ile hububat, et ve süt ürünlerinde fonksiyonel özelliklere sahip gıdaların üretimi yapılmakta ve ürünlerin teknolojik özellikleri geliştirilmektedir. Beta-glukan fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanılmasının yanında değişik teknolojik alanlarda da kullanım potansiyeline sahiptir. Çeşitli fizikokimyasal özellikleri ile gıdalarda farklı bileşim kombinasyonları oluşturularak yeni ürün geliştirme alanında birçok fonksiyonel gıdanın üretilmesine katkı sağlamaktadır. Yapılan çalışmalar sonucu ortaya koyulan fizyolojik etkileri ve sağlık otoriteleri tarafından yapılan tavsiyeler beta-glukan katkılı ürünlerin üretimini ve tüketimini yaygınlaştırmaktadır.

Kaynaklar

Ahmad A, Anjum MF, Zahoor T, Chatha ZA, Nawaz H. 2008. Effect of Barley Beta-Glucan on Sensory Characteristics of Bread. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 45: 88-94.
Ahmad A, Anjum FM, Zahoor T, Nawaz H, Muhammad S, Dilshad R. 2012. Beta-Glucan: A Valuable Functional Ingredient in Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52: 201-212.

Anonim 2012a. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Beta-glukan>. Erişim Nisan 2012
Anonim 2012b. <http://www.oatsandhealth.org/>. Erişim Nisan 2012.
Aravind N, Sissons M, Egan N, Fellows CM, Blazek J, Gilbert EP. 2012. Effect of Beta-Glucan on Technological, Sensory and Structural Properties of Durum Wheat Pasta. *Cereal Chemistry*, 89: 84-93.
Bangari S. 2011. Effects of Oat Beta Glucan on The Stability and Textural Properties of Beta Glucan Fortified Milk Beverage. Master Thesis. The Graduate School University of Wisconsin-Stout, Menomonie, 51p.
Björck I, Elmståhl HL. 2003. The Glycaemic Index: Importance of Dietary Fiber and Other Food Properties. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62: 201-206.
Brennan C. 2004. Effect of Beta-Glucan Fractions from Barley on Structure, Texture, Sensory Characteristics and Nutritional Value of Processed Cereal Foods. The Home Grown Cereal Authority (HGCA) - Project, project no:346.
Brennan CS, Cleary LJ. 2005. The Potential Use of Cereal (1→3,1→4)- Beta -D-Glucans as Functional Food Ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42: 1-13.
Burdurlu S, Karadeniz F. 2003. Gıdalarda Diyet Lifinin Önemi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7: 18-25.
Charalampopoulos D, Wang R, Pandiella SS, Webb C. 2002. Application of Cereals and Cereal Components in Functional Foods: A Review. *International Journal of Food Microbiology*, 79: 131- 141.
Erkan H, Çelik S, Bilgi B, Köksel H. 2006. A New Approach for The Utilization of Barley in Food Products: Barley Tarhana. *Food Chemistry*, 97: 12-18.
Gündüz A. 2010. Diyet lif ilave edilerek Üretilen Hamburger Köftesinin Kalite Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, 99s.
Havrlentová M, Petruřáková Z, Burgárová A, Gago F, Hlinkov A, Šturdík E. 2011. Cereal Beta-Glucans and Their Significance for The Preparation of Functional Foods: A review. *Czech Journal of Food Science*, 29: 1-14.
Jadhav SJ, Lutz VM, Ghorpade DK, Salunkhe SE. 1998. Barley: Chemistry and Value-Added Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38: 123-171.
Kaletunç G, Breslaur KJ. 2003. Characterization of Cereals and Flours. Marcel Dekker, Inc., New York, Basel. ISBN: 0-8247-0734-6.
Karaoğlu MM, Kotancılar HG. 2001. Tahıl Ürünlerinin Sağlığımız Açısında Önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32: 101-108.
Keenan JM, Goulson M, Shamliyan T, Knutson N, Kolberg L, Curry L. 2007. The Effects of Concentrated Barley Beta-Glucan on Blood Lipids in A Population of Hypercholesterolaemic Men and Women. *British Journal of Nutrition*, 97: 1162-1168.
Kilci YA, Gocmen D. 2012. Dietary Fiber and Beta-Glucan Contents of Oat Tarhana: A Turkish Fermented Cereal Food. *Journal of Agricultural Science*, 4: 72-77.
Köten M, Ünsal S, Atlı A. 2013. Arpanın İnsan Gıdası Olarak Değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1: 51-55.
Lattimer JM, Haub MD. 2010. Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health. *Nutrients*, 2: 1266-1289.
Lazaridou A, Biliaderis CG. 2007. Molecular Aspects of Cereal Beta-Glucan Functionality: Physical Properties, Technological Applications and Physiological Effects. *Journal of Cereal Science*, 46: 101-118.
Lee CJ., Horsley RD., Manthey FA., Schwarz PB. 1997. Comparisons of Beta-Glucan Content of Barley and Oat. *Cereal Chemistry*, 74: 571-575.

- Moriarty S, Temelli F, Vasanthan T. 2010. Effect of Health Information on Consumer Acceptability of Bread Fortified with Beta-Glucan and Effect of Fortification on Bread Quality. *Cereal Chemistry*, 87: 428-433.
- Morin LA, Temelli F, McMullen L. 2004. Interactions between Meat Proteins and Barley (*Hordeum Spp.*) Beta-Glucan within a Reduced-Fat Breakfast Sausage System. *Meat Science*, 68: 419-430.
- Nielsen MS, Karlsson AO, Engelsen SB. 2008. Cereal (1→3, 1→4)-Beta-D-Glucans-Functional Properties and Molecular Interactions. Annual Transactions of the Nordic Rheology Society, Vol. 16. http://curis.ku.dk/ws/files/40503684/Nielsen_et_al_2008_NRC_proceedings.pdf
- Öztürk S, Özboy Ö. 2002. Besinsel Liflerin Ekmek Üretiminde Kullanımı. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 56: 34-42.
- Piñero MP, Parra K, Huerta-Leidenz N, Arenas de Moreno L, Ferrer M, Araujo S, Barboza Y. 2008. Effect of Oat's Soluble Fiber (Beta-Glucan) as a Fat Replacer on Physical, Chemical, Microbiological and Sensory Properties of Low-Fat Beef Patties. *Meat Science*, 80: 675-680.
- Poppitt SD. 2007. Soluble Fiber Oat and Barley β -Glucan Enriched Products: Can We Predict Cholesterol-Lowering Effects?. *British Journal of Nutrition*, 97: 1049-1050.
- Purma Ç. 2006. Sosis Üretiminde Kurutulmuş Kayısı Posası Kullanımının Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 104s.
- Rosburg VA. 2009. Viability of Bifidobacteria in Yogurts Containing Oat Beta-Glucan and/or Corn Starch during Cold Storage. Master Thesis. Iowa State University Ames, Iowa, 63p.
- Vasanthan T, Temelli F. 2008. Grain Fractionation Technologies for Cereal Beta-Glucan Concentration. *Food Research International*, 41: 876-881.
- Volman JJ, Ramakers JD, Plat J. 2008. Dietary Modulation of Immune Function by Beta-Glucans. *Physiology & Behavior*, 94: 276-284.
- Wolever TMS, Tosh SM, Gibbs AL, Brand-Miller J, Duncan AM, Hart V, Lamarche B, Thomson B, Duss R, Wood PJ. 2010. Physicochemical Properties of Oat Beta-Glucan Influence Its LDL Cholesterol Lowering Effect in Human Subjects. *Proceedings of the Nutrition Society*, 69 (OCE6), E461.
- Wood PJ. 2007. Cereal Beta-Glucans in Diet and Health. *Journal of Cereal Science*, 46: 230-238.
- Wood PJ, 2002. Relationships between Solution Properties of Cereal Beta-Glucans and Physiological Effects: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 13: 313-320.