



## Tahıl İçerikli Süt Ürünlerinin Geliştirilmesinde B- Glukan Kullanımı

Tülay ÖZCAN<sup>1\*</sup>, Okan KURTULDU<sup>1</sup>, Berrak DELİKANLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa  
\*e-posta: tulayozcan@uludag.edu.tr; Tel: 0 224 2941498; Faks: 0 224 2941402

Geliş tarihi: 18.02.2013, Kabul tarihi: 17.05.2013

**Özet:** Tahıl bileşenlerinin insan sağlığını geliştirici özelliklerinin bulunması tüketicileri tahıl içerikli fonksiyonel gıdalar ve diyet lifleri gibi kavramlara yakınlaştırmıştır.  $\beta$ -glukan, sindirilemeyen, nişasta olmayan polisakkaritler olarak tanımlanmakta olup, en önemli diyet liflerinden biri olarak nitelendirilmektedir.  $\beta$ -glukanı en fazla içeren tahıl kaynakları arpa ve yulafıdır.  $\beta$ -glukan içerikli tahıl bazlı fonksiyonel gıdaların tüketiminin; kan kolesterol seviyesini ve kalp ile ilgili hastalık riskini azalttığı, toplam serum kolesterol ve LDL- kolesterolü düşürücü etkisi olduğu belirtilmektedir. Ayrıca  $\beta$ -glukanın yapısal anlamda stabilize edici ve jelleştirici gibi fonksiyonel özelliklerinden yararlanılarak, süt ürünlerinin tekstürel ve reolojik özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:**  $\beta$ -glukan, diyet lifi, süt ürünleri.

## The Development Of Cereal-Based Dairy Products Using $\beta$ -Glucan

**Abstract:** Improving human health characteristics of the components of cereal have got the consumers closer to some notions such as cereal-based functional foods and dietary fibers.  $\beta$ -glucan is known as indigestible, non-starch polysaccharides and also it is qualified as one of the most significant dietary fibers. Barley and oat are the most  $\beta$ -glucan containing cereal supply. The consumption of cereal-based functional foods containing  $\beta$ -glucan reduces the risks of heart diseases, lowering the effects on total serum cholesterol and LDL- cholesterol. Furthermore it is intended to develop textural and rheological properties of dairy products by using some functional features of  $\beta$ -glucan such as stabilizing and gelling properties as structural.

**Key Words:**  $\beta$ -glucan, dietary fiber, dairy product.

## Giriş

Son yıllarda, tüm dünyada görülen sağlık problemleri nedeniyle sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi ve hayat beklentilerindeki değişimler fonksiyonel bileşenlere olan ilgiyi giderek arttırmaktadır. Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılamamanın dışında insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde faydalar sağlayan, hastalık riskinin azaltılması gibi olumlu etkileri gerçekleştiren, böylelikle hastalıklardan korunma ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar ya da gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Blades, 2000; Roberfroid, 2000; Bekers ve ark., 2001).

Son yıllarda, fonksiyonel gıdaların üretimi amacıyla süt ürünlerinde tahıllar, sebze, meyve ve çeşitli bitkisel katkıların kullanımı ile diyet lifi ile zenginleştirilmiş gıdalar üretilmektedir. Fonksiyonel nitelik taşıyan diyet liflerinin sağlık üzerine olumlu etkilerinin ortaya çıkmasıyla bu ürünlerin tüketimine olan eğilim her geçen gün artmaktadır. Tahılların, diyet liflerinin önemli bir kaynağını oluşturduğu ve %50 oranında lif içerdikleri belirtilmektedir (Skendi ve ark., 2003; Lambo ve ark., 2005; Lyly, 2006; Özcan, 2012). Tahıl bazlı ürünler, probiyotik ve prebiyotik içeren fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılan temel besin maddeleri olmakla beraber yapılan çalışmalarda, uluf ve arpa bazlı temel bileşiklerin fermente süt ürünlerinin fonksiyonel gıda içeriğinin geliştirilmesinde önemli bir bileşen olarak kullanılabilceği belirtilmektedir. Son yıllarda geliştirilmekte olan, yaklaşık %32 düzeyinde uluf bazlı  $\beta$ -glukan içeren ekstraktlara C-trim 30 adı verilmektedir (Lee ve Inglett, 2007). Bu ekstraktlar, gıda ürünlerin tekstürel ve reolojik özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile viskoz yapıyı artırıcı katkı bileşeni olarak ilave edilmektedir (Burkus ve Temelli, 1999). Ayrıca, kurabiye, ekmek gibi fırıncılık ürünlerinde ve kızarmış gıdaların üretiminde, düşük kalorili içerik elde edilmesi amacıyla da  $\beta$ -glukan kullanılabilir (Tudorica ve ark., 2004; Lyly, 2006).

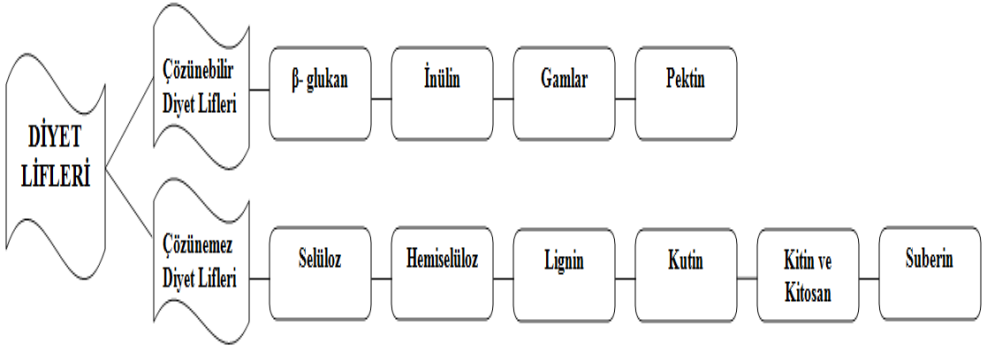
## Tahıl Bazlı Süt Ürünleri

Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi amacıyla, çeşitli gıda formülasyonlarında tahılların kullanımı ile tahıl bazlı gıdaların geliştirilmesi son yıllarda pek çok araştırmanın konusu olmaktadır (Charalampopoulos ve ark., 2002; Malkki, 2004; Trepel, 2004; Lee ve ark., 2008a). Tahıl bazlı fonksiyonel gıdaların insan sağlığını geliştirici özelliklerinin olması ve bu yönüyle de tüketicinin yaşam kalitesini olumlu yönde etkilemesi, tahıl bileşenlerinin süt ürünlerinde de kullanılmasını sağlayarak, besleyici değeri yüksek yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesini gündeme getirmektedir (Helland ve ark., 2004; Angelov ve ark., 2006). Bu konudaki eğilimler, tüketicileri “diyet lifi” gibi kavramlara yakınlaştırmaktadır (Charalampopoulos ve ark., 2002; Tudorica ve ark., 2004). Klinik çalışmalar sonucunda diyet liflerinin; bağırsak sendromu, divertikülozis, kolorektal kanser, diyabet, hiperkolesterol, osteoporoz, kalp krizi ve obezite gibi hastalıklara karşı koruyucu ve hatta tedavi edici etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Gibson ve Roberfroid, 1995; Bennett ve Cerda, 1996). Bunun yanında liflerin, insan vücudundaki kan şekerini olduğu kadar kan kolesterolünü de düşürücü etkileri gibi yararları olduğu da vurgulanmaktadır (Mårtensson ve ark., 2002; Charalampopoulos ve ark., 2002).

Lifler, bitki hücre duvarından elde edilen farklı tip karbonhidratlar olup, insan sindirim enzimleri tarafında hidrolize edilememektedir. *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* gibi kolon bakterileri, diyet liflerinin bazı özel formlarını kolayca fermente ederek, bütirat, asetat,

propionat gibi konakçı canlıının metabolik enerji ihtiyacına cevap veren kısa zincirli yağ asitleri sentezleyip, canlılıklarını ve aktivitelerini geliştirebilmektedir (Jaskari ve ark., 1998; Sghir ve ark., 1998; Vasiljevic ve ark., 2007).

Diyet lifleri, suda çözünebilirlikleri bakımından iki kategoride incelenmekte ve her iki şekilde de farklı tedavi edici etkiler sağlamaktadır. Suda çözünebilir lifler,  $\beta$ -glukan, arabinoksilan, gamlar, pektin ve inülin gibi nişasta olmayan polisakaritlerden; suda çözünür olmayan lifler ise selüloz, hemiselüloz, lignin, kutin, suberin, kitin ve kitosan'dan oluşmaktadır (Nelson, 2001; Jalili ve ark., 2001; Ralapati ve LaCourse, 2002; Ramulu ve Rao, 2003) (Şekil1).



Şekil 1. Diyet liflerinin suda çözünebilirlik özelliklerine göre sınıflandırılması

Çözünür diyet lifleri suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmakta ve bağırsaktan geçişi yavaşlatmaktadır. Bu lifler sindirilemezler fakat fermentasyona uğrayarak kısa zincirli yağ asitlerine dönüşürler, bağırsak pH'sını değiştirerek bağırsak mikrobiyotasını düzenlerler. Kandaki serum kolesterolün düşürülmesinde ve glukozun bağırsaktaki emiliminin azaltılmasında ve vücuttaki insülin hormonunun miktarının düşürülmesinde etkilidirler (Malkki ve Virtanen, 2001; Tudorica ve ark., 2004; Xu ve ark., 2007, Özcan, 2012).

Çözünür olmayan diyet lifleri ise (selüloz, hemiselüloz, lignin, kitin, kitosan vb.); ağırlığının 20 katı kadar suyu bünyesine almakta, bağırsak çalışmasını düzenleyerek ve doğrudan posa maddesi olarak dışkı kütlesinde artışa neden olmaktadır. Liflerin bağırsak hareketleri üzerinde olumlu etkileri sonucunda dışkı kısa sürede ve etkin şekilde bağırsaktan atılmakta, bu sürenin kısa olması da, dışkı içerisinde var olan pek çok toksik ve mutajen maddenin bağırsak hücreleri ile temas süresinin kısılması ile kanser gibi hastalıkların riskinin azalması ile sonuçlanmaktadır (Özcan, 2012).

Soya, bezelye unu ve lifleri, mercimek, nohut unu vb. diyet lifleri; yoğurt, dondurma, peynir ve benzeri fermente süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Zare ve ark., 2012). Bu amaçla genellikle suda çözünebilir lifler tercih edilmektedir. Peynir, yoğurt, puding, dondurma ve dondurulmuş tatlılar gibi süt ürünlerinde de lif içeriği yüksek katkı maddeleri kullanım alanı bulmaktadır. Lif içeriği yüksek süt ürünleri üretiminin temelinde, yağ ve kolesterol miktarı azaltılarak daha sağlıklı ürünler pazarlamak ve kalsiyumun yanı sıra sağlığı etkileyen yeni bileşenler kazandırmak yatmaktadır. Diyet lifleri süt ürünlerine temel olarak

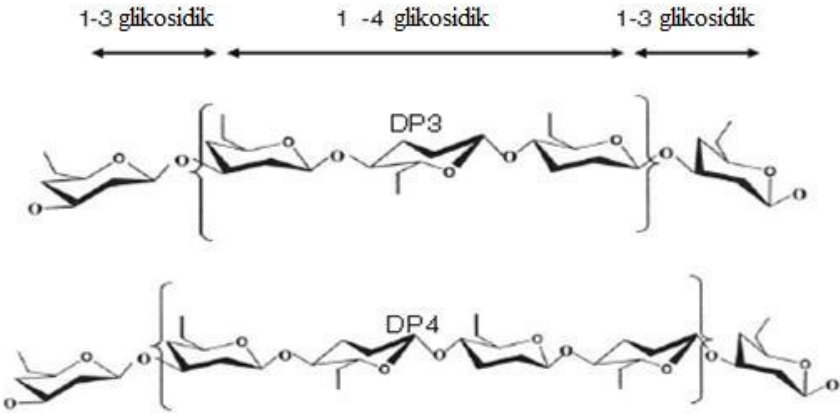
stabilizasyonu sağlama, kıvamı arttırma, sinerezisi önleme, yağı ikame etme, kaloriyi azaltma ve hacim sağlama amaçları ile ilave edilmektedir (Ramirez-Santiago ve ark., 2010).

## Süt Ürünlerinde $\beta$ -Glukan Kullanımı

Diyet liflerinin en önemli kaynağını tahıllar oluşturmaktadır. Yulaf ve arpa, tahıl bazlı fonksiyonel gıdalar için doğal ve ideal kaynaklar olarak gösterilmektedir. Buğday ve çavdardaki hemiselülozik polisakkaritler pentozanların, yulaf ve arpanın ise esasen  $\beta$ -glukanların kaynağını oluşturduğu kabul edilmektedir (Wood, 1993, 1997; Brennan ve Cleary, 2005).

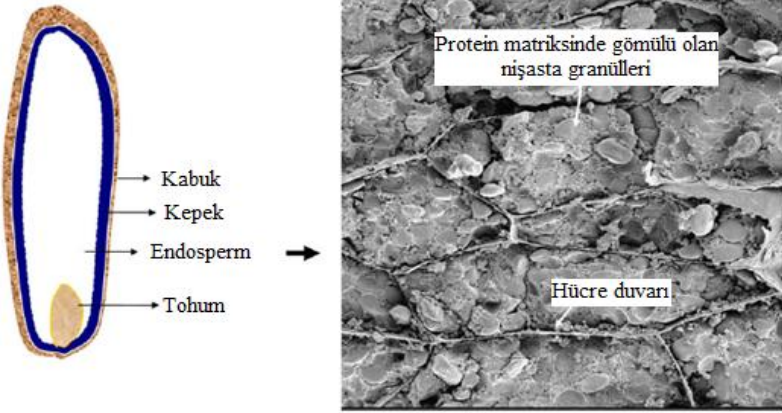
Çözünabilir diyet lifi açısından zengin arpa ve yulaftaki  $\beta$ -glukanın; kan kolesterol seviyesi ve kalp ile ilgili hastalık riskini azalttığı belirtilmektedir (Tudorica ve ark., 2004). Arpa ve yulafta bulunan  $\beta$ -glukanın insanlar ve hayvanlar üzerinde toplam serum kolesterol ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)-kolesterolü düşürücü etkisi olduğu pek çok araştırma tarafından da desteklenmektedir (Lyly ve ark., 2003; Skendi ve ark., 2003; Vasanthan ve Temelli, 2008). Yulaf, arpa, çavdar ve buğdayın  $\beta$ -glukan içeriklerinin sırası ile %3-7, %3-11, %1-2 ve %1 olduğu belirtilmektedir (Lambo ve ark., 2005; Angelov ve ark., 2006; Lyly, 2006).

$\beta$ -glukan, en önemli diyet liflerinden birisidir. Özellikle yulaf ve arpa gibi tahıl tanelerinde bulunan, nişasta olmayan polisakkaritlerin sınıflandırılmamış bir kolunu oluşturan  $\beta$ -glukan, sırası ile yaklaşık %30 oranında  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) ve %70 oranında  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) bağlarını içeren  $\beta$ -D-glukopirasinolden meydana gelmektedir.  $\beta$ -glukanın moleküler yapısı Şekil 2'de ve Şekil 3' de tahıl endospermine ait,  $\beta$ -glukan içeriğinin yoğun olduğu hücre duvarının elektron mikroskobundaki görünümü görülmektedir (Johansson ve ark., 2000; Brennan ve Cleary, 2005; Vasanthan ve Temelli 2008).



Şekil 2. Tahıl bazlı  $\beta$ -glukanın moleküler yapısı (Vasanthan ve Temelli 2008).

Molekül ağırlığı,  $\beta$ -glukanın jelleşme yeteneğini etkileyen en önemli faktör olarak gösterilmektedir (Böhm ve Kulicke, 1999; Cui ve Wood, 2000; Brennan ve Cleary, 2005). 3 milyon Da değerindeki yüksek molekül ağırlıklı  $\beta$ -glukanlar viskoz yapıya sahip iken, 9000 Da molekül ağırlığındaki  $\beta$ -glukanlar da zincir yapısını maksimum düzeyde bağ oluşturacak şekilde ayarlayabilme ve bu şekilde yumuşak jel meydana getirebilme özelliğine sahip bulunmaktadır (Wood ve ark., 1991; Gomez ve ark., 1997).



**Şekil 3.** Tahıl endospermine ait,  $\beta$ -glukan içeriğinin yoğun olduğu hücre duvarının elektron mikroskobundaki görünümü (Vasanthan ve Temelli 2008).

$\beta$ -glukanın hidrokolloid olarak potansiyel kullanım alanı, reolojik özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenmektedir. Bu nedenle  $\beta$ -glukan; dondurma formülasyonlarında, yemek ve salata soslarında kalınlaştırıcı ajan olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Skendi ve ark., 2003; Lazaridou ve Biliaderis, 2004). Bunun yanı sıra, tahıl kaynaklı olan makarna ve çeşitli fırıncılık ürünlerinde de  $\beta$ -glukan kullanıldığı görülmektedir (Lyly, 2006; Lee ve ark., 2008a).

Yulaf kaynaklı  $\beta$ -glukan, çeşitli kahvaltılı tahıl ve aperatiflerinde bulunabilmektedir. Yulaf ve arpa kaynaklı  $\beta$ -glukan ve “Oatrim” ve “Barleytrim” dekstrinlerini içeren hidrokolloidler birçok üründe, yağ ikamesi şeklinde kalori miktarını düşürme amacı ile kullanılmaktadır (Bekers ve ark., 2001; Lee ve Inglett, 2006; Xu ve ark., 2007). Son yıllarda, fonksiyonel bileşenler olan yeni yulaf hidrokolloidleri geliştirilmektedir. C-trim 30 olarak nitelendirilen bu yeni formun  $\beta$ -glukan içeriği %32 (32 g  $\beta$ -glukan/100g) düzeyinde olmakla birlikte daha düşük kalori içeriğine (2,6 cal/g) sahiptir (Lee ve Inglett, 2007; Lee ve ark., 2008a). C-trim 30; yoğurt, çikolata ve fırıncılık ürünlerinde yağ ikame maddesi olarak kullanılabilmektedir (Lee ve ark., 2008a,b). Gıdaların tekstür yapısının ve reolojik özelliklerinin değişiminde C-trim 30 önemli bir etkiye sahip olmaktadır (Lee ve ark., 2005).

Tahıl kaynaklı  $\beta$ -glukan içeren gıdaların düzenli olarak tüketimi ile kronik sağlık problemlerinin meydana gelme olasılığındaki düşüşün birbirine bağlı olduğunu yapılan çalışmalarda kanıtlanmıştır (Vasanthan ve Temelli, 2008). Son yıllarda  $\beta$ -glukanın araştırma odağı haline gelmiş olması, insan fizyolojisinde oluşturduğu hipokolesterolemik

ve hipoglisemik etkilerinin geniş çaplı olarak incelenmesini sağlamaktadır (Wood, 1997; Charalampopoulos ve ark., 2002; Wood, 2004; Brennan ve Cleary, 2005).

Yapılan klinik çalışmalar  $\beta$ -glukanın, kandaki glukoz ve insülin seviyesini düzenlediğini, bunun yanında serum kolesterol seviyesini düşürücü, beyaz kan hücrelerinin aktivasyonunu artırarak bağışıklık sistemini güçlendirici etkileri sayesinde de tümör oluşumunu ve böylece kalp krizi gibi ciddi rahatsızlıkları engelleyici etkilere sahip olduğunu kanıtlamaktadır (DeVries, 2001; Lyly ve ark., 2003; Behall ve ark., 2004; Vasanthan ve Temelli, 2008).

Yulaf ve arpanın, yapılarındaki  $\beta$ -glukan oranına bağlı olarak insan ve hayvanlarda toplam serum ve LDL-kolesterol seviyesinde ve buna bağlı olarak hipertansiyon riskinde azalma meydana getirdiği kaydedilmektedir (Wood, 1997). Yapılan çalışmalar; yulafın bulunduğu ortamda mikrobiyel dengenin gelişimi sayesinde gastrointestinal sistem açısından daha uygun koşulların sağlandığını, özellikle de laktik asit bakterilerinin ve *Bifidobacterium* ile *Lactobacillus* türlerinin gelişiminin desteklendiğini ortaya çıkarmaktadır (Ryhänen ve ark., 1996; Jaskari ve ark., 1998; Angelov ve ark., 2006).

Fonksiyonel süt ürünleri, besleyici ve fizyolojik değerleri yüksek ürünlerdir.  $\beta$ -glukan'ın fonksiyonel ve probiyotik süt ürünlerinin geliştirilmesi ile ilgili kullanımı üzerine çalışmalar bulunmaktadır (Tudorica ve ark., 2004; Angelov ve ark., 2006; Sahan ve ark., 2008; Elsanhoty ve ark., 2009; Rosburg ve ark., 2010). Probiyotik ve prebiyotik içeren süt ürünleri fonksiyonel süt ürünlerinin en önemli kısmını oluşturmaktadır (Lee ve ark., 1999; Gürsoy ve Kınık, 2002). Tahıl bazlı ürünler, probiyotik ve prebiyotik içeren fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde de kullanılan temel besin maddeleri olarak da bilinmektedir (Tudorica ve ark., 2004; Angelov ve ark., 2006; Sahan ve ark., 2008; Rosburg ve ark., 2010).  $\beta$ -glukan, stabilize edici etkisinin yanı sıra probiyotik ürünlerde kullanıldığında prebiyotik etki de göstermektedir (Vasiljevic ve ark., 2007; Stack ve ark., 2010).

Rosburg ve ark., (2010) yoğurdun depolama süresi boyunca,  $\beta$ -glukanın *Bifidobacterium* türlerinin yaşam süresi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yoğurt üretiminde, modifiye mısır nişastası ve yulaftan ekstrakte edilmiş  $\beta$ -glukan kullanılmıştır. Probiyotik kültür olarak *B. breve* ve *B. longum*  $10^9$  kob/mL konsantrasyonunda yoğurda ilave edilmiştir. Yapılan çalışma, yoğurttaki  $\beta$ -glukan varlığının, *Bifidobacterium* türleri üzerinde koruyucu etkilere sahip olduğunu ve probiyotik mikroorganizma sayısının beklenen terapötik etkiyi sağlayacak sayıda kaldığını göstermiştir.

Sahan ve ark., (2008) yağsız yoğurt üretiminde  $\beta$ -glukanın, hidrokolloid bir yağ ikame maddesi olarak kullanım olanağını araştırmışlardır. Çalışmada, 15 günlük depolama süresince  $\beta$ -glukan ilavesi ile yoğurdun viskozitesinde bir artış meydana gelmiştir.  $\beta$ -glukanın diyet lifi özelliği ve yağsız yoğurtların fiziksel ve duyuşsal özelliklerine olumlu etkileri ile özellikle %0,25-0,50 oranlarında kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Günlük besin alımında, lif içeren besinlerin tüketimi neticesinde; hipertansiyon, diyabet, hiperkolesterolemî, gastrointestinal ve koroner hastalıkların azaltılması hatta engellenmesi sağlanabilmektedir (Charalampopoulos ve ark., 2002; Dello Staffolo ve ark., 2004; Sahan ve ark., 2008).

Angelov ve ark., (2006) prebiyotik madde olarak yulaf kaynaklı  $\beta$ -glukan içeren probiyotik bir içecek üretmişlerdir. Fermentasyon işlemi sonucunda canlılığını koruyabilen

probiyotik bakteri sayısının yaklaşık  $7,5 \times 10^{10}$  kob/mL oranında olduğu belirlenmiştir. İçeceğin fermentasyon ve depolama boyunca  $\beta$ -glukan içeriğinin, %0,31-0,36 düzeyinde kaldığı, raf ömrünün ise buzdolabında saklama koşullarında 21 gün olduğu tespit edilmiştir.

Tudorica ve ark., (2004) arpa kaynaklı  $\beta$ -glukanın sütün koagülasyon özellikleri ile Labne peynirinin reolojik, tekstürel ve mikrobiyal özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Reolojik ölçümler ile koagülasyon oranını ve optimum pıhtı kesim süresini hesaplanmışlardır. Elde edilen sonuçlarda,  $\beta$ -glukan içeren sütün koagülasyon süresinde önemli ölçüde azalma sağlanmıştır.  $\beta$ -glukan ilavesi ile Labne'de randımanın arttırılabildiği, viskoelastik ve reolojik özelliklerinin değişime uğradığı ve  $\beta$ -glukan'nın düşük yağlı süt ürünleri üretiminde yağ ikamesi olarak kullanımının mümkün olabileceği belirtilmiştir.

Elsanhoty ve ark., (2009) arpa kaynaklı  $\beta$ -glukanın, düşük yağ içerikli Labne peynirinde kullanımının, 5°C'de 30 günlük depolama aşamasındaki peynirin özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Starter kültür olarak da *L. acidophilus* La-5 ve *B. lactis* Bb-12 kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, arpa kaynaklı  $\beta$ -glukan ilaveli Labne peynirlerinin içerdiği probiyotik bakterilerin, kontrol örneklerine göre daha fazla canlılık gösterdiği belirtilmiştir.

## Sonuç

Fonksiyonel süt ürünleri, besleyici ve fizyolojik değerleri yüksek gıdalar olarak son yıllarda giderek önem kazanmaktadır. Diyet liflerinin; koroner hastalıklar, hipertansiyon, diyabet, hiperkolesterol ve gastrointestinal rahatsızlıkların etkisini düşürücü ve engelleyici etkileri bakımından tüketiminin önemine son yıllarda dikkat çekilmesi  $\beta$ -glukan gibi tahıl kaynaklı gıdaların süt ürünlerinde kullanımı ile ilgili bir çok bilimsel çalışmayı bu noktada yoğunlaştırmaktadır.

## Kaynaklar

- Angelov, A., V. Gotcheva, R. Kuncheva ve T. Hristozova. 2006. Development of a new oat based probiotic drink. *International Journal of Food Microbiology*, Vol.112 (1): 75-80.
- Behall, K.M., D.J. Scholfield ve J. Hallrisch. 2004. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol.80 (5): 1185-1193.
- Bekers, M., M. Marauska, J. Laukevics, M. Grube, A. Vigants, D. Karklina, L. Skudra ve U. Viesturs. 2001. Oats and fat-free milk based functional food product. *Food Biotechnology*, Vol.15 (1): 1-12.
- Bennett, W.G. ve J.J. Cerda. 1996. Dietary fibre: fact and fiction. *Digestive Diseases*, Vol.14 (1): 43-58.
- Blades, M. 2000. Functional foods or nutraceuticals. *Nutrition and Food Science*, Vol.30 (2): 73-75.
- Böhm, N. ve W. Kulicke. 1999. Rheological studies of barley (1 $\rightarrow$ 3)(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -glukan in concentrated solution: mechanistic and kinetic investigation of the gel formation. *Carbohydrate Research*, Vol.315 (3-4): 302-311.
- Brennan, C.S. ve L.J. Cleary. 2005. The potential use of cereal (1 $\rightarrow$ 3,1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, Vol.42 (1): 1-13.

- Burkus, Z. ve F. Temelli. 1999. Gelation of barley  $\beta$ -glucan concentrate. *Journal of Food Science*, Vol.64 (2): 198-201.
- Charalampopoulos, D., R. Wang, S.S. Pandiella ve C. Webb. 2002. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, Vol.79 (1-2): 131-141.
- Cui, W. ve P.J. Wood. 2000. Relationships between structural features, molecular weight and rheological properties of cereal  $\beta$ -D-glucans: *Hydrocolloids*. 159-168 p. Ed: K. Nishinari. Elsevier Science, Amsterdam, Netherlands.
- Dello Staffolo, M., N. Bertola, M. Martino ve A. Bevilacqua. 2004. Influence of dietary fibre addition on sensory and rheological properties of yoghurt. *International Dairy Journal*, Vol.14 (3): 263-268.
- DeVries, J.W. 2001. The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*, Vol.46 (3): 112-126.
- Elsanhoty, R., A. Zaghlool ve A.H. Hassanein. 2009. The manufacture of low fat labneh containing barley  $\beta$ -Glucan 1-chemical composition, microbiological evaluation and sensory properties. *Current Research in Dairy Sciences*, Vol.1 (1): 1-12.
- Gibson, G.R. ve M.B. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, Vol.125 (6): 1401-1412.
- Gómez, C., A. Navarro, P. Manzanares, A. Horta ve J.V. Carbonell. 1997. Physical and structural properties of barley (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucan. Part II. Viscosity, chain stiffness and macromolecular dimensions. *Carbohydrate Polymers*, Vol.32 (1): 17-22.
- Gürsoy, O. ve Ö. Kınık. 2002. Probiyotik bir maya: *Saccharomyces boulardii*. *Gıda Teknolojisi*, Vol.6 (3): 58-63.
- Helland, M.H., T. Wicklund ve J.A. Narvhus. 2004. Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk- and water-based cereal puddings. *International Dairy Journal*, Vol.14 (11): 957-965.
- Jalili, T., R.E.C. Wildman ve D.M. Medeiros. 2001. Dietary fiber and coronary heart disease in "Nutraceuticals and functional foods". Ed: R.E.C. Wildman. C.R.C Press, Boca Raton, New York USA.
- Jaskari, J., P. Kontula ve A. Siitonen. 1998. Oat beta-glucan and xylan hydrolysates as selective substrates for *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* strains. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol.49 (2): 175-181.
- Johansson, L., L. Virkki, S. Maunu, M. Lehto, P. Ekholm ve P. Varo. 2000. Structural characterization of water soluble  $\beta$ -glucan of oat bran. *Carbohydrate Polymers*, Vol.42 (2): 143-148.
- Lambo, A.M., R. Öste ve M.E.G.L. Nyman. 2005. Dietary fibre in fermented oat and barley  $\beta$ -glucan rich concentrates. *Food Chemistry*, Vol.89 (2): 283-293.
- Lazaridou, A., C.G. Biliaderis ve M.S. Izydorczyk. 2003. Molecular size effects on rheological properties of oat beta-glucans in solution and gels. *Food Hydrocolloids*, Vol.17 (5): 693-712.
- Lee, Y.K., K. Nomoto, S. Salminen ve S.L. Gorbach. 1999. *Handbook of probiotics*. 210 p. A Wiley-Interscience Publication, New York, USA.
- Lee, S., K. Warner ve G.E. Inglett. 2005. Rheological properties and baking performance of new oat beta-glucan-rich hydrocolloids. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, Vol.53 (25): 9805-9809.
- Lee, S. ve G.E. Inglett. 2006. Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, Vol.41 (5): 553-559.



- Lee, S. ve G.E. Inglett. 2007. Effect of an oat  $\beta$ -glucan-rich hydrocolloid (C-trim30) on the rheology and oil uptake of frying batters. *Journal of Food Science*, Vol.72 (4): 222-226.
- Lee, S., G.E. Inglett, D.E. Palmquist, K.A. Warner. 2008a. Flavor and texture attributes of foods containing beta-glucan-rich hydrocolloids from oats. *LWT-Food Science and Technology*, Vol.42(1): 350-357.
- Lee, S., G. Biresaw, M.P. Kinney, G.E. Inglett. 2008b. Effect of cocoa butter replacement with a  $\beta$ -glucan-rich hydrocolloid (C-trim30) on the rheological and tribological properties of chocolates. *Journal of the Science of Food Agriculture*, Vol.89 (1): 163-167.
- Lyly, M., M. Salmenkallio-Marttila, T. Suortti, K. Autio, K. Poutanen ve L. Lahteenmaki, 2003. Influence of oat  $\beta$ -glucan preparations on the perception of mouthfeel and on rheological properties in beverage prototypes. *Cereal Chemistry*, Vol.80 (5): 536-541.
- Lyly, M. 2006. Added  $\beta$ -glucan as a source of fiber for consumers. 96 p. Julkaisija-Utgivare-Publication, Vuorimiehentie, Finland.
- Malkki, Y. ve E. Virtanen. 2001. Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum. A review. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, Vol.34 (6): 337-347.
- Malkki, Y. 2004. Trends in dietary fibre research and development. *Acta Alimentaria*, Vol.33 (1): 39-62.
- Mårtensson, O., R. Öste ve O. Holst. 2002. The effect of yoghurt culture on the survival of probiotic bacteria in oat-based, non-dairy products. *Food Research International*, Vol.35 (8): 775-784.
- Nelson, A.L. 2001. High-fibre ingredients. 97 p. Eagan Press, Minnesota, USA.
- Özcan, T. 2012. Fonksiyonel süt ürünleri ve sağlıklı yaşam. *Tarım Türk Dergisi*, Vol.38 (7): 156-160.
- Ralapati, S. ve W.R. LaCourse. 2002. Carbonhydrayes and Other Electrochemically Active Compounds In 'Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals'. 400 p. Ed: W.J. Hurst. C.R.C Press, USA.
- Ramirez-Santiago, C., L. Ramos-Solis, C. Lobato-Calleros, C. Peña-Valdivia, E.J. Vernon-Carter ve J. Alvarez-Ramirez. 2010. Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*, Vol.101 (3): 229-235.
- Ramulu, P. ve P.U. Rao. 2003. Total insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol.16 (6): 677-688.
- Roberfroid, M.B. 2000. Prebiotics and probiotics: Are they functional foods? *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol.71 (6): 1682-1687.
- Rosburg, V., T. Boylston ve P. White. 2010. Viability of *Bifidobacteria* strains in yogurt with added Oat Beta-Glucan and corn starch during cold storage. *Journal of Food Science*, Vol.75 (5): 439-444.
- Ryhänen, E.L., S. Mantere-Alhonen ve H.Salovaara. 1996. Effects of oat bran and rye bran diet on intestinal *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* flora on Wistar rats: Dietary Fiber and Fermentation in the Colon. 55-57 p. Ed: Y. Mälkki, J.H. Cummings. Office for Official Publications of European Communities, Luxembourg.
- Sahan, N., K. Yasar ve A.A. Hayaloglu. 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a  $\beta$ -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, Vol.22 (7): 1291-1297.
- Sghir, A., J.M. Chow ve R.I. Mackie. 1998. Continuous culture selection of *Bifidobacteria* and *Lactobacilli* from human faecal samples using fructooligosaccharide as selective substrate. *Journal of Applied Microbiology*, Vol.85 (4): 769-777.

- Skendi, A., C.G. Biliaderis, A. Lazaridou ve M.S. Izydorczyk. 2003. Structure and rheological properties of water soluble  $\beta$ -glucans from oat cultivars of *Avena sativa* and *Avena bysantina*. *Journal of Cereal Science*, Vol.38 (1): 15-31.
- Stack, H. M., N. Kearney, C. Stanton, G.F. Fitzgerald ve R.P. Ross. 2010. Association of Beta-Glucan endogenous production with increased stress tolerance of intestinal Lactobacilli. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol.76 (2): 500-507.
- Trepel, F. 2004. Dietary fibre: more than a matter of dietetica. I. Compounds, properties, physiological effects. *Wiener klinische Wochenschrift*, Vol.116 (2): 465-476.
- Tudorica, C.M., T.E.R. Jones, V. Kuri ve C.S. Brennan. 2004. The effects of refined barley  $\beta$ -glucan on the physico-structural properties of low-fat dairy products: curd yield, microstructure, texture and rheology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol.84 (10): 1159-1169.
- Vasanthan, T. ve F. Temelli. 2008. Grain fractionation technologies for cereal beta-glucan concentration. *Food Research International*, Vol.41 (9): 876-881.
- Vasiljevic, T., T. Kealy ve V. Mishra. 2007. Effects of  $\beta$ -glucan addition to a probiotic containing yogurt. *Journal of Food Science*, Vol.72 (7): 405-411.
- Vasiljevic, T. ve N.P. Shah. 2007. Fermented milk: health benefits beyond probiotic effect: Handbook of food product manufacturing. 99-115 p. Ed: Y.H. Hui. John Wiley and Sons, Inc., New Jersey, USA.
- Wood, P.J., J. Weisz ve W. Mahn. 1991. Molecular characterisation of cereal  $\beta$ -glucan: II. Size-exclusion chromatography for comparison of molecular weight. *Cereal Chemistry*, Vol.68 (5): 530-536.
- Wood, P.J. 1993. Physicochemical characteristics and physiological properties of oat (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucan: Oat Bran. 83-112 p. Ed: P.J. Wood. American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA.
- Wood, P.J. 1997. Functional foods for health: Opportunities for novel cereal processes and products: Cereals novel uses and processes. 223-239 p. Ed: G.M. Campbell, C. Webb, L.S. McKee. Plenum Publishing Corporation, New York, USA.
- Wood, P.J. 2004. Relationships between solution properties of cereal beta-glucans and physiological effects-A review. *Trends Food Science and Technology*, Vol.15 (6): 313-320.
- Xu, J., T. Chang, G.E. Inglett, S. Kim, Y. Tseng ve D. Wirtz. 2007. Micro heterogeneity and micro-rheological properties of high-viscosity oat  $\beta$ -glucan solutions. *Food Chemistry*, Vol.103 (4): 1192-1198.
- Zare, F., C.P. Champagne, B.K. Simpson, V. Orsat ve J.I. Boye. 2012. Effect of the addition of pulse ingredients to milk on acid production by probiotic and yoghurt starter cultures LWT- *Food Science and Technology*, Vol.45 (2): 155-160.