

GIDALARDA DİYET LİFİNİN ÖNEMİ

ÖZET

Diyet lifi, sindirim enzimlerine dirençli bir grup gıda bileşenidir ve başlıca tahıl, meyve ve sebzelerde bulunmaktadır. Farklı diyet lifi tipleri, özellikleri bakımından farklılık göstermektedir. Çözünür olmayan diyet lifi bağırsak sağlığı ile ilgiliyken, çözünür diyet lifi, temel olarak kandaki kolesterolün düşürülmesi ve glukozun bağırsaktaki absorpsiyonunun azaltılması ile ilişkilidir. Diyet lifi, bağırsak kanseri ve kardiyovasküler rahatsızlıklara karşı yararlı etkileri yanında gıda formülasyonlarında kullanılabilen teknolojik özelliklere de sahiptir. Ayrıca, diyet lifi düşük enerji değerine sahip ürünlerin temel bileşenini oluşturmaktadır. Bu nedenle, diyet lifi ile zenginleştirilmiş gıdalar giderek önem kazanmaktadır.

ABSTRACT

Dietary fibre is a group of food components which is resistant to digestive enzymes and found mainly in cereals, fruits and vegetables. Different types of dietary fiber may vary in their properties. Soluble dietary fiber is primarily associated with reduction of cholesterol in blood and the diminution in the intestinal absorption of glucose whereas insoluble dietary fiber is related to intestinal health. Dietary fibre also have technological properties that can be used in the formulation of foods as well as beneficial effects against colon cancer and cardiovascular diseases. In addition, dietary fibres compose the major component of products with low energy value. For this reason, foods riched by dietary fibre have been increasingly important.

1. GİRİŞ

Diyet lifi, ince bağırsakta sindirilemeyen (Thebaudin et al. 1997, Vasanthan et al. 2002), buna karşılık kalın bağırsakta fermente olan (Guillon and Champ 2000), sağlık için gerekli bir grup gıda bileşenidir. Bitki hücre duvarında bulunan lignin; kutin, mum, suberin gibi lignin türevleri (Vasanthan et al. 2002); selüloz, hemiselüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri, inülin ve oligofruktoz gibi oligosakkaritler (Idourine et al. 1996, Thebaudin et al. 1997, Grigelmo-Miguel et al. 1999a, Vasanthan et al. 2002), diyet lifi olarak tanımlanmaktadır. Bunun yanında, yapı bileşikleri olmayan gum arabik ve guar gum gibi gum maddeleri ve karragenan, agar, aljinat gibi deniz yosunu polisakkaritlerinin de (Thebaudin et al. 1997, Jiménez-Escrig and Sánchez-Muniz 2000) diyet lifi olduğu bildirilmektedir. Diyet lifi, nişasta olmayan polisakkarit olarak da ifade edilmektedir (Harris and Ferguson 1999). Ancak, sindirime dirençli nişasta bu tanımın dışında kalmaktadır (Guillon and Champ 2000). Çünkü, nişasta kaynaklı ürünlerin ince bağırsakta sindirilemediği, diğer polisakkaritlerin sindirilemediği retrograde olmuş amilozun yani dirençli nişastanın ise kısmen hidrolize edildiği bilinmektedir (BeMiller and Whistler 1996).

Diyet lifleri, çözünürlükleri esas alındığında çözünür ve çözünmeyen lifler olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. Çözünür diyet lifi, suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmak-

tadır. Çözünmeyen diyet lifi ise ağırlığının 20 katı kadar suyu absorblamakta, ancak viskoz yapı oluşturmamaktadır (Thebaudin et al. 1997). Diyet lifi, fekal hacmin artmasını sağlayarak bağırsak transit süresini kısaltmakta ve kabızlığın önlenmesine yardımcı olmaktadır (BeMiller and Whistler 1996). Bu etkinin daha çok çözünmeyen diyet lifinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü, çözünmeyen diyet lifi, doğrudan posa maddesi olarak dışkı kütlelerinde artışa neden olmaktadır. Buna karşılık, çözünür diyet lifi fermentasyona uğrayarak kısa zincirli yağ asitleri ile gaz oluşturmakta ve bu bileşikler bağırsak içeriğinin pH'sını değiştirerek bağırsakta bulunan bakteri kütlelerinde artışa neden olmaktadır. Ancak, çözünür diyet lifinin, su tutma kapasitesi ve gaz oluşumundaki rolü dikkate alındığında dışkı hacminde artışa neden olabileceği aktarılmaktadır (Roberfroid 1993). Diğer taraftan, çözünür diyet lifinin kandaki kolesterolün düşürülmesinde ve glukozun bağırsaktaki absorpsiyonunun azaltılmasında daha etkili olduğu bilinmektedir (Schneeman 1987, Baker 1994, Grigelmo-Miguel et al. 1999a). Genellikle diyet lifi bakımından zengin olan gıdalar her iki lif bileşenini de farklı oranlarda içermektedir. Meyve, sebze, sert kabuklu yemişlerde (Thebaudin et al. 1997) ve yulaf kepeğinde (Schneeman 1987) çözünür lif miktarının; buğday kepeğinde ise çözünmeyen lif içeriğinin daha fazla olduğu bildirilmektedir (Schneeman 1987). Çözünür diyet lifine örnek olarak gum maddeleri, pektin ile diğer jel benzeri polisakkaritler (Jiménez-Escrig and Sánchez-Muniz 2000), β -glukan (BeMiller and Whistler 1996), inülin (Causey et al. 2000); çözünmeyen diyet lifine ise bitki hücre duvarındaki selüloz, hemiselüloz ve lignin verilmektedir (Thebaudin et al. 1997).

2. DİYET LİFİ BİLEŞİKLERİ

2.1. Selüloz

Selüloz, bitki hücrelerinin duvarlarında, miyofibriller halinde bulunan β ,1-4 bağlı glukoz ünitelerinden meydana gelen linear yapıda bir moleküldür. Selüloz, birçok meyve ve sebzelerin hücre duvarında %30-40 oranında bulunmaktayken, tahıl tanelerinin bazı hücre duvarlarında sadece %2-4 oranında yer almaktadır (Harris and Ferguson 1999).

2.2. Pektin

Pektin veya pektik polimerler, oldukça kompleks polisakkaritler olup metille esterleşmiş galakturonik asit zincirinden oluşan bileşiklerdir. Bu zincirde bazen galakturonik asit ve ramnoz monomerlerinden oluşan ramnogalakturananlar yer alabilmektedir. Ramnoz monomerlerine de arabinoz veya galaktoz ile nötral pektik polisakkaritler içeren oligosakkaritler (arabinanlar, galaktanlar ve arabinogalaktanlar) bağlanmakta ve dallı yapının oluşmasına neden olmaktadır (Harris and Ferguson 1999).

Pektin, meyve ve sebzelerde yüksek, tahıllarda ise düşük miktarda bulunmaktadır. Ticari pektin preparatları genellikle turuncgöl meyve kabuklarından veya elma posasından ekstrakte edilmektedir. Bu preparatlar, gıda endüstrisinde başta jel maddesi olmak üzere geniş alanda kullanılmaktadır (Harris and Ferguson 1999).

2.3. Hemiselüloz (Selüloz Olmayan Polisakkaritler)

Hemiselüloz, genelde hücre duvarlarından alkali ile ekstrakte edilen polisakkarit olarak tanımlanmaktadır. Bu terim, aynı şekilde ekstrakte edilen polisakkaritler için genel bir tanım olarak kullanılmaktadır. Çünkü, meyve ve sebzelerin hücre duvarlarında selüloz yapısında olmayan en yaygın polimerler ksiloglukanlar olarak bilinmektedir. Bu moleküllerin yapısı selüloza benzemekte ancak çoğu glukoz monomeri ksiloz monomeriyle yer değiştirmektedir. Tahıl tanelerinin paranzima hücre duvarları da yapı bakımından farklı iki polisakkarit (arabinoksilan ve β -glukan) içermektedir. Arabinoksilan, çoğunluğu arabinoz ile yer değiştirmiş olan ksiloz zincirinden oluşmaktadır. Bazı arabinoz ünitelerinde ester bağlı ferulik asit de bulunmaktadır. β -glukanlar ise %30'u 1-3, β -glukoz ve %70'i 1-4, β -glukoz zincirinden oluşmaktadır (Harris and Ferguson 1999).

2.4. Lignin, Suberin ve Kutin

Bu bileşikler, sadece bazı hücre türlerinde bulunan kompleks yapıdaki polimerlerdir. Bitkilerde oldukça düşük oranda bulunmalarına karşın, kalın bağırsakta kanser oluşumuna karşı koruyucu olmaları nedeniyle önem taşımaktadırlar.

Lignin, bitki hücre duvarlarında polisakkaritlerle birlikte oluşan fenilpropanoid ünitelerinden meydana gelen bir polimerdir ve bitkinin olgunlaşmasını sağlamaktadır. Lignin, armutlarda kumsu yapıyı oluşturmaktadır. Suberin, lignine benzer bir yapı ve bu yapıya kovalent bağlı ikinci bir hidrofobik poliester kısımdan meydana gelmektedir. Patates yumrusunu da içine alan kök sebzelerinin kabuklarını oluşturan hücre duvarlarında mum bileşiklerine bağlı bir şekilde oluşmaktadır. Kutin ise, mum bileşikleriyle bağlanmış bir poliester olup bitkinin yaprak ve meyveleri gibi toprak üstü organlarının dış epiderm tabakasını oluşturmaktadır.

Lignin, suberin veya kutinin hücre duvarı polisakkaritlerini bağırsak bakteri enzimlerine karşı koruduğu ve ayrıca hücre duvarına hidrofobik özellik kazandırdığı bilinmektedir (Harris and Ferguson 1999).

2.5. Oligofruktoz ve İnülin

Oligofruktoz ve inülin, polimerizasyon derecesi 2-20 ve 2-60 arasında değişen β , 2-1 bağlı fruktoz monomerlerinden oluşmaktadır. Kalın bağırsakta sadece bifidobakteriler tarafından fermente edilmektedir. İnülin ve oligofruktozun sakkaritlerin sindirimini yavaşlattığı, kan şekeri seviyesini dengede tuttuğu belirtilmektedir (Roberfroid 1993). İnülin,

başlıca hindiba, sarımsak, soğan ve pırasada bulunmaktadır (Causey et al. 2000).

2.6. Dirençli Nişasta

Nişasta, amiloz ve amilopektinden oluşmaktadır. Amiloz, α ,1-4 bağlı, amilopektin ise α ,1-4 ve α ,1-6 bağlı glukoz monomerlerinden meydana gelmektedir. Dirençli nişasta ise nişasta ile aynı yapıda olan ancak vücutta sindirilemeyen nişasta olarak tanımlanmaktadır ve doğada 3 farklı şekilde bulunmaktadır.

- *Sindirim enzimleri tarafından fiziksel olarak ulaşılmayan yani lif materyali içerisinde paketlenmiş formda bulunan nişasta ör; tohum, v.b.*
- *Ham patates ve yeşil muzda bulunan ham nişasta granülleri.*

-Kristalize olmayan (retrograde olmuş) amilozu oluşturan nişasta. Bu nişasta, daha çok pişmiş, daha sonra da soğumuş patates ve mısır cipslerinde görülmektedir (Brauns et al. 2002).

2.7. Gum Maddeleri

Bitki salgıları olarak bilinen gum maddeleri yüksek viskozite ve jel oluşturma özellikleri nedeniyle gıdalarda tekstürün korunması amacıyla kullanılmaktadır. Guar gum, gum bitkisinden, karragenan ve agar kırmızı deniz yosunundan (Jiménez-Escrig and Sánchez-Muniz 2000), aljinat ise kahverengi deniz yosunundan elde edilmektedir (Nussinovitch 1997).

3. DİYET LİFİNİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Hidrasyon Özellikleri

Diyet lifinin hidrasyon özellikleri su tutma, su bağlama kapasitesi, şişme ve çözünürlük olmak üzere 4 farklı şekilde tanımlanmaktadır. Şişme, su tutma ve su bağlama kapasitesinin çözünmeyen diyet lifi ile ilgili olduğu bilinmektedir.

Su tutma kapasitesi, herhangi bir dış kuvvet uygulanmaksızın (yer çekimi kuvveti ve atmosfer basıncı dışında) life bağlanan su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Su tutma kapasitesi, belirli bir buhar basıncı altında, numunenin gözeneklerinde absorbe edilen su miktarının ölçülmesiyle belirlenebilmektedir (Thebaudin et al. 1997). Su tutma kapasitesi fazla olan diyet lifince zengin ürünler, gıdalarda sineresinin önlenmesinde, gıdaların viskozitesinin ve yapısının modifiye edilmesinde kullanılabilir (Grigelmo-Miguel et al. 1999a). Elma, portakal, şeker pancarı ve soya lifi ile buğday kepeğinin su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Weber et al. 1993)

Su bağlama kapasitesi, genelde santrifüj olmak üzere bir dış kuvvet uygulandıktan sonra lifte bağlı kalan su miktarı

olarak ifade edilmektedir (Thebaudin et al. 1997). Partikül iriliğinin su tutma kapasitesini etkilediği, partikül iriliği arttıkça su tutma kapasitesinin de arttığı bildirilmektedir. Nitekim, Sosulski ve Cadden (1982), kaba partiküllü buğday kepeğinin 3.15 g su; ince partiküllü buğday kepeğinin ise 1.35 g su bağladığını saptamışlardır.

Çözünürlük ve şişme özellikleri ise birbiriyle bağlantılıdır. Polisakkaritlerin ilk aşamadaki çözünürlüğü şişmedir. Su, katı yapıya doğru hareket etmekte, makromoleküller de tamamen disperse olana kadar yayılmakta yani şişmektedir. Bu durum, moleküllerin çözünürlüğü şeklinde ifade edilmektedir. Buna karşılık, selüloz gibi bazı polisakkaritler ise yapılarından dolayı disperse olamamaktadır (Thebaudin et al. 1997).

3.2. Yağ Absorblama Kapasitesi

Çözünmeyen lifler, ağırlıklarının 5 katı kadar yağı tutabilmektedirler. Bu özellik, et ürünlerinde olduğu gibi gıdaların pişirilmesi sırasında normalde kaybolan yağın tutulmasını sağlamaktadır. Bu durum, gıdadaki lezzetin korunması ve gıdanın teknolojik özelliğinin artırılması için önem taşımaktadır (Thebaudin et al. 1997). Yüksek yağ absorblama kapasitesi, yağ ve su emülsiyonlarında stabilitenin sağlanması açısından önem taşımaktadır (Grigelmo-Miguel et al. 1999a). Diyet lifinin yağ absorblama kapasitesinin partikül iriliğine göre değiştiği, iri partiküllü olanların yağı daha fazla absorbe ettiği belirlenmiştir (Prakongpan et al. 2002). Partiküllerinin büyük olması nedeniyle buğday kepeği ve şeker pancarı liflerinin yağ tutma kapasitelerinin yüksek olduğu aktarılmaktadır (Thebaudin et al. 1997).

3.3. Tekstürel Özellikleri

Diyet lifinin, gıdaların yapısını ve stabilitesini değiştirmesi üzerine etkisi suyu bağlama özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Ksantan ve locust bean gum yapıyı sıkılaştırarak; karragenan ve pektin jel oluşturarak gıdanın yapısının stabil kalmasını sağlamaktadır. Gıdadaki stabil yapı, dispersiyon, emülsiyon ve köpük gibi oluşumların devamının sağlanması şeklinde açıklanabilmektedir. Örneğin, aljinatların meyveli içeceklerde meyve pulpunu askıda tutarak çökmesini engellediği; propilen glikol aljinatın ise bira köpüğünün stabilitesini sağladığı, dondurmalara pürüzsüz ve kıvamlı yapı kazandırdığı bildirilmektedir (Soyer ve Karadeniz 2003). Diyet lifi kaynağı ve partikül iriliğinin de sıkı yapının oluşmasında etkili olduğu, elma ve şeker pancarı liflerinin, buğday lifine kıyasla daha sıkı bir yapı meydana getirdiği bildirilmektedir (Thebaudin et al. 1997).

3.4. Kristalize Olmama Özellikleri

Buğday ve çavdardan saflaştırılmış arabinoksilanlar gibi bazı hücre duvarı polisakkaritleri, suyun sıcaklığı donma noktasının altına düştüğünde kristal oluşumunu sınırlandırmaktadır (Thebaudin et al. 1997).

4. PROSESİN DİYET LİFİ ÜZERİNE ETKİSİ

Proses sırasında, diyet lifi polisakaritlerindeki glikozidik bağların parçalanabileceği ve bu nedenle fiziksel özelliklerinin değişebileceği ileri sürülmektedir. Glikozidik bağların kopması, diyet lifinin çözünürlüğünü artırmakta ve diyet lifinde kayba neden olmaktadır. Haşlanmış ve dondurulmuş havuçların NaCl ile birlikte kaynar suda pişirilmesi sonucunda çözünmeyen diyet lifinin azaldığı saptanmıştır. Nitekim, çözünmeyen diyet lifinin çözünür diyet lifine kıyasla ısı işleme daha duyarlı olduğu bildirilmektedir (Nyman et al. 1987). Bu sonuç, lifteki bağların NaCl tarafından katalize edilerek kırılması şeklinde açıklanmaktadır. Düşük konsantrasyondaki $CaCl_2$ 'ün ise pektin zincirindeki bağlanmayı artırdığı ve daha stabil yapı oluşturduğu belirtilmektedir. Stabil hücre yapısından karbohidratların ayrılması güçleşeceği için diyet lifi miktarında değişiklik saptanmamıştır. Ancak, yüksek konsantrasyonlardaki $CaCl_2$ 'ün havuçtaki toplam diyet lifinde ve lifin viskozitesinde azalmaya neden olduğu bildirilmektedir (Nyman and Svanberg 2002). Ayrıca, havuçlardaki diyet lifinin fasulye ve armuttaki diyet lifine kıyasla ısı işleme ve depolamaya daha duyarlı olduğu saptanmıştır (Nyman et al. 1987).

5. DİYET LİFİNİN SAĞLIĞA ETKİSİ

5.1. Diyet Lifinin Mide ve Bağırsak Sistemindeki Fonksiyonu

Diyet lifi bileşikleri gastrointestinal sistemin normal fonksiyonunun devamını sağlaması, bağırsak ve fekal hacmini artırarak bağırsaktaki gıdaların transit süresini kısaltması ve kabızlığı önlemesi nedeniyle oldukça önem taşımaktadır. Başta pektin ve guar gum olmak üzere çözünür diyet lifi bileşenlerinin midenin boşalmasını geciktirdiği bildirilmektedir. Diyet lifinin bu etkiyi, viskoz ve jel yapı oluşturarak sağladığı düşünülmektedir (Roberfroid 1993). Bu nedenle lifçe zengin gıdaların doygunluk sağladığı ve günde 25-50 g diyet lifinin tüketilmesinin yararlı olduğu bildirilmektedir (BeMiller and Whistler 1996).

İnülin ve oligofruktoz gibi diyet lifi oligosakaritleri prebiyotiklere örnek olarak verilebilir (Roberfroid 1993). Prebiyotikler, bağırsakta bulunan bakteri türlerinin aktivitesini teşvik eden ve dolayısıyla sağlığın devamı için gerekli olan gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Brauns et al. 2002). Ayrıca, 4 g fruktan tüketiminin probiyotik olarak bilinen bağırsak bifidobakterilerinde önemli bir artışa neden olabileceği aktarılmaktadır (Causey et al. 2000). Probiyotikler, benzoik asit ve hidrojen peroksit gibi antimikrobiyel bileşikler oluşturarak yararlı mikrofloraya uygun ortam yaratmakta ve bağırsak bakteri popülasyonunun düzenlenmesini sağlamaktadır.

Diyet lifinin bağırsak kanserine karşı koruyucu olduğu (Levi et al. 2001), bu etkiyi bileşiklerin bağırsaktan geçişini kısal-

tıp bağırsak mukozasının potansiyel karsinojenlere maruz kalma süresini kısaltarak (Harris and Ferguson 1999) ve fekal hacmi artırıp kansere neden olabilecek bileşikleri seyrelterek sağladığı düşünülmektedir (Reddy 1999). Farklı kaynaktan elde edilen diyet lifinin kanseri önleme derecesi de farklılık göstermekte, buğday kepeğinin koruyucu etkisinin selüloza kıyasla daha fazla olduğu bildirilmektedir (Kritchevsky and Klurfeld 1997).

5.1.1. Diyet lifinin kalın bağırsakta fermentasyonu

İnce bağırsakta sindirilemeyen diyet lifi, kalın bağırsaktaki bakteri popülasyonu tarafından fermente olmaktadır. Çözünür diyet lifi yüksek oranda fermente olurken, çözünmeyen bir lif olan selülozun spesifik bazı koşullarda kısmen fermente olduğu bildirilmektedir. Diyet lifinin fermentasyonu sonucu bağırsak mikroflorası artmakta, bağırsak mukozası ve ortam pH'sı değişime uğramaktadır. Diyet lifinin fermentasyonu ile CO_2 , H_2 , CH_4 gibi gazlar oluşmakta ve bu gazlar bağırsakta şişkinliğe neden olmaktadır (Roberfroid 1993). Butirik, propiyonik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri ve laktik asit de fermentasyon ile meydana gelen bileşikler arasında yer almaktadır. Kısa zincirli yağ asitleri, ya bağırsak duvarından absorbe edilerek ya da kan dolaşımıyla karaciğere taşınarak metabolize olmakta ve enerji oluşumunda rol oynamaktadır. Nitekim, vücuttaki enerjinin yaklaşık %7'sinin kalın bağırsaktaki mikroorganizmalar ile parçalanmış polisakaritlerden ortaya çıkan şekerlerden ve/veya bu polisakaritlerin fermentasyonu ile oluşan asidik ürünlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (BeMiller and Whistler 1996). Bağırsak epitel hücreleri için gerekli olan butirik asidin ortamda artması ile bu hücrelerin çoğalmasını sağladığı (Roberfroid 1993, Brauns et al. 2002), buna karşılık hastalıklı ve anormal hücrelerin oluşumunu inhibe ettiği, bu nedenle butirik asidin kolit ve bağırsak kanseri gibi bağırsak hastalıklarına karşı koruyucu olduğu düşünülmektedir (Nyman and Svanberg 2002). Nitekim, dirençli nişastanın fermentasyon sonunda fazla miktarda butiratu oluşturmasından dolayı bağırsak kanseri riskini azalttığı öne sürülmektedir (Puupponen-Pimiä et al. 2002). Ayrıca bağırsak dokusunda kullanılan oksijenin %70'inden fazlasının butirat oksidasyonunda harcanması, butiratu bağırsak dokusunun temel enerji kaynağı haline getirmektedir (Asp 1996, Brauns et al. 2002). Oluşan laktik asit ise, bağırsak asitliğini artırmakta ve patojen mikroorganizmaların gelişimine antagonistik etkiye bulunmaktadır.

5.2. Diyet Lifinin Lipit Metabolizmasına Etkisi

Çözünür diyet lifinin lipit metabolizmasına etki ettiği, toplam kolesterol ve LDL kolesterolü düşürme potansiyeline sahip olduğu aktarılmaktadır. Çözünür diyet lifinin kolesterol birikimine engel olduğu, VLDL (Very Low Density Lypoprotein)'yi azalttığı, VLDL'nin LDL (Low Density Lypoprotein)'ye dönüşümünü inhibe ettiği bildirilmektedir (Guillon and Champ

2000). Nitekim, Leontowicz et al. (2001), kolesterol ilaveli diyetle beslenen farelerde toplam kolesterol ve plazma lipitlerinin arttığını belirlerken, elma posası veya şeker pancarıyla verilen kolesterol ilaveli diyetin LDL kolesterol, trigliserit ve toplam kolesterolü artırmadığını saptamıştır. Ayrıca kolesterolü yüksek kadın ve erkeklerin diyetlerine günde 15 g çözünür diyet lifi karışımı (pisilyum, pektin, guar ve locust bean gum) verilmiş ve 8 hafta sonunda toplam kolesterol ile LDL'yi sırasıyla %6.4 ve %10.5 oranında düşürdüğü belirlenmiştir (Jensen et al. 1997). Kolesterolü yüksek erkeklerde günde 20 g hindiba inülinin 3 hafta boyunca tüketilmesinin de, serum trigliserit miktarını önemli oranda azalttığı saptanmıştır (Causey et al. 2000). Orta yaşlı, sağlıklı kadınlarda 6 yıl boyunca yapılan bir araştırmada da diyet lifi alımıyla kardiyovasküler rahatsızlıklar arasında ters bir ilişki olduğu saptanmış ve yüksek oranda lifçe zengin tahıl, meyve ve sebze tüketiminin kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olduğu kanıtlanmıştır (Liu et al. 2002).

Diyet lifinin kolesterol miktarını azaltıcı etkisinin yağ ve kolesterol absorpsiyonunu sağlayan misellerin oluşumu için gerekli safra tuzlarının diyet lifiyle bağlanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Roberfroid 1993, Thebaudin et al. 1997). Kolesterol, çeşitli gıdalarla vücuda alınabilirdiği gibi vücutta karaciğer tarafından da sentezlenmektedir. Karaciğer, diyetle alınan kolesterol miktarına göre; sentezi azaltarak ya da mevcut kolesterolü safra asidine çevirerek, kolesterol miktarını azaltmaktadır. Diyetle alınan kolesterol ve vücutta yapılan kolesterol ile safra olarak bağırsaklara dökülen kolesterol arasında denge bulunmaktadır (Baysal 1997). Bağırsakta bulunan safra asidinin bir kısmı atılmakta, bir kısmı da tekrar karaciğere taşınmaktadır. Diyet lifinin safra tuzlarıyla bağlanması vücuttaki dengeyi bozmakta, karaciğerden yeniden safra asidinin salgılanmasına neden olmakta ve kolesterol miktarının azalmasını sağlamaktadır (Schneeman 1998, Guillon and Champ 2000). Ancak, diyet lifinin bu etkisinin daha çok karaciğerde sentezlenen kolesterol üzerine olduğu ileri sürülmektedir (Roberfroid 1993). Çözünür özellikteki diyet lifinin viskoz yapı oluşturması nedeniyle bağırsaktaki yağ emilim hızını yavaşlatması da kandaki kolesterolün azalmasında etkili olduğu düşünülen diğer bir özelliğidir (Schneeman 1998).

5.3. Diyet Lifinin Karbonhidrat Metabolizması Üzerine Etkisi

Bilindiği gibi kolay sindirilebilir karbonhidratlar, glukoz absorpsiyonunu hızlandırmakta ve kan şekerinin artmasına neden olmaktadır. Lifçe zengin gıdalar, glukozun absorpsiyonunu azaltması nedeniyle karbonhidrat metabolizmasına etki etmekte, bu nedenle kandaki şeker seviyesini dengede tutmaktadır. Gıdadaki lif, hazırlanma ya da çiğnenme sırasında zarar görmemişse, nişastayı midedeki fiziksel aktiviteye ve kalın bağırsaktaki mikrobiyal aktiviteye kadar koru-

maktadır. Bu nedenle fasulye, mercimek ve bezelye gibi en dirençli hücre duvarına sahip gıdaların glisemik indeksinin düşük olması beklenmektedir (Guillon and Champ 2000). Nitekim, gıdaların kandaki glukoz seviyesini beyaz ekmek gibi referans olarak alınan bir gıdaya kıyasla hangi oranda artırdığının göstergesi olan glisemik indeksin, gıdaların sindirilme hızıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Jenkins et al. 1990). β -glukanların da kan şekerinin düzenlenmesi üzerine pozitif etkide bulunduğu ve bu etkinin artan viskozite ile doğru orantılı olduğu bildirilmektedir (BeMiller and Whistler 1996). Diyet lifinin, viskoz yapıda olması nedeniyle midenin boşalmasını yavaşlattığı, α -amilazın aktivitesini düşürdüğü, nişastanın hidrolizi ile oluşan glukozun absorpsiyonunu azalttığı ve böylece kan şekerinin düşmesini sağladığı düşünülmektedir (Roberfroid 1993).

6. DİYET LİFİNİN METABOLİZMADA OLUMSUZ ETKİLERİ

6.1. Diyet Lifinin Minerallere Etkisi

İnsanlarda artan diyet lifi alımı ile kalsiyum, magnezyum, çinko ve fosfor miktarları arasında ters bir ilişki olduğu aktarılmaktadır. Diyet lifinin mineral absorpsiyonunu engellediği ve bu etkinin daha çok kendisine bağlı fitik ve oksalik asitler ile proteinlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle tahıl ürünlerinde ve soya gibi gıdalarda bulunan fitatin insan ve farelerde Ca absorpsiyonunu inhibe ettiği bilinmektedir. Nitekim, Harrington et al. (2001), elma, portakal, armut, şeker pancarı, arpa ve buğday lifinin Ca absorpsiyonunu araştırmış ve sadece fitat içermesi nedeniyle buğday kepeğinin Ca absorpsiyonunu azalttığını belirlemiştirler.

Diyet lifi, vücuttaki mineralleri bağlayarak veya bağırsaktaki transit süresini kısaltarak mineral yararlılığı sınırlandırılmaktadır. Diyet lifinin mineralleri bağlama kapasitesinin, ortamın pH değerine göre değiştiği, buğday kepeği ve elma lifinin çinkoyu en fazla pH 7.2'de bağladığı bildirilmektedir (Casterline and Ku 1993). Farklı diyet lifi kaynakları da ortamda bulunan mineraller üzerine farklı etki göstermektedir. Örneğin, buğday kepeğinin pirinç kepeği ve yulaf lifine kıyasla daha fazla kalsiyum ve magnezyum, yulaf lifinin de buğday ve pirinç kepeğine kıyasla daha fazla bakır bağladığı bildirilmektedir. Ayrıca buğday ve pirinç lifiyle magnezyum arasındaki bağın yulaf lifine kıyasla daha güçlü olduğu saptanmıştır (Idourine et al. 1996). Hücre dışı yapılan bir çalışmada ligninin kalsiyumu tutma kapasitesinin yüksek, buna karşılık selüloz ve pektinin kalsiyumla bağlanmasının zayıf olduğu belirlenmiştir (Torre et al. 1992). Ayrıca, selülozun çinko bağlama kapasitesinin en az; gum maddelerinin az; pektinin fazla; ligninin ise en yüksek olduğu belirlenmiştir (Casterline and Ku 1993). Lifin partikül iriliğinin de lifin mineralleri bağlama kapasitesi üzerine etkili olduğu, azalan partikül boyutuyla minerallerin lif

tarafından tutulmasının da azaldığı saptanmıştır (Sangnark and Noomhorm 2003). Diğer taraftan, Luccia and Kunkel (2002) hücre dışı yaptığı bir çalışmada selüloz, metilselüloz ve pisilyumun kalsiyumu bağlamadığını saptamıştır. Ayrıca, inülin ve guar gum hidrolizatlarının kalsiyum (Harrington et al. 2001), dirençli nişastanın da kalsiyumla beraber magnezyumun absorpsiyonunu artırdığı aktarılmaktadır (Brauns et al. 2000).

6.2. Diyet Lifinin Vitaminlere Etkisi

Diyet lifinin başta E ve D vitamini olmak üzere bazı vitaminlerin vücuttaki yararlılığı üzerine olumsuz etkisi bulunduğu bildirilmektedir. Buğday kepeğinin, α -tokoferolün vücuttaki yararlılığını azalttığı aktarılmaktadır. Bu etkinin, lifin partikül iriliğine ve lif kaynağına göre değiştiği, kaba partiküllü buğday kepeği ile beslenen farelerde α -tokoferol miktarının ince partiküllü buğday kepeği veya selüloz ile beslenenlere kıyasla daha düşük olduğu aktarılmaktadır. Ayrıca, lif içeriği zengin diyetle beslenmenin D vitamini atılımını artırdığı, bu nedenle vejeteryanlarda D vitamini eksikliği görülebildiği belirtilmektedir (Thebaudin et al. 1997).

7. DİYET LİFİNİN GIDALARDAKİ KULLANIM ALANLARI

Teknolojik ve tekstürel özelliklerinin belirlenmesiyle diyet lifi, gıda üreticileri tarafından dikkat çekmiş ve gıda üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, diğer karbohidratlara kıyasla daha düşük enerji içermesi, günümüzde diyet ürünler olarak bilinen lif içerikli gıdaların yaygınlaşmasına neden olmuştur. Diyet liflerinin hepsi bakteriler tarafından parçalanmadığından 1g diyet lifinin kalori değerinin ortalama 2 kcal olduğu öne sürülmektedir. Gerçek değer 0-3 kcal/g arasında değiştiği, fermente olmayan diyet liflerinin enerji değerinin 0 kcal/g; fazla miktarda fermente olan diyet liflerinin enerji değerinin ise 3 kcal/g olduğu bildirilmektedir (Stark and Madar 1994).

Nötral lifler olarak tanımlanan armut, yulaf, pirinç ve mısır lifleri hiçbir değişime uğramadan gıdalara katılmaktadır. Nötral olmayan kakao, elma ve turunçgil lifleri ise lifteki diğer moleküllere bağlı olarak gıdaya renk ve lezzet kazandırmaktadır. Diyet liflerinin gıdalara ilave edilmesi içeriğin değişimine neden olabilmektedir. Örneğin, keklerle diyet lifi katılması halinde daha fazla suya gereksinim duyulmaktadır (Thebaudin et al. 1997). Ayrıca, şeftali diyet lifinin pandispanya tadındaki küçük ekmeğin (muffin) yapımına katıldığı ve nem içeriğini artırdığı belirlenmiştir. %2, 3, 4 ve 5 oranında katılan şeftali diyet lifinin muffinlerde flavoru geliştirdiği, yumuşak bir yapı kazandırdığı ve kalori değerini düşürerek sağlıklı bir ürün oluşturduğu saptanmıştır. Ancak %10 oranında katılan lifin, sert yapıya ve çiğnemede zorluğa neden olduğu bildirilmektedir (Griegelmo- Miguel et al. 1999b). Buğday kepeğinden yapılan

muffinlerde, buğday kepeğinin %50'si yerine kullanılan elma posası lifinin daha iyi bir yapı ve flavor oluşturduğu, daha tatlı, daha yumuşak ve daha nemli olduğu belirlenmiş ve elma posası katılan muffinlerin panelistlerce tercih edildiği saptanmıştır. Yine, kurabiye yapımında kullanılan un ve yulafın %40'ı oranında elma posası katılması sonucu kurabiyelerin daha çok beğenildiği belirtilmektedir (Wang and Thomas 1989).

Bisküvi, pişmiş et ürünleri, içecek, sos, tatlı ve yoğurtlarda, şekerlemelerde kullanılan çözünmeyen diyet lifi, hacmi artırmakta ve bu ürünlerin kalori değerini azaltmaktadır. Diyet lifi, pişmiş et ürünlerinde, kıyma, sucuk, çikolata ve keklerde yağ yerine kullanılarak yağ miktarının azalmasını sağlamaktadır. Selüloz, soya, bezelye, şeker pancarı lifleri; balık ve tavuk kızartmalarında olduğu gibi kızartılmış ürünlerde de tutulan yağ miktarının azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca, selüloz içerikli kızarmış hamurun yağ içeriğinin azalması dışında, hacminin arttığı, daha hafif, daha esnek ve daha üniform bir yapıya dönüştüğü aktarılmaktadır (Thebaudin et al. 1997). Bunun yanında, pektin, guar gum, ksantan gum, karragenan, gum arabik gibi diyet liflerinin yağ taklitleri olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Yağ taklitleri, trigliseritlerin duyuşsal ve fiziksel özelliklerini taklit eden ancak yağ ile bire bir oranında yer değiştirilemeyen ve kalori değeri 0-4 kcal/g arasında değişen bileşiklerdir (Akoh 1998).

Diyet lifi, pişmiş et ürünlerinde ve makarnalarda yağ ve su tutma kapasitesi nedeniyle pişme verimini artırmaktadır. Nitekim, sığır etine katılan ananas lifinin pişme sonunda etin çapını artırdığı yani pişme kaybını azalttığı belirlenmiştir (Prakongpan et al. 2002). Makarna üretiminde de buğday ununun bir kısmı yerine guar gumun kullanıldığı, guar gumun, pişme verimini buğday unundan elde edilen makarnalara kıyasla artırdığı ve bu etkiyi nişasta granüllerini sararak ve pişme sırasında nişasta granüllerini çevreleyerek sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca guar gumun yüksek su tutma kapasitesinden dolayı makarnaların daha fazla şişmesini sağladığı bildirilmektedir (Tudorica et al. 2002).

Selülozun ve buğday kepeğinin kurabiye, bisküvi ve kızarmış ürünlerde un ve yağ yerine kullanılması, sıkı yapının oluşmasını sağlamaktadır. Kek ve bisküvilerde bir kısım unla yer değiştiren lif (meyve, şeker pancarı, buğday kepeği, selüloz veya patates kabuğu) sıkı yapının depolama boyunca korunmasını sağlamaktadır (Thebaudin et al. 1997). Ekmeğe ilave edilen diyet lifinin de ekmeğin bayatlamasını geciktirdiği aktarılmaktadır.

Keklere katılan selülozun, hacim verdiği, yumuşak yapıyı geliştirdiği ve raf ömrünü uzattığı bildirilmektedir (Prakongpan et al. 2002). Diyet lifleri, çerez gıdalar ile ekstrüde ürünlerde ise stabilizeyi ve teknolojik verimi artırmaları, kurutma

süresini kısaltmaları nedeniyle önem taşımaktadır. Diyet lifleri, kahvaltılık tahıl ürünleri, gofret, meyve ürünleri ve yoğurtlarda toplam diyet lifi içeriğinin artırılması amacıyla kullanılmaktadır. Diyet lifi ayrıca, su tutma kapasiteleri sebebiyle sos ve çorbalarda, topaklaşmayı önlemesi nedeniyle de toz karışımlarında kullanılmaktadır (Thebaudin et al. 1997).

8. SONUÇ

Önceki yıllarda besin değeri olmadığı düşünülen ve posa olarak bilinen diyet lifi; sağlık üzerine olumlu etkilerinin saptanması, teknolojik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesinden sonra dikkat çekmiş, gıdalarda arzu edilen özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Nitekim diyet lifi, enerji değerinin diğer karbonhidratlara kıyasla düşük olması ve tokluk hissi oluşturmaya sebebiyle günümüzde diyet ürünlerinin temel bileşenini oluşturmaktadır. Diyet lifinin kan şekeri düzenlemesi, kolesterol seviyesini düşürmesi, bağırsak kanseri ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olması, sağlık üzerine olumlu etkileri arasında sayılmaktadır. Ancak, bazı vitaminlerin vücuttaki yararlılığına olumsuz etki etmesi, bazı minerallerin de absorpsiyonunu engellemesi kullanımını sınırlandıran etkenler arasında yer almaktadır. Buna karşılık, günde 25-50 g diyet lifi tüketiminin sağlık açısından gerekli olduğu belirtilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akoh, C.C. 1998. Fat replacers. *Food Tech*, 52; 47-53.
- Asp, N.G. 1996. Dietary carbohydrates: clasification by chemistry and physiology. *Food Chem*, 57; 9-14.
- Baker, 1994. Citrus pectin and fiber. *Food Technol*, 134-139.
- Baysal, A. 1997. Beslenme, Hatiboğlu Yayınevi, pp. 494, Ankara.
- BeMiller, J.N. and Whistler, R.L. 1996. Dietary fiber and carbohydrate digestibility. In 'Food Chemistry', O.R. Fennema (ed), Marcel Dekker, pp. 157-224, New York.
- Brauns, F., Kettlitz, B., Arrigoni, E. 2002. Resistant starch and 'the butyrate revolution'. *Trends Food Sci Tech*, 13; 251-261.
- Casterline, J.L. and Ku, Y. 1993. Binding of zinc to apple fiber, wheat bran, and fiber components. *J Food Sci*, 58(2); 365-368.
- Causey, J.L., Feirtag, J.M., Gallaher, D.D., Tungland, B.C., Slavin, J.L. 2000. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutr Res*, 20; 191-201.
- Griguelmo-Miguel, N., Gorinstein, S., Martin-Belloso, O. 1999a. Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chem*, 65; 175-181.
- Griguelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E., Martin-Belloso, O. 1999b. Development of high-dietary-fibre muffins. *Eur Food Res Tech*, 210; 123-128.
- Guillon, F. and Champ, M. 2000. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Res Int*, 33; 233-245.
- Harrington, M.E., Flynn, A., Cashman, F.K.D. 2001. Effects of dietary fibre extracts on calcium absorbtion in the rat. *Food Chem*, 73; 263-269.
- Harris, P.J. and Ferguson, L.R. 1999. Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis. *Nutr Res*, 443; 95-110.
- Idouraine, A., Khan, M.J., Weber, C.W. 1996. In vitro binding capacity of wheat bran, rice bran, and oat fiber for Ca, Mg, Cu, and Zn alone and in different combinations. *J Agric Food Chem*, 44;2067-2072.
- Jenkins, D.J.A., Jenkins, A.L., Wolever, T.M.S., Vuksan, V. 1990. Fiber and physiological and potentially therapeutic effects of slowing carbohydrate absorbtion. In 'New Developments in Dietary Fiber', I. Furda and C.J.Brine (eds.), Plenum press, pp. 129-134, New York.
- Jensen, C., Haskell, W., Whittam, J.H. 1997. Long-term effects of water-soluble dietary fiber in the management of hypercholesterolemia in healthy men and women. *Am J Cardiol*, 79; 34-37.
- Jiménez-Escrig, A. and Sánchez-Muniz, F.J. 2000. Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutr Res*, 20; 585-598.
- Kritchevsky, D. and Klurfeld, D.M. 1997. Interaction of fiber and energy registration in experimental colon carcinogens. *Cancer Lett*, 114; 51-52.
- Leontowicz, M., Gorinstein, S., Bartnikowska, E., Leontowicz, H., Kulasek, G., Trakhtenberg, S. 2001. Sugar beet pulp and apple pomace dietary fibers improve lipid metabolism in rats fed cholesterol. *Food Chem*, 72; 73-78.
- Levi, F., Pasche, C., Lucchini, F., La Vecchia, C. 2001. Dietary fibre and risk of colorectal cancer. *Eur J Cancer*, 37; 2091-2096.
- Liu, S., Buring, J.E., Sesso, H.D., Rimm, E.B., Willet, W.C., Manson, J.E. 2002. A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. *J Am Coll Cardiol*, 39; 49-56.
- Luccia, B.H.D. and Kunkel, M.E. 2002. In vitro availability of calcium from sources of cellulose, methylcellulose, and psyllium. *Food Chem*, 77; 139-146.
- Nussinovitch, A. 1997. Hydrocolloid Applications. Chapman & Hall, London, pp. 354.
- Nyman, M., Palsson, K.-E., Asp, N.-G. 1987. Effects of pro-

- cessing on dietary fibre in vegetables. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol*, 20; 29-36.
- Nyman, E.M.G.-L. and Svanberg, S.J.M. 2002. Modification of physicochemical properties of dietary fibre in carrots by mono- and divalent cations. *Food Chem*, 76; 273-280.
- Prakongpan, T., Nitithamyong, A., Luangpituksa, P. 2002. Extraction and Application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. *J Food Sci*, 67; 1308-1313.
- Puupponen-Pimiä, R., Aura, A.-M., Oksman-Caldentey, K.-M., Myllärinen, P., Saarela, M., Mattila-Sandholm, T., Poutanen, K. 2002. Development of functional ingredients for gut health. *Trends Food Sci Tech*, 13; 3-11.
- Reddy, B.S. 1999. Role of dietary fibre in colon cancer: an overview. *Am J Med*, 106 (1A); 16S-19S.
- Roberfoid, M. 1993. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 33; 103-148.
- Sangnark, A. and Noomhorm, A. 2003. Effect of particle sizes on in-vitro calcium and magnesium binding capacity of prepared dietary fibers. *Food Res Int*, 36; 91-96.
- Schneeman, B. 1987. Soluble vs insoluble fiber-different physiological responses. *Food Technol*, 41; 81- 82.
- Schneeman, B. 1998. Dietary fiber and gastrointestinal function. *Nutr Res*, 18; 625- 632.
- Sosulski, F.W. and Cadden, A.M. 1982. Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. *J Food Sci*, 47; 1472-1477.
- Soyer, Y. ve Karadeniz, F. 2003. Aljnatların gıda endüstrisinde kullanım alanları. *Gıda Dergisi (Basımda)*.
- Stark, A and Madar, Z. 1994. Definition of dietary fiber. In 'Functional foods: designer foods, pharma foods, nutraceuticals', I. Goldberg (edt.), Chapman & Hall, Inc., New York, pp.183-218.
- Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M., Bourgeois, C.M. 1997. Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends Food Sci Tech*, 8; 41-48.
- Torre, M., Rodriguez, A.R., Saura-Calixto, F. 1992. Study of the interactions of calcium ions with lignin, cellulose, and pectin. *J Agric Food Chem*, 40; 1762-1766.
- Tudorica, C.M., Kuri, V., Brennan, C.S. 2002. Nutritional and physicochemical of dietary fiber enriched pasta. *J Agric Food Chem*, 50; 347-356.
- Vasanthan, T., Gaosong, J., Yeung, J., Li, J. 2002. Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chem*, 77; 35-40.
- Wang, H.J. and Thomas, R.L. 1989. Direct use of apple pomace in bakery products. *J Food Sci*, 54; 618-620.
- Weber, C.W., Kohlhepp, E.A., Idouraine, A., Ochoa, L.J. 1993. Binding capacity of 18 fiber sources for calcium. *J Agric Food Chem*, 41; 1931-1935. ■