

## **DİABETES MELLİTUS'UN TIBBİ BESLENME TEDAVİSİNDE FİTİK ASİT: FAYDALI MI? ZARARLI MI?**

Aslı DAĞ BAYRAKTAR<sup>1</sup>, Gamze AKBULUT<sup>2</sup>

### **ÖZET**

Fitik asitin günümüzde yeterli ve dengeli beslenmeye olan önemli katkılarından dolayı kanser, kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların önlenmesinde ve diyabetin kontrolünde etkin olduğu fark edilmiştir. Yapılan çalışmalarda diyetle alınan fitik asitin kalsiyum, magnezyum, demir, fosfor ve çinko gibi esansiyel minerallerin biyoyararlılığını azaltması gibi zararlı etkilerinin yanı sıra; faydalı etkilerinin olabileceğine ilişkin kanıtlar ortaya çıkarılmıştır. Çalışmalarda özellikle diyabet hastalarında kan şekerinin yükselmesini yavaşlatıcı etkisi üzerinde durulmaktadır. Araştırmalarda fitik asitin, nişastanın sindirimini etkileyerek glisemik indeks değerini düşürmesiyle diyabetin önlenmesinde ve tedavisinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Diyabetin tıbbi beslenme tedavisinde fitik asitin diyetel strateji olarak kullanılabilmesi için özellikle diyabetik bireylerde yapılacak daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Sözcükler:** Diyabet, Tıbbi Beslenme Tedavisi, Fitik Asit

---

<sup>1</sup> Dyt. Ankara Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hematoloji Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi Pediatrik Nutrisyon Ünitesi.

<sup>2</sup> Doç.Dr. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü.

**İletişim/ Corresponding Author:** Aslı DAĞ BAYRAKTAR

**Geliş Tarihi / Received :** 25.06.2012

**Tel:** +90 5333536197 **e- posta:** dagasli@@hotmail.com

**Kabul Tarihi / Accepted :** 08.01.2013

## **THE PHYTIC ACID IN THE MEDICAL NUTRITION TREATMENT OF DIABETES MELLITUS: IS IT BENEFICIAL OR HARMFUL?**

### **ABSTRACT**

It is observed that phytic acid is very effective in terms of preventing chronic illnesses such as cancer, cardiovascular diseases and controlling diabetes which contributes to sufficient and balanced nutrition. According to the recent studies, it is revealed that phytic acid not only has detrimental effects on reducing the bioavailability of essential minerals such as calcium, magnesium, iron, phosphate and zinc but also it is beneficial to the health. Studies, especially focused on the effect of slowing the rise of blood sugar in diabetic patients. Indeed, it appears during the researches that it decreases the glycemic index value through affecting on the starch digestion so that it has positive effects on diabetic illnesses and treatments. However, further studies are required especially on the medical nutrition treatment of patients with diabetes in order to consider and utilize phytic acid as a part of dietary strategy.

**Key words:** Diabetes Mellitus, Medical Nutrition Treatment, Phytic acid

## GİRİŞ

Sağlığı koruma ve zinde yaşama amacıyla bitkilerden yararlanma insanlığın ilk tarihlerine kadar uzanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütüne (World Health Organization- WHO) göre insanlar zamanlarının ve ekonomik imkanlarının önemli bir kısmını sağlıksız beslenmelerinden kaynaklanan sorunları çözebilmek için harcamaktadırlar. WHO, sağlıklı ve zinde bir yaşam için taze sebze ve meyvelerden oluşan bir diyetin tüketilmesini önermektedir (1).

Sebze ve meyveler; vitaminler, mineraller ve fitokimyasal olarak isimlendirilen öğelerden zengindir. Fitokimyasallar, bitkisel besinlerde doğal olarak ve az miktarda oluşan birçok farklı öge ile tam olarak tanımlanamamış besin öğelerini içermektedir. Fitokimyasalların sağlığı koruyucu etkileri vardır (2). Tam tahıl ürünleri ve diğer bitkisel besinlerde de bulunan ve biyoaktif besin bileşeni olarak kabul edilen fitokimyasallar; ateroskleroz, kanser, diyabet, osteoporoz, vasküler hastalıklar ve metabolik sendrom gibi hastalıkların oluşum riskinin azalmasında potansiyel bir etki gösterirler (3). Bir fitokimyasal olan, fitik asit üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bu konudaki çalışmalar, fitik asitin insan ve hayvanlarda mineral yetersizliğine sebep olabilen mineral bağlama kapasitesine yoğunlaşmıştır. Yapılan son çalışmalarda ise diyetle alınan fitik asitin faydalı etkilerinin de olabileceğine ilişkin veriler elde edilmiştir (4,5). Çalışmalarda özellikle diyabet hastalarında kan şekerinin yükselmesini yavaşlatıcı etkisi üzerinde durulmaktadır (6).

“Fitokimyasal” kavramı ve diyetteki yerinin son yıllarda oldukça önem kazanmasıyla beraber bilim ve teknolojiye hızlı gelişmeler, sağlık harcamalarının oldukça yüksek olması, toplumun diyet ve sağlıklı yaşam konusunda daha bilinçli hale gelmesi, kanser ve kardiyovasküler sorunlar gibi yaygın risklerin çoğunda hayvansal gıdaların yoğun olarak tüketilmesinin rol aldığına anlaşılması, WHO'nun önerdiği sağlıklı diyetin sebze ve meyvelerden oluşması ve tüketicilerin bu yeni beslenme tarzına gösterdikleri talep gibi faktörler önem kazanmaktadır. Kendisi besin olmayan, ancak besin gibi yararları ve işlevleri olan ve "fonksiyonel, sağlıklı, tıbbi, düzenleyici, özel beslenme amaçlı veya farmakolojik besinler" olarak adlandırılan yiyeceklerin yapısında yer alan, bitkisel kaynaklı biyolojik aktif bileşiklere "fitokimyasallar" denilmektedir. Bunlardan yiyeceklerde 8000 çeşit bulunmaktadır. İşlevleri; oksidan radikalleri tutmak, detoksifikasyonda yer alan enzimleri aktive etmek, immün sistemi uyarmak, apoptozla ilgili gen ekspresyonunda yer almak,

hormon metabolizmasını, antibakteriyel ve antiviral etkileri düzenlemektir. Araştırmalarda bitkiler ve fitokimyasal maddelerden daha çok zindeliği destekleyici ve sağlığı koruyucu maddeler olarak söz edilmektedir (1,7). Bu derleme yazı, diyabetin tıbbi beslenme tedavisinde kullanılan diyetin fitik asit içeriğinin, sağlık üzerine etkilerini tartışmak amacıyla planlanmıştır.

## I. FİTİK ASİT TANIMI VE ÖNEMİ

Fitik asit bir fitokimyasaldır. Fitik asite “miyo-inositol hekzafosforik asit (hekzafosfat)” veya “1,2,3,4,5,6- hezakis (dihidrojen fosfat) miyo-inositol” denilmektedir. Fitik asit molekülünün günümüzde kabul görmüş hali miyo-inositol hekzafosfat formudur. Miyo-inositol hekzafosfattan bahsederken; fitik asit terimi serbest asit için, fitat terimi serbest tuz için ve fitin terimi Ca/Mg tuzu için yaygın olarak tercih edilmektedir (8).

Fitik asit bitkisel tohumlarda ve tanede, kök ve yumruda, kuş ve kaplumbağaların eritrositlerinde ve organik topraklarda bulunmaktadır. Fitik asit en yüksek oranda; hububat, baklagiller ve sert kabuklu yemişlerde, orta düzeyde; enginar, incir, patates ve çilekte, az miktarda; elma, brokoli, havuç ve yeşil fasulyede bulunur (9). Tablo 1’de bazı besinlerin fitik asit miktarları gösterilmiştir (10). Hububatlardan bulgurda, pişirme ve kurutma işleminden dolayı fitik asit bulunmaz (11). Yapılan araştırmalarda İngiltere’de kadınlarda fitik asit alımı ortalama 834 mg/gün, Tayvan’da üniversite öğrencilerinde ortalama 780 mg/gün, Çin’de kentsel bir bölgedeki erkeklerde 781 mg/gün iken Hindistan’da yetişkin vejeteryanlarda ise ortalama 1290 mg/gün olarak tespit edilmiştir. Bu araştırmalarda fitik asitin %55-61’inin tahıl ve tahıl ürünlerinden alındığı gözlenmiştir (12). Fitik asit; çinko, demir, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi minerallerle, proteinleri bağlayıp bunların çözünürlük, fonksiyonelliklerini değiştirebildiğinden ve sindirilebilirliklerini ise azalttığından “antibesinsel” bir öge olarak tanımlanmaktadır (13).

Fitik asit miktarı, öğütme, çimlendirme, suda ıslatma, otoklavlama, enzimatik yöntemler ve fermentasyon ile azaltılabilmektedir. Enzimatik metodlar fitik asitin parçalanmasında oldukça etkilidir. Fitaz enzimi, fitik asiti myo-inositol ve orto fosforik asite hidrolize eder. Fitik asit, proteinlerin izoelektrik noktalarından daha düşük pH değerlerinde proteinlerle kompleks oluşturarak proteinlerin sindirilebilirliğini azaltmaktadır (14).

**Tablo 1.** Bazı Besinlerin Fitik Asit Miktarları (10)

<b>BESİNLER</b>	<b>FİTAT (mg/100g)</b>
Yeşil Fasulye	180
Badem, yerfıstığı, fındık	1000
Ceviz	1600
Mercimek, Nohut	400
Barbunya, börülce	700
Kuru fasulye	600
Tam tahıllı ekmek	350
Tam tahıllı; müsli, yulaf ezmesi, saf kepek	300
Kepekli kurabiyeler/bisküviler	300

## II. FİTİK ASİTİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Bir antibesinsel öge olarak fitik asit üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bu konudaki çalışmalar fitik asitin insan ve hayvanlarda mineral yetersizliğine sebep olabilen mineral bağlama kapasitesine yoğunlaşmıştır. Birçok çalışma, fitik asit ve türevlerinin kalsiyum, magnezyum, demir, fosfor ve çinko gibi esansiyel minerallerin biyoyararlılığını azalttığını göstermiştir (4,13).

Yapılan son çalışmalarda diyetle alınan fitik asitin faydalı etkilerinin de olabileceğine ilişkin veriler elde edilmiştir (4). Fare ve sığırcılarda yapılan araştırmalarda fitik asitin, kan lipidlerini düşürdüğü, kan glukoz cevabını ve kanser riskini azalttığı gibi sağlık üzerine olumlu etkileri tespit edilmiştir. Ayrıca diş çürüklerinin önlenmesinde, trombosit agregasyonunda, hiperkalsiüri tedavisinde, böbrek taşı olan kişilerin beslenmesinde ve akut kurşun zehirlenmesinde panzehir aktivitesine karşı yüksek fitatlı diyet önerilmektedir (15,16,17).

Fitatın  $\alpha$ -amilazı inhibe etmesiyle kan glukoz cevabını düşürür. Fitat tarafından plazma glukoz ve insülinin azalmasıyla hepatik lipid sentezinin uyarılması azalır. Bu da diyabet ve hiperlipideminin yönetiminde faydalıdır. Aynı zamanda yapılan bir çalışmada fitatın plazma kolesterolü azaltmasıyla hipokolesterolemik etkisi tespit edilmiştir. Ayrıca fitatın antioksidan özelliğinden dolayı hücreleri doğal oksidasyon reaksiyonlarının yıkıcı etkilerine karşı koruduğu fark edilmiş, böylece araştırmalar bu bakış açısına yoğunlaşmıştır. Çalışmalar fitik

asitin antikanserojenik ve antimutajenik özellikleri olduğunu göstermektedir. Fitat antioksidan, antikarsinojenik ve hipokolesterolemik özelliğe sahip olması ve kan glukozunu azaltmasından dolayı kronik hastalıkların önlenmesinde diyetel strateji olarak kullanılabilir (1,17).

### **III. DİYABET - FITİK ASİT İLİŞKİSİ**

Diyabet; pankreastan salgılanarak kan şekerinin kullanımını düzenleyen insülin hormonunun yetersizliği sonucunda karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmalarındaki bozukluklar ile seyreden bir metabolizma ve endokrin hastalığıdır (18). Son yıllarda özellikle endüstriyel ve gelişmiş bölgelerdeki birçok ülkede, diyabet prevalansı hızla artmaktadır (19). Dünyada diyabet prevalansı %6,4 iken 2030 yılında %7,7'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (20). Irk, genetik faktörler, yaş, cinsiyet gibi risk faktörleri değiştirilemezken; vücut ağırlığı, fiziksel aktivite azlığı ve diyetel özellikler kişiye göre uyarlanarak değiştirilebilir risk faktörlerindedir (19). Kronik hastalıkların önlenmesinde ve diyabetin kontrolünde yeterli ve dengeli beslenme ile diyet tedavisi oldukça etkindir (19,20). Diyabetli bireylerin öğünü planlanırken, her gruptan (et ve benzeri besinler, süt ve ürünleri, sebze ve meyveler, ekmek ve diğer tahıllar) farklı besinler seçilerek çeşitlilik sağlanmalıdır (21). Bunun için de fitik asitten zengin sebze, meyve, baklagiller ve tahıl tüketimi önemlidir (1). Diyabetik bireylerin diyetlerinde insülin duyarlılığı ve kilo kaybını destekleyeceği için fitik asitin, fındık-yağlı tohumlardan gelmesi yerine sebzelerden gelmesi önerilmektedir (12). Fitik asit üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bu konudaki çalışmalar fitik asitin mineral bağlama kapasitesine ve glisemik indeksi düşürme etkisi üzerine yoğunlaşmıştır (4).

#### **A. Diyet Proteini - Fitik Asit İlişkisi**

Genel toplumda günlük enerjinin %15-20'sinin proteinlerden karşılanması önerilmektedir. Renal fonksiyonlar normal ise diyabetli bireylerde bu öneriyi modifiye etmeye gerek yoktur. Yiyecekteki protein miktarı nişastanın sindirimini yavaşlatır ve kan glukoz düzeyini yükseltmez. Nişasta granüllerinin çevresi proteinle kaplıdır. Protein ağının ince bağırsak lümeninde nişasta emilim oranını azaltacağı ileri sürülmektedir. Ancak proteinlerin kan glukoz konsantrasyonunu artırmaksızın insülin yanıtını artırmasından dolayı akut hipoglisemide veya gece hipoglisemilerinin tedavisinde kullanılmamalıdır. Proteinler

insülin sekresyonunu stimüle ederler. İnsülin salınımına etki eden güçlü amino asitler; arginin, lizin, lösin ve fanilalanindir. (22,23,24). Fitik asitin proteinlerle reaksiyona girerek sindirilebilirliğini azalttığı çeşitli kaynaklarda bildirilmiştir. Fitik asitin ana fosfat grupları, lizin, histidin ve arginin gibi amino asitlerin amino gruplarıyla kompleksler yapabilirler ve bazı amino asitlerin karboksil grupları iki ya da üç değerli mineral aracılığıyla fitatlara bağlanabilirler. Oluşan fitat-protein veya fitat-mineral-protein kompleksleri proteinin yararlılığını azaltabilmekte ve sindirim sisteminde pepsin ve tripsin gibi proteolitik enzimleri inhibe edebilmektedir. (4,14).

### **B. Kalsiyum – Fitik Asit İlişkisi**

Kalsiyum insan vücudunda en fazla bulunan mineraldir. Vücuttaki kalsiyumun çoğu fosforla birleşik durumdadır. Vücuttaki kalsiyumun %99 ve fosforun %90 kadarı kemiklerde ve dişlerde toplanmıştır. Kalsiyumun birinci işlevi kemik ve dişlerin gelişimi ve sağlığının korunmasıdır. Vücut sıvılarındaki kalsiyum ve fosfor, hücre içi ve dışındaki sıvıların dengede tutulması, kasların hareketi ve sinirlerin çalışması için gereklidir (4, 24). Kalsiyum alımı ve vücut ağırlığı arasındaki ters ilişkiden dolayı kalsiyumun tip 2 diyabette rol aldığı bulunmuştur. Kalsiyum, iskelet kası ve adipoz dokular gibi insüline duyarlı dokularda insülin aracılı hücre içi işlemlerde gereklidir. Kalsiyum yetersizliği ve tip 2 diyabet arasındaki ilişki bu mekanizmayla açıklanmaktadır (26-28). Yapılan bir çalışmada süt ürünleri tüketimi ile insülin direnci arasında ters bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (29). Süt ürünlerinin insülin duyarlılığına olumlu etkisi ise; içerdiği kalsiyum ve D vitamininden kaynaklanmaktadır. Yapılan bir çalışmada, süt ürünleri tüketerek >1200 mg kalsiyum ve > 800 IU D vitamini alındığında tip 2 diyabet riskinin %33 düzeyinde azaldığı gözlenmiştir (28). Süt ürünlerinin vücut ağırlığı ve insülin duyarlılığı üzerine faydalı etkilerinden, süt ürünlerinin temel iki bileşeni olan kalsiyum ve D vitamininin birincil sorumlu olduğu ileri sürülmüştür (30). Yapılan iki çalışmada ise sadece düşük yağlı süt ürünlerinin, tip 2 diyabet oluşma riskini azalttığı bulunmuştur (31,32). Sun ve arkadaşlarının (30) yaptığı bir çalışmada kadınlarda toplam serum kalsiyum konsantrasyonu ile serum glukoz artışı, insülin direnci arasında pozitif korelasyon;  $\beta$ -hücre fonksiyonu arasında ise ters korelasyon olduğu gösterilmiştir.

Kalsiyum emilimini azaltan faktörler arasında dinsel faktörler, vejeteryan beslenme, yüksek oranda lifli besinlerle beslenmenin dışında fitat içeriği yüksek olan besinler

sıralanmaktadır (33). Fitatlar çözünmez tuzlar yaparak kalsiyumun da emilimini azaltırlar. Bitkisel gıdalarda bulunan kalsiyumun çoğu fitik asit, fosfat ve posa ile kombinasyon halinde bulunmaktadır. Kalsiyum diğer minerallerle kompleks yapma eğilimindedir. Fitatlar ile kalsiyumun çözünmez bileşikler oluşturması sonucu mineral emiliminin engellendiği bildirilmiştir (4). Buğdayın kabuk kısmında yoğun olarak bulunan fitik asit, bağırsak pH'sında çözünmeyen kalsiyum-fitat bileşenlerinin oluşmasına neden olur. Sonuçta, vücutta kalsiyum yetmezliğine sebebiyet verir. Bunu önlemek için kepekli ekmek yapımında maya kullanılmalıdır. Kullanılan mayadaki fitaz enzimi fermentasyon sırasında asitliği artan hamurda, fitik asitin bağlayıcı özelliğini azaltır. Ayrıca ekmekte kepeğin çok oluşu, beraberinde fitik asitin de fazla olmasına neden olur. Kalsiyum ve diğer minerallerin emilimini artırmak ve ekmek kalitesini yükseltmek için ekmek yapılırken 1/3 oranında çavdar unu, 2/3 oranında buğday unu kullanılmalıdır. Böylece diyabet hastalarında kan şekerinin yükselmesi de yavaşlar. Ayrıca ekmek hamuruna fitaz aktivitesi yüksek malt unu katılabilir. Fitaz, fitik asiti parçalayarak mineraller vücut tarafından kullanılabilir duruma gelir (6).

### **C. Magnezyum – Fitik Asit İlişkisi**

Genelde tam tahıl ürünleri, baklagiller ve yağlı tohumlar gibi fitik asit bakımından zengin gıdalar aynı zamanda fazla miktarda magnezyum içermektedirler. Buna göre rafine edilmemiş gıdalar büyük miktarda magnezyum kaynağıdır. Tam buğday unu gibi az işlenmiş ürünler fitik asit bakımından zengindir fakat aynı zamanda beyaz buğday unundan beş kat daha fazla magnezyum içermektedirler. Sonuçta beyaz un ile mukayese edilirse tam unun tüketimi magnezyum dengesinin artırılmasına katkıda bulunmaktadır (4). Magnezyumun glukoz homeostazında ve insülin aktivitesinde rol aldığı öne sürülmüştür. Çoğu çalışmada magnezyum alımı ve tip 2 diyabet riski arasında ters ilişki bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada magnezyum alımı ve açlık insülin düzeyleri arasında ters bir ilişki bulunmuş ve genç yetişkinlerde yüksek magnezyum alımı ile düşük metabolik sendrom gelişme riski gözlenmiştir. Epidemiyolojik ve klinik çalışmalar magnezyum alımının insülin duyarlılığını geliştirebileceğini göstermiştir. Hücre içi magnezyum, karbonhidrat metabolizmasında tirozin kinaz gibi bazı enzimler için önemli bir kofaktördür. Magnezyum yetersizliğinde tirozin kinazın insülin reseptörleri üzerinde aktivitesi değişmesi sonucu insülin direnci gelişir ve hücrel glukoz kullanımı azalır (30). Yapılan 11 kohort çalışmanın 6'sında diyetsel



magnezyum ile diyabet insidansı arasında ters ilişki bulunmuştur. Bu 6 çalışmanın 4'ünde magnezyum sadece diyetle; 2'sinde diyet ve supplementasyon olarak alınmıştır. Everett ve arkadaşlarının (34) yapmış olduğu bir çalışmada da, düşük serum magnezyumu ile diyabet gelişimi arasındaki ilişki hipotezi desteklenmiştir. Hayvansal ve süt ürünlerinden alınan magnezyum tip 2 diyabet ile ters ilişkili bulunurken, bitkisel kaynaklı magnezyumla tip 2 diyabet arasında ilişki bulunmamıştır. Bu durum hayvansal ve süt ürünlerinde bulunan D vitamininin magnezyum emilimini etkilemesiyle ilişkili olabilir. Ayrıca bu durum pişirmeyle birlikte sebzelerin içerisindeki magnezyum içeriğinin değişmesiyle de açıklanabilir (29).

Fitik asit güçlü şelat yapma potansiyeli sayesinde nötral pH'da çok çeşitli çözünmez tuzlar yapmaktadır. Tuzlar böylece az çözünür hale gelerek sindirim sistemi tarafından zayıf emilirler. Bu nedenle fitatlardan zengin besinlerin tüketimiyle magnezyum ve diğer minerallerin emilimi azalır (4). Yapılan birçok çalışmada fitik asit ve türevlerinin kalsiyum, magnezyum, çinko gibi esansiyel minerallerin biyoyararlılığını azalttığı gözlenmiştir (4,8). Literatürde, obez çocuklarda düşük saptanan magnezyum düzeyi diyet ile ilişkilendirilmiş ve tip 2 diyabet gelişiminin önlenmesi için obez hastalara magnezyum desteğinin yapılması önerilmiştir (35).

#### **D. Çinko – Fitik Asit İlişkisi**

Besinleri daha çok tahıla dayalı toplumlarda çinko eksikliği önemli bir sağlık sorunudur. Çinko eksikliğine bağlı sendromun ilk defa tarif edildiği İran'da köylülerin yediği 'tanok' denilen mayasız ekmeğin üzerinde durulmuş ve yüksek miktarda fitat içeren ekmeğin çinko emilimini önlediği gösterilmiştir (36). Rafine edilmemiş tahıllar, baklagiller ve tam tahıllar gibi diyet posası kaynakları olan besinlerde fitik asit bol miktarda bulunur. Yapılan bir çalışmada diyet posası ve fitik asit alımı arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Her 1 gram diyet posasındaki artışla fitik asit alımı 44 mg artmıştır. Diyet posası plazma total kolesterolü azalttığı ve glisemik kontrolü sağladığı görülmüştür. Ancak bu avantajlarının yanı sıra, posalı besinlerin içerdiği fitik asit çinko biyoyararlılığını azaltır (12, 37). Çinko, fitik asit tarafından biyoyararlılığı en çok etkilenen iz element olarak kabul edilmektedir. İnsan beslenmesinde çinko biyoyararlılığının azalmasıyla fitik asit arasında büyük ilişki bulunmaktadır (4). Fitatın çinkoya molar oranı kullanılarak fitik asitin çinko emilimine etkisi tahmin edilebilir. WHO sınıflandırmasına göre fitik asit/ çinko molar oranı <5 ise yüksek çinko emilimini (%50

emilime denk gelir); oran 5-15 arasında ise orta emilimi (%30 emilim); oran >15 ise düşük emilimi (%15 emilim) belirtir (38). Foster ve arkadaşlarının diyabetik kadın bireylerde yaptığı bir çalışmada fitik asit/çinko molar oranı 9.8 bulunmuştur. Bu sonuç alınan fitik asit miktarının çinko emilimini önemli ölçüde etkilediğinin bir göstergesidir (12). Çinko fitik asit emilimi arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan başka bir çalışmada da günde ortalama 1000 mg fitat alımıyla çinko ihtiyacının 2 katı arttığı sonucuna varılmıştır (39). Yapılan bir araştırmada çinkonun biyoyararlılığının yüksek seviyede kalsiyumun fitatla birleşmesi sonucu da azaldığı gözlenmiştir. Benzer etkileşimler çinko ve bakır arasında da bulunmuştur. Bu durum gelişmekte olan ülkelerde demir eksikliği kadar çinko eksikliğine de neden olabilmektedir (4). Yapılan araştırmalarda Türkiye’de günlük enerji tüketiminin yaklaşık %40’ı ekmekten sağlandığı, sosyoekonomik durumu düşük olan gruplarda ise bu oranın %60-70’lere kadar çıktığı tespit edilmiştir. Ekmek yapımında kullanılan unun özelliği ve hamurun mayalanmasına göre fitik asit oranları değişmektedir. Unun kepekten ayrışması, unun saflaştırılması ve hamurun mayalandırılması ile fitik asit oranları önemli ölçüde azalmaktadır. Böylece yüksek randımanlı undan, mayalanmış hamurla yapılan ekmekte fitik asit oranı en az iken az işlenmiş, kepek oranı fazla ve esmer undan mayalanmadan yapılan ekmekte fitik asit oranı en fazladır. Yapılan bir araştırmada Türkiye topraklarının çinkodan yetersiz olmasına karşın, bu topraklarda yetişen tahılın fitik asit oranı çok yüksek bulunmuştur (36). Çinko glikoz, lipit ve protein metabolizması, hormonal interaksyonlar, büyüme ve hücre fonksiyonlarında gerekli olan esansiyel bir mineraldir. Çinko eksikliği sonucunda iştahsızlık, gecikmiş büyüme, dermatit, hipogonadizm ve enfeksiyonlara karşı direnç düşmesi meydana gelmektedir. Tat ve kokuya karşı hassaslaşma ve gece körlüğünün de çinko eksikliği sonucu oluşabileceği bildirilmiştir (4). Çinko insülin fizyolojisi ve işlevinde doğrudan etkisi olan esansiyel bir mineraldir. İnsülinin aktif hale getirilmesinde, biyolojik aktivite gösterebilmesinde çinkonun etkisi vardır. Çinko yetersizliğinde insülin direnci artar (18). Diyabetik bireylere fitik asitten zengin posalı yiyeceklerin tüketimi tavsiye edilirken çinko eksikliği riski artışı da göz önünde bulundurulmalıdır (12).

#### **E. Demir – Fitik Asit İlişkisi**

Çeşitli çalışmalarda fiziksel aktivitenin azlığının tip 2 diyabet gelişmesinde önemli olduğu bildirilmiştir. Mevcut rehberler haftada en az 5 gün fiziksel aktivite önermektedir. Son

çalışmalar da güç egzersizlerinin insülin duyarlılığını artırdığını göstermiştir (19). Demir eksikliği fiziksel performansın azalmasına neden olur (40). Demir eksikliğine bağlı anemi, dünya nüfusunun yaklaşık %30'unu etkilemektedir. Fitik asit insanlarda demir emilimini önemli miktarda inhibe etmektedir. Fitik asit, demirin çözünürlüğünü azaltmaktadır. Gıdadaki fitik asit miktarı demir çözünürlüğünün azalmasıyla yakından ilişkilidir (4). Besinlerde az olarak bulunsa bile fitatlar demirin emilimini etkilemektedirler (41). Besinin 2-10 mg gibi düşük konsantrasyonlarda fitat içermesi bile demir emilimini azaltmaktadır. Fitatın demire molar oranı kullanılarak emilime etkisi tahmin edilebilir. Oran, <1:1 veya tahıl-baklagil içeren besinlerde <0.4:1 olduğu zaman önemli ölçüde demir emilimi artar (42). Fitatların demirin emilimin olumsuz etkilemesindeki mekanizma tam olarak bilinmemektedir (41). Fitik asitin demir üzerindeki inhibitör etkisi organik asit veya proteinler gibi demir emilimin artıran faktörleri engellemesiyle olabilmektedir. Ayrıca A vitamini ve ön maddeleri fitatlarla kompleks yaparak, fitatın demirin emilimini engellemesiyle olabilmektedir (4). Sindirim sisteminde oluşan diferrik ve tetraferrik fitat kompleksleri demir emilimini engellemektedir. Besinde 50 mg fitat bulunması emilimi yaklaşık olarak %70 engellemektedir. Diyetin düzenlenmesinde günlük besin tüketim miktarları, besinlerin içerikleri ve hazırlanma yöntemleri diyetle alınan demirin biyoyararlılığını hesaplayabilmek için önemlidir. Örneğin besinlerin pişirilmesi ve fermente edilmesi, termal ve enzimatik olarak besinlerin içerisindeki fitat ve inositol fosfat miktarlarını azaltarak demirin biyoyararlılığını artırır. Mayalı ekmeğin tüketimi demirin emilimini artırdığı için tüketilmelidir. Mayasız ekmeğin tüketimi de demirin yeterli bir şekilde emilmemesini sağlar (41).

#### **F. Glisemik İndeks – Fitik Asit İlişkisi**

İlk olarak 1981 yılında geliştirilen ve son on yılda önemi artan glisemik indeks (Gİ), besinlerdeki glisemik karbonhidratın kana geçme ve kan şekerini yükseltme potansiyelini gösteren bir indekstir (43, 44). Tip 2 diyabetten korunmak için en önemli faktörlerden birinin diyetin Gİ değeri olduğu ortaya konulmuştur. Yüksek Gİ'li yiyeceklerin kan glukoz konsantrasyonlarını yükselttiği ve daha yüksek insülin yanıtına neden olduğu belirlenmiştir. Yüksek Gİ'li diyetler insülin sekresyonunu stimüle ederek beta hücre disfonksiyonuna ve

insülin direncine neden olabilmektedir (45-48). Düşük GI diyabet hastalarında kan glukoz seviyesini kontrol etmek için yararlıdır. Araştırmalarda düşük GI'li diyetin daha düşük postprandiyal plazma glukozu ve insülin profili oluşturduğu belirlenmiştir. Düşük GI'li diyetlerin HbA1c'yi %0.43-0.9 arasında azalttığı bulunmuştur (49,50). Salmeron ve arkadaşlarının (51) yaptıkları bir çalışmada, diyetin GI'i ile insüline bağımlı olmayan diyabet oluşum riski arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Sonuçta yüksek GI'li ve düşük tahıl lifli diyetlerin erkeklerde insüline bağımlı olmayan diyabet riskini artırdığı bildirilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada Tip 2 diyabetli erkek hastalarda düşük GI'li diyetin sadece 4 haftalık süreç sonunda bile glisemik kontrolü sağladığı belirtilmiştir. Uzun dönemde düşük GI kullanımının ise diyabet ve ilişkili diğer hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde önemli bir rol oynayabileceği ortaya koyulmuştur (49). Bantle'nin (52) yaptığı bir çalışmada, tip 2 diyabetli ve sağlıklı kişilerde düşük ve yüksek GI'e sahip yiyecekleri içeren aynı kalorideki öğünlerin kan glukoz cevabına etkilerini incelemiştir. Her iki grupta da GI'i düşük yiyecekleri içeren öğünde glukoz yanıtını daha düşük bulduklarını bildirmiştir. Yaşları 40-69 arasında değişen 641 birey üzerinde yapılan bir çalışmada, karbonhidrat ve şeker alımı ile diyabet insidansı arasında ters; nişasta ve GI ile pozitif ilişki olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, GI'i yüksek olan beyaz ekmek gibi yiyecekler yerine posa içeriği yüksek, GI'i düşük yiyeceklerin kullanılması önerilmektedir (53). Amerikan Diyabet Derneği (American Diabetes Association - ADA'nin) önerilerine göre düşük GI'li yiyeceklerin kullanımı, postprandiyal hiperglisemiye azaltabilmektedir (54). Schulze ve arkadaşları (55), yaptıkları bir kohort çalışmasında GI ve tip 2 diyabet gelişim riski arasındaki ilişkiyi incelemiştir. GI ile diyabet gelişimi arasında önemli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

İnsanlar tarafından tüketilen tahıl ve baklagillerde bulunan fitik asit ile GI arasında negatif bir ilişki olduğunu gözlemlenmiştir (56). Baklagillerdeki nişastanın amiloz-amilopektin oranı, yüksek lif ve anti besinsel öge içeriğinden dolayı glisemik cevabı yavaştır (57). Fitik asit gibi antibesinler öğeler ince bağırsakta nişastanın sindirimini etkileyerek GI değerini düşürür (58). Baklagiller gibi bitkisel besinlerde fazla miktarda nişasta ve fitat bulunmaktadır. Nişastanın da fitatlarla kompleksler oluşturduğu bilinmektedir. Nişasta ve fitat kompleksi, nişastanın sindirim oranını azaltır. Çalışmalar düşük nişasta sindiriminin, düşük kan glukoz cevabına neden olduğunu göstermiştir. Fitatları uzaklaştırılmış navy fasulye (ufak boy bir kuru fasulye çeşidi) ile işlem görmemiş fasulye ile karşılaştırıldığında, GI'i artırdığı

tespit edilmiştir (4,17). Meyvelerden guavanın, yüksek posa (% 2.4) ve fitat (%0.08) içeriğinden dolayı kalp, kolon kanseri ve diyabet hastalarında tüketiminin artırılması önerilmektedir (59). Fitat alımı ve kan glukoz cevabı arasında ters bir ilişki vardır. Düşük kan glukoz cevabı da diyabetin tedavisinde faydalıdır (17). Tablo 2’de bazı besinlerin fitik asit ve Gİ değerleri gösterilmiştir (56).

**Tablo 2.** Bazı Besinlerin Fitik Asit % Ve Glisemik İndeks Değerleri (56)

BESİNLER	FİTİK ASİT %’si	GLİSEMİK İNDEKS
Kepek	1.54	51
Yulaf	1.49	49
Kahvaltılık gevrek	0.09	80
Patates	0.39	70
Pirinç	0.23	72
Beyaz ekmek	0.07	69
Börülce	1.38	33
Nohut	0.52	36
Kuru fasulye	1.57	29
Mercimek	0.73	29
Soya fasulyesi	1.93	15

## TARTIŞMA

Diyabetin tıbbi beslenme tedavisinde diyet tedavisi oldukça etkindir (21). ADA, diyabetli bireylerin beslenmesinde vitamin-mineral yönünden dengeli beslenmeyi önermektedir (54). Ancak fitik asit, mineral yetersizliğine sebep olabilen mineral bağlama kapasitesine sahiptir (4). Fitik asit lizin ve arginin gibi insülin salınımına etki eden amino asitlerin amino gruplarıyla kompleksler yaparak proteinlerin sindirilebilirliğini azalttığı çeşitli kaynaklarda bildirilmiştir (4,14, 22, 23, 24). Fitatlar çözünmez tuzlar yaparak kalsiyumun emilimini azaltmasıyla oluşan yetersizlikte, kalsiyum insüline duyarlı dokularda insülin aracılı hücre içi işlemlerde görevini yerine getiremez (4, 26, 28). Fitik asitin biyoyararlılığını azalttığı bir başka mineral ise glukoz homeostazında ve insülin aktivitesinde rol aldığı öne sürülen magnezyumdur (29). Çinko biyoyararlılığının azalmasıyla fitik asit

arasında büyük ilişki bulunmaktadır ve bu durum insülin direncini artırır (4, 18). Besinlerde az olarak bulunsa bile fitatların demir emilimini etkilemesiyle fiziksel performans azalır ve bunun sonucunda tip 2 diyabet gelişme riskinin arttığı bildirilmiştir (40, 41).

Son zamanlarda ise fitik asitin, sağlıklı ve dengeli beslenmeye olan önemli katkılarında dolayı sağlıklı ve zinde yaşamdaki etkinlikleri, günümüzde yeniden fark edilmiştir (1). Fitik asit gibi antibesinsel öğeler, ince bağırsakta nişastanın sindirimini etkileyerek besinlerin Gİ değerini düşürür (58). Avrupa Diyabet Çalışma Derneği, Kanada Diyabet Derneği ve Avustralya Diyetisyenler Derneği diyabetli bireylerde postprandiyal hiperglisemide ve vücut ağırlığı kontrolünde yüksek posalı besinleri ve düşük Gİ'li besinleri önermektedir (60). Fitik asitin Gİ değerini düşürmesi nedeniyle olumlu, mineral emilimini engellemesinden dolayı olumsuz etkisi vardır. Diyabetin önlenmesinde ve tedavisinde fitik asitin diyetel strateji olarak kullanılabilmesi için özellikle diyabetik bireylerde yapılacak daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

#### **KAYNAKLAR**

1. Dündar Y. Fitokimyasallar Ve Sağlıklı Yaşam. Kocatepe Tıp Dergisi 2001; 2: 131-138.
2. Rakıcıoğlu N. Yaşlılık Döneminde Sağlıklı Beslenme. HÜ GEBAM; 2009; 1: 105-113.
3. Yücecan S. Phytochemicals And Age-Related Diseases. J Med Sci 2009; 29: 46-49.
4. Şat İ, Keleş F. Fitik Asit Ve Beslenmeye Etkisi. Gıda Dergisi 2004; 29(6): 405-409.
5. Önder M, Kahraman A. Antinutritional Factors In Food Grain Legumes. First International Syposium On Sustainable Development; June 9-10 2009, Sarajove. 2009. p 40-44.
6. Kotancılar G, Çelik İ, Ertugay Z. Ekmeğin Besin Değeri Ve Beslenmedeki Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1995; 26(3): 431-441.
7. Aksoy M. Fitokimyasallar: Ansiklopedik Beslenme, Diyet ve Gıda Sözlüğü Kitabı. 1. Baskı. ISBN: 975-8322-19-2 Ankara -2007. ss: 193-194.
8. Maga J. Phytate: Its Chemistry, Occurrence, Food Interactions, Nutritional Significance And Methods Of Analysis. J Agric Food Chem 1982; 30: 1-9.

9. Akay A, Ertaş N. Farklı Çinko Seviyelerinin Nohutun Fitik Asit Miktarına Etkisi. Türkiye Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum. 2008. p 479-482.
10. Prieto M, Fiol M, Perello J, Estruch R, Ros E, Sanchis P, Grases F. Effects of Mediterranean Diets With Low And High Proportions Of Phytate-Rich Foods On The Urinary Phytate Excretion. Eur J Nutr 2010; 49: 321–326.
11. Dönmez E, Salantur A, Yazar S, Akar T, Yıldırım Y. Ülkemizde Bulgurun Yeri Ve Bulgurluk Çeşit Geliştirme. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 2004; 13 (2): 71-75.
12. Foster M, Karra M, Picone T, Chu A, Hancock P, Petocz P, Samman S. Dietary Fiber İntake İncrases The Risk Of Zinc Deficiency In Healthy And Diabetic Women. Biol Trace Elem Res 2012; 149: 135–142.
13. Honke J, Kozłowska H, Vidal-Valverde C, Frias J, Gorecki R. Changes In Quantities Of İnositol Phosphates During Maturation And Germination Of Legume Seeds. Z Lebensm Unters Forsch A 1998; 206: 279-283.
14. Bilgiçli N, Türker S. Tarhanada Sindirilebilir Protein Ve Kül Miktarı Üzerine Maya, Maya Unu Ve Fitaz Katkılarının Etkileri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 2004; 18 (33): 90-97.
15. Graf E, Eaton JW. Effects Of Phytate On Mineral Bioavailability In Mice. J Nutr 1984; 114: 1192-1198.
16. Forbes RM, Parker HM, Erdman JW. Effects Of Dietary Phytate, Calcium And Magnesium Levels On Zinc Bioavailability To Rats. J Nutr 1984; 114: 1421-1425.
17. Shi J, Arunasalam K, Yeung D, Kakuda Y, Mittal G. Phytate From Edible: Chemistry, Processing And Health Benefits. J Food Sci 2004; 7: 67-78.
18. Bozkurt N. Diabetes Mellitus'da Beslenme: Diyet El Kitabı. 4. Baskı. ISBN: 975-7527-97-1 Ankara - 2002. ss 225-252.
19. Steyn NP, Mann J, Bennett P, Temple N, Zimmet P, J Tuomilehto, et al. Diet, Nutrition And The Prevention Of Type 2 Diabetes. Public Health Nutr 2004; 7: 147-165.
20. International Diabetes Federation. Diabetes Atlas. 4th Edition. Brussels - 2009.
21. Alphan E. Posanın Glisemik Kontroldeki Önemi. VI. Uluslararası Beslenme ve Diyetetik Kongresi; 2-6 Nisan 2008, Antalya. 2008. p 54-58.

22. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. Diyabette Tıbbi Beslenme Tedavisi: Diabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzu Kitabı. 5. Baskı. ISBN: 978-605-4011-10-0 Ankara – 2011 ss. 51-58.

23. Tümer G, Çolak R. Tip 2 Diabetes Mellitusda Tıbbi Beslenme Tedavisi. J Exp Clin Med 2012; 29: 12-15.

24. Çiftçi H, Akbulut G, Mercanlıgil S, Yıldız E. Kan Şekerini Etkileyen Besinler: T.C. Sağlık Bakanlığı Hastalıklarda Beslenme Bilgi Serisi Kitabı. 1. Baskı. ISBN: 978-975-590-243-2 Ankara - 2008. ss:1-16.

25. Baysal A. Su Ve Mineraller: Beslenme Kitabı. 9. Baskı. ISBN: 975-7527-73-4 Ankara - 2002. ss: 105-149.

26. Ojuka EO. Role Of Calcium And Amp Kinase In The Regulation Of Mitochondrial Biogenesis And GLUT 4 Levels In Muscle. Proc Nutr Soc 2004; 63: 275-278.

27. Wright DC, Hucker KA, Holloszy JO, Han DH. Ca<sup>2+</sup> And AMPK Both Mediate Stimulation Of Glucose Transport By Muscle Contractions. Diabetes 2004; 53: 330-335.

28. Villegas R, Gao Y, Dai Q, Yang G, Cai H, Li H et al. Dietary Calcium And Magnesium Intakes And The Risk Of Type 2 Diabetes: The Shanghai Women's Health Study. Am J Clin Nutr 2009; 89: 1059-1067.

29. Pereira MA, Jacobs DR, Van HL, Slattery ML, Kartashov AI, Ludwig DS. Dairy Consumption, Obesity And Insulin Resistance Syndrome In Young Adults. JAMA 2002; 287: 2081-2089.

30. Isharwal S, Misra A, Wasir JS, Nigam P. Diet And Insulin Resistance: A Review Asian Indian perspective. Indian J Med Res 2009; 129: 485-499.

31. Liu S, Choi HK, Ford E, Yiqing S, Klewak A, Buring J, et al. A Prospective Study Of Dairy Intake And Risk Of Type 2 Diabetes In Women. Diabetes Care 2006; 29: 1579-1584.

32. Choi HK, Willett WC, Stampfer MJ, Rimm E, Hu FB. Dairy Consumption And Risk Of Type 2 Diabetes Mellitus In Men: A Prospective Study. Arch Intern MED 2005; 165: 997-1003.

33. Büyükkarakaya AM, Erdal YS. Anadolu Eski İnsan Topluluklarında Rikets. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2008; 51: 130-139.



34. Everett CJ, King DE. Serum Magnesium And The Development Of Diabetes. *Nutrition* 2006; 22: 679.
35. Abacı A, Hızlı Ş, Özdemir O, Razi C, Koçak M, Akın O, Kabakuş N. Obez Çocuklarda Serum Magnezyum Düzeyinin İnsülin Direnciyle Olan İlişkisi. *Güncel Pediatri* 2010; 8: 24-29.
36. Öktem F, Yavrucuoğlu H, Türedi A, Tunç B. Çocuklarda Beslenme Alışkanlıklarının Hematolojik Parametreler Ve Eser Elementler Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2005; 12: 6-10.
37. Brown L, Rosner B, Willet WW et al. Cholesterol-Lowering Effects Of Dietary Fiber: A Meta-Analysis. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 30-42.
38. WHO. Interactions Element Mobility: Trace Elements In Human Nutrition And Health. 1st Edition. ISBN: 92-4-156173-4 Geneva - 1996. pp: 30-36.
39. Hambidge M, Miller L, Westcott J, Sheng X, Krebs N. Zinc Bioavailability And Homeostasis. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 1478-1483.
40. Akabas RS, Dolins KR. Micronutrient Requirements Of Physically Active Woman: What Can We Learn From Iron. *Am J Clin Nutr* 2005; 81: 1246-1251.
41. Yurdakök K, İnce OT. Çocuklarda Demir Eksikliği Anemisini Önleme Yaklaşımları. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2009; 52: 224-231.
42. Hurrell R, Egli I. Iron Bioavailability And Dietary Reference Values. *Am J Nutr* 2010; 91: 1461-1467.
43. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, et al. Glycemic Index Of Foods: A Physiological Basis For Carbohydrate Exchange. *Am J Clin Nutr* 1981; 4: 362-366.
44. Korkmaz A, Topal T. Modern Yaşam Tarzı Ve Yeni Hastalıklar: Metabolik Sendrom Örneği. *Türk Silahlı Kuvvetleri Koruyucu Hekimlik Bülteni* 2006; 5: 307-316.
45. Ünüsan N. Diyabetiklerde Glisemik İndeksin Önemi. *Sendrom* 2000; 9: 54-58.
46. Bouche C, Rizkalla SW, Luo J, Vidal H, Veronese A, Pacher N, et al. Five-Week, Low-Glycemic Index Diet Decreases Total Fat Mass And Improves Plasma Lipid In Moderately Overweight Nondiabetic Men. *Diabetes Care* 2002; 25: 822-828.
47. Willett W, Manson J, Liu S. Glycemic Index, Glycemic Load And Risk Of Type 2 Diabetes. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 274-279

48. Pereira MA, Swain J, Goldfine AB, Rifai N, Ludwing DS. Effects Of A Low-Glycemic Load Diet On Resting Energy Expenditure And Heart Disease Risk Factors During Weight Loss. *JAMA* 2004; 24: 2482-2490.

49. Rizkalla SW, Taghrid L, Laramiguere NM, Huet D, Boillot J, Rigoi, A, et al. Improved Plasma Glucose Control, Whole- Body Glucose Utilization And Lipid Profile On A Low-Glycemic Index Diet In Type 2 Diabetic Men. *Diabetes Care* 2004; 27 (58): 1866-1872.

50. Gange L. The Glycemic Index And Glycemic Load In Clinical Practice. *Explore* 2008; 4 (1): 66-69.

51. Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, et al. Dietary Fiber, Glycemic Load, And Risk Of NIDDM In Men. *Diabetes Care* 1997; 20: 545–550.

52. Bantle JP. The Dietary Treatment Of Diabetes Mellitus. *Med Clin North Am* 1988; 72: 1285-1299.

53. Hodge A, Odea K, Glies G. Glycemic Index And Dietary Fiber And The Risk Of Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27(11): 2701-2707.

54. ADA Position Statement. Nutrition Recommendations And Interventions For Diabetes. *Diabetes Care* 2008; 31(1): 61-78.

55. Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu Frank. Glycemic Index, Glycemic Load And Dietary Fiber Intake And Incidence Of Type 2 Diabetes In Younger And Middle-Aged Women. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 348-356.

56. Yoon JH, Thompson LU, Jenksin DJA. The Effect Of Phytic Acid On In Vitro Rate Of Starch Digestibility And Blood Glucose Response. *Am J Clin Nutr* 1983; 38: 835-842.

57. Schafer G, Schenk U, Ritzel U, Ramadori G, Leonhardt U. Comparison Of The Effect Of Dried Peas With Those Of Potatoes In Mixed Meals On Postprandial Glucose And Insulin Concentrations In Patients With Type 2 Diabetes. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 99-103.

58. Thompson LU, Button CL, Jenksin DJA. Phytic Acid And Calcium Affect The In Vitro Rate Of Navy Bean Starch Digestion And Blood Glucose Response In Humans. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 467-473.

59. Nitithan S, Komindr S, Nichachotsalid A. Phytate And Fiber Content In Thai Fruits Commonly Consumed By Diabetic Patients. *J Med Assoc Thai* 2004; 87: 1444-1446.

60. Foster-Powell K, Holt SHA, Brand-Miller JC. International Table Of Glycemic Index And Glycemic Load Values: 2002. Am J Clin Nutr 2008; 76: 55-56.