

DİYET LİFİ TAYİN YÖNTEMLERİNİN İRDELENMESİ I- TEMEL İLKELER, ASİT VE DETERJAN YÖNTEMLERİ

A REVIEW OF THE DIETARY FIBER METHODOLOGY I- FUNDAMENTALS OF METHODOLOGY, ACID AND DETERGENT METHODS

Dilek BOYACIOĞLU, M.Hikmet BOYACIOĞLU

İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü- İSTANBUL

ÖZET: Son on yılda diyet lifinin insan beslenmesindeki fizyolojik öneminin kanıtlanması bilim adamları ve toplumun bu konuya ilgisinin artmasına yol açmıştır. Diyet lifinin analitik tayin yöntemleri deterjan ve çeşitli enzim sistemlerinin kullanıldığı yöntemleri içermektedir. Bu derlemede diyet lifinin gıda ve özellikle hububat sanayinde kullanımı ile tayin metodolojisine ilişkin temel ilkeler özetlenmiş ve asit ve deterjan yöntemleri irdelenmiştir.

SUMMARY: The evidence that dietary fiber is of physiological importance in human nutrition had led to an increasing attention of both scientists and the general public for the fiber concept during the last decade. The analytical determination methods of dietary fiber consist of procedures in which the detergents and various enzyme systems are employed. This article will deal with the use of dietary fiber in foods, especially in cereals, and the fundamentals of the methodology as well as acid and detergent methods to determine the dietary fiber.

GİRİŞ

Diyet lifinin (dietary fiber) insan beslenmesindeki öneminin daha iyi anlaşılması üzerine son yıllarda gerek bilim dünyasının gerekse tüketicilerin bu bileşene ilgisi son derece artmıştır. Özellikle tıp alanındaki yeni bulgular çeşitli hastalıklar ile lifin eksik olduğu diyetler arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (BURKITT, 1971; TROWELL, 1972; BURKITT ve TROWELL, 1975). Amerika Birleşik Devletlerinde aralarında Gıda ve İlaç Örgütünün de (FDA; Food and Drug Administration) bulunduğu çok sayıda resmi kurum tüketicilere günlük diyet lifi alım miktarını 25 g'dan 35 g'a arttırmalarını önermektedir (STAUFFER, 1991). Bu gelişmelerin ışığı altında bugün tüketiciler diyet lifini kilo vermede ve diyebette yardımcı, kolon kanseri riskini azaltıcı ve kan kolesterol düzeyini düşürücü olarak görmektedir. Bu nedenle diyet lifi deyimi son on yıl boyunca gıda sanayinde devamlı konuşulan bir sözcük olmuştur. Bir süre, kan kolestrolünü düşürdüğü iddia edilen yulaf kepeğinin akla gelebilecek her türlü gıdada kullanımı gıda-magazini yazarlarının deyimi ile "orman yangını" gibi yayılma göstermiştir. Günümüzde yulaf kepeğinin güncelliği azalmasına rağmen sağlığına duyarlı tüketiciler hala diyetlerine lifi ilave etmenin yollarını aramaktadır (ROGERS, 1992). Özellikle hububat kaynaklı ürünler yüksek lif içerikleri nedeniyle bu amaca uygun ideal bir besin gurubu olup, gıda sanayinde kullanımları ve tüketicilerin bu ürünlere olan ilgisi oldukça artmıştır (STAUFFER, 1991). Bazı lif ve makarna üreticileri, tüketicilerin vitamin ve demirce zenginleştirilmiş makarnayı benimsediğine dikkat çekerek, doğal olarak lif içermesine rağmen önemli bir lif kaynağı olarak bilinmeyen makarna ürünlerinin lifle zenginleştirilebilecek ideal bir gıda maddesi olduğuna inanmaktadır. Bu amaçla soya fasulyesi, sellüloz, şeker pancarı, acı bakla, tritikale ve bezelye kaynaklı çeşitli liflerin makarna sanayinde kullanım olanakları araştırılmaktadır. Bu çalışmalara rağmen lifle zenginleştirilmiş makarna çeşitli pazarlarda henüz yaygınlaşmamıştır (ROGERS, 1992).

Diyet lifinin diğer bir avantajı da tüketildiğinde sıfır kalori vermesidir (STAUFFER, 1991). Bu nedenle lif kaynakları kalorisini azaltılmış fırın ürünlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerde lifin pişme sırasında nemi tutarak raf ömrünü uzatması yanında kalori değeri de düşürülmektedir (STAUFFER, 1991). Herhangi bir lif kaynağının fırın ürünlerindeki fonksiyonunu tayin eden faktörler; çözünür olan ve olmayan lif içeriği, su kaldırma kapasitesi ve tanecik boyutu dağılımıdır. Bu tip ürünlerin formülasyonunda lifin su absorplama kapasitesi arttıkça hamura daha fazla su ilavesinin gerektiği göz önüne alınmalıdır. Özellikle mayalı fırın ürünlerinde (ekmek gibi) lif ilavesinin undaki gluteni seyreltmesi ve lifin hidrate olması için gerekli suyun glutene ilave bir yük getirmesi nedeniyle bu tip ürünlerin formülasyonuna buğday gluteni (vital wheat gluten) katkısı önemle dikkate alınmalıdır (STAUFFER, 1992).

Diyet lifi fizyolojik olarak, insan sindirim sisteminde yer alan asit ve enzimlerle hidrolize olmayan polisakkarit ve lignin olarak tanımlanmaktadır (TROWELL ve Ark., 1976; SOUTHGATE ve Ark., 1978; HALL, 1989). Kimyasal olarak ise bu tanım selüloz, hemiselülözler, pektinler, gumlar ve müsajları kapsamaktadır. Diyet lifinin kimyasal tanımlaması tatminkar olmamakla beraber fizyolojik tanımlamayla da sindirim sistemindeki faaliyetlere bağımlı kalmaktadır. Aslında bu tanımlamalara "alfa bağı glukoz" içermeyen tüm polisakkaritler ve lignin" ifadesinin (SOUTHGATE, 1981) ve diyet lifi ile ilişkili olan dirençli-nişasta (resistant starch), Maillard reaksiyon ürünleri (HALL, 1989), silika, mumlar, ve hücre duvarına bağı proteinler gibi maddelerin de ilave edilmesi gerekmektedir (TROWELL, 1976). Geniş kapsamlı olan bu tanımlama ile diyet lifinin suda çözünür olan ve olmayan kısımlardan oluştuğu görülmektedir. Suda çözünürlüğe dayalı olarak yapılan bu ayırım çok basit olup, gerçekte çözünür olan ve olmayan komponentler insan sindirim sisteminde bazen birbirine benzer ve bazende farklı olan reaksiyonlar meydana getirmektedir. Diyet lifinin fizyolojik etkileri REISER (1987), SCHNEEMAN (1986 ve 1987), KAVAS ve Ark. (1989), ve JONES (1992)'de detaylı olarak tartışılmaktadır. Bu derlemede diyet lifi tayininin temel ilkeleri ile asit ve deterjan yöntemleri üzerinde durulmuştur.

TEMEL İLKELER

Bitkisel kaynaklı gıdaların diyet lifi içeriklerinin tayini amacıyla geliştirilmiş olan yöntemlerde söz konusu karbohidratların insan metabolizması tarafından sindirilebilirliği veya fermente edilebilirliği dikkate alınmaktadır (ROBERTSON ve VAN SOEST, 1981). David Southgate sindirimin son ürünü olarak basit şeker oluşturmayan karbohidratları "kullanılmıyan karbohidrat" (unavailable carbohydrates) olarak tanımlamıştır. Bu tanım memelilerin sindirim enzimlerine dirençli olan diyet lifi materyaline karşılık gelmektedir (SOUTHGATE, 1969). Günümüze değin geliştirilmiş olan çok çeşitli yöntemlerle suda çözünür olan veya olmayan lif bileşenleri ya da her ikisini de içeren toplam diyet lifi miktarı tayin edilebilmektedir. Diyet lifinin tayininde önemli olan faktörler: 1) diyet lifinin tüm komponentlerinin tayininin mümkün olması, 2) lifin fraksiyonlara ayırma ve fraksiyonların analizinden önce izole edilmesi, 3) mevcut diğer karbohidratların tayininin aynı anda gerçekleştirilmesi, 4) kolay ve hızlı sonuç vermesi, şeklinde özetlenebilir (SCHWEIZER ve MURSCH, 1981).

Genel olarak diyet lifi tayin yöntemleri gravimetrik olup, deterjan ve enzimatik yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Deterjan yöntemleriyle başlıca suda çözünür olmayan diyet lifi komponentleri tayin edilmekte, buna karşın enzimatik yöntemlerle suda çözünür olan ve olmayan lif komponentleri birlikte (toplam diyet lifi) veya ayrı ayrı analizlenebilmektedir. Bu nedenle günümüzde deterjan yöntemlerinin toplam diyet lifi tayininde önemi kalmamış olup, enzimatik yöntemler büyük ilgi görmektedirler. Buna karşın bu yöntemlerinde, enzim preparatlarının lif komponentleriyle birlikte diğer bileşenlere de etki göstermeleri ve proteinlerin tam olarak parçalanamaması gibi bir takım dezavantajları da mevcuttur (POMERANZ ve MELOAN, 1987).

Suda çözünür olan ve olmayan diyet lifi tayin yöntemleri genel olarak örneğin hazırlanması, ekstraksiyon, enzimle muamele, lif komponentlerini ayırma, monosakkarit kompozisyonu için analizleme ve üronik asit içeriğinin tayini kademelerinden oluşmaktadır (OLSON ve Ark., 1987).

Örneğin hazırlanması kademesinde diyet lifinin gıda materyalinden kolayca ayrılabilmesi ve çözünür lifin tamamının ekstrakte edilebilmesi amaçlanmaktadır. Örneğin öğütülmesi sonuçları etkilemekte olup, daha ince öğütülmüş örnek ile daha fazla suda çözünür diyet lifi ekstrakte edilmektedir. Yağ içeriğinin % 3'ten fazla olması durumunda eter, petrol eteri veya diğer uygun bir çözücü ile yağın alınması gereklidir. Kurutma veya diğer işlemleri çözünür diyet lifinin ekstraksiyonunu etkilemektedir. Şekerler % 80'lik alkol ile uzaklaştırılmakla birlikte, bu işlem daha sonra nişastanın parçalanması amacıyla kullanılan enzimlerin aktiviteelerini azaltabilmektedir.

Örnek hazırlama kademesini ekstraksiyon işlemi takip etmektedir. Ekstraksiyon çözeltisinin pH'sı uzaklaştırılması amaçlanan komponente göre ayarlanabilir. Çözünür diyet lifi soğuk veya sıcak suyla ekstrakte edilebilir. Suda-çözünür pektinler EDTA ile, hemiselülözler seyreltik alkali ile ve pentozanlar soğuk % 10'luk trikloroasetik asit ile uzaklaştırılabilir. Ancak bu kademedede ilave edilen çözeltide çözünür diyet lifi ile birlikte şekerler, tuzlar, protein ve nişasta gibi diğer maddelerde mevcuttur.

Enzimlerle muamele, nişasta ve proteinleri uzaklaştırmak amacıyla ekstraksiyondan önce veya sonra uygulanmaktadır. Önemli miktarlarda nişasta ve protein içeren örneklerde bu komponentlerin lifi ayırmadan önce hidrolize edilip uzaklaştırılması yararlıdır. Aynı zamanda bu yaklaşım gıdanın insan sindirim sistemine alındıktan sonra nişasta ve proteinin hidrolize olup absorplanmasıyla geriye kalan diyet lifinin kolonda uğradığı metabolizma faaliyetlerine uygun olarak metodu modellemeye olanak vermektedir.

Ekstraksiyon işlemini takiben lifin ayrılması işlemi ile çözünür olan ve olmayan diyet lifinin kuru ağırlıkları bulunmaktadır. Santrifüjleme veya filtrasyon ile çözünür diyet lifi çözünür olmayan liften ayrılabilir ve diyaliz ile de enzimle muameleden sonra oluşan şekerler, tuzlar ve bazı hidrolitik ürünler gibi düşük molekül ağırlıklı maddeler uzaklaştırılmaktadır. Bu işlemlerden başka suda çözünür diyet lifi alkolle çöktürme, kurutma, çökeleği tartma, protein ve kül analizlerini takiben gerekli ağırlık düzeltmesi (protein ve kül miktarlarının alınan çökelek miktarından çıkarılması) ile de tayin edilebilir.

Diyet lifi polisakkaritlerinin kimyasal yapısı bunların monosakkarit kompozisyonunu analizlemek suretiyle tayin edilmektedir. Hemiselülözler derişik olmayan asit hidrolizi ile basit şekerlerine dönüştürülebilir ve oluşan basit şekerler yüksek basınçlı sıvı kromatografisi veya daha yaygın olarak gaz kromatografisi ile tayin edilebilir. Hemiselülözlerin asit hidrolizi için genellikle sülfürik asit tercih edilmektedir (ENGLYST ve CUMMINGS, 1984). Daha yaygın olan diğer bir yaklaşım ise az miktarda örnek çözeltisini (5-10 mg) 1-2ml 2 M trifloroasetik asitte (TFA) 125°C'da 1 saat hidrolizlemektir (ALBERSHEIM ve Ark., 1967). Daha sonra hidrolizat TFA'yı uzaklaştırmak için kuruluğa kadar buharlaştırılmakta ve sodyum borohidrit ile alditollere indirgenen nötral şekerler asetik anhidrit ve pridin ile asetillendirilmektedir. Boratın metanolla yıkanması oldukça zaman aldığı için asetilleme reaksiyonunda N-metillimidazol da tercih edilebilir (ENGLYST ve CUMMINGS, 1984). Oluşan alditol asetatların gaz kromatografisi ile kolayca tayin edilmesiyle diyet lifi polisakkaritlerinin basit şeker kompozisyonu belirlenmektedir.

Üronik asitler dekarboksilasyon işlemi ve bunun sonunda oluşan karbondioksitin ölçülmesiyle tayin edilebilir (THEANDER ve AMAN, 1982). Ancak daha yaygın olarak spektrofotometrik tayinler kullanılmaktadır. Karbazol (BITTER ve MUIR, 1962), meta-hidroksidifenil (BLUMENKRANTZ ve ASBOE-HANSEN, 1973) ve 3,5-dimetilfenol (SCOTT, 1979) gibi kolorimetrik reaktiflerin sülfürik asit varlığında ısıtıldıklarında üronik asitlerle renkli bileşikler (kromoforlar) vermesi, üronik asitlerin spektrofotometrik tayininin prensibini oluşturmaktadır.

TAYİN YÖNTEMLERİ

Ham Lif Yöntemi

Lif tayin yöntemleri 19. yüzyılın başlarında hayvan yemlerinde lif miktarının tesbiti amacıyla geliştirilmiştir. Ham lif (crude fiber) çözen ekstraksiyonunu takiben, seyreltik asit ve alkali ile muameleden sonra kül miktarının çıkarılmasıyla geriye kalan kalıntı olarak tanımlanmaktadır. Bu kalıntı selüloz ve ligninin yaklaşık % 65-75'ini içermekte olup, insan beslenmesi yönünden hiç bir değeri yoktur. Bu yöntemle elde edilen lif değerleri gıdanın selüloz içeriğine bağlı olarak toplam diyet lifinin % 5-20'sini oluşturmaktadır (HALL, 1989).

Asit Deterjan Lifi Yöntemi

Ham lif yönteminin verdiği sonuçların yetersizliği diğer yöntemlerin araştırılmasına yol açmıştır. 1960'ların başında Van Soest'in diyet lifi komponentlerini geri kazanmaya yönelik çalışması "Asit Deterjan Lifi" (ADL; acid detergent fiber) yöntemini ortaya çıkarmıştır (VAN SOEST, 1963). Bu yöntemde örnek setiltrimetilamonyun bromit (deterjan) ve 1 N sülfürik asit çözeltileri içinde kaynatılmakta, süzülme ve kalıntı kurutulup tartılmaktadır (Şekil 1.). Bu kalıntı selüloz ve ligninin yaklaşık % 90'ını içermektedir. Kalıntının daha sonra % 72'lik sülfürik asit ile hidrolizi suretiyle lignin miktarı da tayin edilmektedir (AOAC, 1984).

Asit deterjan lifi yönteminin başlıca dezavantajları: 1) sıcak asitle ekstraksiyon işlemi sırasında pektik maddelerin ve bazı polisakkaritlerin çözünmesi, 2) asitte geri soğutucuda kaynatma koşullarında hücre duvarındaki selüloz olmayan polisakkaritlerin hidrolize olması, 3) nişastaca zengin olan gıdalarda (patates gibi) elde edilen son kalıntının çirşlenmiş nişasta içermesi şeklindedir (SELVENDRAN ve Ark., 1981).

Nötral Deterjan Lifi Yöntemi

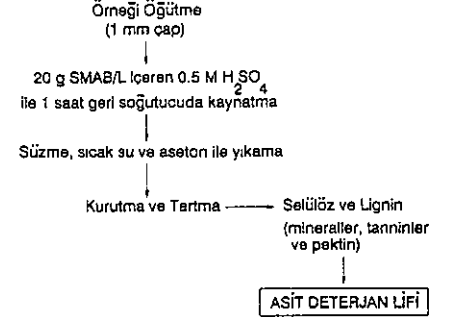
GOERİNK ve VAN SOEST (1970) bitkisel hücre duvarı bileşiklerinin analizlenmesi amacıyla nötral deterjan lifi (NDL; neutral detergent fiber) yöntemini geliştirmişlerdir. Yöntemde örnek sodyum lauril sulfat (deterjan) EDTA, borat, fosfat ve 1-etoksi etanol içeren çözeltilde kaynatılmakta, süzülmekte, sıcak su ve aseton ile yıkanmaktadır (Şekil 2). Kurutmayı takiben elde edilen kalıntı selüloz, lignin ve hemiselülozlerin büyük bir kısmını içermektedir. SHALLER (1977)'in nişastanın uzaklaştırılması için (hog) pankreatik amilazını kullanarak modifiye ettiği bu yöntem Amerikan Hububat Kimyacıları Derneği (American Association of Cereal Chemists, AACC) tarafından AACC Yöntemi 32-20 olarak kabul edilmiştir.

Nötral deterjan lifi yönteminin dezavantajları pektik yapıdaki maddelerin kaybı ve nişastanın tam olarak uzaklaştırılmaması nedeniyle daha yüksek değerlerin elde edilmesidir (SELVENDRAN ve Ark., 1981). Ancak bu yöntem uzun yıllar en çok tercih edilen yöntem olmuştur.

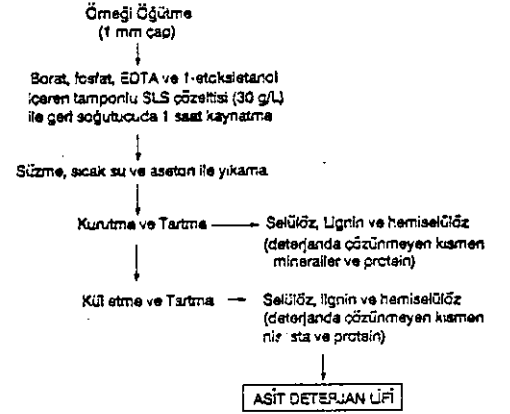
Asit deterjan lifi ve nötral deterjan lifi yöntemleri sadece deterjanda çözünür olmayan diyet lifi miktarlarını tayin etmektedirler. Bu yöntemlerle çözünür olmayan diyet lifi Şekil 3'teki gibi selüloz, hemiselüloz ve lignin bileşenlerine ayrılabilir. Bu bileşenleri her iki yöntemde ayrı ayrı uygulayarak analizlemek ve sonuçta NDL miktarından ADL miktarını çıkararak hemiselüloz miktarını hesaplamak, elde edilen kalıntıda pektinler, tanninler ve nişasta gibi bazı bileşikler de mevcut olduğundan hatalıdır. ROBERTSON ve VAN SOEST (1981) NDL ve ADL yöntemlerinin aynı örnekte ardışık olarak uygulamaya imkan veren ve hata payını çok azaltan bir işlem geliştirmişlerdir (Şekil 4). Bu yaklaşımla selüloz hemiselüloz, lignin ve kütin miktarları ayrı ayrı tayin edilebilmektedir.

SONUÇ

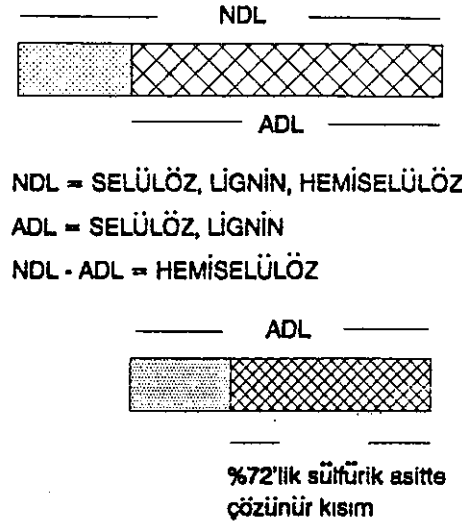
Diyet lifinin tayini amacıyla yapılan çalışmalar asit ve deterjanların kullanıldığı yöntemlerle başlamış olmasına rağmen günümüzde bu yöntemler yerini enzimatik yöntemlere bırakmıştır. Çünkü asit ve deterjan yöntemleri ile sadece suda çözünür olmayan diyet lifi bileşenlerinin tayini mümkündür ve ayrıca selüloz ve hemiselüloz gibi bileşenlerde analiz sırasında kayıtlar söz konusudur. Dolayısıyla bu yöntemlerle son yıllarda kabul edilen diyet lifi tanımını oluşturan bileşenlerin sadece bir kısmını analizlemek mümkündür. Buna karşın enzimatik yöntemler insan sindirim sistemindeki fizyolojik faaliyetlerin modellendiği yöntemler olup, suda çözünür olan ve olmayan diyet lifinin analizlenmesine imkan vermektedir. Bu nedenlerle asit ve deterjanların yer aldığı yöntemler günümüzde artık kabul görmemektedir.



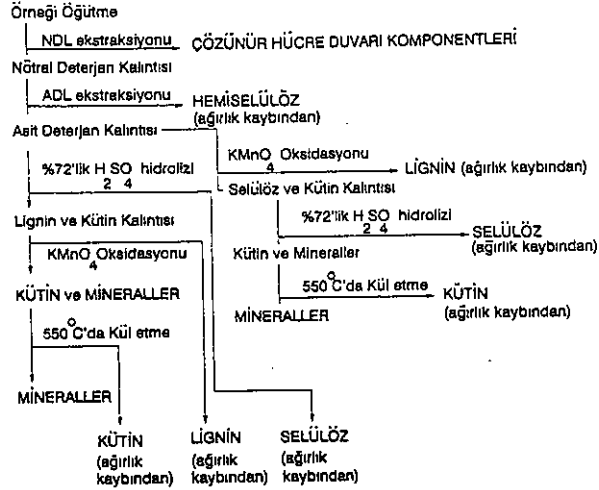
Şekil 1. Asit deterjan lifi yöntemi.
SMAB = Setilmetilamonyum bromit
(POMERANZ ve MELOAN, 1987).



Şekil 2. Nötral deterjan lifi yöntemi.
SLS = Sodyum laurilsülfat. (POMERANZ ve MELOAN, 1987).



Şekil 3. Çözünür olmayan diyet lifi komponentlerinin sınıflandırılması. ADL=Asit deterjan lifi; NDL=Nötral deterjan lifi (POMERANZ ve MELOAN, 1987).



Şekil 4. Nötral deterjan lifi ve asit deterjan lifi yöntemlerinin ardışık olarak uygulanması (ROBERTSON ve VAN SOEST, 1981).

KAYNAKLAR

- ALBERSHEIM, P., D.J. NEVINS, P.D. ENGLISH, A. KARR. 1967. A method for the analysis of sugars in plant cellwall polysaccharides by gas-liquid chromatography. *Carb. Res.* 5:340.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1984. Official Methods of Analysis of the AOAC. 14th Ed. The Association, Washington, D.C.
- BITTER, T., H.M. MUIR. 1962. A modified uronic acid carbazole reaction. *Anal. Biochem.* 4:330.
- BLUMENKRANTZ, N., G. ASBOE-HANSEN. 1973. New method for quantitative determination of uronic acids. *Anal. Biochem.* 54:484.
- BURKITT, D.P. 1971. Epidemiology of cancer of the colon and rectum. *Cancer* 28:3.
- BURKITT, D.P., H.C. TROWELL. 1975. Refined carbohydrate foods and disease. Some implications of dietary fiber. Academic Press, London, England.
- ENGLYST, H.N., J.H. CUMMINGS. 1984. Simplified method for the measurement of total non-starch polysaccharides by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. *Analyst* 109:937.
- GOERING, H.K., P.J. VAN SOEST. 1970. Forage fiber analysis. *USDA Handbook*, No.379. U.S. Dept. Agric., Washington, D.C.
- HALL, J.M. 1989. A review of total dietary fiber methodology. *Cereal Foods World* 34:526.
- JONES, J.M. 1992. Fiber and disease. *Cereal Foods World*. 37:905.
- KAVAS, A., K. ÇELEBİ, S. KARAKAYA. 1989. Lifi beslenmedeki yeri ve gıdalara uygulanan işlemlerin lif üzerine etkileri. *E.Ü.Müh. Fak. Der. Seri B: Gıda Mühendisliği* 7:91.
- OLSON, A.E., G.M. GRAY, M.-C. CHIU. 1987. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. *J. Food Technol.* 41:71.
- POMERANZ, Y., C.E. MELOAN. 1987. *Food Analysis*. 2nd Ed. Van Nostrand Reinhold Co. Inc., New York. 797 sayfa.
- REISER, S. 1987. Metabolic effects of dietary pectins related to human health. *J. Food Technology*. 41:84.
- ROBERTSON, J.B., P.J. VAN SOEST. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. Sayfa 123-158. In "The Analysis of Dietary Fiber. Eds. James, W.P.T. ve O. Theander". Marcel Dekker, Inc., New York.
- ROGERS, B. 1992. Fiber enriched pasta. *Pasta Journal* 74(3): 37.
- SCHNEEMAN, B.O. 1986. Dietary fiber: physical and chemical properties, methods of analysis, and physiological effects. *J. Food Technol.* 40:104.
- SCHNEEMAN, B.O. 1987. Soluble and insoluble dietary fiber-differen physiological responses *J. Food Technol.* 41:81.
- SCHWEIZER, T.F., P.MURSCH. 1981. Analysis of dietary fiber. Sayfa 203-216. In "The Analysis of Dietary Fiber. Eds. James, W.P.T. ve O. Theander". Marcel Dekker, Inc., New York.
- SCOTT, R.W. 1979. Colorimetric determination of hexauronic acids in plant materials. *Anal. Chem.* 51:936.

- SELVENDRAN, R.R., S.G. RING, M.S. DU PONT. 1981. Determination of dietary fiber content of the EEC samples and a discussion of the various methods of analysis. Sayfa 95-121. In "The Analysis of Dietary Fiber. Eds. James, W.P.T. ve O. Theander". Marcel Dekker, Inc., New York.
- SHALLER, D.R. 1977. Analysis of dietary fiber. Food Prod. Dev. 11:70.
- SOUTHGATE, D.A.T. 1969. Determination of carbohydrates in foods II- Unavailable carbohydrates. J. Sci. Food Agric. 20:331.
- SOUTHGATE, D.A.T. 1981. Use of the southgate method for unavailable carbohydrates in the measurement of dietary fiber. Sayfa 1-19. In "The Analysis of Dietary Fiber. Eds. James, W.P.T. ve O. Theander". Marcel Dekker, Inc., New York.
- SOUTHGATE, D.A.T., G.J. HUDSON, H. ENGLYST. 1978. The analysis of dietary fiber. The choices for the analyst. J. Sci. Food Agric. 29:979.
- STAUFFER, C.E., 1991. Ingredient in demand: Fiber. Baking and Snack 13:20.
- STAUFFER, C.E., 1992. Fiber: Choosing the right one. Baking and Snack 14:28.
- THEANDER, O., P.AMAN, 1982. Studies on dietary fiber. A method for the analysis and chemical characterization of total dietary fiber. J.Sci.Food Agric. 33:340.
- TROWELL, H.C., 1972. Ischaemic heart disease and fiber. Am. J.Clin. Nutrition 25:926.
- TROWELL, H.C., 1976. Definition of dietary fiber and hypothesis that is a protective factor in certain diseases. American J.Clinical Nutrition 29:417.
- TROWELL, H.C., D.A.T.SOUTHGATE, T.M.S. WOLEVER, A.R., LEEDS, M.A.GASSUL, D.J.A.JENKINS, 1976. Dietary fibre redefined. Lancet, 1:967.
- VAN SOEST, P.J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. JAOAC 46:829.