

Besinsel Lif Kaynağı Olarak Enzime Dirençli Nişasta

H.Gürbüz KOTANCILAR K.Emre GERÇEKASLAN M.Murat KARAOĞLU
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum (gurbuz@atauni.edu.tr)

Hüseyin BOZ

Atatürk Üniversitesi Narman Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü, Erzurum

ÖZET: Enzime dirençli nişasta (EDN) kavramının ortaya çıkmasıyla nişastanın biyo-yararlılığı ve özellikle yetişkinlerde diyet lif kaynağı olarak kullanımı konusunda yeni bir araştırma alanı doğmuştur. EDN'nin tatlı, beyaz renkli ve ürün dokusunu asgari derecede etkileyen güzel partikül boyutuna sahip oluşu; onun fonksiyonel özellikleri ve avantajları olarak görülmektedir. EDN'nin pasta ve bisküvi gibi bazı gıdalarda ingredient olarak kullanımı besinsel liflerin renk, doku vb. özelliklerde sebep olduğu sorunların önüne geçmektedir. Bununla birlikte EDN'nin vücutta gösterdiği faydalı etkiler diyet lifininkine oldukça benzerdir. Kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumuna katkıda bulunması EDN'nin en önemli fizyolojik etkisi olarak gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enzime dirençli nişasta, besinsel lif, KZYA.

Resistant Starch as a Dietary Fiber

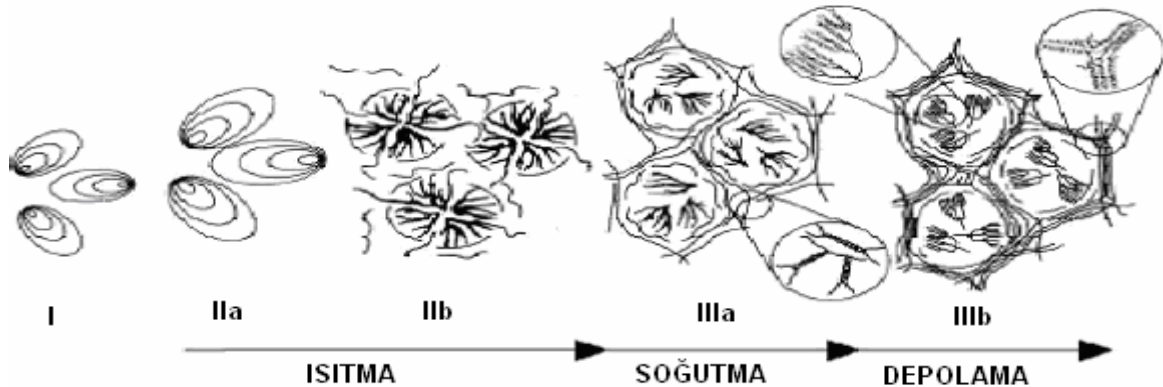
ABSTRACT: With discovery of the concept of resistant starch (RS) the new investigation field appear about the bioavailability of starch and in its utilize as a source of dietary fiber, especially in adults. It is accepted that having a bland flavor, white appearance and nice small partical size are advantage and functionality of RS. The usage of RS as an ingredient in some foods (pasta, biscuit etc.) avoid undesied color and texture which caused by dietary fiber. In addition to that, RS exhibits similar beneficial effects in human body to that is dietary fibre. It is commonly accepted that improving production of short chain faty acids (SCFA) in large intestine is the most important physiological effect of resistant starch intake.

Keywords: Resistant starch, dietary fibre, SCFA.

GİRİŞ

Nişasta, D-glukozun iki farklı homopolimerinden (amiloz ve amilopektinden) meydana gelen, bitki kaynaklı gıdalarda bulunan en önemli polisakkarittir. Düz zincir halinde olan amiloz birbirlerine α -(1,4) glikozidik bağlarıyla bağlı yaklaşık 500–2000 glikoz ünitesinden meydana gelmektedir. Amilopektin ise üzüm salkımına benzer dallı bir yapı sergilemektedir. Her bir dal 20–30 glikoz ünitesinden oluşmuş olup, düz zincirde α -(1,4), dallanma noktalarında ise α -(1,6) glikozidik bağları ile glikoz üniteleri birbirine bağlanmıştır. Nişasta soğuk suda erimez, fakat ısıtıldığında su alarak şişer ve belli bir sıcaklıktan sonra jelleşmeye başlar. Jelatinize olmuş nişastada soğuma ve

depolama süresine bağlı olarak meydana gelen değişime nişasta retrogradasyonu denilmektedir. Basit bir açıklamayla retrogradasyon nişastanın yeniden kristalizasyonudur (Ertugay ve Kotancılar, 1988; Elgün ve Ertugay, 2003; Karaoğlu, 2005). İki nişasta polimeri olan amiloz ve amilopektinin retrogradasyon kinetiği birbirinden oldukça farklıdır. Saf amiloz solüsyonu saatler içinde retrograde olurken amilopektin solüsyonunun retrogradasyonu birkaç gün gerektirmektedir (Hug-İten vd., 2003). Şekil 1'de nişasta tanesinde meydana gelen bu değişimler görülmektedir. Amiloz/Amilopektin oranı nişastanın yapısını ve özelliklerini etkilemektedir (Jiang ve Liu, 2002).



Şekil 1. Nişasta-su karışımının ısıtılması, soğutulması ve depolanması esnasında meydana gelen değişimlerin şematik gösterimi. (I) soğuk su içerisindeki nişasta granülleri, (IIa) şişmiş nişasta granülleri, (IIb) amilozun granül dışına çıkması, (IIIa) amiloz retrogradasyonu, (IIIb) amilopektin retrogradasyonu (Gerçekaslan vd., 2007).

Günümüzde nişasta, birçok gıdanın bileşiminde yer almakta ve gıdalara önemli fonksiyonel özellikler kazandırmaktadır. Bileşimine katıldığı gıda maddesinin tekstürel özellikleri üzerine önemli derecedeki katkısından dolayı nişasta; kalınlaştırıcı, kolloidal stabilizör, jelleştirme ajanı, hacim artırıcı, su tutucu ve yapıştırıcı olarak endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır (Karaoğlu, 1998; Kahraman ve Köksel, 2006a).

Gıdalara kazandırdıkları özelliklerin yanında nişasta insan vücudu için eşsiz bir enerji kaynağıdır. Fakat vücuda alınan nişastanın incebağırsakta tam olarak emilemediği tespit edilmiş ve sindirilemeyen nişasta fraksiyonlarına ilgi artmıştır. 1982 yılında yapılan bir çalışmada enzimatik hidrolizden sonra bazı nişastaların sağlam kaldığı tespit edilmiştir. İlyostomi alanında yürütülen çalışmalar da mide ve ince bağırsakta sindirime direnç gösteren benzer nişastaların varlığını doğrulamıştır (Englyst vd., 1982). İlerleyen araştırmalar da bu nişastaların kalın bağırsakta fermente edilebilir olduğunu açığa çıkartmıştır. Nişastanın sindirilemeyen bu fraksiyonları “enzime dirençli nişasta” (EDN) olarak isimlendirilmektedir (Nugent, 2005; Baixauli vd., 2008).

Nişastanın sindirime karşı olan direnci nişasta polimerleri arasındaki ilişkinin doğasına bağlıdır. Amiloz içeriği zengin olan nişastalar doğal olarak sindirime daha dirençli ve retrogradasyona daha eğilimlidir. Nişasta retrogradasyonu dirençli nişastanın yapısal oluşumuyla doğrudan ilgilidir. Su varlığında yeterli yüksek sıcaklığa ısıtma esnasında nişastanın kristal bölgeleri erir, nişasta granülleri

jelatinize olur ve daha kolay sindirilebilir hale gelir. Ancak nişastanın bu durumu stabil değildir ve soğuma esnasında yeniden kristaller oluşur. Böylece nişasta amilaz ile hidrolize karşı yeniden dirençli hale gelir. Jelatinize olmamış nişasta ve retrograde nişasta EDN’ye örnek olarak gösterilmektedir (Nugent, 2005).

Enzime dirençli nişasta kavramı nişastanın biyo yararlılığı ve besinsel lif kaynağı olarak kullanılması konusunda yeni bir ilgi alanı oluşturmuştur. Yapılan araştırmalarda EDN’nin fizyolojik fonksiyonlarının besinsel lif ile benzer olduğu görülmüştür (Kahraman ve Köksel, 2006b). Bununla birlikte enzime dirençli nişastanın yağ ikamesi olarak gıdalarda kullanımı önem kazanmıştır. Yağ yerine enzime dirençli nişasta kullanılarak hem gıdanın yağ içeriği azaltılmakta hem de yağların gıdaya kazandırdıkları karakteristik özelliklerden taviz verilmemektedir (Kahraman ve Köksel, 2006a). EDN’nin farklı gıdalarda kullanımı ve fonksiyonel özellikleri hakkında çalışmalar yapılmakta hatta ticari olarak üretilen EDN gıdaların lif içeriğini ve fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Murphy vd., 2008).

Dirençli nişasta fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından EDN1, EDN2, EDN3 ve EDN4 olmak üzere 4 alt gruba ayrılmaktadır. Tip1, Tip2, Tip3 ve Tip4 enzime dirençli nişasta olarak da gruplandırılabilir (Çizelge 1). Sindirim enzimlerine karşı en dayanıklı olan fraksiyon EDN3’tür. (Escarpa vd., 1996; Anonim, 2005a; Kahraman ve Köksel, 2006a, 2006b; Sajilata vd., 2006; Augustin vd., 2008; Murphy vd., 2008; Sanz vd., 2008).

Çizelge 1. Enzime dirençli nişastaların sınıflandırılması ve gıda kaynakları.

EDN tipi	Tanımlama	Gıda Kaynağı
EDN ₁	Fiziksel olarak erişilemeyen	Kısmen öğütülmüş tahıl ve tohumlar, baklagiller
EDN ₂	Jelatinize olmamış; α -amilaz tarafından yavaşça hidrolize edilen	Çiğ patates, yeşil muz baklagiller, yüksek amilozlu mısır
EDN ₃	Retrograde nişasta	Pişirilip soğutulmuş patates, ekmek, kahvaltılık gevrekler, nemli sıcaklık uygulamasıyla üretilen gıdalar
EDN ₄	Kimyasal olarak modifiye edilmiş nişastalar	Modifiye nişasta kullanılarak üretilen gıdalar (ekmek, kek vb)

Doğal kaynaklı, tatlı, beyaz renkli ve üründe dokuyu asgari derecede etkileyen, normal partikül boyutuna sahip oluşu; EDN’nin kullanım avantajları olarak görülmektedir. Çirişlenme, viskoziteyi artırma, jel oluşturma ve su bağlama kapasitesi gibi bazı fizikokimyasal özellikleri, EDN’yi gıdaların çoğunda kullanılabilir kılmaktadır. EDN’nin bu özellikleri onun, hamurun işlenmesini ya da reolojisini önemli derecede etkilemeksizin kullanılmasına imkân sağlamaktadır. EDN ilave

edildiği gıdaya yüksek lifli gıdalarda ulaşılamayan bazı özel karakteristikler kazandırır. Normal yüksek lifli ürünlerle kıyaslandığında görünümü, dokuyu ve ağız hissini olumlu etkilemesi en büyük avantajları arasında sayılabilir. Kaplamalı ürünlerin ve kahvaltılık tahılların kıtırlığını artırır ve aynı zamanda laksatif etki göstermesi nedeniyle Çölyak hastaları için üretilen ürünlerde kullanılabilmesi ve gıdaların kalorisini düşürmelerinden ötürü fonksiyonel gıda bileşenidirler. Araştırma

planlarındaki farklılıklar, zayıf deneysel tasarım ve besin veya besinsel bileşen olarak kullanılan EDN'nin dozu, tipi ve kaynağındaki farklar, EDN çalışmaları arasında karşılaştırma yapmayı engellemektedir (Nugent, 2005; Sajilata vd., 2006).

Enzime Dirençli Nişastanın Önemli Fizyolojik Faydaları

Kısa Zincirli Yağ Asitleri ve Bağırsak Sağlığı

İncebağırsakta sindirilemeyen nişasta fraksiyonları kalınbağırsaktaki mikroorganizmalar için substrat vazifesi görmekte ve yararlı mikroorganizmaların, özellikle de Bifidobakterlerin gelişmesine olanak sağlamaktadır. İnce bağırsaktan sindirilmeden geçen EDN'nin kalın bağırsakta fermente edilmesiyle birlikte karbondioksit, metan, hidrojen, organik asitler ve kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) gibi bazı fermentasyon ürünleri meydana gelir. Üretilen KZYA bütirat, asetat ve propiyonattır. EDN'nin olumlu fizyolojik etkisinin özellikle bu KZYA'dan ileri geldiği düşünülmektedir (Rahman vd., 2007).

KZYA'lar anaerobik mikroorganizmaların polisakkaritler, oligosakkaritler, proteinler, peptitler ve glikoprotein ön maddelerini fermente etmeleri sonucu oluşan metabolik ürünlerdir. KZYA'lar kalın bağırsak iç yüzeyindeki hücreler için enerji kaynağıdır. KZYA'lar kolonik kan akışını hızlandırır, pH'yı düşürür ve anormal kalın bağırsak hücre popülasyonunun gelişmesini önlemede yardımcı olur (Topping ve Clifton, 2001). KZYA'lar esas itibarıyla fermentasyonun en üst düzeyde gerçekleştiği kolon başlangıcında çokça bulunmakta olup, mevcut miktar diyetdeki karbonhidrat düzeyini yansıtır. Kolon iç yüzeyindeki hücreler ve bakteriler KZYA'ları kullandıkları için kolon boyunca ilerledikçe KZYA'ların seviyesi düşer. İnsanlarda bulunan KZYA'ların bolluk sıralaması asetat > propiyonat > bütirat şeklindedir. Diyetle bağlı olarak, toplam KZYA konsantrasyonu genellikle kolon başlangıcında 70-140 mM ve kolon merkezinde 20-70 mM arasındadır. Görüldüğü gibi KZYA kolon merkezinde çok daha az düzeydedir. Bu bölge bağırsak hastalıklarının ve kolon kanserinin en sık görüldüğü bölgedir (Schwiertz vd., 2002). Bütirat kolon iç yüzeyindeki hücrelerin kullandığı en önemli enerji kaynağıdır. *In vitro* çalışmalarda bütirat neoplastik değişimleri tersine çevirdiği ve *in vivo* çalışmalarda kolon yüzey hücrelerini besleyici etki gösterdiği saptanmıştır (Topping, 2007; Sanz vd., 2008).

Dirençli nişasta KZYA'nın üretimini artırabilir ve böylece kolon sağlığının gelişmesinde yardımcı olabilir. Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar EDN ile beslenen hayvanlarda çekal (kalınbağırsağın başlangıç bölgesi) ve fekal toplam KZYA'nın ve propiyonat, asetat ve bütirat konsantrasyonunun

arttığını göstermiştir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda EDN ilavesinin artışıyla KZYA'nın fekal konsantrasyonunda artış meydana geldiği rapor edilmiştir. Ancak KZYA tek tek incelendiğinde farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılıklar ise EDN'nin tipi ve miktarı, kullanılan deneysel metot ve kalın bağırsağı tek tek geçiş sürelerindeki farktan kaynaklanmaktadır (Nugent, 2005).

Prebiyotik ve Kültür Destekleyici Olarak EDN

Prebiyotikler mide ve ince bağırsakta sindirilemeyen ve kalın bağırsakta mevcut yararlı bakteriler için potansiyel substrat vazifesi görerek, kolonda mevcut bu bakterilerin aktivitesini ve/veya gelişimini teşvik eden gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid, 1995; Topping vd., 2003).

EDN mide ve incebağırsaktan sindirilmeden geçerek, kalın bağırsaktaki yararlı bakteriler tarafından fermente edilir. Dolayısıyla da prebiyotik etkiye sahiptir. EDN ve fruktooligosakkaritler birlikte tüketildiğinde fekal bakteri sayısındaki artışın, bu iki bileşenin ayrı ayrı kullanıldığında olandan çok daha fazla olduğu rapor edilmiştir. EDN'nin özellikle Bifidobakterler için besleyici etkiye sahip olduğu (Tharanathan ve Mahadevamma, 2003) ve bu bakterilerin üst gastrointestinal bölgede korunmasını sağladığı düşünülmektedir. Bu koruyucu etkiden dolayı da EDN "kültür destekleyici" olarak tanımlanmakta ve yoğurta Bifidobakterler ile kombine şekilde kullanılmaktadır (Crittenden vd., 2001).

EDN'nin Kalorifik Değeri ve Glisemik İndeks

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda dirençli nişastanın enerji değeri yaklaşık olarak 8 kJ/g (2kcal/g) olarak hesaplanmıştır. Bu enerji değeri, tamamen sindirilebilir nişastaninkine karşılaştırıldığında oldukça düşük bir değerdir. Tamamen sindirilebilir olan nişastanın enerji değeri 15 kJ/g (4.2 kcal/g) dir (Liversey, 1994).

Çoğu karbonhidratlar tüketildikten yaklaşık 15-45 dk sonra kan glikoz seviyesini yükseltirler. Glikoz seviyesi yaklaşık 2-3 saat içerisinde normale dönmektedir. Yüksek glikoz konsantrasyonu nedeniyle kanda insülin hormonu konsantrasyonu da artmakta ve bunun sonucu olarak vücutta depolanmış yağların kullanımı durmaktadır. EDN'nin yavaş sindirilmesi kan glikoz seviyesinin daha iyi kontrol edilmesi ve buna bağlı olarak depo yağların kullanılmasını sağlamakta ve dolayısıyla daha faydalı olabilmektedir. Bu nedenle dirençli nişasta bakımından zengin gıdalar şeker hastaları için depo yağların kullanımını teşvik etmeleri ve kan glikoz düzeylerinin sürekli olarak kontrol edilmesi açısından oldukça önemlidir. Ayrıca açlık hissini baskıladığı

için obezite hastalarının EDN tüketmeleri teşvik edilmelidir (Anonim, 2005b).

EDN'nin genel kabul gören bu yararlı etkilerinin yanında lipid metabolizması ve minerallerin biyo yararlılığını olumlu yönde etkileyip etkilemediği hususunda farklı yorumlar mevcuttur. Deney hayvanları üzerinde yapılan bir çalışmada EDN'nin plazma kolesterol ve trigliserit seviyesini düşürmede hap olarak alınan kolesteramin'den daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Younes vd., 1995). Ancak insanlar üzerinde yapılan çoğu çalışmada EDN'nin lipid metabolizmasını etkilemediği sonucuna varılmıştır (Nugent, 2005).

Lopez vd., (2001) ve Younes vd., (1995) EDN içeriği artırılmış gıdalarla beslenen farelerde kalsiyum, magnezyum, çinko, demir ve bakırın absorpsiyonunda bir artış olduğunu rapor etmelerine karşın Kishida vd., (2001) EDN'nin herhangi bir etki göstermediğini bildirmiştir.

SONUÇ

Enzime dirençli nişasta besinsel lifler ile benzer fizyolojik etkilere sahiptir. Yüksek jelatinizasyon sıcaklığına, iyi film oluşturma ve ekstrüzyon kalitesine ve diğer lifli ürünlerden daha düşük su tutma kapasitesine sahiptir. Düşük olan su absorpsiyon kabiliyeti sayesinde ilave edildiği hamurun reolojik özelliklerine neredeyse hiç etki etmemektedir. Bunun yanı sıra EDN'nin beyaz renkli olduğu gerçeği de göz önünde bulundurulursa fonksiyonel olarak besinsel liflerden daha kullanışlı olduğu sonucuna varılabilir. Nitekim bu doğrultuda yürütülen çalışmalarda enzime dirençli nişastanın besinsel lif yerine kullanımının gıdaların (makarna, bisküvi, kek vb) görsel olarak kabul edilebilirliğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Kısacası gıdanın dokusal özelliklerini çok fazla etkilemeden gıdanın besinsel lif içeriğini artırmak enzime dirençli nişasta kullanımıyla kolaylıkla yapılabilir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2005a. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (online). <http://books.nap.edu/openbook.php?isbn=0309085373&page=339> (3 Mayıs 2008).

Anonim, 2005b. Resistant Starch – Questions and Answers. British Nutrition Foundation, [http://www.nutrition.org.uk/upload/Resistant%20Starch\(1\).pdf](http://www.nutrition.org.uk/upload/Resistant%20Starch(1).pdf) (10 Mart 2008).

Augustin, M.A., Sanguansri, P., Htoon, A., 2008. Functional performance of a resistant starch ingredient modified using a microfluidiser. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9: 224-231.

Baixaulli, R., Salvador, A., Martínez-Cervera, S., Fiszman, S.M., 2008. Distinctive sensory features introduced by resistant starch in baked products. *LWT Food Sci. Technol.*, (in press).

Crittenden, R.G., Morris, L.F., Harvey, M.L., Tran, L.T., Mitchelland H.L., Playne, M.J., 2001. Selection of a Bifidobacterium strain to complement resistant starch in a synbiotic yoghurt. *J-Appl-Microbiol.*, 90: 268–278.

Elgün, A., Ertugay, Z., 2003. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniv. Yayınları No:718, s:376.

Englyst, H., Wiggins, H.S., Cummings, J.H., 1982. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. *Analyst* 107: 307–318

Ertugay, Z., Kotancılar, G., 1988. Nişastanın bazı fizikokimyasal özellikleri ile ekmek içi sertliği arasındaki ilişkiler. *Gıda*, 13, 115-121.

Escarpa, A., Gonzalez, M.C., Manas, E., Garcia-Diz, L., Saura-Calixto, F., 1996. Resistant starch formation: Standardization of a high-pressure autoclave process. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 924-928.

Gerçekaslan, K.E., Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., 2007. Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler-I. *Gıda*, 32 (6): 305-315.

Gibson, G.R., Roberfroid, M.B., 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125: 1401–1412.

Hug-Iten, S., Escher, F., Conde-Petit, B., 2003. Staling of bread: role of amylose and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. *Cereal Chem.*, 80 (6): 654–661.

Jiang, G., Liu, Q., 2002. Characterization of residues from partially hydrolyzed potato and high amylose corn starches by pancreatic α -amylase. *Starch/Stärke*, 54: 527-533.

Kahraman, K., Köksel, H., 2006a. Enzime dirençli nişasta üretimi ve fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi. *Hububat Ürünleri Tekn. Kong.*, 7-8 Eylül, Gaziantep.

Kahraman, K., Köksel, H., 2006b. Yüksek amilozlu nişastadan enzime dirençli nişasta üretimi ve karakterizasyonu. *Türkiye 9. Gıda Kong.*, 24-26 Mayıs, Bolu.

Karaoğlu, M.M., 2005. Nişasta retrogradasyonu: 1. Nişasta retrogradasyonu ve Gıda endüstrisi için önemi. *Unlu Mamuller Tekn.*, 67: 52-65.

Karaoğlu, M.M., 1998. Farklı yöntemler uygulanarak elde edilmiş modifiye nişastaların kek kalitesi üzerindeki etkileri. *Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens. (Yüksek Lisans Tezi)*, Erzurum.

Kishida, T., Nogami, H., Himeno, S., Ebihara, K., 2001. Heat moisture treatment of high amylose cornstarch increases its resistant starch content but not its physiologic effect in rats. *Journal of Nutrition* 131: 2716–21.

Liversey, G., 1994. Energy value of resistant starch. In: *Proceedings of the Concluding Plenary Meeting of EURESTA*, pp. 56–62. EURESTA, Wageningen, The Netherlands.

Lopez, H.W., Levrat-Verny, M.A., Coudray, C., Besson, C., Krespine, V., Messenger, A., Demigné, C., Rémésy, C., 2001. Class 2 resistant starches lower plasma and liver lipids and improve mineral retention in rats. *Journal of Nutrition* 131: 1283–1289.

Murphy, M.M., Douglass, J.S., Birkett, A., 2008. Resistant starch intakes in the United States. *J. Am. Diet. Assoc.*, 108: 67-78.

Nugent, A.P., 2005. Health properties of resistant starch. *British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin*, 30: 27-54.

Rahman, S., Bird, A., Regina, A., Li, Z., Ral, J.P., McMaugh, S., Topping, D., Morell, M., 2007. Resistant starch in cereals: Exploiting genetic engineering and genetic variation. *J. Cereal Sci.*, 46: 251-260.

Sajilata, M.G., Singhal, R.S., Kulkarni, P.R., 2006. Resistant starch. *Comp. Rev. Food Sci. Food Safety*, 5: 1-17.

Sanz, T., Salvador, A., Fiszman, S.M., 2008. Resistant starch (RS) in battered fried products: Functionality and high-fibre benefit. *Food Hydrocolloids*, 22: 543-549.

Schwartz, A., Lehmann, U., Jacobasch, G., Blaut, M., 2002. Influence of resistant starch on the SCFA production and cell counts of butyrate-producing Eubacterium spp. in the human intestine. *J-Appl-Microbiol.*, 93 (1): 157–162.

- Tharanathan, R.N., Mahadevamma, S., 2003 Grain legumes a boon to human nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 14: 507-518.
- Topping, D., 2007. Cereal complex carbohydrates and their contribution to human health. *J. Cereal Sci.*, 46:220-229.
- Topping, D.L., Clifton, P.M., 2001. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological Reviews*, 81 (3): 1031-1064.
- Topping, D.L., Fukushima, M., Bird, A.R., 2003. Resistant starch as a prebiotic and symbiotic: state of the art. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62: 171-176.
- Younes, H., Levrat, M.A., Demige, C., Rémésy, C., 1995. Resistant starch is more effective than cholestyramine as a lipid-lowering agent in the rat. *Lipids* 30: 847-853.