

İnülin ve Oligofruktozların İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Üzerine Etkileri

Nurcan Yabancı

Gazi Üniversitesi, Mesleki Eğitim Fakültesi, Gıda ve Beslenme Eğitimi Anabilim Dalı, Beşevler, Ankara
E-posta: nyabancı@gmail.com

ÖZET

İnülin soğan, sarımsak, pırasa, hindiba ve enginar gibi birçok sebze de bulunan bir fruktoz oligomeridir. Oligofruktoz ise inülinin enzimatik hidroliz ile elde edilir. Son yıllarda inülin ve oligofruktoz, jel, kıvam verici ve tatlandırıcı özelliklerinden dolayı, gıda sanayisinde kullanılmaktadır. İnülin ve oligofruktoz, diğer karbonhidratlara göre daha düşük enerji içerir. Bilinen en önemli fonksiyonu, bağırsaklarda bifidobakterilerin gelişmesini uyarmalarıdır. Bunlara ek olarak, inülin ve oligofruktoz, şeker hastalığı, kalp hastalıkları, kanser ve osteoporoz riskini azaltır. Bu derleme inülin ve oligofruktozun beslenme ve sağlık üzerine etkilerini göstermek amacıyla yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnülin, Oligofruktoz, Sağlık, Beslenme

Effects of Inulin and Oligofructoses on Human Health and Nutrition

ABSTRACT

Inulin is an oligomer of fructose present in many plant foods such as onion, garlic, leek, chicory and artichoke. Oligofructoses can be obtained from inulin by enzymatic hydrolysis. Because of their gelling, thickening and sweetener properties, both inulin and oligofructoses have found application in food industry in recent years. These food constituents have lower caloric values than typical carbohydrates. The best-known nutritional effects of inulin and oligofructose human health are their actions on stimulating *Bifidobacteria* growth in the intestines. Additionally, they may decrease risks of diabetes, heart diseases, cancer, and osteoporosis. The objective of this review is to discuss the effects of inulin and oligofructoses on human health and nutrition.

Key Words: Inulin, Oligofructose, Health, Nutrition

GİRİŞ

Besleyici etkilerinin yanı sıra vücuda alındığında sağlık üzerine olumlu etki gösteren besinlere "fonksiyonel besin" denir [1]. Hindiba bitkisinden doğal olarak elde edilen inülin ve oligofruktoz fonksiyonel besin bileşeni olarak tanımlanabilir [2]. Bu maddelerin günlük ortalama tüketim miktarları Amerika Birleşik Devletleri'nde 1-4g, Avrupa ülkelerinde de 3-10g olarak belirlenmiştir. İnülin ve oligofruktoz, bazı sistemik ve fizyolojik özellikleri ile kalın bağırsak işlevini etkilerler, kalın bağırsakta bulunan bifidobakterilerin gelişmesini uyardıkları için birer prebiyotiklerdir. Başta kalsiyum olmak üzere birçok mineralin emilimini etkileyerek, kemik mineral yoğunluğunu artırır ve osteoporoz riskini azaltırlar. Bağırsıklık sistemi uyarırlar, karaciğerde yağ yapımını azaltırlar, hiperinsülinemiyi önleyerek kardiyovasküler hastalık riskini düşürürler. Bağırsak hareketlerini arttırarak kabızlığı, bifidobakterilerin Gram negatif ve pozitif bakterilerin çoğalmasını önleyici özellikleri nedeniyle de ishal oluşumunu önlerler. Kötü huylu tümörlerin gelişmesini engelleyerek veya azaltarak, kalın

bağırsak kanseri riskini düşürürler [3]. İnülin ve oligofruktoz dünyada genellikle posa olarak bilinmekte ve posa içeriği nedeni ile besinlere katılmaktadır, bunlar diğer posalara benzemeksizin lezzet verici maddelerdir. Oligofruktozlar, genelde tahıllara, meyveli yoğurtlara, dondurmalara ve süt ürünlerine katılmaktadır. İnülin ve oligofruktozun gıda sanayisinde kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır [4]. Bu çalışmada, inülin ve oligofruktozun gıda sanayisinde kullanımı, beslenme ve sağlık ile ilişkisi incelenmiştir.

İNÜLİN ve OLİGOFUKTOZ ÜRETİMİ ve BESİN SANAYİSİNDEKİ ÖNEMİ

Bugün dünyada yaşam koşullarının değişmesi ile bireylerin hazır besin tüketimlerinin ve enerji alımlarının yükselmesi, fiziksel aktivitelerin azalması, sağlık harcamalarının artması kronik hastalıklarla mücadele etme zorunluluğunu getirmiştir. Tüketicilerin sağlık ve beslenme ilişkisini öğrenmeye başlamaları doğrultusunda, gıda sanayisinde sağlıklı beslenme ürünleri geliştirebilmek için çeşitli teknolojilerden

faýdalanmaktadır. Gıda sanayisinde, etkili yöntemler ve bilimsel donanımı ile besinlerin kimyasal bileşimi ve fiziksel yapısını kontrol edebilmekte, hatta geliştirebilmektedir [5]. İnülin ve oligofruktoz, bugün besin endüstrisinde ya sukrozdan sentezlenmekte ya da hindiba köklerinden ekstrakte edilmektedir. Hindiba botanikte *Cichorium intybus* olarak bilinen bir bitkidir ve en çok kahve yerine kullanıldığı bilinir. Kökleri %15-20 oranında inülin ve %5-10 oligofruktoz içerir. İnülin üretimi, şeker pancarından şeker elde edilmesi ile benzerdir, kökler toplanır, temizlenir ve yıkanır. İnülin tozu ortalama 10-12°C'de polimerize edilir ve 2-60 ünitelik zincir uzunluğuna sahip moleküllerdir. Oluşan inülin tozu %6-10 oranında glikoz, fruktoz ve sukroz içeren şekerlerden oluşur [6]. İnülin, standart, az şekerli ve yüksek performanslı olmak üzere üçe ayrılır. Standart inülin en fazla %10 şeker içeren ve hindiba köklerinden elde edilir. Az şekerli inülin ve yüksek performanslı inülin ise, mono, di ve oligosakkarit fraksiyonlarının fiziksel olarak kaldırılması ile oluşur [6]. Yüksek performanslı inülinde, şeker molekülleri ortadan kaldırıldığı için, inülin yağ benzeri bir yapı kazanır. Oligofruktoz da, inülinle benzer şekilde hindiba köklerinden elde edilmektedir. Aralarındaki en önemli fark, oligofruktozun ekstraksiyon aşamasından sonra hidrolize edilmesidir. İnülin, *Aspergillus niger*'den elde edilen inülinaz enzimi kullanılarak hidrolize edilir ve sonuçta oligofruktoz oluşur. *Aspergillus niger*'in toksik etkisinin olmadığı ve gıda sanayisinde kullanılabileceği yapılan araştırmalar sonunda açıklanmıştır. Oluşan oligofruktoz %30 sukroz içermektedir. Oligofruktoz, β-fruktofuranosidaz enzimi aracılığıyla sukrozdan da sentezlenebilir. İnülin, çok basit bir kimyasal yapıya sahip değildir. Fruktoz ünitelerinin β-2-1 bağları ile bağlanması ile oluşur; bu bağlar inülinin sindirimini zorlaştırır. Oligofruktoz, glikozidik bağlar ile bağlanmış, 2-10 monosakkarit içeren bir fruktoz oligosakkaridi olarak tanımlanmıştır. İnülin ve oligofruktoz arasındaki en önemli fark zincir uzunluklarıdır. İnülinin zincir uzunluğu daha fazladır ve bundan dolayı oligofruktoza göre daha zor çözünürler. İnülin su veya süt ile karıştırıldığında mikrokristaller oluşturabilirler. Fakat bu mikrokristaller, ağızda hissedilebilir bir pütürlü bir yapı bırakmazlar, fakat yağa benzer bir tat vererek ağızda yumuşak, kremi, kaygan

bir his oluştururlar. Bu nedenle inülin başta diyet ürünleri olmak üzere birçok besinde, yağ ikamesi olarak kullanılabilir. Genelde 0.25g inülin, 1 gram yağ yerine geçer. Yağ yerine inülin kullanılan besinlerin bir porsiyonunda yaklaşık 2-6g inülin vardır. Oligofruktoz ise, daha kısa zincirli bir oligomerdir ve şeker veya glikoz şurubu ile benzer tada sahiptir. Sukroza göre çözünürlüğü daha yüksektir. Tatlılığı sukrozun %30-50'si kadardır. Oligofruktozlar, diyet dondurma, diyet çikolata ve düşük kalorili keklerin yapımında kullanılabilir. Şeker gibi tat vermekte ve düşük kalori içeriği ile de gıda sanayisinde kullanılabilirliği her geçen gün artmaktadır. Ayrıca oligofruktoz, aspartam ve asülsülfam K'nın ağızda bıraktıkları tadı da gizlemektedir [4].

Oligofruktoz ve fruktooligosakkaritler, eskiden birbirleriyle eş anlamlı terimler olarak bilinmekteydi. Etiketlemede, bu iki terim kullanılabilirse de, oligofruktoz inülinin inülinaz enzimi kullanılarak hidrolize olmuş şeklidir. Bugün oligofruktoz, sıvı veya toz olarak gıda sanayisinde kullanılmaktadır. İnülin ve oligofruktoz makro besin öğeleridir ve bazı besinler bu öğeler ile zenginleştirilebilir. Bu öğeler, eklendiği besinin posa içeriğini de artırır. Bir porsiyon besine ortalama 3-10g inülin ve oligofruktoz eklenebilir. Oligofruktoz şeker yerine kullanılır. Fırın ürünlerinde kullanımı daha yaygındır. Oligofruktoz ile tatlandırılmış bir besinin bir porsiyonunda ortalama 2-6g oligofruktoz bulunabilmektedir [6]. Oligofruktozlar, hazır portakal sularının yapımında kullanılabilen olup, elma suları da oligofruktozlar ile tatlandırılabilir. Bu pahalı olmayan ve kolay bir yöntemdir. Bugün Japonya' da 500, Avrupa' da ise 200'den fazla besinin bileşiminde, inülin veya oligofruktoz bulunmaktadır [4, 7, 8].

İNÜLİN ve OLİGOFUKTOZ KAYNAKLARI İLE TÜKETİMİ

İNÜLİN ve oligofruktoz için en iyi kaynaklar buğday (%70), soğan (%23), muz (%3) ve sarımsaktır (%3). Bazı besinlerin inülin ve oligofruktoz içerikleri Tablo 1'de verilmiştir [9].

Tablo 1. Bazı Besinlerin İnülin ve Oligofruktoz İçerikleri (g/100g yağ) [9]

	İNÜLİN		OLİGOFUKTOZ	
	Ortalama	Alt-Üst Sınır	Ortalama	Alt-Üst Sınır
Muz	0.5	0.3 – 0.7	0.5	0.3 - 0.7
Hindiba Kökü	41.6	35.7 – 47.6	22.9	19.6 - 26.2
Taze Kara Hindiba				
Çiğ	13.5	12.0 – 15.0	10.8	9.6 - 12.0
Pişmiş	9.1	8.1 – 10.1	7.3	6.5 - 8.1
Sarımsak				
Çiğ	12.5	9.0 – 16.0	5.0	3.6 - 6.4
Kurutulmuş	28.2	20.3 – 36.1	11.3	8.1 - 14.5
Enginar	4.4	2.0 – 6.8	0.4	0.2 - 0.7
Pırasa	6.5	3.0 – 10.0	5.2	2.4 - 8.0
Soğan				
Çiğ	4.3	1.1 – 7.5	4.3	1.1 - 7.5
Pişmiş	3.0	0.8 – 5.3	3.0	0.8 - 5.3
Buğday kepeği	2.5	1.0 – 4.0	2.5	1.0 - 4.0
Çavdar unu	0.7	0.5 – 0.9	0.7	0.5 - 0.9

Birleşik Devletler Tarım Bakanlığı (USDA) 1994-96 yılları arasında gerçekleştirilen Ulusal Besin Tüketimi Çalışması'nda, 15 binden fazla kişinin iki günlük besin tüketimlerini değerlendirmiş ve bireylerin tükettikleri inülin ve oligofruktoz miktarlarını hesaplamıştır. Buna göre, Amerikalı bireyler günde ortalama olarak 2.6g inülin, 2.5g oligofruktoz tüketmektedirler. Yaş arttıkça inülin ve oligofruktoz tüketimleri artmaktadır (Tablo 2).

Inülin ve oligofruktoz tüketimleri, ırklara ve mevsimlere göre de birbirinden farklıdır. Beyaz ırkın bu fonksiyonel bileşenleri tüketim oranları, siyah ve Hispanik kökenlilere göre anlamlı şekilde yüksek bulunurken, inülin ve oligofruktozun en az tüketildiği mevsimin yaz olduğu bildirilmiştir [9]. Türkiye'de inülin ve oligofruktoz tüketimini gösteren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Tablo 2. Amerikalı Bireylerin Diyetle Tükettikleri Ortalama İnülin ve Oligofruktoz Miktarları (g/gün) [9]

Yaş (yıl)	n	İnülin			Oligofruktoz		
		Alt-Üst Sınır	Ortalama	g/1000kcal	Alt-Üst Sınır	Ortalama	g/1000 kkal
Çocuklar							
≤ 5	3017	0.55-2.13	1.34	0.94	0.54-2.10	1.32	0.92
6-11	1432	0.90-3.52	2.21	1.19	0.87-3.47	2.17	1.17
Erkekler							
12-19	696	1.34-5.41	3.37	1.25	1.30-5.34	3.32	1.23
20-49	2358	1.36-5.59	3.47	1.37	1.31-5.49	3.42	1.34
≥50	2393	1.20-4.70	2.95	1.46	1.15-4.62	2.88	1.43
Kadınlar							
12-19	702	0.91-3.69	2.30	1.27	0.87-3.62	2.25	1.24
20-49	2319	0.94-3.80	2.36	1.42	0.90-3.73	2.31	1.39
≥50	2253	0.88-3.47	2.17	1.48	0.85-3.41	2.13	1.45
Total	15170	1.04-4.16	2.60	1.34	1.00-4.09	2.54	1.31

1994-1996 Amerikan Besin Tüketimi kullanılarak inülin ve oligofruktoz değerleri hesaplanmıştır.

İNÜLİN ve OLİGOFUKTOZUN BESLENME ile İLİŞKİSİ

Inülin ilk defa 1800'lü yıllarda Rose tarafından *Inula helenium* adlı bir bitkinin köklerinden elde edilen bir karbonhidrat türü olarak tanımlanmıştır. İnülin ve oligofruktoz birçok ülkede besinlerin toplam enerjisini düşürmek amacıyla dondurma, kek, pasta gibi yüksek kalorili besinlerin hazırlanmasında yağ ve şeker yerine kullanılmaktadır. İnülin ve oligofruktoz sindirim enzimlerine karşı dirençli olan β -2-1 bağları ile fruktoza bağlandığı için, enerji değerleri diğer bilinen karbonhidratlara göre düşüktür. Diyet karbonhidratları 4kcal/g enerji içerirken, inülin ve oligofruktoz sindirime karşı dirençli olmaları, ince bağırsaklarda emilime uğramamaları nedeniyle, diğer karbonhidratlara göre daha düşük enerji içeriğine sahiptirler. İnülin ve oligofruktoz, sindirime uğramadan doğrudan kalın bağırsağa geçerler, burada bakteriler tarafından fermentasyona uğrarlar. Fermente edilmiş karbonhidratların enerji değerleri, yaklaşık 0-2.5 kkal/g'dir. İnülin ve oligofruktozun enerji değerleri içerdikleri karbon zincirine, fermente olan miktara, dışkıyla atılan miktara ve oluşan kısa zincirli yağ asitlerine bağlı olarak değişir. Roberfroid [10], bir gram inülin ve oligofruktozun ortalama 1.5-1.7kcal enerji verdiğini, bu miktarın ise heksozların verdiği enerjinin yaklaşık %38'ine eşit olduğunu açıklamıştır [10]. Bu nedenle, bu maddeler obezite tedavisinde rahatlıkla kullanılabilir [11]. Hem inülin, hem de oligofruktozun yüksek miktarlarda alınmasının (40-100g/gün) kan insülin ve glukagon düzeyini, dolayısıyla kan şekerini etkilemediği [4], ancak hem inülin, hem de oligofruktozun belli dozlarının bireysel farklılık göstererek ishale neden olabileceği açıklanmıştır [6].

İNÜLİN ve OLİGOFUKTOZUN SAĞLIKLA İLİŞKİSİ

Inülin ve oligofruktozun sağlık üzerine en önemli etkisi ince bağırsaklarda bifidobakterilerin gelişmesini uyarımlardır. Kalın bağırsakta 400'den fazla çeşit bakteri vardır, bu bakterilerden bazıları kanser gibi birçok hastalığa zemin hazırlarken, *Lactobacilli* ve *Bifidobakteri* gibi bakteriler sağlığı olumlu yönde etkilemektedir. İnülin veya oligofruktoz tarafından salınımları artan *Bifidobakteri*, zararlı bakterilerin üremesini engellerken, bağırsıklık sistemle ilgili fonksiyonların uyarılmasını, B grubu vitaminlerinin sentezini ve bazı minerallerin emiliminin artmasını sağlar. Prebiyotikler mikroorganizma içeriğinde olmayan organik komponentlerdir [12]. Bunlar, bağırsak florasını geliştirerek, sağlığı koruyucu ve hastalıkları önleyici etki gösterirler. İnülin, dışkı mikroflorasında normalde %20 oranında bulunan *Bifidobakteri* oranını, %71'e kadar çıkarabilir. İnülin ve oligofruktozlar, kan şekerinin regulasyonu ve lipit metabolizması üzerinde de olumlu etki gösterirler [4].

Şeker Hastalığı: Hayvan çalışmalarında, inülin ve oligofruktozun kan insülin ve glikoz konsantrasyonlarını düşürdüğü gösterilmesine rağmen, insanlarda etkisi tam olarak netlik kazanmamıştır. Kok ve ark. [13], dört hafta boyunca, gönüllü sağlıklı 12 bireye günlük 20 g fruktooligosakkarit, kontrol grubuna da aynı miktarda sukroz verilerek, plazma glikoz ve insülin seviyelerini incelemiştir. Sonuç olarak, fruktooligosakkarit verilen gruptaki bireylerin hepatik glikoz üretimi azalmış, fakat glikoz metabolizmasında insülin seviyelerinde bir değişikli gözlenmemiştir. Ratlar üzerinde yapılan bir başka çalışmada, %10 oligofruktoz içeren standart diyet veya sadece standart diyet verilerek kan glikoz ve lipit profiline bakılmıştır. Deney grubunun postprandial (tokluk) serum trigliserit, insülin ve glikoz düzeyleri

anamlı derecede düşmüştür. Yine deney grubunda, glikoza bağlı insülinotropik polipeptit ve glukagon benzeri büyüme faktörü düzeyi değişmemiştir [14].

Lipit Metabolizması: Oligofruktoz, serum trigliserit düzeyini düşürmektedir. Ratların diyetlerine eklenen 10g oligofruktoz, karaciğerde yağ sentezini azaltmıştır. Oligofruktozun yağ yapımını azaltıcı etkileri vardır [15]. Brighenti ve ark. [16] normolipidemik (kan lipit düzeyi normal) 20 gönüllü erkeğe, inülin içeren kahvaltılık tahıl karışımları vererek, inülinin kan lipit düzeyi üzerindeki etkilerini incelemişler, inülinin kan lipit parametrelerini düşürdüğünü saptamışlardır. Trautwein ve ark. [17] yürüttükleri bir çalışmada, 4 gruba ayırdığı hamster cinsi farelere beş hafta süresince 0, %8, %12 ve %16 oranlarında inülin eklenmiş; 20g/100g yağ ve 0.12g/100g kolesterol içeren diyetler vermişlerdir. İnülin almayan grupta kolesterol seviyesi etkilenmezken, %8, %12 ve %16 oranlarında inülin alan gruplarda sırasıyla serum kolesterolü %18, %15 ve %29 oranında azalırken, %12 ve %16 oranlarında inülin alan gruplarda sırasıyla trigliserit %40 ve %63 oranında düşmüştür. İnülin miktarı arttıkça, serum kolesterol, trigliserit ve VLDL-kolesterol düzeyi azalmaktadır. Amerikan Diyetetik Derneği, şeker hastalığında görülen lipit metabolizması bozukluklarını düzeltmek için, yağ yerine geçen, inülin gibi maddelerin kullanılmasını önermektedir [18].

Mineral Emilimi: Posa genel olarak mineral emilimini azaltan besin ögesi olarak bilinse de, inülin ve oligofruktoz için bu doğru değildir. Diyet posası, fitat içeriği nedeni ile kalsiyum, magnezyum, demir, çinko ve mangan gibi minerallerin emilimini olumsuz yönde etkiler. Hem inülin, hem de oligofruktoz kalsiyum ve magnezyum biyoyararlılığını artırarak kemik kayıplarını en aza indirir. İnülin ve oligofruktozun mineral emilimi üzerindeki olumlu etkileri, ince ve kalın bağırsakların pH'nı düşürmeleri ve uçucu yağ asitleri konsantrasyonunun artması ile ilişkilidir. Kalsiyum çekumdan emildiği için, çekumları alınmış ratlarda, inülin ve oligofruktoz etki göstermemiştir. Özellikle kemik kitlesinin en üst düzeyeye çıktığı ve ileri yaşlarda osteoporoz görülme olasılığı ile yakından ilişkili olan ergenlik döneminde verilen oligofruktozun kalsiyum emilimini arttırdığı bildirilmiştir [19]. Ratlarda, fruktoooligosakkaritlerin kalsiyum emilimini arttırdığı, işaretli ⁴⁵Ca kullanılarak ispatlanmıştır [20]. Gastrostomili hastalarda (yemek borusunun işlevini yapmadığı durumlarda beslenmeyi sağlamak amacıyla mideyi vücut dışına açan bir kanal oluşturulması), anemi ve kemik erimesi görülme oranı yüksektir. Diyete eklenen fruktoooligosakkaritler gastrostomili hastalarda, bu problemlerin azalmasına neden olur. Bu hastalara %10 fruktoooligosakkarit içeren bir diyet verilerek intestinal bölgedeki kalsiyum, magnezyum ve fosfor emilimleri ile kalsiyum bağlayıcı protein (CaBP) düzeyleri, kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Fruktoooligosakkarit içeren diyet, CaBP ve intestinal bölgeden kalsiyum emilimini arttırmıştır. Fruktoooligosakkaritlerin CaBP düzeyini arttırmaları, vücut kalsiyum dengesinin sağlanmasında önemlidir [21]. Ohta ve ark. [22] gastrostomili ratlara verdikleri her 1kg besine 75g fruktoooligosakkarit ekleyerek yaptıkları bir çalışmada, kemik mineral

yoğunluğu ile hemoglobin ve hemotokrit gibi anemi kriterlerinin, fruktoooligosakkarit ekledikleri grupta, eklenmedikleri gruba göre anlamlı şekilde yüksek olduğunu saptamışlardır. Gastrostomili ratlarda, diyete eklenen fruktoooligosakkaritin hem olan demirin emilimini arttırdığı, hem olmayan demiri ise etkilemedikleri rapor edilmiştir [23].

Gastrointestinal Sistem: İnülin ve oligofruktoz, bifidobakterileri artırarak kalın bağırsak sağlığını olumlu yönde etkilerler. İnülin ve oligofruktozlar, kalın bağırsağa gelince hızla buradaki bakteriler tarafından fermentasyona uğrayarak, kısa zincirli yağ asitleri sentezini artırır [24], bu artış, kalın bağırsak kanseri ve hiperkolesterolemi riskini azaltırken, vitamin sentezi ve bağırsıklık sistemi uyarır [25]. Molis ve ark. [26] diyetle günde 20.1g fruktoooligosakkarit verdikleri 6 gönüllü, sağlıklı bireyde fruktoooligosakkaritlerin ince bağırsaklarda hiç emilmediğini, sadece kalın bağırsakta fermentasyona uğradıklarını saptamışlardır. Bu nedenle bu maddelerin enerji içeriğinin düşük olduğu bir kez daha ispatlanmıştır. Başka bir çalışmada da, fruktoooligosakkarit ve oligofruktoz ile beslenen grubun gastrointestinal sistemlerinde, diğer gruplara göre daha fazla miktarda bütirat oluştuğu, kalın bağırsak pH'nın düştüğü, dışkı hacimlerinin ve bifidobakteri sayısının arttığı bildirilmiştir [27].

Kanser: İnülin ve oligofruktoz bifidobakteri sentezini artırarak, kalın bağırsak kanseri riskini azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada ratlarda 1.2 dimetilhidrazin ile kalın bağırsakta kötü huylu tümör oluşturulmuş, daha sonra bir gruba sadece yağsız süt; bir gruba yağsız süt ve bifidobakteri; bir gruba yağsız süt ve oligofruktoz; bir gruba da yağsız süt, bifidobakteri ve oligofruktoz verilerek tümörlerin gelişimi incelenmiştir. Bifidobakteri ve oligofruktoz verilen grupta kötü huylu tümörler diğer gruplara göre, anlamlı şekilde azalmıştır. Bifidobakteri bir probiyotik, oligofruktoz ise prebiyotiktir, ikisinin beraber kullanılması sinbiyotik etki ile kalın bağırsak kanseri riskini azaltır [28].

Diğer Etkiler: İnülin ve oligofruktozlar, lenfosit aktivitesini artırarak, bağırsıklık sistemi olumlu şekilde etkiler [26]. Kalın bağırsakta bifidobakterilerin oranı ile immünoglobülin miktarı arasında pozitif ilişki vardır. İnülin ve oligofruktozlar, bifidobakterilerin üremesini artırarak, immünoglobülin aktivitesini de artırır [29]. Dializ hastaları için kullanılan beslenme ürünleri içerisine fruktoooligosakkarit eklenmesi, hem hastaların genel durumlarını olumlu etkilemiş, hem de kabızlık şikâyetlerini azaltmıştır [30]. Anne sütü, oligosakkarit yönünden zengin bir besindir. Oligosakkaritlerin bebek sağlığı üzerinde birçok önemli etkisinin olması, anne sütünün önemini bir kat daha artırmıştır [31]. Günümüzde, fruktoooligosakkaritler bebek mamalarında kullanılabilir [32]. Ayrıca, inülin ve oligofruktozlar hayvan beslenmesinde de yararlı etkiler göstermektedir. Kedi ve köpeklerin kalın bağırsaklarında bulunan çeşitli bakteriler sindirilmemiş aminoasitlerin, amonyak, alifatik amin vb. maddelerin kalın bağırsakta fermentasyona uğramasına neden olarak dışkılarının çok kötü kokmasına neden olur. Bu dışkı, insan sağlığını olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle bu hayvanların diyetlerine

inülin ve oligofruktoz gibi prebiyotiklerin eklenmesi, *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus*'ün çoğalmasını sağlayarak, bu hayvanların bağırsak mikrofloralarını düzeltir [33]. Piliçlerde fruktooligosakkarit, *Salmonella*'nın üremesini engellemektedir. Altı hafta boyunca, fruktooligosakkarit içeren diyet verilen piliçlerde *Salmonella typhimurium* kolonilerinin sayısının azaldığı açıklanmıştır [34].

SONUÇ ve ÖNERİLER

İnsan sağlığını olumlu yönde etkileyerek koruyucu özelliklerinin yanı sıra birçok kronik hastalığın tedavisinde de kullanılabilen inülin ve oligofruktozlar, önemli fonksiyonel besin bileşenleridir. Kalın bağırsak mikroflorasının dengesini sağlarlar. Bazı minerallerin biyolojik yararlılığını arttırmalar. Dışkı üretimini kontrol ederek, dışkı üretimi, bağırsak hareketleri ve transit zamanı etkileyerek, gastrointestinal sistemi düzenlerler. Bağırsaklık sistemini güçlendirirler. Lipit metabolizması ve kan şekerinin düzenlenmesinde etki göstererek metabolik sendrom ve kalp-damar hastalık risklerini azaltırlar. Enerji değerlerinin düşük olması ve kimyasal yapıları nedeniyle hem tatlandırıcı, hem de lipit benzeri maddelerdir. Bu nedenle:

- Besin teknolojisinde ve tıp alanında kullanılmaktadır.
- Besinlerin içerdikleri inülin ve oligofruktoz miktarlarını gösteren besin bileşim cetvelleri geliştirilmeli, bireylerin, özellikle ülkemiz için inülin ve oligofruktoz tüketimini gösteren ulusal çalışmalar planlanmalıdır.
- Özellikle yaş ilerlemesine paralel olarak, bifidobakterilerin gelişmesini sağlayan inülin ve oligofruktozları içeren muz, hindiba kökü, enginar, soğan gibi besinlerin fazla miktarda tüketilmesi gerekmektedir. Bu konuda, beslenme uzmanlarına büyük görevler düşmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Milner, J.A.,1999. Functional foods and health promotion. *Journal of Nutrition* 129: 1395S-1397S.
- [2] Roberfroid, M.B., 2005. Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition* 93 (Suppl 1): S13-25.
- [3] Roberfroid, M.B., 1999. Concepts in functional foods: the case of inulin and oligofruktose. *Journal of Nutrition* 129: 1398S-1398S.
- [4] Niness, K.R., 1999. Inulin and oligofruktose: What are they? *Journal of Nutrition* 129: 1402S-1406S.
- [5] Richardson, D.P., 1999. The Role of the Food Industry in Developing and Communicating Better Nutrition. In *For A Better Nutrition in the 21st Century*, Edited by P. Leathwood, M. Horisberge, W.P.T. James, Nestec Ltd, Vevey/Raven Press, Ltd. New York, 188-189p.
- [6] Coussemant, P.A.A., 1999. Inulin and oligofruktose: Safe intakes and legal status. *Journal of Nutrition* 129: 1412S-1417S.
- [7] Iuliano, T.A., 1996. A simplified method for determining undeclared sweeteners added to pure orange juice. *The Journal of AOAC International* 79(6): 1381-1387.
- [8] Low, N.H., 1996. Determination of fruit juice authenticity by capillary gas chromatography with flame ionization detection. *The Journal of AOAC International* 79(3): 724-737.
- [9] Moshfegh, J.A., Friday, E.J., Goldman, J.P., Ahuja, J.K., 1999. Presence of inulin and oligofruktose in the diets of Americans. *Journal of Nutrition* 129: 1407S-1411S.
- [10] Roberfroid, M.B., 1999. Caloric value of inulin and oligofruktose. *Journal of Nutrition* 129: 1436S-1437S.
- [11] Cherbut, C., 2002. Inulin and oligofruktose in the dietary fibre concept. *British Journal of Nutrition* 87(Suppl 2): S159-162.
- [12] Saldamlı, İ., Uygun, Ü. 1998. Gıda Katkı Maddeleri. Alınmıştır: Gıda Kimyası, Editör. İ. Saldamlı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 520p.
- [13] Luo, J., Rizkalla, S.W., Alamowitch, C., Boussairi, A., Blayo, A., Barry, J.L., Laffitte, A., Guyon, F., Bornet F.R.J., Slama, G., 1996. Chronic consumption of short-chain fruktooligosaccharides by healthy subjects decreased basal hepatic glucose production but had no effect on insulin-stimulated glucose metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition* 63(6): 939-945.
- [14] Kok, N.M., Morgan, L.M., Williams, C., Roberfroid, M.B., Thissen, J., Delzenne, N., 1998. Insulin, glucagon-like peptide 1, glucose dependent insulinotropic polypeptide and insulin-like growth factor I as putative mediators of the hypolipidemic effect of oligofruktose in rats. *Journal of Nutrition* 128: 1099-1103.
- [15] Delzenne, N.M., Kok, N.N., 1999. Biochemical basis of oligofruktose-induced hypolipidemia in animal models. *Journal of Nutrition* 129(7 Suppl): 1467S-1470S.
- [16] Brighenti, F., Casiraghi, M.C., Canzi, E., Ferrari, A., 1999. Effect of consumption of a ready-to-eat breakfast cereal containing inulin on the intestinal milieu and blood lipids in healthy male volunteers. *European Journal of Clinical Nutrition* 53(9): 726-733.
- [17] Trautwein, E.A., Rieckhoff, D., Erbersdobler, H.F., 1998. Dietary inulin lowers plasma cholesterol and triacylglycerol and alters biliary bile acid profile in hamsters. *Journal of Nutrition* 128(11): 1937-1943.
- [18] American Diabetes Association, 1996. Role of fat replacers in diabetes medical nutrition therapy. *Diabetes Care* 19(11): 1302-1303.
- [19] Greger J.L., 1999. Nondigestible carbohydrates and mineral bioavailability. *Journal of Nutrition* 129: 1434S-1435S.
- [20] Morohashi, T., Sano, T., Ohta, A., Yamada, S., 1998. True calcium absorption in the intestine is enhanced by fruktooligosaccharide feeding in rats. *Journal of Nutrition* 128(10): 1815-1818.
- [21] Ohta, A., Motohashi, Y., Sakai, K., Hirayama, M., Adachi, T., Sakuma, K., 1998. Dietary fruktooligosaccharides increase calcium absorption and levels of mucosal calbindin-D9k in the large intestine of gastrectomized rats. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 33(10): 1062-1068.
- [22] Ohta, A., Ohtsuki, M., Uehara, M., Hosono, A., Hirayama, M., Adachi, T., Hara, H., 1998. Dietary

- fructooligosaccharides prevent postgastrectomy anemia and osteopenia in rats. *Journal of Nutrition* 128(3):485-490.
- [23] Ohta, A., Sakai, K., Takasaki, M., Uehara, M., Tokunaga, T., Adachi, T., 1999. Dietary heme iron does not prevent postgastrectomy anemia but fructooligosaccharides improve bioavailability of heme iron in rats. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 69(5):348-355.
- [24] Jenkins, J.A.D., Kendall, C.W.C., Vuksan, V., 1999. Inulin, oligofructose and intestinal function. *Journal of Nutrition* 129:1431S-1433S.
- [25] Gibson, G.R., 1999. Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. *Journal of Nutrition* 129:1438S-1441S.
- [26] Molis, C., Flourie, B., Ouarne, F., Gailing, M.F., Lartigue, S., Guibert, A., Bornet, F., Galmiche, J.P., 1996. Digestion, excretion, and energy value of fructooligosaccharides in healthy humans. *American Journal of Clinical Nutrition* 64(3):324-328.
- [27] Campbell, J.M., Fahey, G.C., Jr. Wolf, B.W., 1997. Selected indigestible oligosaccharides affect large bowel mass, cecal and fecal short-chain fatty acids, pH and microflora in rats. *Journal of Nutrition* 127(1):130-136.
- [28] Gallaher, D.D., Stallings, W.H., Blessing, L.L., Busta, F.F., Brady, L.J., 1996. Probiotics, cecal microflora, and aberrant crypts in the rat colon. *Journal of Nutrition* 126(5):1362-1371.
- [29] Kavas, G., 1999. Bifidobakterilerin, metabolizma üzerindeki etkileri, yararları ve fermente süt ürünleri ile kullanımı. *Gıda* 78-83.
- [30] Cockram, D.B., Hensley, M., Rodriguez, M., Agarwal, G., Wennberg, A., Ruey, P., Ashbach, D., Hebert, L., Kunau, R., 1998. Safety and tolerance of medical nutritional products as sole sources of nutrition in people on hemodialysis. *Journal of Renal Nutrition* 8(1):25-33.
- [31] Anon, 1999. Human milk oligosaccharides: 130 reasons to breast-feed. *British Journal of Nutrition* 82: 333-835.
- [32] Dubey, U.K., Mistry, V.V., 1996. Effect of bifidogenic factors on growth characteristics of bifidobacteria in infant formulas. *Journal of Dairy Science* 79(7):1156-1163.
- [33] Hussein, S.H., Flickinger, A.E., Fahey, G.C., 1999. Petfood application of inulin and oligofructose. *Journal of Nutrition* 129:1454S-1456S.
- [34] Chambers, J.R., Spencer, J.L., Modler, H.W., 1997. The influence of complex carbohydrates on *Salmonella typhimurium* colonization, pH, and density of broiler ceca. *Poultry Science* 76(3):445-451.
-
-