

KAROTENOİDLER: BESLENME VE SAĞLIK AÇISINDAN ÖNEMİ

Editör'den

GİRİŞ

Karotenoidler bitkilere sarı-turuncu-kırmızı rengi veren ögelerdir. Bugüne değin 400 den daha çok türde karotenoid belirlenmiştir. Karotenoidler bitkilerde asetattan sentezlenirler. Karotenoidlerin bir grubu insan ve hayvan vücudunda A vitaminine dönüşürler. Bu nedenle pro A vitamini olarak bilinirler. Son yıllarda A vitamini aktivitesi taşıyan ve taşımayan karotenoidlerin bazı hastalıklara karşı koruyucu olduğu üzerinde durulmaktadır. Bu yazıda karotenoidlerin kaynakları, biyoyararlılıkları, A vitamini etkinlikleri ve bazı hastalıklardan koruyucu nitelikleri üzerinde durulacaktır.

Kaynakları

Karotenoidlerin zengin kaynakları önem sırasına göre; kırmızı renkli palmiye yağı, havuç, koyu yeşil yapraklı sebzeler ve otlar, kayısı, diğer yeşil sebzeler, domates, kırmızı biber, portakal, mandalina, bal kabağı, sarı renkli tropik meyveler, sarı mısır, yumurta sarısı ve tereyağıdır. İklim, uygulanan tarım teknikleri, coğrafik özellikleri ve tayin yöntemleri gibi faktörlere göre belirli besinin karotenoid içeriğinde farklılıklar görülür. Örneğin çiğ havucun karotenoid içeriği 100 gramda 3890 ile 21000 mikrogram karoten eşdeğeri (KE) arasında değişir. Bazı sebze ve meyvelerin ortalama çiğ KE değerleri; pancar yaprağı 2538, lahana 60, marul 1950, balkabağı 1000, turp-salgam yaprağı 1620, hindiba 7500, yeşil kabak 82, kayısı 450-3500, muz 60-130, karadut 60-170, karpuz 50-350 mikrogramdır. Bitkisel yağların karotenoid içeriği, zeytin yağı 25, tohum yağları

12-684, kırmızı palmiye yağı 12210-87881 mikrogram KE dir. Maydanoz, nane, tere, roka gibi yeşil yapraklı sebzelerle, yenebilen yeşil yapraklı otlar da karotenoidlerden zengindirler. Yaprak ne kadar koyu yeşilse karotenoid değeri de o kadar yüksektir. Örneğin marulun yeşil yaprakları beyaz göbek kısmından daha çok karotenoid içerir. Karalahananın karotenoid değeri yüksek, beyaz lahananın düşüktür.

Hayvan vücudunda karotenoidlerin bir bölümü retinole dönüşür, diğer bölümü yumurta sarısı, süt ve organellerde yağ içinde yer alır. Süt ve yumurtanın karotenoid içeriği hayvanın beslenme biçimine göre büyük farklılık gösterir. Hayvanlar ilkbaharda yeşilliklerden yararlandıkları için sütlerinin, dolayısıyla bu sütlerden elde edilen tereyağının karotenoid içeriği yüksektir. Yine sulardaki bitkilerle yaşayan ördeklerin yumurtaları çok miktarda karotenoid içerir (1). Margarinlere, bazı gazozlar ve çiçek tozlarına sarı renk vermek için beta-karoten katılır. Bu durum etikette gösterilir.

Besinler işlenirken karotenoid değerlerinde azalma olur. Karotenoidler; asit, enzimler, ışık ve oksidasyondan etkilenirler. Taze bitkinin içerdiği enzimler işleme sırasında aktif duruma geçerek kimyasal değişmelere neden olurlar. Kırmızı renkli ham palmiye yağı rafine edilirken 200 °C ye yükseldiğinde % 60'a varan kayıplar olur.

Biyoyararlılığı

Karotenoidlerin biyoyararlılığı diyetdeki yağ, protein, vitamin E ve çinko tarafından etkilenir. Karotenoidler yağ içinde çözünmüş olarak ince barsaklardan dolaşıma geçerler. Normal koşullarda karotenoidlerin emilimi % 47 ile % 81 arasında değişir. Palmiye yağındaki karotenoidlerin emilimi yüksektir. Ortamda yağ olmaması, safra yetersizliği, yağ sindirim ve emiliminin bozulması ve parazit enfeksiyonları karotenoidlerin emilimini bozar. Karotenoidlerin emiliminde bireysel ayrıcalıklar da önem taşır. Alınan dozun artması emilim oranını azalttığından bir günde tek doz yerine yağ içeren yemeklerle birlikte 2-3 kez almak biyoyararlılığı artırır. E vitamini karotenoidlerin oksidasyonunu önleyerek biyoyararlılığı yükseltir. Çinko, retinol bağlayan proteinin sentezindeki rolü nedeniyle karotenoidlerin pro A vitamini etkinliğini artırır.

A Vitamini Etkinliği

Başta beta-karoten olmak üzere karotenoidlerin bir bölümü ince barsaklarda karoten oksijenaz enzimiyle retinol, retinal ve retinoik aside dönüşerek immun sistem, görme olayı ve epitel dokunun sentezlenmesi ve yenilenmesinde etkinlik gösterir. Karotenoidlerin bir bölümü retinoidlere dönüşmeden dolaşıma geçer. Besin bileşim cetvellerinde A vitamininin birimi Uluslararası Ünite (IU) ile verilmiştir. Bir IU, 0.30 mikrogram trans retinol veya 0.60 mikrogram trans beta-karoteni belirtir. Son yıllarda A vitamini aktivitesi retinol eşdeğeri (RE) olarak verilmektedir. 1 RE, 1 mikrogram trans retinol veya 6 mikrogram trans beta-karoten veya 12 mikrogram diğer karotenoidlere eşittir. Aynı zamanda 1 RE 3.33 IU retinol veya 10 IU karotene eşittir. IU olarak verilen değerler aşağıdaki formülle RE'ne çevrilir.

$$\begin{aligned}
 \text{RE} &= \frac{\text{IU retinol}}{3.33} + \frac{\text{IU B-karoten}}{10.0} \\
 &= \text{Mikrogram retinol} \\
 &= \frac{\text{Mikrogram B-karoten}}{6} + \frac{\text{mikrogram diğer karotenler}}{12}
 \end{aligned}$$

Kanserden Koruyucu Etkinliği

Son 10 yıl içinde yapılan araştırmalardan sağlanan veriler karotenoidlerin antimutajenik, immun sistemi güçlendirici ve koruyucu-ilaç etkinliğine sahip olduğunu işaretlemektedir (2). Bakteri sisteminde başlayan mutajenezisde, karotenoidlerin verilmesi, oluşan mutant sayısını azaltmıştır. Hücresel sistemde okside edici ajanlarla oluşan malignan değişim, karotenoidlerin eklenmesiyle önlenmiştir. X-ışınları veya genlerde değiştirici etki yapan toksik öğelerin yol ağtığı malignan değişimler aynı şekilde karotenoidlerin eklenmesiyle önlenmiştir. Hücrelere doğrudan eklenen karotenoidler, immunolojik özelliklerde olumlu değişmeye neden olmuştur. Örneğin, karotenoidler sitotoksik materyalin salınımını uyarmıştır. Ultraviyole ışını veya onunla birlikte kimyasal karsinojenlerin deride oluşturdukları tümörler karotenoidler tarafından giderilmiştir. Benzer etki iç organlardaki tümörlerde de gözlenmiştir. Karotenoidlerin,

immün değiştirici etki yaparak tümörlerin yayılmalarını önledikleri ileri sürülmüştür.

Karotenoidlerin etkinlik mekanizmaları, radikal tepkimelerini etkisizleştirme yeteneğine bağlıdır. Beta-karotenin lipidlerin oksidasyonu sırasında peroksit radikalini etkisizleştirerek oluşacak hasarları önlediği ileri sürülmüştür. Burada karotenoidler antioksidant etkinliği göstermektedirler. Karotenoidlerde çok sayıda çift bağ bulunduğundan oksijenli radikal-lerin lipid oksidasyonunu önlemektedirler. Karotenoidler toksik olmadıklarından gereğinden çok alınabilmektedirler.

Geriye ve ileriye dönük epidemiyolojik araştırmalardan sağlanan veriler, düşük düzeyde sebze ve meyve tüketiminin akciğer kanser riskinin yükselmesiyle ilintili olduğunu göstermektedir (3). Düşük serum betakaroten düzeyi ile sonradan akciğer kanser oluşumu ilintili bulunmuştur. Bu bulgular karotenoidlerin akciğer kanserinin oluşumunda önleyici olduklarının bir kanıtı sayılmaktadır. Retinolün akciğer kanseri ile bu yönde etkileşimi görülmeyeceğinden, karotenoidlerin bu etkilerinin retinole dönüşmeden başka mekanizmalarla olduğu belirtilmiştir. Yüksek düzeyde taze sebze ve meyve tüketiminin diğer kanser risklerini de azalttığı bildirilmiştir. Ancak bu veriler akciğer kanserinde olduğu kadar iyi açıklanamamıştır. Günümüzde bu konuda klinik araştırmalar sürdürülmektedir.

Sık aralıklarla uzun dalga ultraviyole ışınlarına maruz kalma bağışıklık işlevini baskılar. Bu durumdaki bireylere yüksek doz beta-karoten verilmesinin ultraviyole ışınlarının olumsuz etkisini önlediği bildirilmiştir (4). Ultraviyole ışınları doğal veya yapay kaynaklı olabilir. Sürekli dışarda çalışan (tarım inşaat vb. işleri) insanlar doğal ışınlanmaya maruz kalmaktadırlar. Bu insanların diyetinde yüksek miktarda karotenoid kaynaklarının bulunması uzun dönemde sağlıklarının korunması açısından önem taşır.

Karotenoidlerin kanser koruyucu connexin 43 geninin etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir (5). Bu etkinin karotenoidlerin vitamin A aktiviteleri veya antioksidant özellikleriyle ilgili olmadığı belirtilmiştir. Güçlü antioksidant özelliği taşıyan E vitamini de bu etkiyi göstermemiştir.

Yine, karotenoidler, A vitamini aktivitesine sahip olmadan connexin 43 geninin işlevini arttırmıştır. Bu bulgu karotenoidlerin kanser koruyucu etkiye sahip olduklarını düşündürmektedir. İsviçre'nin Basel yöresinde yapılan epidemiyolojik araştırmada plazma betakaroten düzeyi ile akciğer, mide, kolon ve diğer kanserlerden ölüm arasında önemli ilinti bulunmuştur. Serum betakaroten düzeyleri düşük olanlar arasında ölüm oranı, yüksek olanlardan önemli şekilde yüksek bulunmuştur (5). Plazma betakaroten düzeyi karotenoid alımının göstergesi kabul edilmektedir. Ağır epitel kanserleri uzakdoğu ülkelerinde sık görülür. Deney hayvanlarındaki araştırmalar, retinoidler ve karotenoidlerin bu tür kanser oluşumunu engellediklerini göstermiştir. Bazı klinik çalışmalarda ağızda oluşan kanser öncüsü değişiklikler retinoidlerle (13-CRA) iyileştirilebilmiştir. Ancak, retinoidlerin aşırı alımı toksik olduğundan kullanılmamaktadır. Deneysel çalışmalar toksik etkisi olmayan karotenoidlerin erken evrelerde kullanımının bu tür kanserlerin ilerlemesini önleyebileceğini göstermiştir.

Ateroskloretik Kalp Hastalığını Önleyici Etkisi

Aterosklerozis, arterlerin iç tabakasındaki yağlı ögelerin birikimi sonucu daralmasıyla belirlenen metabolik bir hastalıktır. Damarları daraltan tabaka monosit, makrofaj ve kolesterol birikmiş yumuşak kas hücrelerini içerir. Kolesterol birikimi, değişikliğe uğramış düşük dansiteli lipoproteinlerin (LDL) alımı ile açıklanmaktadır. Birçok hücre normal LDL'yi LDL alıcılarıyla alır. Monosit ve makrofajlarda çok az LDL alıcısı bulunur ve bu alıcıların aktivitesi düşük olduğundan LDL'deki kolesterol bu hücrelerde birikmez. Oksijenli radikallerle LDL okside olduğunda makrofajlar tarafından kolayca alınır. Son yıllardaki deneysel araştırmalardan sağlanan veriler arterlerde oluşan yağlı tabaka lezyonlarının okside olmuş LDL'den kaynaklandığını işaretlemektedir (8). Okside olarak değişmiş LDL önce kan monositlerinin birikimine zemin hazırlar. Bu monositler arterlere geçerek makrofajlara dönüşür. Daha sonra okside LDL, makrofajların, arterlerin duvarlarından göçünü engelleyerek sürekli kolesterol birikimine zemin oluşturur. Okside olmuş LDL, hücreler için toksik olduğundan bunların ölümüyle iç tabakanın kaybı sonucu aterosklerozis oluşur.

Kanda bulunan karotenoidler hücre zarı lipitlerini olduğu kadar LDL oksidasyonuna neden olan oksijenli radikalleri etkisizleştirme yeteneğine

sahiptirler. A vitamini aktivitesi taşımayan laykopenin oksijen etkisizleştirme yeteneğinin betakarotenden de üstün olduğu bildirilmiştir. Bunun nedeni laykopen molekülünde beta-ionin halkasının açık olması nedeniyle oksijen çeken daha çok sayıda çift bağ bulunmasıdır.

Katarakt Gelişimini Önleyici Etkisi

Katarakt, yaşla ilgili görme bozukluğudur ve tüm dünyada önemli bir sorun olarak kabul edilmektedir. Yaklaşık 50 milyon insanın bu yüzden görme işlevini yitirdiği, 20 milyonun lens değişimi yaptırdığı tahmin edilmiştir. Katarakt oluşumunda yaş dışındaki faktörlerin başlıcaları; değişik dalga boyu ışınlarla ışınlanma, bazı elzem amino asitlerin yetersizliği, riboflavin yetersizliği, diyabet, galaktozemi, hipoparatroidizm ve viral enfeksiyonlardır. Bunlar arasında güneş ışınlarının ve oksijenli radikallerin lenslerde yaptığı hasar dikkat çekmektedir. Güneş ışınlarıyla ortaya çıkan aktif oksijenin lens lipitlerinin oksidasyonuna, dolayısıyla harabiyetine neden olduğu, ortamda bulunan antioksidantların bu tepkimeyi önlediği ileri sürülmüştür (9). Antioksidantlardan bir grubu da karotenoidlerdir. Çok sayıda çift bağ bulunan karotenoidler aktif oksijeni alarak lens lipitlerinin oksidasyonunu önleyebilmektedirler.

Epidemiyolojik çalışmalar, plazma betakaroten düzeyi ile katarakt arasında ilinti olduğunu, plazma düzeyinin düşüklüğünün katarakt riskini arttırdığını işaretlemektedir (10). Vitamin C ve karotenoidlerden zengin sebze ve meyve tüketiminin artmasının katarakt riskini azalttığı bildirilmiştir.

ÖZET

Karotenoidler, yeşil ve sarı sebzelerle sarı-turuncu renkli meyvelerde bulunan renk öğeleridir. Karotenoidlerin bir bölümü vücutta A vitamini-ne dönüşerek etkinlik gösterir. Bunların başlıcaları; beta, alfa ve gamma karotenle kriptoksantindir. Bunların en iyi kaynakları kırmızı renkli palmiye yağı, havuç, kayısı, koyu yeşil yapraklı sebze ve otlardır. Domates ve portakal gibi meyveler A vitamini aktivitesi taşımayan laykopeniden zengindirler. A vitamini aktivitesi taşıyan ve taşımayan karotenoid moleküllerinde çok sayıda doymamış çift bağ bulunduğundan; doğal ve yapay ışınlar, sigara, zararlı kimyasallardan kaynaklanan ve hücre lipitlerinin oksidasyonuna neden olan aktif oksijeni tutma yeteneğine sahip-

tirler. Bu özellikleriyle kanser, damar sertliğine bağlı kalp hastalıkları ve katarakt riskini azaltırlar. Karotenoidler ışık, oksidasyon, ısı, metal iyonlar ve asit ortamda bozularak antioksidant niteliklerini yitirirler. Sebze ve meyvelerin karotenoidlerinden azami yararı sağlamak için; soğutucuda tutulmaları, yıkanıp kesildikten sonra bekletilmeden, çiğ olarak veya yumuşayıncaya değin kapalı olarak pişirilerek hemen tüketilmeleri, limon ve sirke gibi asitli maddelerin son anda eklenmesi, birkaç kez ısıtılmış yağda kavurma ve kızartma işleminden sakınılması gerekir. Karotenoidleri içeren sebze ve meyveler; yağ, protein, çinko, E vitamini gibi besin öğelerinin de yer aldığı yemeklerle birlikte tüketilmelidirler. Yağsız yemek yanında yenen salatalara bir miktar zeytinyağı eklenmesi sebzenin bileşimindeki karotenoidlerin emilimini artırır. Havuç, domates, portakal suları da tek başlarına değil yemeklerle birlikte içilmelidirler.

Prof.Dr. Ayşe BAYSAL

KAYNAKLAR

- 1- Booth, S.I., Johns, T., Kuhnlein, H.V.: Natural Food Sources of Vitamin A and Provitamin A Food and Nutrition Bulletin 14: 1; 6, 1992.
- 2- Krinsky, N: Effect of Carotenoids in Cellular and Animal Systems. Am J Clin Nutr, 53: 238-246, 1991.
- 3- Ziegler, R.G.: Vegetables, Fruits and Carotenoids and the Risk of Cancer, Am J Clin Nutr, 53: 251-259, 1991.
- 4- Fuller, C.J., Faulkner, H., Bendich, A., et al: Effect of B-Carotene Supplementation on Photosuppression of Delayed-Type Hypersensitivity in Normal Young Men, Am J Clin Nutr, 56: 684-690, 1991.
- 5- Zhang, L.X. Robert, V.C., Bertram, J.S.: Carotenoids Up-Regulate Connexin 43 Gene Expression Independent of Their Provitamin A or Antioxidant Properties. Cancer Res, 52: 5707-5712, 1992.
- 6- Stahelin, H.B., Gey, K.F., Eichholzer, M., et al.: B-Carotene and Cancer Prevention: The Basel Study, Am J Clin Nutr, 53: 265-290, 1991.
- 7- Garewall, H.S. Potential Role of B-Carotene in Prevention of Oral Cancer, Am J Clin Nutr, 53: 294-297 s. 1991.
- 8- Luc, G., Fruchart, J.C.: Oxidation of Lipoproteins and Atherosclerosis, Am J Clin Nutr, 53: 206-209, 1991.
- 9- Varma, S.D.: Scientific Basis for Medical Therapy of Cataracts by Antioxidants, Am J Clin Nutr, 53: 335-345, 1991.