

## **Mikroalglerin Gıdalarda Renk Verici Madde (Pigment ) Kaynağı Olarak Kullanımı**

Nazan Çelikel, Özer Kınık, Sıddık Gönç, Gökhan Kavas \*

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Bornova-İzmir.

\* gokhan.kavas@ege.edu.tr

### **Özet**

Pigment üreten mikroalgler doğada yaygın olarak bulunmakta ve bu alglerden,  $\beta$ -Karoten, Astaksantin, Fikosiyenin, Ksantofil, Fikoeritrin üretilmektedir. Bu makalede geleceğe yönelik büyük kullanım alanı bulacağı sanılan kombinasyon mühendisliği ile gıda renklendiricileri olarak mikroalglerin kullanım olanaklarının değerlendirilmesi anlatılacaktır.

### **Giriş**

Mikroalgler, ticari değerli bazı metabolitleri biriktirme özelliği gösteren mikrobiyal kaynaklardır. Algler; karbonhidratları, proteinleri, esansiyel amino asitleri, vitaminleri ve biyoaktif molekülleri içermekte ve üretmektedir. Alg formlarının çoğu yüzyıllardır gıda olarak tüketilmekte ve sağlık üzerindeki etkileri nedeniyle kullanılmaktadır. Algler renklerine göre, Chloophyceae (yeşil renkli algler), Rhodophyceae (kırmızı renkli algler), Cyanophyceae (mavi yeşil agler), Pheophyceae (kahverengi algler) olarak bilinmektedir. Ürettikleri önemli pigmentler; Klorofil a, b ve c,  $\beta$ -Karoten, Astaksantin, Fitosiyenin, Ksanthofil, Fitoeritrosin'dir. Bu pigmentler gıdalarda, eczacılıkta, tekstilde ve kozmetik sanayinde sıklıkla kullanılmaktadır.

### **Mikroalglerden Pigment Üretimi**

$\beta$ -Karoten: Algal karatenoitler kloroplastlarda görülmektedir. Kırmızı alglerden Rhodophyta;  $\alpha$  ve  $\beta$ -Karoten, Chloromonodophyta; Diadinoksantin, Heteroksanthin ve Vaucheriaksanthin içermekte, Chlorophta ise; Acetylenic karatenoitler tarafından karakterize edilmektedir. *Spirulina*  $\beta$ -Karoten 'i % 0,8-1 w/w oranında toplamaktadır. En iyi karatenoit üreten *Dunaliella* spp' lerinden *Dunaliella salina* ile *Dunaliella bardawil* pratikte pigment oluşturmak için kullanılan türlerdir. *Dunaliella*; Chlorophyceae familyasında bulunan yeşil alglerdendir. Algler, yüksek oranda  $\beta$ -Karoteni yapılarında toplayabilme özelliğindedir. Yapılan incelemelerde *Dunaliella salina* 'nın ideal koşullarda kültür ortamında 400 mg  $\beta$ -Karoten üretebildiği tespit edilmiştir. Günümüzde  $\beta$ -Karotenin insan sağlığı üzerinde çok sayıda olumlu etkisi tespit edilmiş ve  $\beta$ -Karoten dünyada gıda renklendiricisi olarak (margarin, peynir, meyve suları, süt ürünleri gibi) en çok kullanılan pigment olarak tanımlanmıştır. *Dunaliella*

#### Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu

türlerinden elde edilen  $\beta$ -Karotenin diğer pigment kaynaklarına göre verim (%3-5 w/w) ve kalite açısından üstün özellikleri bulunduğu belirlenmiştir (1, 2, 3).

Karotenoitler ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda; bunların cis ve trans izomerlerinin yüksek biyoyararlılık ve biyoetkiye sahip oldukları Dunaliella türlerinden elde edilen karotenoitin de yüksek biyoaktivite ve antikanser özelliği olan Ksanthophylls karoteneotini içerdiği tespit edilmiştir. Günümüzde Dunaliella biomassından elde edilen proteinlerin ekmek gibi diğer unlu mamullerde kullanıldığı ifade edilmektedir. Gıdalarda Dunaliella biomassı kullanılmasının güvenli olduğu ve hiçbir toksikolojik etki yaratmadığı, ayrıca farklı uygulamalar ve formülasyonlar ile yenilebilir yağlarda ya da gıdalarda özelliğe kullanılabilir (2, 4, 5).

Astaksantin: *Haematococcus pluvialis*, Astaksantin pigmenti üreten yeşil bir alg olmakta ve %0,2 ile % 2 arasında ketokarotenoit üretmektedir. Astaksantin, mikroalglerden elde edilen ve yüksek ticari değere sahip olan, güçlü antioksidan özelliğinden ötürü insan sağlığı üzerine olumlu etkileri bulunan bir karotenoittir. Günümüzde Astaksantin üretiminde bilinen en zengin mikrobiyal kaynak *Haematococcus* mikro algi olmaktadır. Söz konusu pigment; tropikal süs balıklarının renklerinin korunmasında, kümes hayvanlarının yumurta sarılarının renklendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca son zamanlarda insan metabolizmasındaki yararlı etkilerinden dolayı besin takviyesi ve antioksidan olarak da kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. FDA tarafından *Haematococcus* alglerinden elde edilen Astaksantin pigmenti içeren gıdaların toksikolojik etkileri olmadığı için insan beslenmesinde kullanımları kabul görmüştür. Söz konusu mikroalgin vejetatif evresinde iki adet kamçı ile hareketli olduğu, ortam koşulları bozulduğunda ise kalın hücre duvarına sahip aplanosporlar oluşturarak yoğun bir şekilde astaksantin pigmentini biriktirdiği tespit edilmiştir. *Haematococcus*'tan astaksantin üretimi, bazı sistemlerde tek bir reaktörde üretilebilirse de genelde üretim iki aşamalı gerçekleştirilmektedir. İlk olarak vejetatif hücreler laboratuvar koşullarında düşük ışık şiddetinde kültüre alınmakta ve belirli bir hücre yoğunluğa ulaşan vejetatif hücreler dış ortamda tübüler reaktörler ya da havuzlarda yüksek ışık şiddeti altında astaksantin biriktirmesi sağlanmaktadır. Daha sonra kültür ortamından çıkartılan kültürlerde astaksantin birikimini tetiklemek amacı ile hücreler stres altına (azot ya da fosfor çıkarımı, yüksek ışık uygulaması gibi) sokulmaktadır. Astaksantin doğal olarak Alglerden üretilmesinin yanında *Phaffia rhodozyma* (*Xanthophyllomyces dendrothous*) adı verilen bir maya tarafından da üretilmektedir. Ancak elde edilen pigment *Haematococcus pluvialis* 'in ürettiği pigmente göre daha düşük düzeyde kalmaktadır (7).

Diğer Karotenoitlere göre Astaksantin pigmentinin avantajları ve sağlık üzerin etkileri: daha stabil ve antioksidan özelliğinin diğerlerine göre daha fazla olması, ( $\beta$ -Karoten'e göre 10 kez,  $\alpha$ - tokoferol'e göre 500 kez daha yüksektir), kana daha çabuk karışması, Alzheimer ve Parkinson hastalıklarının iyileştirilmesinde kullanılması, antikanserojenik olması ile özetlenebilir. Fareler üzerinde yapılan çalışmalarda Astaksantin'nin herhangi bir toksikolojik etkisinin olmadığı, aksine farelerde kolon ve üriner sistemlerinde meydana gelen kanserleri engellediği tespit edilmiştir (7 - 10).

Fikoeritrin: Kırmızı mikroalg genusu olan *Porphyridium*, besleyici ve teropatik özelliğe sahip biyokimyasalların bir kaynağı olmakta ve alg genusunun antiviral ve antiinflamator etkili polisakkaritler, uzun zincirli doymamış yağ asitleri ile Zeaksantin gibi pigment ve floresan içerdiği bildirilmektedir. Kırmızı renkli phycobiliproteinler; Fikoeritrin, mavi phycobiliproteinler de; Fikoksiyanin olarak isimlendirilmektedir. Bu pigmentler suda eriyebilirler ve gıdalarda doğal renklendirici olarak, ayrıca kozmetik ve eczacılık alanında kullanılmaktadırlar. Bu mikroalgler biyoreaktörlerde güneş ışığı ya da yapay ışıkla karbondioksit ve tuz ortamında geliştirilmekte ve en çok pigment 20-30 °C'de ve orta şiddet ışık altında sağlanmaktadır. *Porphyridium* sp.; floresan pembe renk veren pigment kaynakları olarak bilinmekte ve önemli Fikobiliproteinler, B-fikoeritrin ile b- fikoeritrin olarak tanımlanmaktadır. Bu pembemsi-kırmızı renkli pigmentler; konfeksiyonda, jelatin içeren tatlılarda ve süt ürünlerinde renklendirici olarak kullanılmakta, gıdalara katılma oranları ise gıda çeşidine göre farklılık göstermekle birlikte ortalama 50-100 mg/kg olmaktadır. 60 °C'de 30 dk stabil olan pigment, 6-7 pH arasında tazeliğini ve etkinliğini korumaktadır. Kırmızı fikoeritrin sarı floresana sahip olması nedeni ile gıdalara bazı spesifik özellikler kazandırmaktadır. Bu amaçla lolipoplarda, alkollü ve alkolsüz içeceklerde kullanılmaktadır (11, 12).

*Porphyridium*-Fikosiyenin: *Porphyridium aeugineum* kırmızı alginden elde edilen mavi bir pigmenttir. En önemli fikosiyenin C- fikosiyanindir. *Porphyridium aeugineum* biyomasından %60 oranında üretilen mavi pigmentin gıdalarda ya da içeceklerdeki kullanılan dozu 140-180 mg/kg arasında değişmektedir. İçerdiği polisakkaritler ürünün rengine, stabilitesine katkı sağlamak yanında gıdaya fonksiyonel besleyici özellik sağlamaktadır. Mikroalgden üretilen pigment; pH ile değişmemekte ve 60 °C'de 40 dk' da stabil kalmaktadır. Özellikle asidik içeceklerde ve konfeksiyonda kullanılan bu renk maddesi Pepsi® (sıcaklık uygulanmayan) ve Bacardi Breezer® içeceklerine ilave edilmektedir. Dondurmalarda da sıklıkla kullanılan pigmentin gıdalarda kullanımı ticari olarak üretilmediği için yeteri kadar açık değildir (13).

### **Sonuç**

Ticari olarak sentetik pigmentler gıda katkısı olarak başarılı bir şekilde kullanılmakta ancak tüketici tercihlerinin her geçen gün doğal ürünlere doğru değişmesiyle birlikte bitkilerden elde edilen doğal renklendiricilere talep gittikçe yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle günümüzde doğal renklendiricilere özdeş alternatifler aranmaya başlanmış ve bu alanda mikroalglerin kullanımı gittikçe artmaktadır.

### **Kaynaklar**

1. Cheng, J.Y., Don Paul, M., Antia, N.J. 1974, *Journal of Protozoology* 21 , 761–768.
2. Finney, K., Pomeranz, Y., Bruinsma, B., 1994, *Cereal Chemistry* 61 , 402–406.
3. Coma, J., 1991, *Committee on medical aspects of food and nutrition policy*, HMSO, London
4. Yeum, K.J. and R.M. Russel, 2002, *Annual Review of Nutrition* 22. 483–504.
5. Roodenburg, A.J., Leenen, R., Van het Hof, K.H., Weststrate, J.A., Tijburg, L., 2000, *Am J Clin Nutr.* 71 1187–1193.
6. Lorenz, R.T., Cysewski, J., 2000, *Trends in Biotechnology* 18 160–167.
7. Tanaka, T., Kawamori, T., Ohnishi, M., Makita, H. Mori, H., Satoh *et al.*, 1995, *Carcinogenesis* 16. 2957–2963.
8. Jyonouchi, R.J. Hill, Y. Tomita and R.A. Good, 1991, *Nutrition and Cancer* 19 , 93–105.
9. Yamashita, E. 1995. Anti-inflammatory agent. Japanese Patent .07300421
10. Snodderly, D.M., 1995, *American Journal of Clinical Nutrition* 62 1448–1461.
11. Arad (Malis) and Yaron, 1992, *Trends in Food Science and Technology* 3 , 92–96.
12. Yaron, A., S. Arad (Malis). 1993, G. Charalambous, Editor, *Phycobiliproteins-blue and red natural pigments-for use in food and cosmetics, Food flavors, ingredients and composition, developments in food science*, Elsevier, London . 835–838.
13. Glazer, A.N., 1999, Phycobiliproteins. In: Z. Cohen, Editor, *Chemicals from microalgae*, Taylor and Francis, New-York , 261–280.