

Tarımsal-Endüstriyel Atıklardan Katma Değeri Yüksek Pigmentlerin Biyoüretimi

Derya Dursun , Ali Coşkun Dalgıç 

Gaziantep Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Üniversitesi Bulvarı, 27310 Gaziantep

Geliş Tarihi (Received): 28.11.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 10.11.2017

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): deryadursun@gantep.edu.tr (D. Dursun)

☎ 0 342 317 23 18 📠 0 342 317 23 62

ÖZ

Tahıl-baklagil ile meyve-sebze atıkları, tarımsal uygulamalar ve endüstriyel işlemler sonucu ortaya çıkmaktadır. Dünya çapında biyokütlesi en çok olan atıklar sınıfında yer almakta ve zengin besinsel öğeler içermektedirler. Bu açıdan, söz konusu atıkların gıda maddeleri üretiminde doğal bir hammadde kaynağı olarak kullanımı önem taşımaktadır. Biyoteknolojik yöntemler (derin ve yüzey kültür fermentasyonları) ile atıkların doğal içeriği değişmeden yeni, ucuz, katma değeri yüksek ve doğal nitelikli ürünlere dönüşümü sağlanabilmekte ve bu ürünler gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir. Pigmentler (gıda boyar maddeleri), gıda ürünlerinde en çok kullanılan gıda katkı maddelerinden biri konumundadır. Son yıllarda artan gıda tüketim bilinci ile oluşan doğal ve sağlıklı gıda tüketme alışkanlığı, pigmentlerin doğal nitelik kazanmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, ekonomik, çevreci ve verimli üretim teknolojilerinin, yağlı tohumlar, buğday kepeği, melas, peynir altı suyu, narenciye kabukları gibi tarımsal ve endüstriyel atıklardan karotenler, antosiyaninler, melanin, karamel gibi pigmentlerin üretim çalışmalarında kullanılması ile gelişmeye açık bir bilimsel alan oluşmaktadır. Pigmentler eczacılık, kozmetik, hayvan yemi, fırıncılık, meyve suları, süt ürünleri gibi gıda ürünleri olmak üzere boyar madde veya destek materyali olarak birçok sektörde kullanım alanı bulmaktadır. Bu çalışmada, tahıl ve baklagil ile meyve ve sebze atıklarından biyoteknolojik yöntemler ile üretilen pigmentler ve önemi sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Pigment, Biyoteknoloji, Atık, Katma değer

Bioproduction of High Value-Added Pigments from Agro-Industrial Wastes

ABSTRACT

Cereal-legume and fruit and vegetable wastes come out by agricultural applications and industrial processes. Their use is important for producing food products, as they have a major class and rich nutritional compounds among the world's wastes. These wastes could be transformed into new, cheap, high value-added and natural products which may be used as food additives by biotechnological methods such as submerged and solid state fermentations without any changing of raw material composition. Pigments (food coloring agents) are one of the most used categories of food additives among products. In recent years, the habit of natural and healthy food consumption formed by raising awareness of food consumption emphasizes the importance of the natural qualification of pigments. However economic, eco-friendly and productive technologies elicit a scientific area for the production of pigments such as carotenes, anthocyanins, melanin, and caramel from agri-industrial wastes such as oil seeds, wheat bran, molasses, whey, and citrus peels. Pigments are used in many sectors as pharmaceuticals, cosmetics, animal feed, bakery, food products such as fruit juices, dairy products, as stain or supplement material. In this study, biotechnological methods of producing pigments and their importance from cereals and legumes and fruit and vegetable wastes are presented.

Keywords: Pigment, Biotechnology, Waste, Value-added

GİRİŞ

Tüketicilerin sağlıklı, doğal, güvenilir gıda tercihi, gıda ürünlerinin etiketlerinde 'doğal' ibaresine dikkat etmelerine neden olmuştur. Artan tüketim bilinci, doğal nitelikli gıda ürünlerine olan talebi de arttırmış ve endüstrinin bu yönde gıda üretimi üzerine yoğunlaşmasını sağlamıştır. Bunun bir sonucu olarak, 2000 yılında Amerika Birleşmiş Devletleri'nde 4 milyar dolarlık bir pazar oluştuğu rapor edilmiştir [1]. Gıda katkı maddeleri, çeşitli amaçlarla (dayanıklı hale getirme, renk ve koku giderme/zenginleştirme, asitlendirme, koruyucu, jelleştirme, tatlandırma vb.) ve/veya gıda işleme sürecinin bir gereği olarak gıda ürünleri içerisinde kullanılmaktadır. Katkı maddelerinin doğal nitelikte olması, gıda ürünlerinin güvenliği ve kalitesi açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, 'doğal' ifadesinin ürün etiketlerinde yer alması, tüketicilerin "doğal nitelikli gıda ürünü" talebini karşılayabilmektedir. Gıda katkı maddelerinin doğal nitelik kazanmasının üretim yöntemi ve hammadde ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Üretim yöntemine ilişkin biyoteknolojik uygulamalar, hammadde olarak tarımsal ve endüstriyel atıklar doğal nitelikli ürünlerin elde edilmesine olanak tanımaktadır [1].

Yeryüzünde her yıl ortalama 200 milyar ton olarak ortaya çıkan atıkların çoğu ya çöp olarak doğaya bırakılmakta ya da az bir işleme yakıt, hayvan yemi veya gübre olarak değerlendirilmektedir [2]. Artan sanayileşme ve nüfusla birlikte beliren çevre kirliliği ve kirliliğin ortadan kaldırılmasında kullanılan ekonomik sarfiyat, atıkların biyokütlesel bir sorun haline gelmesine neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilebilen atık biyokütlesi, çevresel ve ekonomik nedenlerin yanı sıra atıkların geri kazanılması yararlı, ucuz, yeni, katma değeri yüksek ve doğal ürünlerin elde edilmesi anlamında da giderek önem kazanan bir bilimsel çalışma ve endüstriyel uygulama alanı haline gelmiştir.

Bu derleme, tarımsal-endüstriyel atıklar içerisinde önemli bir grubu oluşturan tahıl, baklagil, meyve ve sebze atıklarının, biyoteknolojik uygulamalar sonucu önemli bir gıda katkı maddesi olan pigment bileşiklerine dönüştürülmesini konu almaktadır.

TARIMSAL-ENDÜSTRİYEL ATIKLAR

Tahıl ve baklagil ile meyve ve sebzelerin insan beslenmesinde birinci sıradaki gıdaları oluşturmalarıyla birlikte, atıkları da oldukça büyük miktarlardadır. Buğday, pirinç, mısır ve mercimek dünyada ve Türkiye'de üretimi en yaygın tahıl ve baklagiller arasında yer almaktadır. Söz konusu ürünlerin sap, saman, koçan, kabuk, kepek, kapçık, anız vb. atıkları 'tarımsal atık' olarak nitelendirilmektedir [3]. Hasat edilmeleri sonrasında ve işlenmeleri sonucu ortaya çıkan veya tarlada bırakılan bu atıklar uygun bir şekilde değerlendirilememektedir [4, 5]. Bu atıkların yakıt amaçlı kullanılmasında yaygınca uygulanan bir yöntem olmakla birlikte, yakma işlemi sonucu küresel ısınmaya sebep olan sera gazları oluşmaktadır. Sadece İspanya'da, tahıl atıklarının yakılması sonucu yılda 11 Tg (1 Tg=10⁹ kg)

karbondioksit, 23 Gg (1 Gg=10⁶ kg) azotlu bileşikler ve 80 Gg partikül maddenin atmosfere yayıldığı bildirilmektedir [3, 6]. Yeryüzünde çeşitliliği ve miktarı açısından önemli bir tarımsal ürün grubunu oluşturan meyve ve sebzelerin hazırlanması, işlenmesi ve tüketimi sonucunda ortaya çıkan derileri, iç yuvaları, çekirdekleri, dal ve yaprakları, posaları, kabukları, pulpları ile aşırı olgun veya ham ve yaralı bereli olanları atık olarak nitelendirilmektedir [7]. Dünya çapında yıllık milyar tonları bulan meyve ve sebze atıkları, ülkemizde yaklaşık 50 milyon ton civarındadır ve çöp olarak atılmaktadır. Atıkların çoğunluğunu patates, şeker pancarı, muz, elma, turunçgiller ve üzüm oluşturmaktadır [1, 8].

Söz konusu atıkların oluşturduğu biyokütle yağ asitleri, vitaminler, diyet lifi, karbohidratlar, aminoasitler gibi oldukça zengin bir besinsel içeriğe sahiptir. Bu içeriğin uygun yöntemlerle başka ürünlere dönüştürülmesi atıkların değerlendirilmesinde önemli bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu atıkların, herhangi bir kimyasal veya enzimatik işleme tabi tutulmaksızın, katı formda biyoteknolojik olarak işlenmesi ile etanol, organik asit, enzim, pigment, aroma gibi çok sayıda yeni ürün elde edilebilmektedir. Bu yöndeki üretime, Amerika Birleşik Devletleri'nin 354 milyar Amerikan doları yatırımı bulunmaktadır. Türkiye'de şeker pancarı melası, ayçiçeği kabuğu, buğday, pirinç yulaf samanı ve meyve kabukları gibi tarımsal-endüstriyel atık potansiyelinin toplamda 54.4 milyon ton olduğu bildirilmiştir. Söz konusu atıkların katı formda işlenerek biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüştürülmesi dışında, yeni bir ürün elde etmeye yönelik bir yatırım yapıldığına ilişkin kayda ulaşılamamıştır [1]. Dolayısıyla, ülkemizde bu alanda bilimsel araştırma ve geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmeli, fizibilite çalışmaları ile yatırıma yönelik uygulamalar gerçekleştirilmelidir.

PIGMENTLER

Ürünlerin doğal yapısı, işlenmeleri veya katkı maddeleri eklenmesi sonucu sahip olduğu renk, insanların görsel ve kimyasal duyarlarına hitap eden temel ve önemli bir unsuru oluşturmaktadır. Renk maddeleri (pigmentler), ürünlerin kalitesi ve tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğiyle ilişkilendirilmektedir. Sentetik olarak üretilen pigmentlerin toksik ve kanserojen etkilerinin bulunması, pigmentlerin üretiminde doğal hammadde kaynaklarının ve doğal üretim tekniklerinin önemini ortaya çıkarmakla birlikte, doğal pigmentlerin gıda, eczacılık, kozmetik, tekstil ve matbaacılık olmak üzere geniş bir kullanım alanı yaratmaktadır. Ayrıca, sentetik pigmentlere oranla daha fazla renk tonu ve çeşidi elde edilebilmektedir [9-12].

2000 yılında, Amerika ve Avrupa'nın en büyük ortakları olduğu pigment pazarında yapılan ekonomik araştırmada, toplamda 940 milyon dolar olan hacmin 400'ünün sentetik, 250'sinin doğal pigmentlere ait olduğu bildirilmiştir. 1987'de 35 milyon dolar olan hacmin, % 200 artarak 250 milyon dolara ulaşması, pigment pazarının çoğu sentetik olanlara dayalı olsa da, doğal pigmentlerin küresel gıda boyar maddeleri pazarında göze çarpar şekilde bir ilerleme ve gelişme

gösterdiğini ortaya koymaktadır [1]. Buna ek olarak, son yıllarda yapılan bir çalışmada, Gupta ve ark. (2011) yaklaşık 1.2 milyar dolarlık pigment pazarının % 31'nin (372 milyar dolar) doğal pigmentlerin oluşturduğunu bildirmiştir.

Bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar doğal nitelikli pigmentlerin kaynağını oluşturmaktadır. Bitki ve hayvanlardan ekstraksiyon işlemi ile elde edilen pigmentlerin mevsimsel, coğrafi, çevresel, hastalıklar vb. kontrol edilemeyen koşullara bağlı olması ile düşük ürün ve ekonomik verimlilik göstermesi pigmentlerin üretimini kısıtlamaktadır. Biyo-üretim, mikroorganizmaların kullanılması ile gerçekleştirilmektedir [9, 11, 13]. Bu amaçla, Tablo 1'de görüldüğü üzere *Monascus*, *Blakeslea*, *Mucor*, *Dunaliella*, *Xanthophyllomyces*, *Flavobacterium* cinslerine ait türler başta olmak üzere çok çeşitli maya, küf ve bakteri doğal pigmentlerin

üretiminde kullanılmaktadır [1, 8, 9, 11, 12]. Pigmentlerin mikrobiyolojik olarak üretimi ile karotenoidler, antosiyaninler gibi sağlıklı, güvenilir, tedavi edici ve besleyici özelliklere sahip ürün elde edilmekte, kontrol edilebilir ve öngörülebilir bir üretim modeli sağlanabilmektedir. Söz konusu avantajlar ile bu alana yönelik üreticilerin ilgisi ve bilim dünyasının araştırmaları giderek artmaktadır [1, 9, 11, 14]. Ayrıca, üretimi gerçekleştirilen ve üzerine yatırım yapılan ürünler arasında pigmentlerin oldukça büyük bir ekonomik potansiyele sahip olduğu bildirilmektedir. Biyoüretimi gerçekleştirilen pigmentlerin; ucuz üretim yapılabilmesi, kolay ekstraksiyon sağlanması, yüksek ürün verimliliği elde edilmesi, her türlü hammaddenin kullanılabilmesi ve bol miktarda bulunması, mevsimsel ve/veya çevresel değişikliklerden etkilenmemesi gibi avantajların bulunduğu ifade edilmektedir [11].

Tablo 1. Çeşitli mikroorganizmalar tarafından üretilen pigment renkleri

Bakteriler	Pigment	Mayalar	Pigment
<i>Serratia marcescens</i> , <i>S. rubidaea</i>	Kırmızı	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Pembe-kırmızı
<i>Corynebacterium insidiosum</i>	Mavi	<i>Saccharomyces neoformans</i>	Siyah
<i>Staphylococcus aureus</i>	Sarı	<i>Rhodotorula</i> spp.	Turuncu-kırmızı
<i>Rugamonas rubra</i>	Kırmızı	<i>Cryptococcus</i> sp.	Kırmızı
<i>Streptovorticillium rubrirericuli</i>	Kırmızı	<i>Yarrowia lipolytica</i>	Kahverengi
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gri	Küfler	
<i>Pseudomonas</i> sp.	Sarı	<i>Pacilomyces farinosus</i>	Kırmızı
<i>Xanthomonas oryzae</i>	Sarı	<i>Blakeslea trispora</i>	Krem, sarı, turuncu, kırmızı
<i>Alteromonas rubra</i>	Kırmızı	<i>Cordyceps unilateralis</i>	Koyu kırmızı
<i>Janthinobacterium lividum</i>	Mor	<i>Ashbya gossypii</i>	Sarı
<i>Streptomyces echinoruber</i>	Kırmızı	<i>Aspergillus</i> sp.	Turuncu, kırmızı
<i>Streptomyces</i> sp.	Sarı, kırmızı, mavi	<i>Helminthosporium catenarium</i>	Kırmızı
<i>Flavobacterium</i> spp.	Sarı	<i>Monascus purpureus</i>	Sarı, kırmızı, turuncu
<i>Achromobacter</i>	Krem	<i>Penicillium oxalicum</i>	Kırmızı
<i>Bacillus</i> sp.	Kahverengi	<i>Penicillium cyclopium</i>	Turuncu
<i>Brevibacterium</i> sp.	Turuncu, sarı	<i>Penicillium nalgeovensis</i>	Sarı
<i>Bradyrhizobium</i> sp.	Turuncu-koyu kırmızı	<i>Mucor circinelloides</i>	Sarı, turuncu
<i>Rhodococcus maris</i>	Mavimsi kırmızı	<i>Neurospora crassa</i>	Sarı, turuncu

Doğal pigmentlerin gıda ve içecek ürünlerinde, geniş bir renk aralığı sağlayarak tüm işlemlere uygun olması, kimyasal ve fiziksel koşullara dirençlilik göstermesi, yeni işlem yöntemlerine uyumlu olması anlamında önemli avantajları bulunmaktadır. Doğal pigmentler Doğu Asya gıdaları, kahvaltılık gevrekler, çeşitli balık ve makarnalar, soslar, konserve ürünler, şekerlemeler, bebek gıdaları, işlenmiş peynirler, fırıncılık ürünleri, meyve suları, margarinler, süt ürünleri gibi farklı gıda ürünlerinin üretiminde yer almaktadır [1, 10, 11].

Üretim Teknikleri

Yüzey Kültür Tekniği veya Katı Hal Fermantasyonu ve Batık Fermantasyon veya Derin Kültür Tekniği olmak üzere iki farklı biyoteknolojik yöntem ile pigmentlerin üretimi söz konusudur. Derin kültür tekniği sıvı karakterli sentetik besiyerleri veya atık materyaller ile yapılmaktadır. Düşük ürün verimliliği, yüksek işletme maliyeti ve ayırma/saflaştırma işleminin yüksek maliyeti

nedeniyle derin kültür tekniğinin endüstriyel uygulamalarda uygun olmadığı belirtilmektedir [13, 16]. Katı hal fermantasyon teknolojisi ile pigmentlerin üretimi, Dünya literatüründe geniş bir araştırma alanı bulmuş ve endüstriyel boyutta üretimine gerçekleştirilmeye başlanmıştır [12, 17]. Yüzey kültür tekniği, serbest suyun çok az bulunduğu veya bulunmadığı katı materyal üzerinde mikroorganizmaların gelişmesiyle gerçekleşen bir fermantasyon tekniğidir. Her türlü mikroorganizma kültürü ile yüzey kültür tekniği gerçekleştirilebilmektedir. Düşük su içeriği, yüksek etkileşim alanı ve mikroorganizmalar için doğal bir ortam sağlaması, fazla işçilik ile modern araç ve gereçlere ihtiyaç duymaması sonucu yatırım maliyetlerini düşürmesi katı hal fermantasyon işleminin önemli avantajlarını oluşturmaktadır [1, 16, 18]. Derin kültür tekniğinin dezavantajlarından dolayı son yıllarda yüzey kültür tekniğine yönelik çalışmaların arttığı görülmektedir. Joshi ve arkadaşları (2003), yüzey kültür tekniğinin uygulandığı atık fermantasyon çalışmalarında pigment

üretimini, derin kültür tekniğine oranla üç kat fazla olduğunu belirtmişlerdir. Yüze ve derin kültür tekniklerinin uygulamalarında (Tablo 2) peynir altı suyu, darı, tropik meyve atıkları, pirinç ve buğday kepekleri, endüstriyel yağ kekleri, şeker melası ve şilempesi, elma posası, mısır maserasyon sıvısı gibi atıkların kullanılmasıyla pigment bileşiklerinin üretimi gerçekleştirilmiştir [19-23]. Monaskus pigmentinin çok çeşitli atıklardan üretilebildiği görülebilmektedir. Üretimde kullanılan küf türü ile gerçekleştirilen katı atık fermantasyon ortamlarında, tropik meyve çekirdeklerinden en fazla verimlilik (12.113 OD

Units/gds) sağlanmıştır. Çin'de geleneksel olarak pirinç üzerinde geliştirilen *Monascus purpureus* ile elde edilen monaskus pigmenti, Kaur ve arkadaşlarının [22] çalışmasında tropik meyve atıklarına oranla üç kat daha az miktarda üretilmiştir. Karoten grubu pigmentlerin sıvı ve katı atık olmak üzere çeşitli atık gruplarından farklı miktar ve konsantrasyonlarda üretildiği yine Tablo 2'de yer almaktadır. β -karoten üzerinde en çok çalışılan pigmentlerden biri olup, Kahyaoğlu ve Kıvanç [19] derin kültür çalışmalarında maksimum miktarı (43.3 mg/L) şeker melasından elde etmişlerdir.

Tablo 2. Derin ve yüze kültür teknikleri ile üretilen pigmentler

Atık materyal	Mikroorganizma	Pigment	Miktar	Referans
Tropik meyve çekirdekleri	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	12.113 OD Units/gds ^a	20
Buğday kepeği	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	3.525 OD Units/gds	20
Manyok unu	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	1.458 OD Units/gds	20
Pirinç	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	4.4 OD Units/gds	24
Üzüm atığı	<i>Monascus purpureus</i>	Monaskus	5.0 UA ₅₀₀ ^b	25
Darı	Doğal ortam florası	β -karoten	10.49 μ g/g ^c	22
Darı	Doğal ortam florası	Lutein	11.71 μ g/g	22
Darı	Doğal ortam florası	Zeaksantin	9.20 μ g/g	22
Şeker melası	<i>Blakesleea trispora</i>	β -karoten	43.3 mg/L ^d	21
Şeker şilempesi	<i>Blakesleea trispora</i>	β -karoten	11.2 mg/L	21
Peynir altı suyu	<i>Blakesleea trispora</i>	β -karoten	12.5 mg/L	21
Malta eriği çekirdek içi	<i>Rhodotorula glutinis</i>	Toplam karotenoid	72.36 mg/L	26
Mısır maserasyon sıvısı + Şeker kamışı melası	<i>Sporidiobolus salmonicolor</i>	Toplam Karotenoid	24.8 μ g/L ^e	23
Buğday kepeği	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Astaksantin	109.23 μ g/g	27
Zeytin küspesi	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	Astaksantin	220.24 μ g/g	28

^a: Optik yoğunluk/g kuru substrat, ^b: 500 nm'deki absorpsiyon, ^c: μ g ürün/g kuru substrat, ^d: mg ürün/L substrat, ^e: μ g ürün/L substrat

SONUÇ

Fermantasyon teknolojisi ile mikroorganizmalar tarafından üretilen herhangi bir pigmentin başarısı, piyasadaki kabul edilebilirliğine, yasal mevzuat çerçevesinde onayına ve sermaye yatırımının büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir [14]. Bununla birlikte, herhangi bir boyar maddenin insanlar tarafından tüketilebilmesi, onun tüm farmakolojik testlerinin yapılmış ve kullanım için uygun dozunun belirlenmiş olmasına bağlıdır. Ayrıca, insanlar üzerinde de metabolik çalışmalar yapılmalıdır. FAO, WHO, Codex, Türk Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği gibi kuruluş ve mevzuatların onayını almış pigmentler gıda ürünlerinde kullanılabilirler [12]. Monaskus pigmentleri, Arpink kırmızısı, β -karoten, astaksantin, likopen ve lutein pigmentleri fermantatif gıda pigmentleri olarak bilinmektedir ve gıda sektöründe kullanılmaktadır. Monaskus pigmentleri Çin ve Japonya gibi Asya ülkelerinde özellikle et ve balık ürünleri ile ketçap gibi kırmızı renkli gıda ürünlerinde gıda işleminin bir parçası olarak kullanılmaktadır. Ancak, Avrupa ve Amerika ülkelerinde gıda ürünlerinde kullanımına izin verilmektedir. *Flavobacterium* alttürleri tarafından üretilen zeaksantin ve *Xanthophyllomyces dendrorhous* ile üretilen astaksantin gıda ürünlerinde kullanım izni olan mikrobiyal kaynaklı pigmentlerdir [14]. *Dunaliella salina* ve *Chlorella* sp. aglomerinden elde edilen β -karoten ve lutein karotenleri gıdalarda boyar madde (tavuk derisi rengi), A vitamini öncüsü, antioksidan; destek materyali (evcil hayvan besinleri, hayvan ve balık yemleri);

kozmetik ürünlerinde ve farmasötik amaçlar için kullanılmaktadır [13].

Mikrobiyal pigmentlerin doğal niteliği, tüketiciler tarafından talep gören ve endüstriyel anlamda büyük ekonomik potansiyel oluşturan bir özellik olarak değerlendirilmektedir. Tahıl-baklagil ile meyve-sebze atıklarının biyokütlesi, biyoteknolojik yöntemlerle doğal pigmentlere dönüştürülerek çevresel kirliliği azaltma, katma değer sağlama, yeni ürün elde etme, yeni teknolojileri kullanma ve geliştirme yönünde önem teşkil etmektedir. Yüze kültür tekniğinin pigment üretiminde kullanılması ile bahsedilen olanakların sağlanabilmesiyle birlikte, ürün verimliliğine yönelik önemli avantajlar elde edilebilmektedir. Ancak, çalışmaların çoğu laboratuvar boyutunda olduğundan fabrikasyon ölçeğine çıkarılabilmesi için çevre dostu biyoteknolojik çalışmaların artırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Nigam, P.S., Pandey, A. (2009). Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilization. Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-1-4020-9941-0.
- [2] Tavman, Ş., Kumcuoğlu, S., Akkaya, Z. (2009). Bitkisel ürünlerin atıklarından antioksidan maddelerin ultrason destekli ekstraksiyonu. *Gıda*, 34(3), 175-182.
- [3] López, S., Davies, D.R., Giráldez, F.J., Dhanoa, M.S., Dijkstra, J., France, J. (2005). Assessment of

- nutritive value of cereal and legume straws based on chemical composition and in vitro digestibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1550-1557.
- [4] Wang, M., Hettiarachchy, N.S., Qi, M., Burks, W., Siebenmorgen, T. (1999). Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 47, 411-416.
- [5] Wang, J., Suna, B., Cao, Y., Wang, C. (2010). In vitro fermentation of xylooligosaccharides from wheat bran insoluble dietary fiber by *Bifidobacteria*. *Carbohydrate Polymers*, 82, 419-423.
- [6] Zárata, I.O., Ezcurra, A., Lacauxb, J.P., Dinhb, P.V., Argandoña, J.D. (2005). Pollution by cereal waste burning in Spain. *Atmospheric Research*, 73, 161-170.
- [7] Meyve ve Sebze Sanayi. (2012). <http://eng.ege.edu.tr/~otles/foodwaste-fruit.tripod.com/id7.html>. Erişim Tarihi: 15.02.2012.
- [8] Laufenberg, G., Kunz, B., Nystroem, M. (2003). Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology*, 87, 167-198.
- [9] Joshi, V.K., Attri, D., Bala, A., Bhushan, S. (2003). Microbial pigments. *Indian Journal of Biotechnology*, 2, 362-369.
- [10] Dufossé, L., Galaup, P., Yaron, A., Arad, S.M., Blanc, P., Murthy, K.N.C., Ravishankar, G.A. (2005). Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality? *Trends in Food Science and Technology*, 16, 389-406.
- [11] Gupta, C., Garg, A.P., Prakash, D., Goyal, S., Gupta, S. (2011). Microbes as potential source of biocolours. *Pharmacology*, 2, 1309-1318.
- [12] Karaali, A., Özçelik, B. (1993). Gıda katkıları olarak doğal ve sentetik boyalar. *Gıda*, 18(6), 389-396.
- [13] Akyıl, S., İlter, I., Koç, M., Kaymak-Ertekin, F. (2016). Alglerden elde edilen yüksek değerlikli bileşiklerin biyoaktif/biyolojik uygulama alanları. *Akademik Gıda*, 14(4), 418-423.
- [14] Dufossé, L. (2006). Microbial production of food grade pigments. *Food Technology and Biotechnology*, 44(3), 313-321.
- [15] Uyar, F., Baysal, Z. (2004). Production and optimization of process parameters for alkaline protease production by a newly isolated *Bacillus* sp. under solid state fermentation. *Process Biochemistry*, 39, 1893-1898.
- [16] Sanromán, M.A., Couto, S.R. (2006). Application of solid state fermentation to food industry-A review. *Journal of Food Engineering*, 76, 291-302.
- [17] Bailey, R., Madden, K.T., Trueheart, J. (2010). Production of carotenoids in oleaginous yeast and fungi. US Patent No. US 7,851,199 B2. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [18] Yang, S.T. (2007). Bioprocessing for Value-added Products from Renewable Resources: New Technologies and Applications. Elsevier B.V. ISBN: 9780444521149.
- [19] Joshi, V.K., Attri, D. (2006). Solid state fermentation of apple pomace for the production of value added products. *Natural Product Radiance*, 5(4), 289-296.
- [20] Babitha, S., Soccol, C.R., Pandey, A. (2007). Solid-state fermentation for the production of *Monascus* pigments from jackfruit seed. *Bioresource Technology*, 98, 1554-1560.
- [21] Kahyaoğlu, M., Kıvanç, M. (2007). Endüstriyel atık maddelerden mikrobiyal yolla beta karoten üretimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17(2), 61-66.
- [22] White, W.S., Tayie, F.A.K., Young, M.F., Rocheford, T., Li, S. (2007). Retention of provitamin a carotenoids in high β -carotene maize (zea mays) during traditional African household processing. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 55, 10744-10750.
- [23] Valduga, E., Valério, A., Treichel, H., Furigo Júnior, A., Luccio, M. (2009). Kinetic and stoichiometric parameters in the production of carotenoids by *Sporidiobolus salmonicolor* (CBS 2636) in synthetic and agroindustrial media. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 157, 61-69.
- [24] Kaur, H., Chakraborty, D., Kaur, B. (2008). Production and evaluation of physicochemical properties of red pigment from *Monascus purpureus* MTCC 410. *The Internet Journal Microbiology*, 7(1), 1-6
- [25] Brandelli, A., Daroit, D.J., Silveira, S.T. (2008). Pigment production by *Monascus purpureus* in grape waste using factorial design. *LWT- Food Science and Technology*, 41, 170-174.
- [26] Taskin, M., Erdal, S. (2011). Production of carotenoids by *Rhodotorula glutinis* MT-5 in submerged fermentation using the extract from waste loquat kernels as substrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 1440-1445.
- [27] Dursun, D., Dalgıç, A.C. (2016). Optimization of astaxanthin pigment bioprocessing by four different yeast species using wheat wastes. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7, 1-6.
- [28] Eryılmaz, E.B., Dursun, D., Dalgıç, A.C. (2016). Multiple optimization and statistical evaluation of astaxanthin production utilizing olive pomace. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7, 224-227.