

## Endüstriyel Atık Maddelerden Mikrobiyal Yolla Beta Karoten Üretimi

Mustafa KAHYAOĞLU<sup>(1)</sup>

Merih KIVANÇ<sup>(2)</sup>

**Özet:** Bu çalışmada bazı mikroorganizmalardan yararlanılarak endüstriyel atık maddelerin değerlendirilmesi ve besin ve ilaç endüstrisinde A vitaminin öncül maddesi olarak kullanılan beta karotenin üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada beta karoten sentezleyen ve özellikle biyoteknolojik araştırmalarda sıkça kullanılan *Phycomyces blakesleeanus* NRRL 1465, *Blakesleea trispora* NRRL 2456, *Phycomyces nites* NRRL 2245 ve *Mucor mucedo* NRRL 3654 fungusları kullanılmıştır. Bu çalışmada endüstriyel atık madde olarak şeker fabrikası atık maddesi olan melas, şilempe ve süt fabrikasının atık maddesi olan peyniraltı suyu ile sentetik besi ortamı olarak YPK ve malt ekstrakt ortamı kullanılmıştır. Melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamları kullanılmadan önce ön işlemlerden geçirilmiştir. Beta karoten miktarı YPK ortamında 1.8-12.1 mg/l, malt ekstrakt ortamında 7.9-27mg/l, melas ortamında 6.1-43.3 mg/l, şilempe ortamında 3-9.9mg/l ve peyniraltı suyu ortamında 4.4-12.5 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, melas, şilempe ve peyniraltı suyu gibi bazı endüstriyel atık maddelerin beta karoten üretiminde kullanılabilceği görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Beta karoten, endüstriyel atık madde, *Phycomyces blakesleeanus*, *Blakesleea trispora*

### Beta Carotene Production from Industrial Waste by Microbial Ways

**Abstract:** The purpose of this study were to produce beta carotene by microbial means from industrial wastes substrate it damages the environment and also beta carotene which is used as provitamin A in food and medicine industry. In this study, *Phycomyces blakesleeanus*, *Blakesleea trispora*, *Phycomyces nites* and *Mucor mucedo*, which synthesis beta carotene structures and often used in biotechnology studies in fermentation. Molasses, schlep waste of sugar factory and cheeses whey, waste of milk factory were used as industrial waste and YPK and Malt extract medium were used as synthetic medium in this research. The molasses, schlep and cheeses whey were pretread before using. Amount of beta carotene were 1.8- 12.1 mg/l YPK medium, 7.9-27 mg/l Malt extract medium, 6.1-43.3 mg/l, molasses medium, 3- 9.9 mg/l, schleps medium and 4.4-12.5 mg/l cheeses whey medium. As a result that schlep, molasses and cheese whey waste could be effectively used for beta carotene production through fermentation.

**Key words:** Beta carotene, industrial waste, *Phycomyces blakesleeanus*, *Blakesleea trispora*

### Giriş

Beta karoten, açık sarı veya turuncu renkte bir pigment maddesi olup A vitaminin öncül maddesidir. Beta karoten bağırsak epitel hücrelerinde A vitamini dönüştürülmekte ve karaciğerde palmitat esteri olarak depolanmaktadır. Kimyasal olarak karotenoid yapısında ve terpenoidler içerisinde yer alan beta karoten genellikle havuç ve yeşil yapraklı bitkilerde bulunmaktadır (Telefoncu, 1995; Goodwin 1980; Miura ve ark., 1998).

Beta karoten; fotosentez sırasında zararlı ışığa karşı fotokoruma, antioksidan, kansere karşı koruma, immün cevabı artırma, tümör gelişimini inhibe etme gibi özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bazı peynir ürünleri ve margarinlerin yapısına katılmaktadır. Kanatlı hayvanların yemlerinde ve bazen et ve yumurta sarının renginin iyileştirilmesinde kullanılmaktadır (Lee ve ark., 1975; Bauernfeind 1981; Girard ve ark., 1994). Bu nedenle beta karoten besin ve ilaç endüstrisinde önem taşımaktadır.

Doğada birçok bakteri, alg, ipliksi fungus ve mayanın yapısında beta karoten bulunmaktadır. Biyoteknolojik

olarak en çok çalışma *Phycomyces blakesleeanus* (Mucoraceae) ve *Blakesleea trispora* (Choanopheraceae) fungusları üzerinde yapılmıştır. Bunun yanında *Mucor mucedo*, *Ustilago violaceae*, *Neurospora crassa*, *Fusarium aquaeductum*, *Choanophora cucurbitarum* fungusları, *Rhodotorula* mayaları, *Dunalinella salina* ve *Dunalinella* bardawill hipersalin mikroalglerinin de beta karoten sentezlediği belirtilmiştir (Ekmekçi, 1987, Margalith, 1992).

Beta karoten üretimi üzerine yapılan çalışmalarda, besi ortamına iyonik olmayan deterjan, bitkisel yağ ve yağ asitlerinin ilave edilmesinin beta karoten veriminin artırdığı belirtilmiştir (Ekmekçi, 1987; Cerda-Olmeda ve Torres-martinez, 1986; Cerda-Olmeda ve Avalos, 1994).

Ayrıca ışığın beta karoten sentezini artırdığı, aydınlık ortamlarda gelişen *P.blakesleeanus* funguslarının karanlık ortamlardakine göre misellerinin daha sarı renkli olduğu ve daha fazla beta karoten sentezlediği bildirilmiştir (Bejerman ve ark., 1990).

<sup>(1)</sup> Yazışma Adresi: Dicle Üniversitesi, Siirt Eğitim Fakültesi, SİİRT, mkahyaoglu@dicle.edu.tr

<sup>(2)</sup> Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ESKİŞEHİR

Endüstride ham maddeler belirli bir amaca göre işlenirken kullanılmayan geri kalan maddelerde atık madde olarak ortaya çıkmaktadır. Atık maddelerin çevreden uzaklaştırılması ve/veya onlardan yeni ürünlerin elde edilmesi insan ve hayvan sağlığı için olduğu kadar ekonomik açıdan da önem taşımaktadır. Günümüzde çevre kirliliğinin hızla artması nedeniyle atık maddelerin tekrar değerlendirilmesine olan ilgi daha da artmıştır.

Melas; şeker pancarının işlenmesi sonunda ortaya çıkan koyu kahverenkli kolloidal bir bileşiktir. İçeriğinde kompleks polisakkaritler, invert şekerler, karbonhidrat olmayan çeşitli bileşikler, koyu renkli azot içeren polimerik bileşikler, inorganik iyonlar, malik asit, sitrik asit, laktik asit, asetik asit, propiyonik asitler gibi organik asitler bulunmaktadır (Ekmekçi, 1987).

Şilempe ise mayalanma yoluyla alkol üreten şeker fabrikalarında ortaya çıkan kötü kokulu, koyu kahverenkli sıvı bir atık maddedir. Üretilen bir litre alkol için yaklaşık on iki litre şilempe oluşturmaktadır. Şilempe azot ve fosfor bakımından oldukça fakir fakat potasyum bakımından ise oldukça zengin bir bileşiktir. Yoğun organik yükü nedeniyle doğrudan doğruya araziye veya alıcı ortama verilmesi sakıncalar doğurmaktadır (Ekmekçi, 1987).

Peyniraltı suyu; süt fabrikalarının atık maddesi olup, sütün peynir mayası veya organik asitlerle pıhtılaştırılmasından ve peynirin esasını oluşturan kazeinin çöktürülmesinden sonra geri kalan yeşilimsi sarı renkte bir sıvıdır. İçeriğinde yağ, protein, laktoz ve mineral maddeler bulunmaktadır. Zengin bir içeriğe sahip olan peyniraltı suyu gelişmiş ülkelerde ilaç, yem ve laktoz üretimi gibi alanlarda kullanılmakta fakat ülkemizde hemen hemen hiç değerlendirilmeden toprak veya su ortamına verilmektedir (Ekmekçi, 1987).

Bu çalışmada endüstriyel atık maddelerin çevreye zarar vermeden değerlendirilmesi ve ekonomiye tekrar kazandırılması amacıyla şeker fabrikasının atık maddesi olan melas, şilempe ile süt endüstrisinin atık maddesi olan peyniraltı suyundan mikrobiyal yolla beta karoten üretilmesi amaçlanmıştır.

Bu nedenle çalışmada, yapılarında beta karoten sentezleyen ve özellikle biyoteknolojik araştırmalarda sıkça kullanılan *Phycomyces blakesleeanus*, *Blakesleea trispora*, *Mucor mucedo*, *Phycomyces nitens* fungusları kullanılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Kullanılan mikroorganizmalar

Bu çalışmada kullanılan mikroorganizmalar; *Phycomyces blakesleeanus* NRRL 1465, *Blakesleea trispora* NRRL 2456, *Phycomyces nites* NRRL 2245 ve *Mucor mucedo* NRRL 3654 fungusları ABD'den ( U S. Department of Agriculture, National Center For Agricultural Utilization Research) temin edilmiştir.

### Kullanılan besi ortamları

Sentetik besi ortamı olarak malt ekstrakt ve YPK ortamı (5 g/l pepton, 2 g/l maya ekstraktı, 20 g/l glukoz, 5 g/l  $KH_2PO_4$  ve 1 mg/l tiamin) ile endüstriyel atık madde olarak şeker ve süt endüstrisinin atığı olan melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamı kullanılmıştır. Besi ortamı olarak kullandığımız melas ve şilempe Eskişehir şeker fabrikasından, peyniraltı suyu Eskişehir'deki çeşitli süt fabrikalarından temin edilmiştir.

Melas ve şilempe içerdiği bazı kolloidal bileşikler ve ağır metalleri (Cu, Fe, Pb vb.) uzaklaştırmak için ön işlemlerden geçirilmiştir. Bunun için; 170 gr melas 300 ml distile su içinde çözündürüldükten sonra üzerine 50 ml distile suda çözünen 0.30 gr potasyum trisiyat çözeltisi ilave edilmiştir. Tüm çözelti distile suyla 500 ml'ye tamamlanmış ve 5 gr diotome toprağı ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Bir gece + 4 °C'de bekletilen melas çözeltisi bu süre sonunda 0.2 µl'lik selüloz nitrat filtre kâğıdından süzümüştür. Elde edilen melas çözeltisinin toplam şeker içeriğı yaklaşık %51 olup fermantasyon ortamı hazırlanırken %5'e seyreltilmiştir. Aynı işlemler şilempe içinde gerçekleştirilmiştir (Ekmekçi, 1987).

Peyniraltı suyu içeriğinde bulunan kazein gibi proteinlerden arındırmak için ön işlemlerden geçirilmiştir. Bunun için 121°C'de 15 dakika otoklavlanmış ve 5 gr diotome toprağı ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Bir gece +4°C'de bekletilen peyniraltı suyu bu süre sonunda 0.2 µl'lik selüloz nitrat filtre kâğıdından süzümüştür.

Melas, şilempe ve peyniraltı suyu ön işlemlerde geçirildikten sonra 1 litre besi ortamına 1.5 g  $NH_4NO_3$ , 1 g  $KH_2PO_4$ , 0.5 g  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  ve 1 mg tiamin ilave edilip 1 N NaOH ile pH'sı 5.5'e ayarlanmıştır. Otoklavda 121°C'de 15 dakika steril edildikten sonra besi ortamları olarak kullanılmıştır.

Melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamlarında sentezlenen beta karoten miktarını artırmak için, kültür ortamına %2 oranında ayçiçek ve soya yağı ilave edilmiştir. Ayrıca ortama bir gün karanlık dört gün aydınlık olarak ışık uygulanmıştır.

### Kullanılan çözümler

Fungusların oluşturduğu misellerin ekstraksiyonu için %99.8'lik metanol (merck) ve %99'luk hekzan (merck) kullanılmıştır.

### Fermantasyon ve beta karoten miktarının belirlenmesi

Besi ortamlarına steril koşullarda ekilen mikroorganizmalar çalkalamalı etüvde 27°C'de 150 rpm.'de 3, 5 ve 8 gün fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda mikroorganizmalar besi ortamından ayrılmış ve Hekzan-metanol (1:1) çözeltisinde 55°C'de 2 saat ekstrakte edilmiştir. Beta karoten miktarı kolorometrik olarak spektrofotometrede hesaplanmıştır (Margalith, 1993; Bina ve ark., 1997).

## Bulgular

Şeker ve peynir endüstrisi atık maddeleri olan melas, şilempe ve peyniraltı suyu ile sentetik besi ortamları olan YPK ve malt ekstrakt ortamında mikroorganizmalar vasıtasıyla beta karoten elde etmeyi amaçlayan çalışmamızda melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamları kullanılmadan önce ön işlemeden geçirilmiştir. Yaptığımız çalışma sonunda *Phycomyces blakesleeanus*, *Blakesleea trispora*, *Phycomyces nitens*, *Mucor mucedo* funguslarından elde ettiğimiz bulgular aşağıda verilmiştir.

### *Phycomyces blakesleeanus*'ün sentezledikleri beta karoten miktarları ve kuru misel ağırlıkları

*P.blakesleeanus*'ün 3, 5 ve 8 günlük fermantasyon denemeleri sonunda sentezlediği beta karoten miktarı YPK ortamında 2.8-7.9 mg/l, malt ekstrakt ortamında 10.3-27.9 mg/l, melas ortamında 11.3-22.8mg/l, şilempe ortamında 3.3-9.9 mg/l ve peyniraltı suyu ortamında 4.8-11.9 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir.

*P.blakesleeanus*'ün kuru misel ağırlığı YPK ortamında 0.08-0.14 g/l, malt ekstrakt ortamında 0.28-0.40 g/l, melas ortamında 0.12-0.20 g/l, şilempe ortamında 0.05-0.16 g/l ve peyniraltı suyu ortamında 0.29-0.35 g/l arasında değiştiği belirlenmiştir. *P.blakesleeanus* en fazla 27.9 mg/l ile malt ekstrakt ortamında beta karoten sentezlediği tespit edilmiştir.

### *Blakesleea trispora*'nın sentezledikleri beta karoten miktarları ve kuru misel ağırlıkları

*B.trispora*'nın sentezlediği beta karoten miktarı YPK ortamında 1.8–5.3 mg/l, malt ekstrakt ortamında 7.9-25 mg/l, melas ortamında 11.7-43.3 mg/l, şilempe ortamında 3.9-11.2 mg/l ve peyniraltı suyu ortamında 4.9-12.5 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir.

*B.trispora*'nın kuru misel ağırlığı YPK ortamında 0.10–0.21 g/l, malt ekstrakt ortamında 0.22–0.32 g/l, melas ortamında 0.19–0.25 g/l, şilempe ortamında 0.07–0.15 g/l ve peyniraltı suyu ortamında 0.16–0.25 g/l arasında değiştiği belirlenmiştir.

*B.trispora*'nın en fazla 43.3 mg/l ile melas ortamında beta karoten sentezlediği tespit edilmiştir.

### *Phycomyces nitens*'in besi ortamlarında sentezledikleri beta karoten miktarları ve kuru misel ağırlıkları

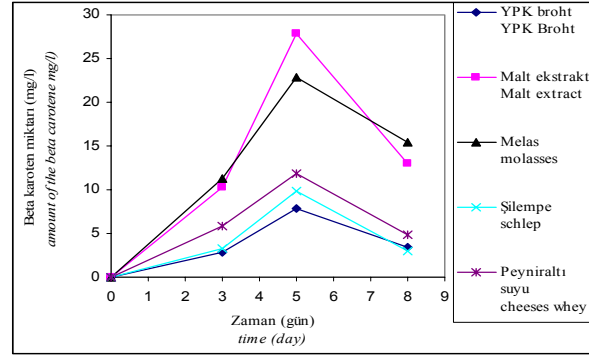
*P.nitens*'in sentezlediği beta karoten miktarı YPK ortamında 3.5-12.1 mg/l, malt ekstrakt ortamında 8.8-15.6 mg/l, melas ortamında 11.1-21.7 mg/l, şilempe ortamında 4.1-4.7 mg/l ve peyniraltı suyu ortamında 4.8-11.1 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir.

*P.nitens*'in kuru misel ağırlığı YPK ortamında 0.11-0.16 g/l, malt ekstrakt ortamında 0.15-0.30 g/l, melas ortamında 0.20-0.23 g/l, şilempe ortamında 0.05-0.19 g/l ve peyniraltı suyu ortamında 0.10-0.24 g/l arasında değiştiği belirlenmiştir.

*P.nitens*'in en fazla beta karoten miktarı 21.7 mg/l ile melas ortamında olduğu tespit edilmiştir.

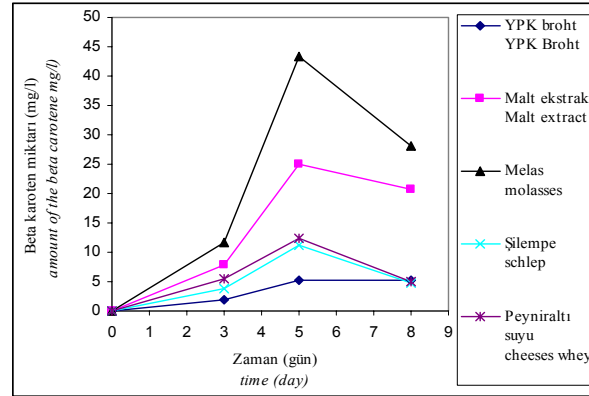
### *Mucor mucedo*'nun besi ortamlarında sentezledikleri beta karoten miktarları ve kuru misel ağırlıkları

*M.mucedo*'nun sentezlediği beta karoten miktarı YPK ortamında 2.8-4.3 mg/l, malt ekstrakt ortamında 8.7-14 mg/l, melas ortamında 6.1-16.7 mg/l, şilempe ortamında 3.2-4.8 mg/l ve peyniraltı suyu ortamında 4.4-10.4 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. *M.mucedo*'nun kuru misel ağırlığı YPK ortamında 0.06–0.11 g/l, malt ekstrakt ortamında 0.16-0.39 g/l, melas ortamında 0.13-0.24 g/l, şilempe ortamında 0.05-0.21 g/l ve peyniraltı suyu ortamında 0.20-0.31 g/l arasında değiştiği belirlenmiştir. *M.mucedo*'nun en fazla beta karoten miktarı 16.7 mg/l ile melas ortamında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1, 2, 3).



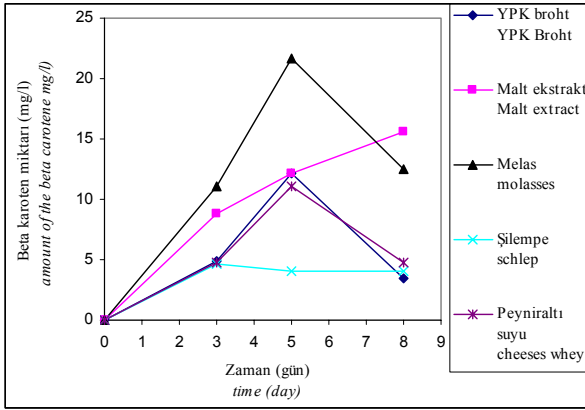
Şekil 1. *P.blakesleeanus*'ün farklı besi ortamlarında sentezlediği beta karoten miktarı (mg/l)

Figure 1. Amount of the beta karotene synthesise *P.blakesleeanus* in different medium (mg/l)



Şekil 2. *B.trispora*'nın farklı besi ortamlarında sentezlediği beta karoten miktarı (mg/l)

Figure 2. Amount of the beta karotene synthesise *B.trispora* in different medium (mg/l)

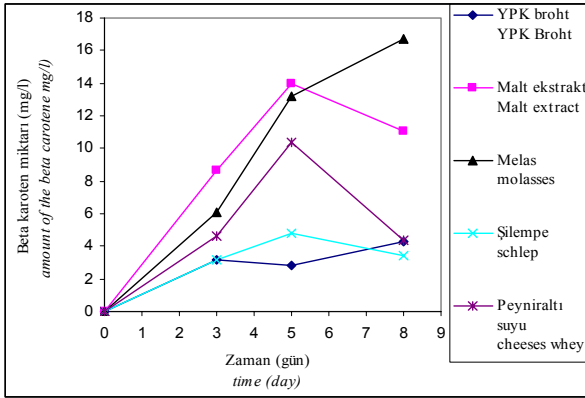


Şekil 3. *P.nitens*'in farklı besi ortamlarında sentezlediği beta karoten miktarı (mg/l)  
Figure 3. Amount of the beta karotene synthesise *P.nitens* in different medium (mg/l)

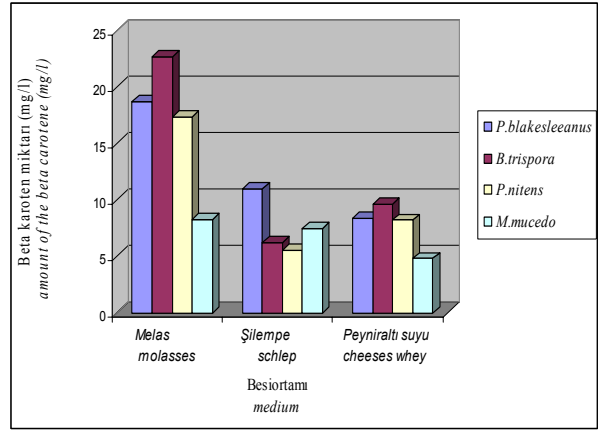
**Mikroorganizmaların sentezlediği beta karoten miktarına ayçiçek yağı, soya yağı ve ışığın etkisi**

Melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamlarına %2 oranında ayçiçek yağı, soya yağı ile bir gün karanlık dört gün ışık uygulanarak mikroorganizmaların sentezlediği beta karoten miktarına ayçiçek yağı, soya yağı ve ışığın etkisi araştırılmıştır.

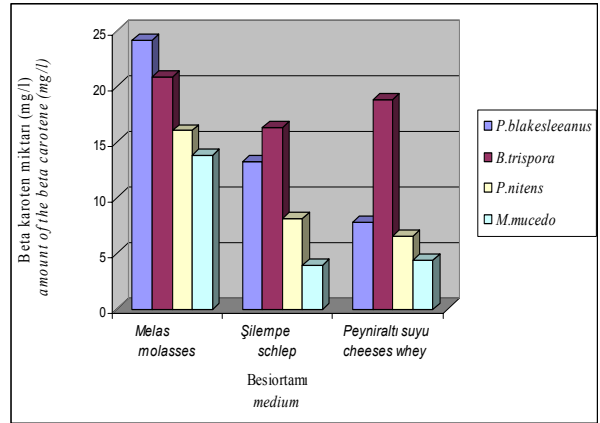
Buna göre ayçiçeği ve soya yağı ilave edilmiş melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamlarında en yüksek beta karoten miktarı *P.blakesleanus*'da 24,1 mg/l ile soya yağı ilave edilmiş melas ortamında tespit edilmiştir (Şekil 4, 5, 6, 7).



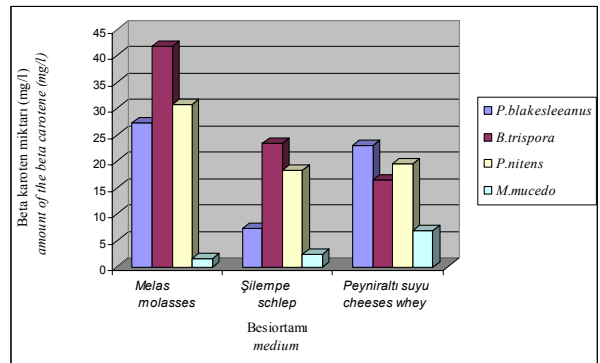
Şekil 4. *M.muicedo*'nun farklı besi ortamlarında sentezlediği beta karoten miktarı (mg/l)  
Figure 4. Amount of the beta karotene synthesise *M.muicedo* in different medium (mg/l)



Şekil 5. Ayçiçek yağı ilave edilmiş besi ortamlarında fungusların oluşturdukları beta karoten miktarı (mg/l)  
Figure 5. Amount of the beta carotene made fungus added sunflower oil in medium (mg/l)



Şekil 6. Soya yağı ilave edilmiş besi ortamlarında fungusların oluşturdukları beta karoten miktarı (mg/l)  
Figure 6. Amount of the beta carotene made fungus added soybean oil in medium (mg/l)



Şekil 7. Işık uygulanmış besi ortamlarında fungusların oluşturdukları beta karoten miktarı (mg/l)  
Figure 7. Amount of the beta carotene made fungus applied light in medium (mg/l)

Ayçiçek yağı katılmış besi ortamlarında beta karoten miktarı melas ortamında 22.6 mg/l, peyniraltı suyunda 9.6 mg/l ile *B. trispora*'da, şilempe ortamında ise 11 mg/l ile *P. blakesleeanus*'da elde edilmiştir.

Işığın uygulandığı denemelerde ise en yüksek beta karoten miktarı 41.7 mg/l ile melas ortamında *B. trispora*'da, şilempe ortamında ise 23.4 mg/l ile yine *B. trispora*'da elde edilmiştir. Peyniraltı suyu ortamında ise 23 mg/l ile *P. blakesleeanus*'da tespit edilmiştir.

### Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada hem endüstriyel atık maddelerin çevreye zarar vermeden tekrar değerlendirilmesi ve ekonomiye kazandırılması hem de besin ve ilaç endüstrisinde A vitaminin öncül maddesi olan beta karoten üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için şeker fabrikasının atık maddesi olan melas, şilempe ve süt fabrikasının atık maddesi olan peyniraltı suyu ile sentetik besi ortamı olan YPK ortamı ve malt ekstrakt ortamında beta karoten üretilmeye çalışılmıştır.

Yapılan denemeler sonunda en fazla beta karoten miktarı gerek sentetik besi ortamı olan YPK ve malt ekstrakt'ta gerekse melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamlarında beşinci günde elde edilmiştir. Mikroorganizmalarda sekizinci günde beta karoten miktarında bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Bu beta karoten'nin oksidasyona uğraması nedeniyle olabilir. Bazı çalışmalarda ortama ilave edilen etoksikuin ve santokuin gibi antioksidan maddelerin beta karoten miktarını artırdığı belirtilmiştir (Lee ve ark., 1975; Ekmekçi, 1987; Seon-Won ve ark., 1997).

Yapılan çalışma sonunda, en yüksek beta karoten miktarı YPK ortamında 12.1 mg/l, malt ekstrakt ortamında 27.9 mg/l, melas ortamında 43.3 mg/l, şilempe ortamında 11.2 mg/ ve peyniraltı suyu ortamında 12.5 m/l olarak belirlenmiştir.

Melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamları içinde en iyi fermentasyon ortamının melas olduğu saptanmıştır. Şilempe ve peyniraltı suyunda üretilen beta karoten miktarı melas ortamına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca beta karoten üretimi için melas ortamı YPK ve malt ekstrakt ortamı ile karşılaştırıldığında daha iyi bir ortam olduğu belirlenmiştir.

Funguslar içerisinde en yüksek beta karoten miktarı sırasıyla *B. trispora*'da 43.3 mg/l, *P. blakesleeanus*'ta 27.9 mg/l, *P. nitens*'te 21.7 mg/l ve *M. mucedo*'da 16.7 mg/l olarak tespit edilmiştir. Buna göre funguslar içerisinde en yüksek beta karoten *B. trispora* tarafından sentezlendiği, diğer fungusların ise daha az miktarda beta karoten sentezledikleri tespit edilmiştir.

Ekmekçi (1987) tarafından yapılan benzer çalışmada, malt ekstrakt ortamında beta karoten miktarı 3.6-8 µg/l, peyniraltı suyu ortamında 136.4-165.5 µg/l arasında değiştiğini ve malt ekstrakt ortamına göre peyniraltı

suyunda yaklaşık 40 kat fazla beta karoten üretildiğini bildirilmiştir.

Yapılan çalışmada beta karoten miktarı bu kadar yüksek olmamıştır. Bunun nedeni kullanılan ortamların kimyasal bileşimlerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği gibi kullanılan mikroorganizmaların farklı olmasından da kaynaklanabilir.

Seon-Won ve ark. (1997), *B. trispora* (+) ATCC 14271 suşunda 4 mg/l, *B. trispora* (-) ATCC 14272'da 52 mg/l, *B. trispora*'nın karışık kültürlerinde ise 150 mg/l beta karoten elde edildiğini bildirmişlerdir.

Margalith (1993), *P. blakesleeanus* (-) NRRL 1555 ile beta karoten üretimi üzerine yaptığı çalışmada, 72 saat sonra 560 mg/gr beta karoten oluştuğunu belirtmiştir.

Yaptığımız çalışmada melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamlarında beta karoten miktarını artırmak için ayçiçek ve soya yağı ilave edilmiştir. Ayçiçek yağı ilave edilen ortamlarda beta karoten miktarı 4.8-22.6mg/l, soya yağı ilave edilen ortamlarda ise 4-24,1 mg/l arasında tespit edilmiştir.

Melas, şilempe ve peyniraltı suyu ortamlarına ilave edilen ayçiçek ve soya yağı funguslardaki beta karoten miktarını çok fazla değiştirmedeği görülmüştür.

Işık uygulanarak yapılan fermentasyon denemelerinde beta karoten miktarı melas ortamında 1.6-41.7 mg/l, şilempe ortamında 2.5-23.4 mg/l ve peyniraltı suyu ortamında 8-23 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmada ışık *P. blakesleeanus* ve *P. nitens*'te beta karoten miktarını artırdığı tespit edilmiştir.

Bejerano ve ark., (1990); *P. blakesleeanus*'un dört günlük karanlık ortamda 60µg/gr, dört günlük ışıklı ortamda 712 µg/gr, bir gün karanlık ve üç gün ışıklı ortamda ise 757 µg/gr beta karoten sentezlediğini ve sürekli ışıklı ortamda karotenoid oluşumunu devamlı artırmadığını belirtmişlerdir

Kim ve ark (2007) *Scenedesmus* sp. (yeşil mikroalg)'nin domuz atığı ortamında 0.05 mg/g beta karoten sentezlediğini belirtmişlerdir.

Garcia ve ark (2007) Meksika Yucata volkanik bölgesinden izole ettikleri alglerinden *Dunaliella salina*'nın 0.598 mg/g, *Dunaliella viridis*'in 0.136 mg/g beta karoten sentezlediğini belirtmişlerdir.

Choudhari ve Singhal (2007) *B. trispora*'nın 96 saatlik inkübasyon süresinde en yüksek 139 mg/l beta karoten sentezlediğini belirtmiştir.

Sonuç olarak;

- Melas, şilempe ve peyniraltı suyu gibi endüstriyel atık maddelerin beta karoten üretiminde kullanılabilceği
- Melas ortamında beta karoten üretiminin en fazla olduğu
- Melas ortamında oluşan beta karoten veriminin sentetik ortam olan YPK ve Malt ekstrakt ortamından fazla olduğu

- *B.trispora*'da sentezlenen beta karoten miktarının *P.blakesleanus*, *P. nitens* ve *M. mucedo*'dan daha fazla olduğu
- Ortamlara ilave edilen ayçiçek ve soya yağının beta karoten verimine etkisinin az olduğu
- Işık uygulamanın bazı funguslarda verimi artırdığı tespit edilmiştir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda başka endüstriyel atık maddeler denenmeli, en ekonomik ortam tespit edilmeli, endüstriyel boyutta üretiminin yapılabilmesi için beta karoten sentezine etkileyen diğer faktörler, optimum koşullar ve en uygun mikroorganizmaların belirlenmesi gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Bauernfeind, J.C., 1981. *Carotenoids as Colorants and Vitamin a Precursors*, New York Academic Press.
- Bejerano R.E., Avalos, J., Lipson D.E., and Celda-Olmedo, E., 1990. Photoinduced Accumulation of Carotene in *Phycomyces*. *Planta*, 183: 1-9.
- Bina, J.M., Luis, M.S., Eduardo, R.B, Cerda-Olmedo, E., 1997. New Mutants of *Phycomyces blakesleanus* for carotene Production. *Applied and Environmental Microbiology*, 63: 3657-3661.
- Cerda-Olmeda, E., Torres-martinez, S., 1986. Stimulation and Inhibition of Carotene Biosynthesis in *Phycomyces* by Aromatic Compounds. *Angewandte Botanik*, 6: 59-70.
- Cerda-Olmedo, E., Avalos, J., 1994. Oleaginous Fungi: Carotene-Rich Oil From *Phycomyces*, *Prog. Lipid*, 33: 185-192.
- Choudhari S., Singhal R., 2007. *Media Optimization for The Production of  $\beta$ -carotene by Blakeslea trispora: A Statistical Approach Bioresource Technology*. Baskıda.
- Ekmekçi S., 1987. Mikrobiyal Yöntemler ile Beta karoten Üretimi ve Verimliliğin Artırılması, İzmir.
- Garcia, F., Freile-Pelegrin, Y., Robledo, D., 2007. Physiological characterization of *Dunaliella* sp.(Chlorophyta, Volcales) from yucatan, Mexico. *Bioresource Technology*, 98: 1359-1365.
- Girard, P., Falconnier, B., Bricout, J., Vladescu, B., 1994. Carotene Producing Mutants of *Phaffia rhodozyma*, *Applied Microbiol Biotechnology*, 41: 183-191.
- Goodwin, T.W., 1980. The Biochemistry of Carotenoids, Plants. Chapman and Hall, London.
- Kim, M.K., Park J.W., Park C.S., Kim S.J., Jeune K.H., Chang M.U., Acreman J., 2007. Enhanced Production of *Scenedesmus* spp. (green microalgae) using a New Medium Containing Fermented Swine Wastewater. *Bioresource Technology*, 98: 2220-2228.
- Lee, T.C., Rodriguez, D.C., Karasawa, I., Lee, T.H., Simpson, K.L., Chichester, C.O., 1975. Chemical Alteration of Carotene Biosynthesis in *Phycomyces blakesleanus* and Mutants. *Applied and Environmental Microbiology*, 36: 639-642.
- Margalith, P.Z., 1992. Pigment Microbiology, Chapman Hall, London.
- Margalith, P.Z., 1993. Enhancement of Carotenoid Synthesis by Fungal Metabolites. *Applied Microbiology Biotechnology*, 38: 664-666.
- Miura, Y., Kondo, K., Saito, T., Shimada, H., Fraser, P., Misawa, N., 1998. Production of the Carotenoids Lycopene, carotene, and Astaxanthin in the Food Yeast *Candida utilis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 64: 1226-1229
- Seon-Won, K., Weon-T.S., Young-Hoon P., 1997. Enhanced Synthesis of Trisporic acid and Carotene Production in *Blakesleanus trispora* by addition of a Non-Ionic Surfactant, Span 20. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 84: 330-332.
- Telefoncu A., 1995. Biyoteknoloji, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları İzmir.