

Doğal Pigment Adayı Streptomisetlerin Gelişimlerine Çevresel Faktörlerin Etkisi

Gülten ÖKMEN* Dilek IŞIK
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 48000, Muğla, Türkiye

*Sorumlu Yazar:
E-mail: gultenokmen@gmail.com

Geliş Tarihi: Nisan 20, 2014
Kabul Tarihi: Mayıs 31, 2014

Özet

Bu çalışmanın amacı, doğal pigment üretimine aday streptomisetleri belirlemek ve bunların gelişimleri üzerine çevresel faktörlerin etkisini araştırmaktır. Çalışmada 15 streptomiset cinsi organizma kaynağı olarak kullanılmış ve tüm kültürlerin spor morfolojileri, aerial ve difüze pigmentleri ile biyokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca streptomisetlerin gelişimleri üzerine sıcaklık, pH ve çalkalama hızının etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, kültürlerin %46'sı pH7'de, %54' ü pH8'de optimum gelişim göstermiştir. Sıcaklık denemeleri sonucunda ise, kültürlerin %33' ü 25°C' de, %20'i 30°C' de ve %46' sı ise 35°C' de optimum gelişim göstermiştir. 40°C' de optimum gelişime rastlanmamıştır. Çalkalama hızının etkisi incelendiğinde ise, kültürlerin % 93'ü 300 rpm'de optimum gelişime gösterirken, sadece %7'si 200 rpm'de optimum gelişmiştir. 100 rpm'de optimal gelişmeye rastlanmamıştır. Sonuç olarak, tüm kültürlerin aynı alanlardan izole edilmelerine rağmen çevresel şartlara farklı yanıt verdikleri belirlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalar streptomisetlerden ekstrakte edilen pigmentlerin çeşitli biyolojik aktivitelerine yönelik olmalıdır.

Anahtar kelimeler: Pigment, Streptomiset, Çevresel Faktörler

The Effect of Environmental Factors on Growths of *Streptomyces* as Natural Pigment Candidate

Abstract

The purpose of this study was the determination of candidate *Streptomyces* to the natural pigment production, and to investigate the effects of environmental factors on their growths. In the study used 15 *Streptomyces* genus as a source of organisms, and were determined the spore morphologies, aerial and diffuse pigments and biochemical properties of all cultures. In the study was also investigated effects of temperature, pH and agitation speed on the growths of *Streptomyces*. According to the study results, the 46% of cultures have grown optimally at pH 7 and 54% of cultures have developed optimally at pH 8. As a result of the temperature experiments, the 33% of cultures at 25°C, 20% of cultures at 30°C and 46% of cultures at 35°C have developed optimally. Optimal growth has not been found at 40°C. When it was investigated effects of agitation speed, 93% of the cultures at 300 rpm have grown optimally, only 7% of the cultures have developed optimally at 200 rpm. Optimal growth has not been found at 100 rpm. Consequently, it was determined that all of the cultures isolated from the same fields have responded differently to environmental conditions. Future studies should be directed that pigments extracted from *Streptomyces* should be investigated for various biological activities.

Keywords: Pigment, *Streptomyces*, Environmental Factors

GİRİŞ

Streptomisetler organik maddenin minerilizasyonunda önemli rol oynayan Gram pozitif toprak bakterileridir. Tüm klinik antibiyotiklerin yaklaşık 3'te 2'si ve çeşitli biyoaktif bileşikler bu cinsin üyeleri tarafından sentezlenmektedir [1]. Çeşitli antimikrobiyal bileşiklerin üretimi dışında selüloz, kitin gibi çözünmeyen polimerlerin ayrıştırılmasında önemli rol oynamaktadırlar [2, 3].

Boyalarda, sentetik ve doğal boyalar olmak üzere 2'ye ayrılır. Sentetik boyalar uzun yıllardır gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda sentetik boya kullanımının pek az besleyici, çoğunun farklı oranlarda toksik ve bazılarının potansiyel kanserojen olduğu bulunmuştur. Sentetik boya kullanımının zararlı olduğu anlaşılmaması ile doğal pigmentlerin önemi giderek artmıştır. Doğal karakterleri, güvenli olmaları ve katkı maddesi olarak kullanılmaları ile doğal pigmentler ticari potansiyele ulaşmıştır [4].

Sentetik boya çoğu endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Tekstil, kâğıt, gıda, plastik ve kozmetik gibi çeşitli endüstrilerin renkli atık sularının deşarjı ile alakalı problemler hem endüstriyi hem de bilim adamlarını endişelendirmektedir [5]. Endüstride yaklaşık 100,000 farklı boya ve pigment kullanılmakta ve Dünya çapında yıllık 0,7-0,8 milyon tonun üzerinde sentetik boya üretilmektedir [6, 7, 8, 9]. Kimyasal yapıları nedeniyle boya ışık, su ve çoğu kimyasala maruz kalsalar bile solmaya karşı dirençlidirler [10, 11, 12]. İşlem sırasında kullanılan boya maddelerinin %15' inin atık sulara boşaltılması geniş çaplı kirliliğe neden olmaktadır. Boyaların görünür etkilerine ek olarak bazı sentetik boya alerji, dermatit, deri tahrişine de neden olmaktadır. Ayrıca insanlarda toksik, mutajenik ve kanserojen etkileri bulunmaktadır [13, 6, 14, 15].

Son yıllarda artan çevre bilinciyle birlikte tüketici tarafından doğal boya maddelere doğru bir yönelim ortaya çıkmaya başlamıştır. Kimyasal maddelere karşı güvensizlik sonucu doğal boya maddelerle boyanmış, kısmen daha düşük renk hasıllıklarına sahip ve yüksek fiyatlı giysileri kabul eden alıcı kesimi mevcuttur. Günümüzde doğal olarak boyanmış tekstil mamullerine giderek artan bir talep bulunmaktadır [16].

Bu çalışmanın amacı doğal pigment adayı streptomisetlerin gelişimlerine çevresel faktörlerin etkisinin araştırılmasıdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Organizma

Çalışmada pigment kaynağı olarak kullanılan streptomisetler Dr. Gülten Ökmen' in (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla) daha önceki çalışmalarından temin edilmiştir. Farklı renklere sahip organizmalar boya kaynağı olarak seçilmiştir. Streptomisetlerin identifikasyonları International *Streptomyces* Project (ISP)'e göre yapılmıştır [17]. İdentifiye edilen kültürler ISP2 yatık agar besiyerlerinde geliştirildikten sonra, çalışma öncesine kadar buzdolabı şartlarında stoklanmıştır.

Kültivasyon

Araştırmada kullanılan streptomisetlerin kültürasyonu pH'ı 7,3'e ayarlanmış sıvı ISP2 besiyerlerinde yapılmış ve tüm kültürler 30±2°C sıcaklıkta 7 gün süre ile inkübasyona bırakılarak gelişimleri sağlanmıştır. İnkübasyon süresi sonunda aktif kültürlerden (100µL) alınarak tüm denemelerde inokulum olarak kullanılmıştır [17].

Streptomisetlerin karakterizasyonu

Kültürlerin karakterizasyonu International *Streptomyces* project (ISP)'e göre farklı besiyerleri kullanılarak belirlenmiştir [17]. Literatüre göre, *Streptomyces* identifikasyonu için kullanılan genel kriterler; morfoloji, aerial miselyum, substrat miselyumu, spor morfolojisi, dağılıbilir pigmentlerin üretimi, çeşitli karbon ve azot kaynaklarının kullanımlarıdır [18, 19, 20]. Çalışmada 15 streptomiset cinsinin aerial ve difüze pigmentleri, spor morfolojileri ile biyokimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Kuru ağırlığın saptanması

Denemelerde organizma kaynağı olarak kullanılan kültürlerin gelişimleri kuru ağırlık cinsinden belirlenmiştir. İnkübasyon süresi sonunda kültürlerin hasat edilen yaş ağırlıkları 70°C' de 24 saat sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve (Nüve FN 500) kuru ağırlıkları kayıt altına alınmıştır.

Optimizasyon Çalışmaları

Araştırmada kullanılan streptomiset kültürleri denemeler için, 250 mililitrelik erlenler içerisinde 100 mL sıvı ISP2 besiyeri içeren ortamlara aktif streptomiset kültürleri inoküle edilerek (100µL) çoğaltılmış ve ortamın pH'ı 7,3'e ayarlandıktan sonra 30±2°C sıcaklıkta 7 gün süre ile inkübasyona bırakılarak gelişimleri sağlanmıştır. Tüm denemelerin pH değeri pH metre (Thermo, USA) yardımı ile 1N NaOH ve 1N HCl kullanılarak ayarlanmıştır. Kültivasyon kesikli kültürlerde yapılmış ve gelişimin logaritmik fazında hasatları gerçekleştirilmiştir [17].

Streptomiset kültürlerinin gelişimlerine farklı çevresel şartların etkisini belirlemek amacı ile yapılan denemelerde, kültürler farklı pH değerlerinde (7; 8; 9;10), farklı sıcaklıklarda (25; 30; 35; 40°C) ve farklı çalkalama hızlarında (100; 200; 300 rpm) 7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda gelişim kuru ağırlık cinsinden kayıt altına alınmıştır. Bakteriyel gelişim her organizma için optimum şartlarında ve çalkalamalı su banyosunda yapılmıştır. Tüm denemeler üçlü tekrarlı ve birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilmiştir.

Streptomisetlerin gelişimi üzerine pH'ın etkisi

Streptomisetlerin gelişimleri ISP2 besiyeri kullanılarak 250 mL'lik erlenler içerisinde 100 mL besiyeri olacak şekilde hazırlanmış ve besiyerlerinin pH'ı 1N NaOH ve 1N HCl ile sırası ile 7, 8, 9 ve 10'a ayarlanmış, 30±2°C sıcaklıkta 7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Denemelerde 100µL aktif streptomiset kültürleri kullanılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda logaritmik fazdaki kültürler 0,45 µm por çapındaki Whatman GF/C filtrelerden geçirilerek hasat edilmiştir. Elde edilen biyokütle 70°C'de sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve biyokütle miktarı kayıt altına alınmıştır [21].

Streptomisetlerin gelişimi üzerine sıcaklığın etkisi

Streptomisetlerin gelişimleri ISP2 besiyeri kullanılarak 250 mL'lik erlenler içerisinde 100 mL besiyeri olacak şekilde hazırlanmış ve besiyerlerinin pH'ı her kültür için optimum pH değerlerinde ayarlandıktan sonra farklı sıcaklıklarda (25; 30; 35; 40°C) 7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Çalışmada kullanılan streptomisetler aktif kültürler olup, 100µL olarak inoküle edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda logaritmik fazdaki kültürler 0,45 µm por çapındaki filtrelerden geçirilerek hasat edilmiştir. Elde edilen biyokütle 70°C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuş ve biyokütle miktarı kayıt altına alınmıştır [21].

Streptomisetlerin gelişimi üzerine çalkalama hızının etkisi

Streptomisetlerin gelişimleri ISP2 besiyeri kullanılarak 250 mL'lik erlenler içerisinde 100 mL besiyeri olacak şekilde hazırlanmış ve besiyerlerinin pH'ı her kültür için optimum pH değerlerinde ve ayrıca optimum sıcaklık değerlerine ayarlandıktan sonra farklı çalkalama hızlarında (100; 200; 300 rpm) 7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Aktif streptomiset kültürleri inokülüm olarak kullanılmış olup, inokülüm miktarı 100µL'dir. İnkübasyon süresi sonunda logaritmik fazdaki kültürler 0,45 µm por çapındaki filtrelerden geçirilerek hasat edilmiştir. Elde edilen biyokütle 70°C'de sabit ağırlığına ulaşmaya kadar kurutulmuş ve biyokütle miktarı kayıt altına alınmıştır [21].

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kültürlerin karakterizasyonu International *Streptomyces* project (ISP)'e göre farklı besiyerleri kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada 15 streptomiset cinsi identifikasyon testlerine tabi tutulmuştur. *Streptomyces* identifikasyonu için aerial ve difüze pigmentler, spor morfolojileri ile biyokimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Bu çalışmada, doğal pigment adayı streptomisetlerin gelişimine farklı çevresel faktörlerin etkisi incelenmiştir. Bu çevresel faktörlerden pH'nın streptomisetlerin gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde, bakterilerin yaklaşık %46'ı pH 7'de, %54'ü ise pH 8'de optimum gelişim göstermiştir. En yüksek biyokütle oranı pH 7'de 6,4 mg/mL biyokütle miktarı ile *Streptomyces* sp. D6'dan elde edilmiştir. pH 8'de ise en yüksek biyokütle miktarı *Streptomyces* sp. D11'den 6,06 mg/mL olarak saptanmıştır. En düşük gelişim ise, *Streptomyces* sp. D13'de pH 10'da 0,79 mg/mL biyokütle miktarı ile belirlenmiştir (Tablo 2).

Çalışmada, streptomisetlerin gelişimine farklı sıcaklıkların etkisi incelenmiştir. Bu çevresel faktörlerden sıcaklığın streptomisetlerin gelişimi üzerine etkisi Tablo 3'te özetlenmiştir. Sıcaklık deneyleri sonucunda ise, kültürlerin %33'ü 25°C'de, %20' i 30°C'de ve %46' s i ise 35°C'de optimum gelişim göstermiştir. 40°C'de optimum gelişime rastlanmamıştır. En yüksek gelişim 35°C'de 7,05 mg/mL biyokütle miktarı ile *Streptomyces* sp. D11'de saptanmıştır. 25°C'deki gelişimler incelendiğinde en yüksek gelişimin *Streptomyces* sp. D14'de olduğu belirlenmiştir. En düşük gelişim oranı ise, 30°C'de 0,9 mg/mL biyokütle miktarı ile *Streptomyces* sp. D3'de gözlenmiştir (Tablo 3).

Çalışmada, pigment adayı streptomisetlerin gelişimine farklı çalkalama hızlarının etkisi de incelenmiştir. Bu çevresel faktörlerden çalkalama hızlarının streptomisetlerin gelişimi üzerine etkisi Tablo 4'te özetlenmiştir. Denemeler sonucunda ise, kültürlerin % 93'ü 300 rpm'de optimum gelişime gösterirken, sadece %7'si 200 rpm'de optimum gelişime göstermiştir. 100 rpm'de optimum gelişime rastlanmamıştır. En yüksek gelişim 300 rpm'de 6,20 mg/mL biyokütle miktarı ile *Streptomyces* sp. D8'de saptanmıştır. 200 rpm'de 5,04 mg/mL biyokütle miktarı ile *Streptomyces* sp. D2'de en yüksek biyokütle miktarı belirlenmiştir. En düşük gelişim oranı 100 rpm çalkalama hızında 1,24 mg/mL biyokütle miktarı ile *Streptomyces* sp. D5'de saptanmıştır (Tablo 4).

Streptomisetler toprağın mikrobiyal topluluğunda, bitki materyallerinde, sular ve deniz sedimentlerinde yaygın olarak bulunmaktadır [22]. Doğal renk kaynakları için insan güvenliği ve çevre koruma bilinci son zamanlarda artmaktadır. Bu bağlamda biyoteknolojide streptomisetler büyük önem kazanmaktadır. Flora ve faunadan elde edilen doğal renklendiriciler veya boyalar, doğada toksik ve karsinojenik olmayan ve biyolojik olarak parçalanabilen formda oldukları için güvenilir olduklarına inanılmaktadır [23].

Tablo1. Streptomisetlerin aerial ve difüze pigmentleri, spor morfolojileri ve biyokimyasal özellikleri

Bakteri	Aerial miselyum (ISP2)	Difüze miselyum (ISP2)	Aerial pigment (ISP4)	Difüze pigment (ISP4)	Spor morfolojisi	Amilaz aktivitesi	Jelatinaz aktivitesi	Nitrat indirgenmesi
<i>Streptomyces</i> sp. D1	Krem	Sarı-krem	Krem	Krem	Düz	-	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. D2	Krem	Süt kahve	Krem	Süt kahve	Spiral	+	+	-
<i>Streptomyces</i> sp. D3	Gri	Gül kurusu	Gri	Süt kahve	Spiral	-	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. D4	Gri	Gül kurusu	Gri	Gül kurusu	Spiral	-	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. D5	Gri	Yeşil	Gri	Siyah	Spiral	+	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. D6	Krem	Kırmızı-kahve	Açık pembe	Kırmızı-kahve	Düz	-	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. D7	Gri	Yeşil-kahve	Gri	Gri-kahve	Düz	+	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. D8	Gri	Kahve	Gri	Açık gri	Düz	+	-	+
<i>Streptomyces</i> sp. D9	Krem	Yeşil-kahve	Krem	Koyu kahve	Düz	+	-	+
<i>Streptomyces</i> sp. D10	Krem	Sarı-kahve	Krem	Sarı-kahve	Düz	+	-	+
<i>Streptomyces</i> sp. D11	Krem	Siyah	Krem	Siyah	Düz	+	+	+
<i>Streptomyces</i> sp. D12	Krem	Siyah	Krem	Vişne-kahve	Düz	+	+	+
<i>Streptomyces</i> sp. D13	Krem	Açık yeşil	Krem	Yeşil-kahve	Düz	+	-	-
<i>Streptomyces</i> sp. D14	Krem	Yeşil	Krem	Kahverengi-krem	Spiral	+	+	-
<i>Streptomyces</i> sp. D15	Krem	Koyu sarı	Krem	Yavruağzı	Düz	-	+	+

Tablo 2. Streptomisetlerin gelişimi üzerine pH'ın etkisi

Bakteri	Kuru ağırlık (mg/mL)			
	pH			
	pH 7	pH 8	pH 9	pH 10
<i>Streptomyces</i> sp. D1	3,92	4,57	2,57	2,67
<i>Streptomyces</i> sp. D2	6,02	5,63	2,51	2,29
<i>Streptomyces</i> sp. D3	5,85	4,62	1,41	1,97
<i>Streptomyces</i> sp. D4	4,15	4,37	3,64	2,14
<i>Streptomyces</i> sp. D5	5,49	6,02	2,84	2,00
<i>Streptomyces</i> sp. D6	6,43	4,89	2,76	3,40
<i>Streptomyces</i> sp. D7	4,10	5,48	3,75	3,27
<i>Streptomyces</i> sp. D8	4,89	4,54	2,41	2,66
<i>Streptomyces</i> sp. D9	3,68	5,87	1,74	2,07
<i>Streptomyces</i> sp. D10	3,36	4,52	3,07	1,83
<i>Streptomyces</i> sp. D11	3,67	6,06	4,57	4,09
<i>Streptomyces</i> sp. D12	3,474	4,74	2,39	1,71
<i>Streptomyces</i> sp. D13	5,49	4,33	0,98	0,79
<i>Streptomyces</i> sp. D14	5,54	3,80	2,11	2,17
<i>Streptomyces</i> sp. D15	6,11	2,65	2,28	1,60

Tablo 3. Streptomisetlerin gelişimi üzerine sıcaklığın etkisi

Bakteri	Kuru ağırlık (mg/mL)			
	Sıcaklık (°C)			
	25	30	35	40
<i>Streptomyces</i> sp. D1	3,29	3,92	5,69	1,56
<i>Streptomyces</i> sp. D2	3,76	5,20	5,43	2,79
<i>Streptomyces</i> sp. D3	1,36	0,90	5,30	1,50
<i>Streptomyces</i> sp. D4	1,51	1,70	4,82	3,18
<i>Streptomyces</i> sp. D5	5,20	4,48	4,74	2,77
<i>Streptomyces</i> sp. D6	3,87	4,87	3,45	3,52
<i>Streptomyces</i> sp. D7	2,81	2,90	2,71	3,59
<i>Streptomyces</i> sp. D8	3,80	4,35	2,79	3,10
<i>Streptomyces</i> sp. D9	3,69	3,95	6,53	2,82
<i>Streptomyces</i> sp. D10	4,41	3,24	4,06	3,23
<i>Streptomyces</i> sp. D11	4,35	3,80	7,05	6,62
<i>Streptomyces</i> sp. D12	5,21	4,25	4,89	5,02
<i>Streptomyces</i> sp. D13	3,82	3,89	3,98	3,97
<i>Streptomyces</i> sp. D14	7,03	4,58	4,95	3,27
<i>Streptomyces</i> sp. D15	4,21	4,16	2,86	2,14

Tablo 4. Streptomisetlerin gelişimi üzerine çalkalama hızının etkisi

Bakteri	Kuru ağırlık (mg/mL)		
	Çalkalama hızı (rpm)		
	100	200	300
<i>Streptomyces</i> sp. D1	1,709	1,525	4,596
<i>Streptomyces</i> sp. D2	2,525	5,04	5,118
<i>Streptomyces</i> sp. D3	1,258	3,842	6,163
<i>Streptomyces</i> sp. D4	2,206	4,026	3,291
<i>Streptomyces</i> sp. D5	1,24	1,868	5,954
<i>Streptomyces</i> sp. D6	1,51	3,508	4,645
<i>Streptomyces</i> sp. D7	1,606	3,963	5,755
<i>Streptomyces</i> sp. D8	2,575	3,758	6,203
<i>Streptomyces</i> sp. D9	3,616	3,461	4,564
<i>Streptomyces</i> sp. D10	1,252	2,81	3,036
<i>Streptomyces</i> sp. D11	4,053	4,061	5,102
<i>Streptomyces</i> sp. D12	3,094	2,907	5,072
<i>Streptomyces</i> sp. D13	2,03	2,976	4,34
<i>Streptomyces</i> sp. D14	1,953	4,674	4,971
<i>Streptomyces</i> sp. D15	2,766	3,529	5,767

Çalışmada, bakterilerin yaklaşık %46'ı pH7' de, %54'ü ise pH8' de optimum gelişim göstermiştir (Tablo 2). Gava [24] yaptığı çalışmada, rizosferden ve rizosfer dışı topraklardan izole ettiği *Streptomyces* türlerinin çoğunun pH 6,5- 8,0 arasında değişen pH'larda optimum gelişime sahip olduğunu rapor etmiştir. Gava'nın [24] sonuçları çalışmalarımızı desteklemektedir. Sonuç olarak, optimum pH'ın enzimler ile karakterize edilen metabolik reaksiyonların artmasına dolayısı ile mikroorganizmaların gelişiminin artmasına neden olduğu bildirilmektedir [25].

Çalışmada, doğal pigment adayı streptomisetlerin gelişimine farklı sıcaklıkların etkisi incelenmiştir. Sıcaklık denemeleri sonucunda ise, kültürlerin %33'ü 25°C' de, %20' i 30°C' de ve %46' sı ise 35°C' de optimum gelişim göstermiştir. 40°C' de optimum gelişime rastlanmamıştır (Tablo 3). Karanja vd. [26], streptomisetlerle yaptıkları çalışmada optimum sıcaklığın 32.5°C olduğunu rapor etmişlerdir. Karanja ve arkadaşlarının [26] çalışmaları bizim sonuçlarımızı desteklemektedir.

Denemeler sonucunda, kültürlerin % 93'ü 300 rpm' de optimum gelişim gösterirken, sadece %7'si 200 rpm' de optimum gelişime göstermiştir (Tablo 4). Wadettwar ve Patil [27] yaptıkları çalışmada antibiyotik üretimi için optimum çalkalama hızını 150 rpm olarak rapor ederken, Sharon vd. [28] yaptıkları çalışmada 200 rpm' de en yüksek antibiyotik üretimi saptamışlardır. Gottschalk vd. [29] ise yaptıkları çalışmada en yüksek lignin peroksidad aktivitesinin 400 rpm' de olduğunu rapor etmişlerdir. Çalkalama hızının gelişim üzerindeki etkisinin türlere göre değişmekte olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma sonuçları göstermiştir ki, çevresel faktörler aynı alanlardan izole edilmelerine rağmen farklı streptomisetlerin gelişimlerini farklı şekilde etkilemiştir. Bu çalışma sonuçlarının fermentasyon çalışmalarında ürün verimini (antibiyotik, pigment üretimi vb) artırmada yararlı olacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak, tüm kültürlerin aynı alanlardan izole edilmelerine rağmen çevresel şartlara farklı yanıt verdikleri belirlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalar streptomisetlerden ekstrakte edilen pigmentlerin çeşitli biyolojik aktivitelerine yönelik olmalı ve tekstil endüstrisinde uygulanabilirliği denenmelidir.

Teşekkür

Bu araştırma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi BAP Birimi tarafından desteklendiği için teşekkür ederiz (Proje No:13/101).

KAYNAKLAR

- [1] Ruiz B, Chávez A, Forero A, García Huante Y, Romero A, Sánchez M, Rocha D, Sánchez B, Rodríguez Sanoja R, Sánchez S, Langley E. 2010. Production of microbial secondary metabolites, regulation by the carbon source. *Critical Reviews Microbiology*. 36: 146–167.
- [2] Bull AT. 2011. Actinobacteria of the extremobiosphere. In: *Extremophiles Handbook*, Springer (ed. Horikoshi K, Antranikian G, Bull AT, Robb FT, Stetter KO), pp. 1203–1240. Tokyo/ Dordrecht/ Heidelberg/ London/ NewYork.
- [3] Kämpfer P. 2006. The family *Streptomycetaceae*. Part I: taxonomy. In: *The Prokaryotes* Springer (ed. Dworkin M), pp. 538–604. New York.
- [4] Pszczolla D. 1998. The ABC/s of nutraceutical ingredients. *Food Technology*. 53: 30–37.
- [5] Mohmoodi NM, Arami M, Gharanjig K. 2009. Desalination. *Desalination Water Treat.* 1: 312–317.
- [6] Mohammadian Fazil M, Mesdaghinia AR, Naddafi K, Nasser S, Yunesian M, Mazaheri Assadi M, Rezaie HH, Environ J. 2010. *Health Sciences English*. 7: 35–42.
- [7] Murugesan K, Nam I, Kim Y. 2007. *Enzyme Microbial Technology*. 40: 1662–1672.
- [8] Park CH, Lim J, Lee Y, Lee B, Kim S, Lee J, Kim S. 2007. *Enzyme Microbial Technology*. 40: 1758–1764.
- [9] Revankar MS, Lele SS. 2007. *Technology*. 98: 775–780.
- [10] Akhtar S, Khan AA, Husain Q. 2005. *Chemosphere*. 60: 291–301.
- [11] Robinson T, McMullan G, Marchant R, Nigam P. 2001. *Biores. Technol.* 77: 247–255.
- [12] Zollinger H. 1987. *Color chemistry-synthesis. Properties of organic dyes and pigments*. VCH Publishers. New York. pp. 92–100.
- [13] DosSantos AB, Cervantes FJ, Lier JBV. 2007. *Biores. Technology*. 98: 2369–2385.
- [14] Ofomaja AE. 2009. *Desalination Water Treat.* 3: 1–10.
- [15] Wesenberg D, Kyriakides I, Agathos SN. 2003. *Biotechnology Advances*. 22: 296–305.
- [16] İTKİB. 2005. İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri, Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Ekoloji ve Ekolojik Etiketler, TKB AR&GE ve Mevzuat Subesi.
- [17] Shirling EB, Gottlieb D. 1970. Report of the International *Streptomyces* Project-five years of collaborative research. In: *The Actinomycetales*. (ed. Prauser H.), 79-89. Gustav, Fischer. Verlag. Jena.
- [18] Gottlieb D. 1961. An evaluation of criteria and procedures used in the description and characterization of *Streptomyces*: A cooperative study. *Applied Microbiology*. 9: 55-65.
- [19] Simon DG, Petinate Rosana M, Martins Rosalie RR., Coelho Nazareth L, Meirelles Marta H, Branquinha A, Beatriz V. 1999. Influence of growth medium in protease and pigment production in *Streptomyces cyaneus*. *Memoires Institut Oswaldo Cruz*. 94 (2): 173-177.
- [20] Armen EA, Artur AH, Anichka SH, Rafael AA, Andranik A, Ashot AS. 2004. Isolation, purification and physiological characterization of water-soluble *Bacillus thurengiensis* melanin. *Pigment Cell Research*. 18: 130-135.
- [21] Cappuccino JG, Sherman N. 2001. *Microbiology A Laboratory Manual*. 6.Baskı. Benjamin Cummings, Francisco. 119. s.
- [22] Zaitlin B, Watson SB, Ridal J, Satchwill T, Parkinson D. 2003. *Actinomycetes* in Lake Ontario: Habitants and Geosmin and MIB production. *Journal American Water Works Association*. 95(2): 113-118.
- [23] Cristea D, Vilarem G. 2006. Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn. *Dyes Pigments*. 70:238–45.
- [24] Gava CAT. 1998. Seleção de estreptomicetos para controlebiológico de *Ralstonia solanacearume Erwiniacarotovora*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado). 114p.
- [25] Moreira FMS, Siqueira JO. 2002. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras, UFLA. 626p.
- [26] Karanja EN, Boga HI, Muigai AW, Wamunyokoli F, Kinyuaand J, Nonoh JO. 2010. Growth characteristics and production of secondary metabolites from selected novel *Streptomyces* species isolated from selected Kenyan national parks. Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology. Nairobi, Kenya.
- [27] Wadetwar RN, Patil AT. 2013. Production of Antibiotic from Actinomycetes Isolated from Nagpur Region and Optimization of Parameters to Increase the Yield. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 4(8): 3094-3098.
- [28] Sharon SFB, Daniel RR, Shenbagarathai R. 2014. Optimization of Antibiotic Production by Marine Actinomycetes *Streptomyces* sp. Kod10. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 6 (2): 506-510
- [29] Gottschalk LMF, Nobrega R, Bon EPS. 2003. Effect of Aeration on Lignin Peroxidase Production by *Streptomyces viridosporus* T7A. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 105–108: 799-807.