Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi

Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X
www.agrifoodscience.com
Türk Bilim ve Teknolojisi

Phaeodactylum Tricornutum Kültürlerinde Biyomas Tahmini

Burcu Ak[1], Gökhan Tamer Kayaalp[2*], Oya Işık[1], Melis Çelik Güney[2]

[1]*Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 01330 Adana, Türkiye.*
[2]*Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 01330 Adana, Türkiye.*

M A K A L E B İ L G İ S İ

Araştırma Makalesi

Geliş 22 Aralık 2016
Kabul 02 Ocak 2017

Anahtar Kelimeler:

Phaedoctylum tricornutum
Regresyon modelleri
Çoklu regresyon analizi
Kuru madde
Sıcaklık

*Sorumlu Yazar:
E-mail: tkayaalp@cu.edu.tr

Ö Z E T

Phaeodactylum tricornutum, yağ üreten bir mikroalg olarak bilinmektedir. Bu çalışmada, kültüre alınmış *Phaeodactylum tricornutumun* kuru madde miktarının, stres faktörü olarak azot eksikliği koşullarında, dışarı ortamda fotobiyoreaktörlerde çoklu regresyon analizi yöntemi kullanılarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, diyatome olan *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin) türü, en uygun besi ortamında %20 aşılama oranı ile kontrol grubu olarak ve %50 oranında N'un eksiltildiği ortamında fotobiyoreaktörlerde kültüre alınmıştır. Işık şiddeti, sıcaklık, optik yoğunluk ve klorofil *a* günlük olarak ölçülmüştür. Kontrol grubu ve %50 oranında N'un eksiltildiği grupta optik yoğunluk, sıcaklık ve ışık şiddeti kullanılarak klorofil *a*'yı içeren ve klorofil *a*'yı içermeyen matematiksel model oluşturulmuştur. Kontrol grubunun regresyon denklemi tahmin edilmiştir. Kontrol grubunun R^2 değeri %95,1 olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ardından Klorofil a olmadan kontrol grubu için regresyon denklemi tahmin edilmiştir. R^2 değeri %94 olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur. %50 azot eksikliği koşullarında regresyon denklemi tahmin edilmiştir. R^2 değeri %92,4 olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Son olarak %50 azot eksikliği koşullarında klorofil a olmadan regresyon denklemi tahmin edilmiştir. R^2 değeri ise %91,7 olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 5(2): 182-184, 2017

The Estimation of Biomass in Phaeodactylum Tricornutum Cultures

A R T I C L E I N F O

Research Article

Received 22 December 2016
Accepted 02 January 2017

Keywords:

Phaedoctylum Tricornutum
Regression models
Multiple regression analysis
Dry matter
Temperature

*Corresponding Author:
E-mail: tkayaalp@cu.edu.tr

A B S T R A C T

Phaeodactylum tricornutum is the microalgae that is known to produce lipid. In this study, it was aimed to estimate the microalgae *Phaeodactylum tricornutum* dry matter cultured in the conditions of nitrogen deficiency as a stress factor, in outdoor, in photo bioreactors, by using multiple regression analysis method. In this study, diatom *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin) was cultured medium of which N was reduced by 50% and with 20% inoculation ratio. The light intensity, temperature, optical density and chlorophyll *a*, were measured daily. The mathematical model was formed for control group and 50 % of the N applied to the group using optical density, temperature, light intensity, chlorophyll a and without chlorophyll a. The regression equation of control group was estimated. The R^2 value of control group was found 95.1% and statistically significant. Then, the regression equation was estimated for control group without chlorophyll a. The R^2 value of this equation was found 94.0% and statistically significant. And then, the regression equation was estimated in 50% nitrogen. The R^2 value of control group was found 92.4% and statistically significant. Finally, the regression equation was estimated in 50% nitrogen deficiency without chlorophyll a. The R^2 value of this equation was found 91.7% and statistically significant.

Giriş

Son yıllarda mikroalgal biyoteknolojiye ilgi giderek artmaktadır. Bunun sebebi, bazı mikroalg türlerinin hücre içinde yüksek miktarda biriktirmiş olduğu metabolitlerdir. Alglerin hücre içinde biriktirdikleri protein, vitamin, yağ asitleri, karbonhidratlar, mineral ve pigmentler, hidrokarbonlar, polisakkaritler, antibiyotikler sebebiyle insanlar tarafından başlıca besin desteği olarak kullanılmaktadır (Becker, 1994). Mikroalg üretiminde canlı kütlenin biyokimyasal kompozisyonu, çevresel faktörler, besin ortamı, sıcaklık, tuzluluk, pH, ışık gibi büyüme koşullarına bağlıdır (Sukenik, 1991).

Alg teknolojisinde biyokütle verimliliği başka bir deyişle kuru madde miktarı çok önemlidir. Alg kültürlerinde kuru madde miktarını etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler ele alınarak kuru madde miktarı tahmini için regresyon analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Regresyon analizi ile en iyi regresyon modeli tahmin edilmektedir (Draper ve Smith, 1998).

Yılmaz (2006), mikroalg üretiminde kapalı fotobiyoreaktörlerin farklı tasarımlarının gelişme gösterdiğini, *Haemetococcus* ve *Phaeodactylum* gibi ticari anlamda kullanılan mikroalg türlerinin kapalı sistemlerde üretiminde daha başarılı olduğunu belirtmiştir.

White ve ark. (1990), tatlı su ve deniz habitatlarında sıcaklık ve algal biyomas'ın bakteri üretimine ve spesifik büyüme oranına etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada verilere en küçük kareler yöntemi ile çoklu regresyon analizi ve kovaryans analizi uygulamıştır. Çamdeviren ve ark. (2005), su kalitesini belirleyen 16 parametreyi kullanarak temel bileşenler analizi ile değişken indirgemesi yapıp, kalan 5 parametre ile çoklu regresyon analizi yaparak klorofil a'yı tahmin etmişlerdir.

Baskerville (1972), verilerine logaritmik transformasyon uyguladıktan sonra regresyon analizi yöntemiyle bitkilerin biyomasını tahmin etmiştir.

Bu çalışmanın amacı, mikroalg türü olan *Phaeodactylum tricornutum* kültüründe ışık şiddeti, sıcaklık, optik yoğunluk ve klorofil *a* parametreleri kullanarak çoklu regresyon modeli yöntemi ile bu türde kuru madde miktarını tahmin eden en iyi regresyon modelini ortaya koymaktır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, yağ üreten bir mikroalg olarak bilinen *Phaeodactylum tricornutum* türü materyal olarak kullanılmıştır. Diyatome olan *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin) türü, en uygun besi ortamında %20 aşılama oranı ile kontrol grubu olarak ve %50 oranında N'un eksiltildiği Si-F/2 besi ortamında fotobiyoreaktörlerde kültüre alınmıştır. Kontrol grubu ve %50 oranında N'un eksiltildiği grupta optik yoğunluk, sıcaklık ve ışık şiddeti kullanılarak klorofil *a*'yı içeren ve klorofil *a*'yı içermeyen matematiksel model oluşturulmuştur.

Çalışmada kullanılan çoklu doğrusal regresyon modeli (1) numaralı eşitlikte tanımlandığı şekildedir.

$$Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+...+\beta_kX_k+\varepsilon \quad (1)$$

Bu eşitlikte,
k: Bağımsız değişken sayısını,
Y: Bağımlı değişkeni,
β_j: j=0,1,...k parametreleri için regresyon katsayılarını,
X_j : Bağımsız değişkenleri göstermektedir (Montgomery, 2013).

Tüm istatistiksel analizlerde MINITAB 16.0 V. paket programı kullanılmıştır. En iyi model tahmin edilmeye çalışılırken karşılaştırma kriteri olarak, hata kareler ortalaması ve belirtme katsayısı kullanılmıştır.

Bulgular

İlk olarak, çalışmada kontrol grubundaki kuru madde miktarını etkileyen parametreler arası korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Tablo1 Kontrol grubundaki parametreler arası korelasyon katsayıları

	KM	OY	Klorofil a	Sıcaklık
OY	0,966**			
Klorofil a	0,922**	0,896**		
Sıcaklık	-0,531*	-0,601**	-0,406-	
Işık	-0,863**	-0,879**	-0,886*	0,637**

KM: Kuru madde, OY: Optik yoğunluk, *: P<0,05, **: P<0,01, -: P>0,05

Tablo 1'de kuru madde miktarları ile optik yoğunluk, klorofil *a*, sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkilerin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir (P<0,01). Yine kuru madde miktarı ile optik yoğunluk ve klorofil *a* arasında pozitif bir ilişki vardır. Bunun anlamı, optik yoğunluk ve klorofil *a* miktarı arttıkça kuru madde miktarının da artması beklenmesidir. Yine optik yoğunluk ve klorofil *a* miktarı azaldıkça kuru madde miktarının da azalması beklenir. Ayrıca kuru madde miktarı ile ışık ve sıcaklık arasında negatif bir ilişki söz konusu olup, istatistiki olarak bu ilişkiler önemli bulunmuştur (P<0,01). Bu da göstermektedir ki ışık ve sıcaklık arttığında kuru madde miktarı azalmakta, ışık ve sıcaklık azaldığında kuru madde miktarı artmaktadır.

Ardından, kontrol grubu için (%50 N eksiltmeden) modelde klorofil a varken kuru madde miktarını tahmin etmek için çoklu regresyon analizi yaparak bulunan model aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir.

Kuru madde=0,290+0,874 optik yoğunluk-0,0004 sıcaklık+0,000092 ışık şiddeti+0,000705 klorofil *a*.

Kontrol grubunun R^2 değeri %95,1 olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). Regresyon denkleminin hata kareler ortalaması ise, 0,001338 olarak hesaplanmıştır.

Modelde klorofil *a* yokken ve %50 N eksiltmeden kuru madde miktarını tahmin etmek için çoklu regresyon analizi yaparak bulunan model aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir.

Kuru madde=0,303+1,09 optik yoğunluk+0,00978 sıcaklık-0,000118 ışık şiddeti.

Bu eşitliğin R^2 değeri %94 olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). Bu regresyon eşitliğinin hata kareler ortalaması 0,001478 olarak hesaplanmıştır.

İkinci olarak, %50 N eksiltilmesi durumunda kuru madde miktarını etkileyen parametreler arası korelasyonlar Tablo 2'deki gibidir.

Tablo 2 %50 N Eksiltme Durumunda Parametreler Arası Korelasyon Katsayıları

	KM	OY	Klorofil a	Sıcaklık
OY	0,951**			
Klorofil a	-0,286-	-0,355-		
Sıcaklık	-0,308-	-0,418-	-0,855**	
Işık	-0,640*	-0,729**	0,672*	0,559-

KM: Kuru madde, OY: Optik yoğunluk, *: P<0,05, **: P<0,01, -: P>0,05

Tablo 2 'de kuru madde miktarı ile optik yoğunluk arasında pozitif bir ilişki olup, istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P <0,01). Bu da göstermektedir ki %50 N eksiltme durumunda kuru madde miktarı arttıkça optik yoğunluk miktarı da artmakta veya optik yoğunluk azaldıkça kuru madde miktarı da azalmaktadır. %50 N eksiltme durumunda kuru madde miktarı ile klorofil *a* arasındaki ilişki istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (P>0,01). Yine %50 N eksiltme durumunda kuru madde miktarı ile ışık arasında negatif bir ilişki söz konusu olup, bu ilişki istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Dolayısıyla ışık miktarı azaldıkça kuru madde miktarı artmakta veya ışık miktarı arttıkça kuru madde miktarı azalmaktadır.

Ardından, %50 N eksiltilmesi durumunda modelde klorofil *a* varken kuru madde miktarını tahmin etmek için çoklu regresyon analizi yaparak bulunan model aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir.

Kuru madde=0,260+1,09 optik yoğunluk+0,00942 sıcaklık+0,000114 ışık şiddeti+0,0000200 klorofil *a*.

Bu eşitliğin R^2 değeri %92,4 olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). Regresyon analizine ait hata kareler ortalaması ise 0,00665 olarak hesaplanmıştır.

%50 N eksiltme durumunda, modelde klorofil *a* yokken kuru madde miktarını tahmin etmek için çoklu regresyon analizi yaparak bulunan model aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir.

Kuru madde=0,383+1,03 optik yoğunluk+0,00345 sıcaklık+ 0,000043 ışık şiddeti.

Bu eşitliğin R^2 değeri ise %91,7 olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). Yine bu eşitliğe ait hata kareler ortalaması değeri 0,0074 olarak hesaplanmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmada, kontrol grubunda klorofil *a* parametresi yokken tahmin edilen regresyon modelinde R^2 değeri, %50 N eksiltmedeki modelin R^2 değerinden daha büyük ve hata kareler ortalaması ise kontrol grubunun, %50 N eksiltme grubuna göre daha küçük bulunmuştur. *Phaeodactylum tricornutum*'u, lipit dışında başka bir metaboliti üretmek için kültüre alan üreticiye, klorofil *a* parametresi yokken tahmin edilen regresyon modelini, lipit üretmek isteyen üreticiye ise %50 N eksiltmede klorofil *a*'nın olmadığı model önerilebilir.

Alg üretiminde, kuru madde miktarının belirlenmesi çok önemlidir. Kuru madde miktarı ise laboratuvar çalışmaları ile mümkündür. Kuru madde analizi zaman alıcı ve maliyet gerektiren bir analizdir. Her üreticinin laboratuvar imkanları bulunmamaktadır. Bu çalışma sonucuna göre, önerilen eşitliklerden yararlanarak kuru madde analizi yapmadan regresyon eşitliğindeki katsayılarından yararlanarak kuru madde miktarını araştırmacı tahmin edebilecektir. *Phaeodactylum tricornutum* kültürlerinde çevre koşullarından sıcaklık ve ışık değerleri kullanılarak ve bir spektrofotometre ile kolaylıkla ölçülebilecek optik yoğunluk değeri kullanılarak kuru madde miktarı tahmin edilebilecektir. Gelişen teknoloji sayesinde klorofil *a* ölçümü cihazlarla yapılabilmekle birlikte, klorofil *a* verileri kullanılarak aynı denklemle kuru madde miktarı belirlenebilecektir.

Kaynaklar

Baskerville GL. 1972. Use of Logarithmic Regression in the Estimation of Plant Biomass. Canadian Journal of Forest Research., 2(1): 49-53.

Becker EW. 1994. Microalgae Biotechnology and Microbiology. Cambridge Univerity Press, Cambridge.

Çamdeviren H, Demir N, Kanık A, Keskin S. 2005. Use Of Principal Component Scores in Multiple Linear Regression Models for Prediction Of *Chlorophyll-A* in Reservoirs. Ecological Modelling., 181: 581–589.

Draper NR, Smith H. 1998. Applied Regression Analysis. John Wiley and Sons, 697 Pages

Montgomery DC, Peck EA, Vining GG. 2013. Introduction to Linear Regression Analysis, Fifth Edition.

Sukenik A. 1991. Ecophysiological Considerations in the Optimization of Eicosapentaenoic Acid Production by Nannochloropsis sp. (Eustigmatophyceae). Bioresource Technology., 35 (3): 263-269.

White PA, Kalff J, Rasmussen JB, Gasol JM. 1990. The Effect of Temperature and Algal Biomass on Bacterial Production and Specific Growth Rate in Freshwater and Marine Habitats. Microbial Ecology., 21: 99-118.

Yılmaz HK. 2006. Mikroalg Üretimi için Fotobiyoreaktör Tasarımları. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi., 23 (1/2): 327-332.