

Aktif Çamur Sistemlerindeki EPS Oluşumu ve Viskoz Çamur Kabarması Arasındaki İlişki

Yazan: STEVE LEACH

Çeviri: NİLAY BARLAS TURAN

ÖKOTEK Atık Su Çözümleri ve Biyogaz Koordinatörü

Su, en değerli doğal kaynaklardan biridir ve biyolojik atık su arıtımı, su kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Aktif çamur sistemlerinde, mikroorganizmalar çamur flokülasyonunda belirli bir rolü olan “Hücre Dışı Polimerik Maddeler (Extracellular Polymeric Substances = EPS)” üretir, ancak çok fazla EPS olduğunda ne olur? Arıtma tesisleri, viskoz çamur kabarması yüzünden zayıf çamur çökmesi sorunuyla karşı karşıya kalabilir.

Hücre Dışı Polimerik Maddeler (EPS)

Biyofilm oluşumu, olumsuz çevresel faktörlerden korunmak isteyen bakterilerin yaygın olarak kullandığı bir hayatta kalma stratejisidir. İster atık suda askıda olsun ister bağlı halde olsun tüm biyofilmler, hücre dışı polimerik maddeler (EPS) içerir. Bu doğal biyopolimer, flok oluşturmak için bakterileri bir arada tutan malzemenin bir parçasıdır ve ayrıca bakterileri toksinlerden korur, düşük gıda koşullarında gıda kaynaklarını yoğunlaştırır, çökmeyi sağlayan ve iyileştirebilen bakterilerin bir uyum içinde yaşamasına izin verir. EPS öncelikle polisakaritler, proteinler, nükleik asitler, hümik maddeler ve lipitler gibi maddeleri içeren, mikroorganizmaların yüksek molekül ağırlıklı hücre dışı salgılarından oluşur. Bunlar çok karmaşık olabilir ve kompozisyonda birçok varyasyon mevcuttur. Söz konusu değişkenlik, büyüme fazı, pH, sıcaklık, reaktör yapısı ve ekstraksiyon yöntemindeki farklılıklarla bağlantılıdır (Nielsen ve Jahn, 1999).

EPS varlığı “sıkıca bağlı (TB)” veya “gevşek bağlı (LB)” olarak adlandırılır. Sıkıca bağlı EPS (TB-EPS) hücreye yakın bir yerde konumlanır, sabit özelliklere sahiptir ve her zaman aynı miktarda üretilirken, gevşek bağlı EPS (LB-EPS) miktar ve kompozisyon bakımından değişebilir.



Şekil 1. MBBR medyaya bağlı büyüme

EPS'nin Yapı Taşları

Polisakaritler

Monosakaritler, üronik asitler, amino şekerler

Proteinler (polipeptitler)

Amino asitler

Nükleik asitler

Nükleotid

Fosfolipitler

Yağ asitleri, gliserin, fosfat, etanolamin, serin, kolin, şekerler

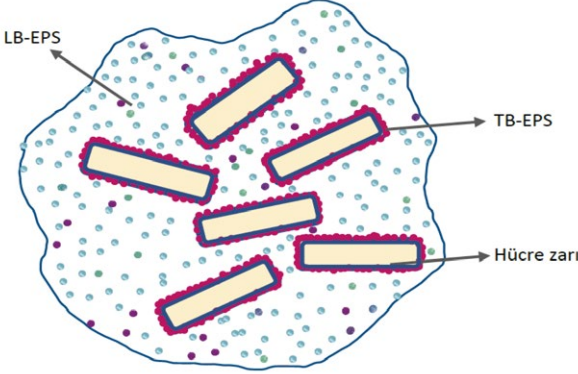
Hümik maddeler

Fenolik bileşikler, basit şekerler, amino asitler

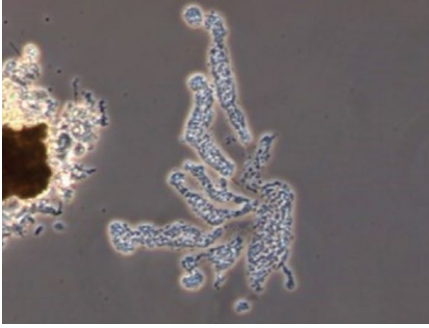
Şekil 2. EPS'nin Yapı Taşları

TB-EPS toksinlere karşı korur, kurumayı önler, yüzeylere yapışır ve simbiyoz oluşturur. Bazı bakteriler TB-EPS'yi düşük substrat veya düşük makro besin zamanlarında enerji veya karbon kaynağı olarak kullanabilir. LB-EPS, TB-EPS'ye göre organik maddeleri bağlamak için daha

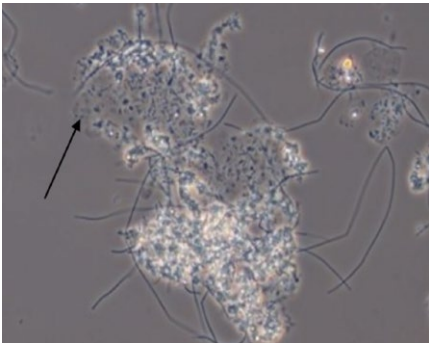
büyük bir afiniteye sahiptir ve flok yapımında çok önemlidir. Aynı zamanda membran sistemlerinde doğal olarak oluşan en inatçı organik maddelerden biridir.



Şekil 3. Wenqiang Zhao'dan uyarlanmıştır, 2023



Şekil 4. Zoogloea sp. içinde sıkıca bağlanmış EPS (TB)



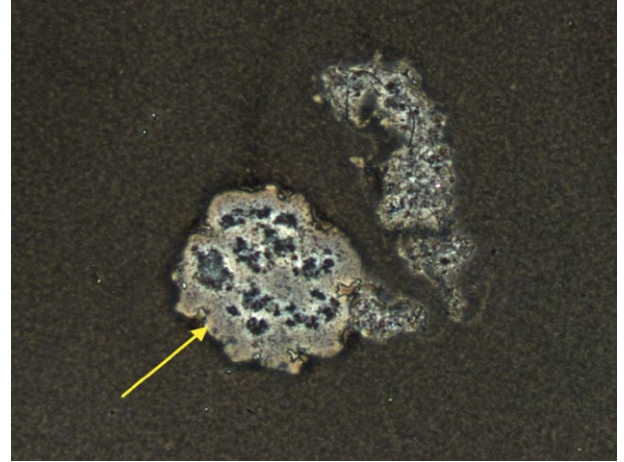
Şekil 5. Gevşek bağlı EPS (LB)

Viskoz Çamur Kabarmasının Nedenleri

EPS içeriği mevcut biyokütlenin % 20'sini aştığında sorunlar ortaya çıkmaya başlar. Viskoz çamur kabarması, aşırı miktarda EPS üreten biyokütleden kaynaklanır. Viskoz kabarmasının bir nedeni, kolayca parçalanabilen substratların varlığında TB-EPS gelişimi ile ilişkilidir. TB-EPS, floklaşma özellikleri açısından incelenen ilk

mikroorganizmalardan biri olan ve atık sudaki en tanınmış EPS üreticilerinden biri olan Zoogloea ile yaygın olarak bulunur. Zoogloea, bazı bira fabrikalarında tipik olarak yüksek kimyasal polimer ilavesi ile birlikte, fazla miktarda çamur atımına yol açmıştır. Zoogloea'yı deneyimleyen tesisler, çoğunlukla düzenli olarak veya yüksek organik yüklemeler sırasında (mevsimsel işlemler) Zoogloea'yı baskın olarak biyokütle içinde görmektedirler.

Viskoz çamur kabarmasının bir başka nedeni ise kapsülleme olarak adlandırılır. Besin (Nütrient) açlığı çeken veya stresli koşullar altında, birçok bakteri BOİ'yi kısmen metabolize edecek ve hücre yapısının etrafında bir karbonhidrat matrisi olarak depolayacaktır. Sıcaklık, toksinler ve F/M dalgalanmaları da aşırı EPS oluşumuna neden olabilir. Aşırı EPS, suyu hapsedebilir ve atıksuda kolayca askıda kalan jelimsi bir flok yapısı oluşturabilir. Askıda kalan flok, polimer ihtiyacındaki artış, atık çamurdaki su içeriğinin yükselmesi ve yasal deşarj limitlerin sağlanması ile ilgili sorunlara neden olur. Viskoz çamur kabarması ayrıca besin (nütrient) eksikliğinden, yüksek yağ-gres konsantrasyonlarından, toksik bileşikler veya alkoller veya şekerler gibi yüksek düzeyde çözünür organik maddelerden de kaynaklanabilir.



Şekil 6. Hint mürekkebi LB-EPS katmanına nüfuz edemez

Viskoz Çamur Kabarma Testi ve EPS Üretiminin Kontrol Edilmesi

EPS konsantrasyonunu belirlemenin birkaç yolu vardır. Söz konusu boyama tekniği ile flok içindeki bakterilerin hücre dışına salgıladıkları yüksek miktardaki polimerik maddeler (EPS) tespit edilir. Bu yöntemde asidik boya kullanılarak zeminin boyanması amaçlanır. Boyama prosedüründe, lam üzerine 1 damla mürekkep ve 1 damla atıksu numunesi (aktif çamur) damlatılarak bir kürdan

yardımıyla karıştırılır. Lam üzerindeki karışımın üzeri lamel ile kapatılır ve faz kontrast mikroskopunda immer-siyon objektifi (100X) ile incelenir. Alternatif olarak, önceden hazırlanmış bir preparat üzerindeki lamelin kenarına bir damla mürekkep damlatılarak, lamelin altından tüm numune içine nüfuz etmesi sağlanır. Bu preparatta mikroorganizma boya almaz. Biyopolimerler mürekkep ile boyanmadıklarından parlak beyaz renkte kalırlar. Bu şekilde, yüksek miktardaki biyopolimerik maddelerin varlığı tespit edilebilir. Bununla birlikte, bu yöntem gevşek bağlı ve sıkıca bağlı EPS arasında bir ayırım yapmaz.

Bu yöntem, çamur çökmesinde veya çamur susuzlaş-tırmada yaşanan sorunların EPS kaynaklı olup olmadığını belirleme açısından oldukça faydalıdır. Ne yazık ki, bu boyama tekniği ile biyokütlenin neden aşırı EPS oluştur-

duğu veya EPS kompozisyonu ile ilgili bilgilere ulaşı-lamaktadır. EPS ekstrasyonu için hem fiziksel hem de kimyasal dahil olmak üzere bir dizi yöntem vardır, ancak bu yöntemler tipik bir atık su laboratuvarında kolayca gerçekleştirilemezler.

Bir ekstraksiyon yöntemi seçerken, LB-EPS'yi serbest bırakacak kadar agresif ancak, TB-EPS'yi sağlam hale bırakacak kadar nazik olmak arasında bir denge kurulmalıdır. Aşırı agresif yöntemler, hücrelerin dağılmasına yol açarak, olağandan fazla EPS miktarı belirlenmesi riskini taşır.

Aşırı EPS üretimini kontrol etmek ve sistemi verimli haline geri döndürmek için aktif çamur sistemi içine biyo-kütlenin ihtiyacı olan nütrient maddelerinin eklenmesi yanında, seçimli adapte bakteri kültürü uygulaması (biyo-ogmentasyon çalışması) sorunu çözmeyi hızlandıracaktır. ■

Kaynaklar

1. Microbial Extracellular Polymeric Substances: Characterization, Structure and Function (1999) Edited by J. Wingender et al. Springer
2. Chiba, A; Sugimoto, S; Sato, F; Hori, S; Mizunoe, Y. A refined technique for extraction of extracellular matrices from bacterial biofilms and its applicability. Microbial Biotechnology 8:3 (2015) 392-403
3. Comte, S; Guibaud, G; Baudu, M. Effect of extraction method on EPS from activated sludge: An HPSEC investigation. Journal of Hazardous Materials 140 (2007) 128-137
4. Liu, H; Fang, H. Extraction of extracellular polymeric substances (EPS) of sludges. Journal of Biotechnology 95 (2002) 249-256
5. Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking, Foaming, and Other Solids Separation Problems (2004) 3rd Edition, D. Jenkins, M.G. Richard, and G. T. Daigger
6. Nielsen, P. H., and A. Jahn. 1999. Extraction of EPS, p. 49-72. Reprinted in in Wingender (1999) above.
8. Envirozyme, The Relation Between EPS and Viscous Bulking, 2022
9. [BARLAS TURAN, N., ALTUĞ, G., Biyolojik Arıtma Sistemlerinde Atıksu Mikrobiyolojisi ve Mikrobiyolojik Analizlerle Proses Yönetimi: Atıksu Arıtma Tesisi İşletmecileri İçin El Kitabı, Bilig Döngüsel Hizmetler, ISBN 978-605-82161-0-5]



ENVIROZYME®

Biyolojik Atıksu Arıtma Optimizasyonunda Mikro Çözümler... Büyük Etkiler

Gitgide sıkılaştan yönetmelikler ve artan işletme maliyetleri, atıksu arıtma tesislerinde arıtma verimini artıran, daha düşük maliyetlerle daha basit bir işletme sağlayan YENİLİKÇİ ÇÖZÜMLERİ gerekli kılmaktadır. Yenilikçi biyoteknolojiler konusunda yoğun çalışmalarda bulunan ENVIROZYME, biyooğmentasyon alanında bir dünya lideridir. Çok çeşitli endüstriyel ve evsel biyolojik atıksu arıtma tesisleri için geliştirilmiş mikrobiyal çözümler ile sorunlarınızı giderip, gerekli optimizasyonları gerçekleştiriyoruz... bu sırada gerekli teknik eğitimler, mikrobiyolojik analiz ve yorumlama raporları, veri analizleri ve yorumlamaları, sorun belirleme ve çözüme yönelik öneriler ile işletmelere yakın teknik destek veriyoruz. Mikro çözümler ve büyük etkiler için bizi arayın.

ÖkoteK, Envirozyme Su ve Çevre Teknolojileri Bölümü Tek Yetkili Türkiye Temsilcisidir.

ÖKOTEK 
ÇEVRE TEKNOLOJİSİ VE KİMYA SANAYİ A.Ş.

Merkez Ofis:
Deposite İş Merkezi A1 Blok. K: 4 No: 403/A
İkitelli OSB 34306 Başakşehir / İstanbul
ÖkoteK Ar-Ge
YTÜ TEKNOPARK İkitelli Yerleşkesi
No: 1B-14 İkitelli Başakşehir / İstanbul

ÖkoteK Bodrum Araştırma ve
Problem Çözüm Merkezi
Peksimet Mah. 5507 Sokak No: 4/C ve 4/D
48400 Kadıkalesi - Bodrum / Muğla
Tel: +90 212 671 91 58 pbx
Faks: +90 212 671 91 96

info@okotek.com.tr
www.okotek.com.tr



IFAT
Eurasia

Hol: 11A
Stand: 511

Avrasya'nın Lider Çevre Teknolojileri Fuarı
27 - 29 Nisan - Tüyap Fuar ve Kongre Merkezi / İSTANBUL