

Gelişme Hızının Substrat Konsantrasyonu İle İlişkisi

Besin ortamında bulunan ve gelişmenin niteliği üzerine etki eden belirli besin maddelerine "gelişmeyi sınırlayan substrat (limitleyen substrat)" denilmektedir. Genellikle besi ortamında gelişmeyi sınırlayan birçok türde ve sayıda substrat bulunmaktadır. Ancak; mikrobiyel kinetik bağıntıların türetilmesinde bu besinlerden yalnızca en önemli olan bir tanesini seçilir, diğerlerinin ortamda yeterince var olduğu kabul edilir ve hesaplamaların hangi substrata göre yapıldığını belirtilir (örneğin; S_(glukoz)).

Keşikli kültürlemede mikroorganizmanın özgül gelişme hızı substrat konsantrasyondaki değişime bağımlıdır. Gelişme hızı kimyasal reaksiyonların hızına benzer şekilde, ortamdaki kimyasal maddelerin konsantrasyonunun bir fonksiyonudur. Gelişme hızı ve substrat konsantrasyonu arasındaki matematiksel ilişki Monod modeli ile 1949 yılında şöyle açıklanmıştır (Şekil 02.07):

$$\mu = \mu_{max} \frac{S}{K_s + S}$$

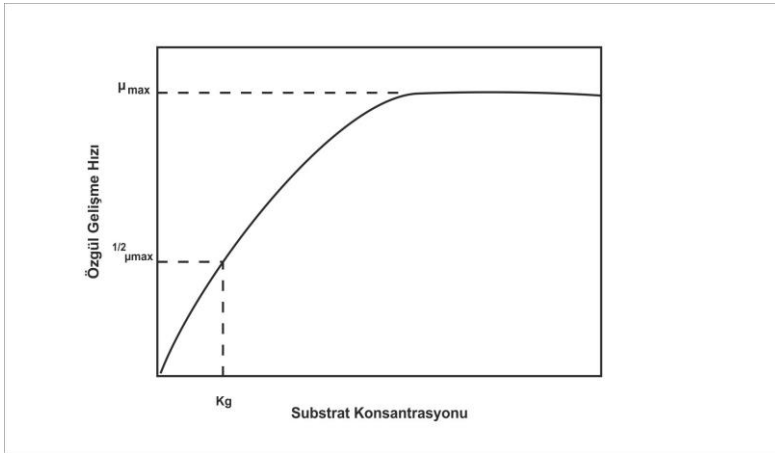
Burada;

μ ; Özgül gelişme hızı (h⁻¹)

μ_{max} ; Maksimum özgül gelişme hızı (h⁻¹)

S; Üremeyi sınırlayan substratın konsantrasyonu (g/L)

K_s ; $\mu = \frac{1}{2} \mu_{max}$ olduğunda substrat konsantrasyonuna eşit olan bir sabite (doymuşluk sabitesi)



Şekil 02.07. Mikrobiyel gelişmeye ilişkin Monod modeli

Çizelge 02.02'den de görüleceği gibi, K_s 'nin tipik değerleri "mg/L" şeklinde ifade edilebilecek ölçüde çok küçüktür. Böylece; genel bir yaklaşımla, aşağıdaki varsayımlar yapılabilir.

$S > 10 K_s$ olduğunda $\mu \cong \mu_{max}$ 'dır,

$S < 10 K_s$ olduğunda artık μ , μ_{max} 'dan küçüktür.

Görüldüğü gibi özgül gelişme hızı substrat konsantrasyonunun kuvvetli bir fonksiyonudur. Logaritmik evre süresince özgül gelişme hızı sabit olup μ_{max} 'a eşittir. Çünkü K_s çok küçüktür.

Hücre ve Ürün Oluşumuna İlişkin Verim Katsayıları

Mikroorganizmaların gelişmeleri ve ürün oluşturmaları biyodönüşüm işlemleridir. Burada fermantasyonu besleyen kimyasal besin maddeleri hücre kütlesi ve metabolitlere dönüşür. Besin maddeleri ve enerji kaynakları ile oluşan hücre kütlesi ve ürünler arasındaki bağlantıları açıklamak için verim etkinliğinin bilinmesi gereklidir. Sözü edilen biyodönüşümler, tüketilen her birim besin maddesine karşı oluşan ürün veya hücre kütlesi olarak ifade edilen verim katsayıları şeklinde kantitatif olarak belirtilebilirler.

$Y_{x/s}$; hücre kütlesi için,
 $Y_{p/s}$; ürün için
kullanılan verim katsayılarıdır.

Verim katsayıları, belirli bir zaman periyodunda tüketilen substratın, oluşan ürünün ve hücre kütlesinin ölçümleri ile hesaplanır.

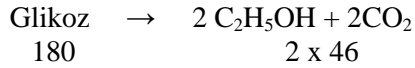
$$Y_{x/s} = \frac{\Delta X}{\Delta S}$$

$$Y_{p/s} = \frac{\Delta P}{\Delta S}$$

Yukarıdaki değerler gözlemlenen verim katsayılarını ifade eder. İlgili substrat üzerinden hücre kütlesi ve ürünlerin teorik verimlerini hesaplamak da mümkündür. Teorik hücre veriminin anlamı üzerinde hâlâ tartışılmakta ise de, bu değerler denemeleri düzenlemede ve sonuçları yorumlamada bir standart ölçü olarak değer kazanırlar.

Karbon veya enerji kaynağı üzerinden teorik hücre verimini hesaplamak için yaygın olarak kullanılan 2 metot vardır. Bunlardan biri mevcut elektronlar, diğeri ATP'nin sabit verim kavramı üzerinden hesaplanır.

Teorik ürün veriminin hesaplanması ise, ürün oluşumu için bazı sitokiyometri bilgileri gerektirir. Bunun için glikozun etanole dönüşünü örnek alalım.



Burada, maksimum dönüşüm 2 mol etanol/ 1 mol glikoz veya 0,51 g etanol/ g glikozdur. Pratikte, substratın bir kısmı hücre kütlesi ve diğer yan ürünlerin oluşumunda harcandığı için, bu teorik verime ulaşamaz. Fakat çok yakın olabilir. Etanol üretiminde teorik verimin %90-95'ine kolaylıkla ulaşılabilir.

Aminoasitler ve antibiyotikler için stikoyometri daha komplekstir ve teorik verimin hesaplanması daha zordur.

ÖRNEK:

Glikoz içeren bir substrattan etil alkol üretilen bir fermantasyona ait aşağıdaki değerler ölçülmüştür.

	<u>Başlangıç</u>	<u>48h</u>
Glikoz (g/L)	150.2	0.1
Biyotitle (g/L)	0.3	4.5
Etilalkol (g/L)	1.2	70.6

$$Y_{x/s} = \frac{\Delta X}{\Delta S} = \frac{4.5 - 0.3}{150.2 - 0.1} = 0.028$$

$$Y_{p/s} = \frac{\Delta P}{\Delta S} = \frac{70.6 - 1.2}{150.2 - 0.1} = 0.462$$

Teorik verim % si = Uygulamadaki Verim / Teorik Verim x 100 = 0.462 / 0.51 = % 90.4

Substrat dönüşüm oranı (%) = (150.2 - 0.1) / 150.2 x 100 = % 100