

## BİYOPROSES SİSTEMLERİNDE TAŞINIM OLAYLARI

Biyoprosesler çok fazlı sistemlerdir. Fazlar arası taşınım (kütle aktarımı) olayları önemlidir.

- ✓ Gaz-sıvı kütle aktarımı
- ✓ Sıvı-sıvı kütle aktarımı
- ✓ Katı-sıvı kütle aktarımı

## Bazı Kütle Aktarım Kavramları:

1. Oksijenin sudaki çözünürlüğü sıcaklık ve basınç ile değişir.

$$C_L^* = 14.161 - 0.3948T + 0.007714T^2 - 0.0000646T^3$$

2. Gazların sıvılardaki çözünürlüğü Henry bağıntısı ile verilir.

$$P_i = H_e C_i$$

$$P_i = H_e x_i$$

$$C_{Gi} = H_e C_{Li}$$

Burada i arayüzey olmak üzere:

$P_i$  = gaz tarafı bileşen kısmi basıncı

$C_i$  = bileşenin sıvı tarafı derişimi

$x_i$  = bileşenin sıvı mol kesri

$C_{Gi}$  = bileşenin gaz faz derişimi

$C_{Li}$  = bileşenin sıvı faz derişimi

3. Gaz ve sıvı yığınları çok iyi karışmaktadır. Arayüzey yanında durgun film tabakaları vardır. Bu tabakalarda dirençlerden dolayı kütle aktarımı azalmaktadır. Arayüzeydeki denge ilişkisi ( $C_{Li}$  ve  $C_{Gi}$  arasında) Henry bağıntısı ile verilir.

$k_L$  = sıvı tarafı kütle aktarım katsayısı

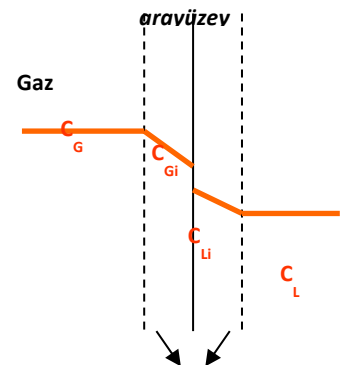
$k_G$  = gaz tarafı kütle aktarım katsayısı

$1/k_L$  = sıvı filmi direnci

$1/k_G$  = gaz filmi direnci

$$N = k_L (C_{Li} - C_L)$$

$$N = k_G (C_G - C_{Gi})$$



$$C_{Gi} = HeC_{Li}$$

Arayüzey derişimlerinin ölçümü zor olduğu için ölçülebilir değerler cinsinden oksijen mol akısı:

$$N = K_L(C_L^* - C_L)$$

$$N = k_G(C_G - C_G^*)$$

Burada:

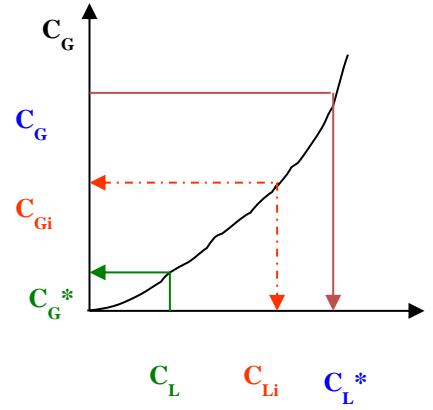
$C_L^*$  = yığın gaz derişimi ( $C_G$ ) ile dengede olabilecek sıvı faz derişimi

$C_G^*$  = yığın sıvı derişimi ( $C_L$ ) ile dengede olabilecek gaz faz derişimi

$K_L$  ve  $K_G$  = toplam kütle aktarım katsayıları

$$\frac{1}{K_L} = \frac{1}{k_L} + \frac{1}{He k_G}$$

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{He}{k_L}$$



Gazın sıvıdaki çözünürlüğü düşük  $He \gg$   
 $K_L = k_L$

Kütle aktarımına asıl direnç sıvı filmindedir

4. Hacımsal kütle aktarım hızı  $mol / m^3 s$

$$Q = K_L \frac{A}{V} (C_L^* - C_L)$$

$$Q = K_G \frac{A}{V} (C_G - C_G^*)$$

$$Q = K_L a (C_L^* - C_L)$$

gaz-sıvı arayüzey alanı ( $m^2$ )

$$a = \frac{A}{V}$$

## **Kütle Aktarım Katsayısı ( $K_La$ ) Ölçüm Yöntemleri**

$k_La = f(\text{besi ortamı fiziksel özellikleri } (\mu, \rho, T); \text{ biyoreaktör ve karıştırıcı boyutları; karıştırma ve havalandırma hızları})$

### ***Dinamik Yöntem:***

*Biyoreaktöre beslenen havanın (oksijenin) kısa süreli olarak kesilerek bir oksijen elektrodu ile çözünmüş oksijen derişimindeki azalmanın; havanın (oksijenin) tekrar beslenmesiyle de oksijen derişimindeki artışın izlenmesi temeline dayanır.*

### **Kaynak:**

Doran PM, Bioprocess Engineering Principles, Academic Press, 1995.