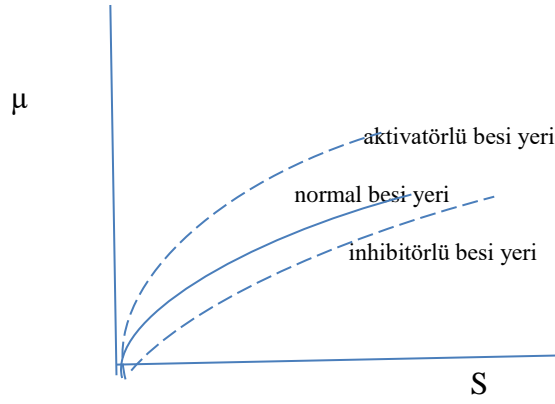


MİKROORGANİZMALARIN GELİŞME VE ÜREMELERİ ÜZERİNE İNHİBİTÖRLERİN ETKİSİ

Giriş

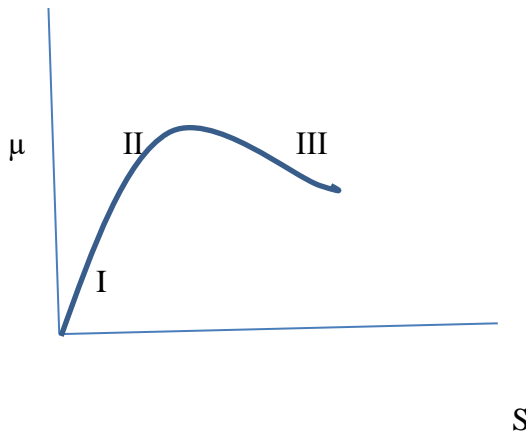
İnhibitörler mikroorganizmalardaki enzimatik olayları yavaşlatan ve bu nedenle gelişmeyi önleyen maddelerdir. Tıpkı enzim sistemlerinde olduğu gibi inhibitörler, mikroorganizmaların bünyelerine girebilme yönünden substratlarla yarışır, yani “yarışmalı” ya da “yarışmasız” inhibisyon olabilir. Bazı hallerde ise bir inhibitör iki etkiyi birden gösterebilir. Gelişme için gerekli olmayan fakat maksimum gelişme hızını arttıran maddelere “**aktivatör**” denir. Şekilden de görüleceği üzere, bir inhibitör μ_m değerini azaltır, k_s 'i artırır. Aktivatör ise tersini yapar.



İnhibisyon:

- 1) Substrat inhibisyonu
- 2) 2.madde inhibisyonu: a) yarışmalı inhibisyon, b) yarışmasız inhibisyon,
- 3) Ürün inhibisyonu
olmak üzere sınıflandırılır.

1) Substrat inhibisyonu:



Eğri üzerinde 3 bölge vardır:

$$dX/dt = \mu X = \mu_m SX / \{(K_S + S) (1 + S / K_I)\}$$

şeklinde yazılabileceği deneysel verilere dayanılarak bulunmuştur. Burada, K_I , substratın inhibisyona bağlı ayrışma sabitidir.

I. Bölge:

S çok küçük ise, $K_I \gg S$ olduğundan S ihmal edilir ve inhibisyon durumundaki denklem şöyle olur:

$$dX/dt = \mu X = \mu_m SX / (K_S + S)$$

$K_S \gg S$ ise,

$$dX/dt = \mu X = \mu_m SX / (K_S),$$

$$(1/X) dX/dt = \mu = \mu_m S / K_S$$

(örnek: endüstri atık sularındaki bazı özel kimyasal maddelerin aktif çamur yöntemiyle arıtılması.)

II. Bölge:

$$dX/dt = \mu X = \mu_m SX / \{(K_S + S) (1 + S / K_I)\}$$

$$(1/X) (dX/dt) = \mu = \mu_m / \{(K_S/S + 1) (1 + S / K_I)\}$$

$$(1/X) (dX/dt) = \mu = \mu_m / \{1 + K_S/S + S / K_I + K_S/K_I\}$$

III. Bölge:

$$K_S = 10-50 \text{ mg/lt}; K_I = 100-5000 \text{ mg/lt}$$

K_S / K_I terimi ihmal edilebilir.

Bu durumda:

$$(1/X) (dX/dt) = \mu = \mu_m S / \{S + K_S + S/K_I\}$$

Bu bölgede substrat inhibisyonunun etkisi çok olmakta ve $K_I \gg K_S$ olduğunda K_S/K_I ihmal edilebilmektedir.

Tepe noktasında $(d\mu/dS) = 0$ olduğundan yukarıdaki ifadenin türevi alınıp sıfıra eşitlenirse, $S_{mi} = \sqrt{K_S K_I}$ bulunur. Buna karşısı gelen μ değeri μ_m dir.

2) 2.madde İnhibisyonu:

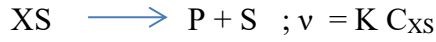
a) Yarışmalı inhibisyon:



$$K_s = C_X C_S / C_{XS}$$



$$K_i = C_X C_I / C_{XI}$$



$$C_X = C_X + C_{XS} + C_{XI}$$

DeneySEL sonuçlar, yarışmalı inhibisyon olduğundan Monod denkleminin,

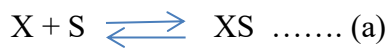
$$\mu = \mu_m S / \{ \alpha K_s + S \} \quad \text{ve } q = q_m S / (\alpha K_s + S)$$

$$\alpha = 1 + C_I / K_i$$

$$C_I = 0 \text{ ise } \alpha = 1$$

K_i çok büyük ise I/K_i terimi ihmal edilebilir. K_s değeri α ile artmakta fakat değişmemektedir.

b) Yarışmasız inhibisyon:



(b) ve (c) için aynı ayrışma sabiti K_i , (a) ve (d) için aynı ayrışma sabiti K_s kullanılırsa;

$$\alpha = 1 + C_I / K_i$$

İnhibitör, K_s değerini değiştirmeden μ_m değerini azaltmaktadır. $S \gg K_s$ ise

$$\mu = \mu_m / \alpha \text{ veya } q = q_m / \alpha \text{ olur.}$$

3) Ürün İnhibisyonu:

- a) Yarışmalı: oluşan ürün substrat ile yarışma halindedir.
b) Yarışmasız: ürün substratla ilişkiye girmez.

$$a) \mu = \mu_m S / \{ S + K_S (1 + P/K_i) \}$$

Nadir görülür.

$$b) \mu = \mu_m S / \{ (S + K_S) (1 + P/K_i) \}$$

Glikoz \longrightarrow alkol

ÜRÜN OLUŞUM HIZI İLE ÜREME HIZI ARASINDAKİ BAĞINTI

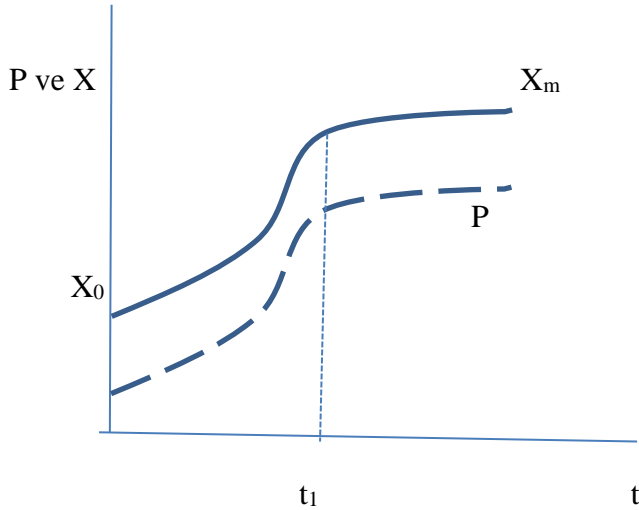
Ürün oluşum hızı: $dP/dt = q_p X$; q_p = özgül ürün oluşum hızıdır.

Kesikli fermantörde t_1 anında oluşan ürün derişimini bulmak için;

$$\int dp = q_p \int X dt, \text{ (integraller, P ile } P_0 \text{ ve 0 ile } t_1 \text{ arasında)}$$

$P = P_0 + q_p \int X dt$ bağlantısı elde edilir. Başlangıçta $P = P_0$ ise,

$$P - P_0 = q_p \int X dt$$



(X) eğrisinin altında kalan alan $\int X dt$ ifadesini verir.

$X = X_0 e^{\mu t}$ yazarak ürün derişimi hesapla da bulunabilir.

$$P - P_0 = q_p \int X_0 e^{\mu t} dt = P_0 + q_p X_0 (e^{\mu t} / \mu) dt$$

$$\text{Ya da } P - P_0 = q_p X_0 (e^{\mu t} / \mu)$$

Üreme durunca, yani X sabit evreye erişince ürün oluşumu artmayacağından t_1 zamanına kadar sabit kalan q_p değeri gittikçe azalmaya başlar. Bu evrede yaşanan

mikroorganizmalardaki enzim aktiviteleri de azalmaktadır. Bu evrede mikroorganizma derişimi X_m gibi maksimum değere ulaştığından herhangi bir dt zamana aralığındaki ürün üretimi;

$$dP = X_m q_p dt, \text{ ya da,}$$

$$\int dP = X_m \int q_p dt \text{ (P}_1 \text{ den P}_2 \text{ ye; t}_1 \text{ den t}_2 \text{ ye)}$$

q_p karşı t grafiğindeki alanda ($P_2 - P_1$) hesap edilir. t_1 anından sonra aktivite azalışı;

$$dq_p / dt = \lambda q_p \text{ (}\lambda \text{ = aktivitenin kaybolma hızı),}$$

$$q_p = (q_p)_0 e^{-\lambda t}$$

ya da

$$\log q_p = \log (q_p)_0 - (\lambda / 2.303) t$$

Bu evrede mikroorganizma enzimlerinin yarılanma süresi $\ln 2 / \lambda$ bağlantısına göre hesap edilir.

Ürün oluşumu ile mikroorganizma üremesi birbiriyle doğrudan ilgili ise,

$$dP = Y_{P/X} dX \text{ eşitliği geçerlidir.}$$

$$dP / dt = Y_{P/X} dX / dt = Y_{P/X} \mu X$$

Burada, $Y_{P/X}$ = mikroorganizma derişimine göre ürün verimi,

$Y_{P/S}$ = tüketilen substrata göre ürün verimi.

$$dP = Y_{P/XS} (-dS)$$

$$dP / dt = Y_{P/S} (-dS / dt)$$

$$-Y_{X/S} dS / dt = \mu X \text{ olduğundan,}$$

$$-dS / dt = \mu X / Y_{X/S}$$

Yukarıdaki denkleme yerleştirilirse,

$$dP / dt = Y_{P/S} (\mu X / Y_{X/S}),$$

$$Y_{P/X} = Y_{P/S} / Y_{X/S}$$

