

PREMESSA: GLI ENZIMI COME RIMEDIO ALLA BASSE TEMPERATURE INVERNALI

Con l'avvicinarsi della stagione invernale molto spesso gli impianti di depurazione acque reflue iniziano a risentire delle condizioni climatiche avverse, e di sovente le rese di abbattimento degli inquinanti si abbassano.

Questa situazione mette il gestore in difficoltà nel rispettare i limiti di legge.

Una possibile soluzione a tale problema possono essere gli enzimi.

Qui di seguito sono stati quindi riportate alcune informazioni riguardanti gli enzimi e la loro applicazione nelle acque reflue.

COS'E' L'ENZIMA

L'**enzima** è un agente catalitico biologico, cioè un catalizzatore proteico di una reazione chimica specifica.

Gli enzimi sono molecole straordinarie, responsabili di tutte le trasformazioni chimiche cellulari, essi si associano a uno o più ligandi, detti substrati, e li convertono in prodotti chimicamente modificati ripetendo l'operazione continuamente ad una velocità impressionante.

COME FUNZIONA

Il processo di catalisi indotto da un enzima consiste in un accelerazione della velocità della reazione quindi in un più rapido raggiungimento dello stato di equilibrio termodinamico. Un enzima accelera unicamente la velocità delle reazioni chimiche, diretta ed inversa (dal composto A al composto B e viceversa), senza intervenire sui processi che ne regolano la spontaneità.

Il suo ruolo consiste nel facilitare le reazioni attraverso l'interazione tra il *substrato* (la molecola o le molecole che partecipano alla reazione) ed il proprio *sito attivo* (la parte di enzima in cui avvengono le reazioni), formando un *complesso enzima-substrato*.

L'affinità dell'enzima per il substrato è quindi la coordinazione necessaria per il suo funzionamento; ma questo non significa che nel complesso le forze di interazione debbano essere molto elevate: se il complesso enzima-substrato fosse eccessivamente stabile, per esempio, l'enzima non tenderebbe a formare i prodotti. Se l'affinità troppo alta fosse invece tra enzima e stato di transizione (o tra enzima e prodotto) la reazione si bloccherebbe, non permettendo al complesso di dissociarsi e liberare i prodotti.

Avvenuta la reazione, il prodotto viene allontanato dall'enzima, che rimane disponibile per iniziarne una nuova.

S A F E S Y S T E M S R L

Sede Legale

Via Castellana, 86/C
30030 Martellago (VE)
PI e CF: 04186590271

Sede Operativa

Via Zamenhof, 817
36100 Vicenza

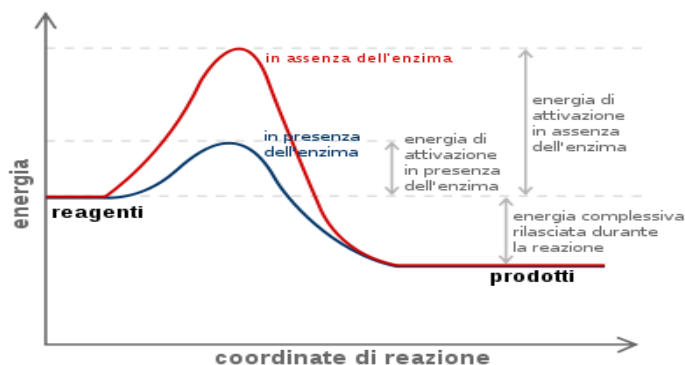
Internet

www.safe-system.it

Contatti

e-mail safe@safe-system.it
Tel +39 0444 1620662
Fax +39 0444 1620601

Gli enzimi permettono una riduzione dell'energia di attivazione di una reazione, accelerando in modo consistente la sua velocità.



[Da A.L. Lehninger, Zanichelli 1979]

POTERE CATALITICO DI UN ENZIMA

Il potere catalitico cioè la capacità di aumentare la velocità di reazione è molto elevato, infatti un enzima fa aumentare la **velocità della reazione in cui interviene di almeno 1 milione di volte**, e la specificità degli enzimi dipendono da interazioni che si stabiliscono tra il substrato e una regione specifica dell'enzima (**SITO ATTIVO**).

Queste interazioni sono responsabili della fase iniziale delle reazioni enzimatiche: la formazione del **COMPLESSO ENZIMA-SUBSTRATO**.

Aumentando la concentrazione di substrato (a concentrazione costante di enzima) la velocità di reazione aumenta in definitiva, ma raggiunge una velocità massima detta di **SATURAZIONE**.

L'azione catalitica di un enzima consiste fondamentalmente in un ciclo di quattro fasi, che per una stessa molecola enzimatica si ripetono migliaia di volte in tempi molto brevi, dell'ordine di minuti o di frazioni di questi, poiché l'enzima si ritrova inalterato al termine di ogni ciclo può iniziare immediatamente il ciclo successivo.

Queste fasi possono essere così schematizzate:

- a) Il substrato (o i substrati) si combina specificamente con la molecola di enzima, formando un intermedio indicato come **complesso enzima-substrato**.

S A F E S Y S T E M S R L

Sede Legale

Via Castellana, 86/C
 30030 Martellago (VE)
 PI e CF: 04186590271

Sede Operativa

Via Zamenhof, 817
 36100 Vicenza

Internet

www.safe-system.it

Contatti

e-mail safe@safe-system.it
 Tel +39 0444 1620662
 Fax +39 0444 1620601

- b) La combinazione con l'enzima "attiva" il substrato rendendo più reattivi alcuni legami chimici nella sua molecola.
- c) Grazie all'intervento catalitico di specifici raggruppamenti chimici presenti sulla superficie enzimatica, generalmente in prossimità del substrato, questo viene trasformato nel prodotto (o nei prodotti) della reazione.
- d) I prodotti si dissociano dall'enzima che può nuovamente andare incontro alla fase a).

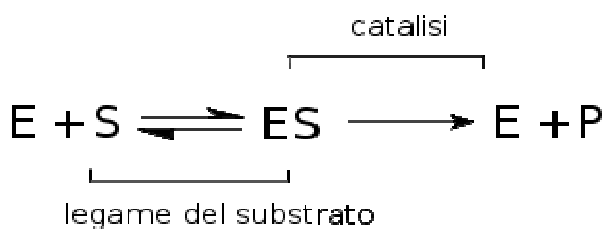
Ciò avviene perché a concentrazioni sufficientemente alte di substrato tutte le molecole dell'enzima sono impegnate nei complessi ES (=sono saturate dal substrato) ed un aumento della concentrazione di substrato non può aumentare ulteriormente la velocità della reazione (L.Michaelis, 1913).

Ci sono dei fattori che influenza l'attività enzimatica, i principali sono:

1. Temperatura
2. pH
3. Concentrazione del substrato

CINETICA ENZIMATICA

Per molti enzimi la relazione tra velocità della reazione e concentrazione del substrato è quella prevista dal modello di Michaelis-Menten che prevede la formazione del complesso ES.



La cinetica enzimatica si occupa in modo particolare degli aspetti cinetici (cioè legati al fattore tempo) del legame enzima-substrato e della conseguente generazione di un prodotto. Il maggior contributo di Michaelis-Menten fu quello di suddividere idealmente l'azione degli enzimi in due fasi. Nella prima fase il substrato si lega reversibilmente all'enzima, formando un complesso enzima-substrato (ES), a volte chiamato complesso Michaelis-Menten in loro onore.

La fase successiva è la vera e propria conversione del substrato a prodotto.

Sede Legale

Via Castellana, 86/C
 30030 Martellago (VE)
 PI e CF: 04186590271

Sede Operativa

Via Zamenhof, 817
 36100 Vicenza

Internet

www.safe-system.it

Contatti

e-mail safe@safe-system.it
 Tel +39 0444 1620662
 Fax +39 0444 1620601

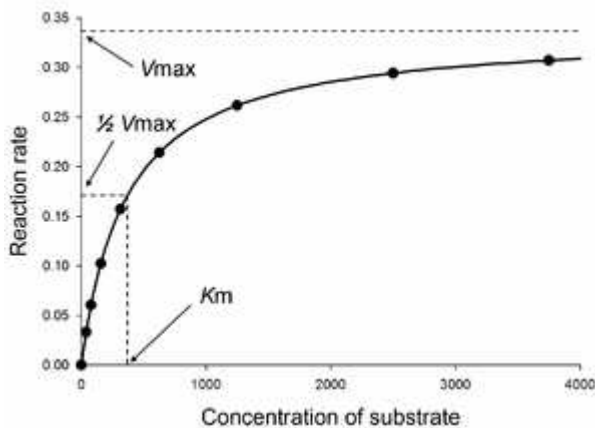


Figura. Curva di saturazione per una reazione enzimatica: evidenziata la relazione tra la concentrazione di substrato (S) e la velocità di reazione (v). [A.L. Lehninger, Zanichelli 1979]

La velocità massima di una reazione enzimatica individuabile incrementando la concentrazione di substrato fino a raggiungere un livello a cui la velocità stessa rimane costante (nella curva di saturazione, è il livello indicato in alto a destra). La saturazione ha luogo perché, all'aumentare della concentrazione di substrato, un quantità sempre maggiore di enzima libero è convertita nella forma ES. Alla velocità massima (definita V_{max}) dell'enzima, tutti i siti attivi dell'enzima sono saturi di substrato, e l'ammontare del complesso ES è pari a quello dell'enzima stesso.

La velocità enzimatica dipende dalle condizioni della soluzione e dalla concentrazione del substrato.

Condizioni denaturanti, come le alte temperature, pH lontani dalla neutralità o alte concentrazioni saline riducono l'attività enzimatica. Alte concentrazioni di substrato, invece, tendono ad incrementare l'attività.

Sede Legale

Via Castellana, 86/C
 30030 Martellago (VE)
 PI e CF: 04186590271

Sede Operativa

Via Zamenhof, 817
 36100 Vicenza

Internet

www.safe-system.it

Contatti

e-mail safe@safe-system.it
 Tel +39 0444 1620662
 Fax +39 0444 1620601