

8. CINÉTICA Y CRECIMIENTO BACTERIANO. Ecuaciones del crecimiento bacteriano. La curva de crecimiento. Cinética de Monod. Cultivo continuo. Diauxia. Rendimiento.

Crecimiento: aumento ordenado de todos los componentes químicos de un sistema biológico.

1. Ecuaciones con respecto al número o masa celular. El crecimiento de una población bacteriana sigue una cinética de primer orden:

$$V_{\text{aumento cél.}} = k \cdot [n^{\circ} \text{ o masa de células}]$$

, siendo **k** la *constante de velocidad de crecimiento*.

Relacionada con ella está *el tiempo de generación* (tiempo necesario para que la población se duplique): $t_g = \ln 2/k$.

La V de crecimiento de cualquier componente puede expresarse como:

$$\log_{10} N - \log_{10} N_0 = k(t-t_0)/2.303$$

o, tomando antilogaritmos:

$$Z = Z_0 \cdot 10^{k(t-t_0)/2.3}$$

lo que indica una variación exponencial del n° de cél con el tiempo.

Y de forma más sencilla: $N = N_0 \cdot 2^n$ siendo n el número de generaciones.

En una curva típica de crecimiento bacteriano pueden distinguirse cuatro etapas:

- fase de *latencia*
- fase de *crecimiento exponencial*
- fase *estacionaria*
- fase de *muerte*.

La muerte se define en Microbiología como la pérdida irreversible de la capacidad de reproducirse. La cinética de muerte sigue también una disminución exponencial del número de supervivientes con el tiempo.

2. Ecuaciones con respecto al substrato. La velocidad de crecimiento de los microorganismos se ajusta a una cinética descrita por Monod (1949):

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

siendo:

μ la velocidad específica de crecimiento

μ_{max} la V específica máxima

S la concentración de substrato

K_s la constante de afinidad.

Cultivo continuo: reactores.

Las poblaciones microbianas pueden ser mantenidas en estado de crecimiento exponencial durante largo tiempo utilizando sistemas de cultivo continuo, como es el quimiostato o los reactores. La velocidad de crecimiento de las bacterias es función del nutriente limitante: la velocidad de adición de medio determina la velocidad de crecimiento bacteriano y el sistema está autorregulado. Excepciones: i) por encima de una determinada conc. de nutrientes la bacteria no puede disminuir su t_g y ii) si $V_{dil} > t_g$ habría lavado.

Diauxia

Si el medio contiene dos fuentes de C diferentes, las bacterias tienden a utilizar aquella que les proporcione mayor rendimiento energético. Cuando ésta se acaba, hay un tiempo de adaptación al segundo sustrato que, a continuación, es consumido. El rendimiento y velocidad de crecimiento es mayor para el primer sustrato que para el segundo.

Rendimiento

Es la cantidad de biomasa producida por unidad de sustrato consumido (Y). Es muy variable, desde un 20-50% para bacterias heterotróficas aerobias hasta un 2-4% para anaerobias (metanobacterias), y refleja la eficiencia con que se genera ATP a partir de un sustrato.

Todas estas ecuaciones y parámetros son fundamentales en diferentes procesos de Biotecnología ambiental (v.g.: depuración de aguas residuales).