

La fermentación láctica es un proceso celular anaeróbico donde se utiliza glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico.

Este proceso lo realizan muchas bacterias (llamadas bacterias lácticas), hongos, algunos protozoos y en los tejidos animales.

En efecto, la fermentación láctica también se verifica en el tejido muscular cuando, a causa de una intensa actividad motora, no se produce una aportación adecuada de oxígeno que permita el desarrollo de la respiración aeróbica. Cuando el ácido láctico se acumula en las células musculares produce síntomas asociados con la fatiga muscular. Algunas células, como los eritrocitos, carecen de mitocondrias de manera que se ven obligadas a obtener energía por medio de la fermentación láctica; por contra, las neuronas mueren rápidamente ya que no fermentan, y su única fuente de energía es la respiración.

1. PROCESO.

En condiciones de ausencia de oxígeno (anaerobias), la fermentación responde a la necesidad de la célula de generar la molécula de NAD^+ , que ha sido consumida en el proceso energético de la glucólisis. En la glucólisis la célula transforma y oxida la glucosa en un compuesto de tres átomos de carbono, el ácido pirúvico, obteniendo dos moléculas de ATP; sin embargo, en este proceso se emplean dos moléculas de NAD^+ que actúan como

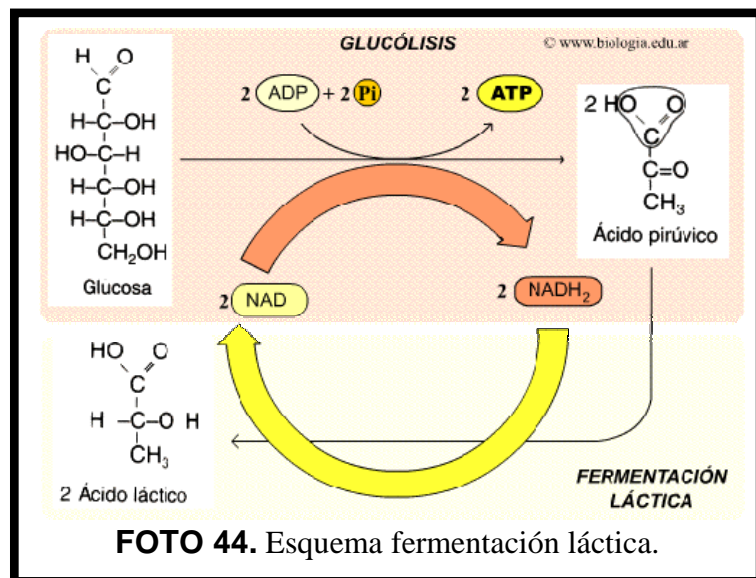
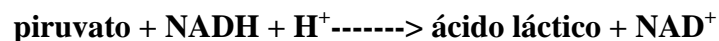


FOTO 44. Esquema fermentación láctica.

aceptores de electrones y se reducen a NADH (Ver **IMAGEN X**).

Para que puedan tener lugar las reacciones de la glucólisis productoras de energía es necesario reoxidar el NADH ; esto se consigue mediante la cesión de dos electrones del NADH al ácido pirúvico, que se reduce a ácido láctico.



2. APLICACIONES.

Un ejemplo de este tipo de fermentación es la acidificación de la leche. Ciertas bacterias (*Lactobacillus*, *Streptococcus*), al desarrollarse en la leche utilizan la lactosa (azúcar de leche) como fuente de energía. La lactosa, al fermentar, produce energía que es aprovechada por las bacterias y el ácido láctico es eliminado.

La coagulación de la leche (cuajada) resulta de la precipitación de las proteínas de la leche, y ocurre por el descenso de pH debido a la presencia de ácido láctico. Este proceso es la base para la obtención del yogur. El ácido láctico, dado que otorga acidez al medio, tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos.

3. FACTORES A CONTROLAR EN LA FERMENTACIÓN ÁCIDO LÁCTICA.

La temperatura, la concentración de sal común, y la exclusión del aire son los principales factores que influyen en el curso de la fermentación.

3.1. Temperatura.

Crea las condiciones óptimas para el desarrollo de microorganismos responsables.

Ejerce una influencia fundamental en la calidad de la col fermentada, y de ella depende además la duración de la fermentación.

La temperatura más favorable para el desarrollo de *lactobacilos* que intervienen en la fermentación de la col viene a ser 30 °C. A esta temperatura se garantiza sobre todo una rápida propagación de la acidez y con esto una reducción del tiempo de fermentación, por desgracia a esta ventaja se une un inconveniente. El producto así preparado tiene mal aroma, ya que las bacterias lácticas heterofermentativas no se multiplican suficientemente.

La temperatura alta favorece el ablandamiento de las verduras por proceso autolíticoenzimáticos y la aparición de sustancias mucilaginosas, y se acelera la destrucción del ácido ascórbico que tienen gran valor y las coles fermentadas presentan peor color.

Para evitar estas pérdidas de calidad, es práctica corriente mantener la temperatura de fermentación entre 10 y 20 °C.

3.2. Concentración de sal común.

El NaCl (Cloruro de sodio o sal de cocina), es la única sal utilizada en la fermentación, debido a que otras sales pueden ser tóxicas o amargas y comunicarles condiciones peligrosas e indeseables al producto.

La cantidad de sal añadida puede ser alta o baja, y depende del tiempo de vegetal; zanahoria, cebolla, coliflor y otras, que no se marchitan cuando se colocan en la salmuera son conservados en salmuera fuerte (10,5 al 15% de sal). A estas concentraciones de sal no ocurre ningún deterioro por microorganismos, ni tampoco ocurre fermentación láctica, porque la preservación se debe fundamentalmente al alto contenido de sal.

En salmueras diluidas, los azúcares que fluyen del interior del vegetal, son fermentados por las bacterias productoras de ácido láctico, y la sal y el ácido, acoplados con las condiciones anaeróbicas preservan el vegetal. Los gérmenes perjudiciales que compiten con los lácticos, por ejemplo, los proteolíticos y los esporulados aerobios y anaerobios son mucho más inhibidos por la sal que los productores de ácido láctico.

La aplicación de sal en la fermentación de vegetales inhibe la proliferación de microorganismos putrefactivos; también afecta el desarrollo de especies patogénicas y toxigénicas.

El crecimiento de especies de *Salmonella* se previene por concentraciones de 6 % de NaCl; el *Clostridium botulinum*, es el microorganismo que más interesa controlar; porque produce una toxina fatal, pero todos los tipos de *C. botulinum* se inhiben por 10-12 % sal. El *Staphylococcus aureus* es capaz de resistir una concentración superior al 15 % en algunos casos hasta un 20 %, pero 5% es la concentración de sal más alta a la cual puede formar toxina.

De otra parte, especies útiles e inocuas, incluyendo bacterias productoras de ácido láctico, y algunas especies de levaduras, son afectados por la sal, *Lactobacillus delbrueckii* puede crecer en medio que contiene 18 % de NaCl.

Es bueno tener en mente, que una concentración de sal por encima de 8 % para pepinos y aceitunas, y mayor de 2,5 % para repollo, puede prevenir o retardar una fermentación láctica deseable. De otra parte, concentraciones muy bajas de sal, pueden resultar en el reblandecimiento de los vegetales encurtidos.

El repollo acondicionado con sal seca (dry salting), por el proceso de fermentación produce el Sauerkraut, en cambios los vegetales colocados en salmuera (brine salting) nos produce los encurtidos.

3.3. Exclusión de Aire.

Las bacterias lácticas pertenecen a los microorganismos anaerobios facultativos, es decir, que pueden desarrollarse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno. Sin embargo, la fermentación no tiene lugar en presencia de aire, por lo que se toman las correspondientes medidas para desalojarlo procurando que durante la fermentación no penetre aire de nuevo. Las bacterias productoras de ácido láctico, especialmente hongos y levaduras, son solo convenientes en cantidades limitadas en la primera fase de la fermentación. Cantidades mayores de levaduras y de hongos, por su intenso metabolismo aerobio destruyen en breve tiempo cantidades relativamente grandes de hidratos de carbono que serán necesario para la formación de ácido láctico, y además ciertas levaduras y hongos consumen el ácido láctico, resultando la elevación del pH y la aparición de bacterias proteolíticas que pueden causar alteraciones de la col fermentada.

La mayor forma de evitar la presencia de oxígeno en la col en fermentación consiste en cerrar herméticamente el tanque de fermentación, usando recipientes de gomas con hojas de plásticos, evitando que la cimmas o parte superior de las verduras en fermentación sobresalgan del borde del tanque, es decir, procurando que esté bien sumergidas, en la salmuera.

Lo microorganismos aerobios, al consumir los restos de oxígenos existentes en la cuba de fermentación proporcionan de esta forma condiciones favorables para el desarrollo de las bacterias anaerobias productoras de ácido láctico.