

FERMENTACIÓN DE VEGETALES



FERMENTACIÓN DE VEGETALES

- Muchos vegetales han sido preservados mediante salado, con varios grados de fermentación, dependiendo de la concentración de sal utilizada.
- Pepinos, repollos y olivas dan cuenta del gran volumen de vegetales fermentados en occidente, pero menores cantidades de pimientos, zanahorias y coliflores son preservados con salmuera.

FERMENTACIÓN DE VEGETALES

- **La fermentación de vegetales involucra una complejidad de factores físicos, químicos y microbiológicos que han sido bien caracterizados en las últimas décadas.**
- **Las actividades microbianas durante la fermentación natural y almacenaje de vegetales ha sido dividida en cuatro etapas: iniciación de la fermentación, fermentación primaria, fermentación secundaria y postfermentación.**

ETAPAS DE LAS ACTIVIDADES MICROBIANAS DURANTE LA FERMENTACIÓN NATURAL DE VEGETALES

| <u>Etapas</u> | <u>M.O. Involucrados</u> |
|---------------------------|---|
| • Iniciación ferm. | Bacterias Gram + y – |
| • Ferm. Primaria | bacterias ác. Láctico, levaduras |
| • Ferm. Secundaria | Levadur.fermentativas LAB han sido inhibidas por pH bacter ác propiónico. Clostridia |

ETAPAS DE LAS ACTIVIDADES MICROBIANAS DURANTE LA FERMENTACIÓN NATURAL DE VEGETALES

- | • <u>Etapas</u> | <u>M.O. Involucrados</u> |
|----------------------------|---|
| • Post fermentación | Tanques abiertos: Crec. Superficial de levaduras oxidativas, hongos y bacterias. |
| | Tanques anaeróbicos: ninguno, por el pH y por la acidez. |

FERMENTACIÓN DE VEGETALES

- **Durante los últimos años se han hecho grandes esfuerzos para desarrollar métodos de cultivos puros y fermentaciones controladas. Pero sistemas controlados como los utilizados en la producción de bebidas alcohólicas o derivados de la leche no han sido usados a escala comercial.**
- **Los vegetales fermentados en muchos casos aumentan su valor nutricional ya que las bacterias pueden aportar vitaminas.**

INICIACIÓN DE LA FERMENTACIÓN

- **Muchos vegetales, en la presencia de concentraciones apropiadas de sal (NaCl) y bajo condiciones ambientales adecuadas sufrirán fermentación por bacterias del ác. láctico (LAB).**
- **El número de LAB es muy bajo inicialmente comparado con el total de M.O.; las LAB eventualmente predominan debido a la producción de ácido y otros productos que restringen el crecimiento y sobrevivencia de otros grupos de M.O.**

INICIACIÓN DE LA FERMENTACIÓN

- **El hecho que los LAB ganen en número durante estos procesos también es un reflejo de muchos factores, incluyendo poblaciones iniciales de todos los M.O., propiedades físicas y químicas de los vegetales y el ambiente físico y químico en el cuál los vegetales son colocados.**
- **Cada vegetal puede reflejar una respuesta única durante la iniciación de la fermentación.**

INICIACIÓN DE LA FERMENTACIÓN

- **Se sabe que la sal ejerce dos efectos importantes en su rol preservativo:**
- **Dirige el curso de las actividades microbianas y**
- **Previene el ablandamiento del tejido vegetal.**
- **Aunque la sal se agrega comúnmente en las fermentaciones vegetales, las concentraciones utilizadas y su efecto sobre la fermentación y calidad del producto varía ampliamente.**

MICROORGANISMOS SOBRE LOS VEGETALES USADOS PARA FERMENTACIÓN

| Microorgan. | Pepino | Repollo |
|--------------------------------------|--|--|
| Aerobios totales | 1.6×10^4 bact/g | 1.3×10^5 bact/g |
| Enterobacteria ceas | 3.9×10^3 “ | 3.9×10^3 “ |
| Bacterias del ác. Láctico | 5×10^0 “ | 4.2×10^1 “ |
| Levaduras | 1.6×10^0 “ | < 10 “ |

FERMENTACIÓN DE PEPINOS

- **Los pepinos son usados en varias formas para hacer pickles, incluyendo fermentación en salmuera.**
- **El propósito primario de la fermentación es servir como un medio temporal de preservación de los pepinos en tanques hasta que se necesiten para el procesamiento en varias formas, como pickles dulces o ácidos. El producto fermentado puede o no ser pasteurizado dependiendo del uso que se dará.**



FERMENTACIÓN DE PEPINOS

- **Los pepinos son cosechados y separados por tamaño, antes de ser colocados en grandes tanques conteniendo una solución salina donde ellos son dejados para su fermentación.**
- **Los pepinos intencionalmente no son lavados antes de salar así los M.O. Presentes en la piel reflejan el tipo de suelo y condiciones climáticas a las cuales el fruto fue expuesto, tanto como los métodos de cosecha y manejo utilizados. .**

FERMENTACIÓN DE PEPINOS

- **La microflora se encuentra localizada sobre o en la superficie más externa de los pepinos.**
- **Se ha reportado que también se encuentra una población latente de bacterias en el interior del fruto, probablemente del tipo Enterobacteriaceae.**
- **Los pepinos son colocados en grandes tanques conteniendo 6-12% NaCl.**
- **Con la sal, los sustratos solubles difunden a la solución permitiendo el desarrollo de los M.O.**

FERMENTACIÓN DE REPOLLOS

- **La microflora de los repollos es más numerosa en las hojas externas y disminuye en número hacia el interior y el número relativo de LAB es más alto en el interior.**
- **Las hojas de repollo pueden ser lavadas, lo que reduce la presencia de M.O. en relación a los LAB y cortadas.**
- **Se agrega sal seca antes de colocarlas en los estanques de fermentación. La sal constituye entre 2 y 2.25% del peso de las hojas.**

FERMENTACIÓN DE REPOLLOS

- **Se agrega sal seca antes de colocarlas en los estanques de fermentación. La sal constituye entre 2 y 2.25% del peso de las hojas.**
- **La cantidad de sal influye en la cantidad de salmuera producida y en la velocidad y tipo de acción microbiana.**
- **La relativamente baja concentración de sal y la mayor disponibilidad de nutrientes de las hojas cortadas resulta en un más rápido crecimiento inicial de los M.O. que en el caso de los pepinos.**

FERMENTACIÓN DE OLIVAS

- **La fermentación de las olivas es un proceso único, a diferencia del caso de los pepinos y los repollos, en parte por la presencia del glucósido fenólico oleuropein, de sabor amargo.**
- **En el proceso que se realiza en España para las olivas verdes, las olivas son expuestas a una solución alcalina con el objeto de degradar este compuesto, por lo tanto eliminando el sabor amargo y luego lavando para eliminar el exceso de álcali. Luego se colocan en una salmuera de 7% de NaCl y se dejan fermentar.**

FERMENTACIÓN DE OLIVAS

- Existen dudas acerca de si este compuesto oleuropein inhibe la actividad de la LAB.
- En algunos casos no se tratan con álcali antes de la sal muera, puede ser debido a que son poco amargas o porque se las deja madurar en el árbol antes de cosecharlas, lo cuál aparentemente reduce el sabor amargo.

FERMENTACIÓN DE OLIVAS

- La fermentación de las olivas la realizan especies de LAB que se encuentran naturalmente en esos ambientes. Las especies dependen de la cantidad de sal utilizada.
- Entre las especies de M.O. están *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* y otros.
- Las levaduras también pueden ser activas en los primeros días de la fermentación.
- En el caso de usar las olivas no tratadas con álcali, serían las levaduras las responsables de su fermentación.

FERMENTACIÓN PRIMARIA

- **Se han reportado cuatro géneros de bacterias productoras de ácido láctico en la fermentación de vegetales.**
- **Especies de Streptococcus se encuentran sobre los vegetales frescos y pueden estar presentes en las etapas iniciales de la fermentación.**
- **Los otros tres géneros son (Leuconostoc, Pediococcus y Lactobacilos) característicamente aparecen en estas fermentaciones.**

FERMENTACIÓN PRIMARIA

- Los principales carbohidratos fermentables en los vegetales son glucosa y fructosa, aunque también pueden estar presentes sacarosa y otros azúcares.
- La fermentación de glucosa y fructosa produce generalmente ác. láctico, pero también se puede producir CO_2 , etanol, ác. acético y manitol.

FERMENTACIÓN PRIMARIA

- **Las levaduras pueden o no estar presente en esta fermentación, depende de la materia prima y de las condiciones ambientales.**
- **Las especies que participan en la fermentación de los pepinos y las olivas son especies de Candida, Rhodotorula, Saccharomyces, Torulopsis, etc.**
- **Pueden producir CO₂ y etanol en condiciones anaeróbicas.**

CHUKRUT

- La fermentación natural de chukrut se caracteriza por una progresión en el crecimiento de especies de LAB, comenzando con *Leuconostoc mesenteroides* (sensible al ácido) y terminando con el ácido tolerante *Lactobacillus plantarum*.
- La temperatura necesaria para producir un buen chukrut varía entre 13 y 24°C y la concentración de sal entre 1.8 y 2.25%.
- Las hojas cortadas y saladas son colocadas en tanques y tapadas haciendo presión para ayudar en la extracción de los azúcares.
- Se dejan fermentando hasta que alcanzan 1% ác. láctico.

FERMENTACIÓN SECUNDARIA

- **Se puede producir una segunda fermentación, esta vez por levaduras, debido a la presencia de azúcares reductores presentes aun después de la acción de LAB.**
- **Esto se puede evitar agregando ácido sórbico, que inhibe el desarrollo de las levaduras.**
- **También se puede producir una segunda fermentación por acción de bacterias tipo Clostridium que producen ác. butírico de los azúcares disponibles.**

PEPINOS FERMENTADOS QUE SUFREN UNA SEGUNDA FERMENTACIÓN (AC. BUTÍRICO)

| Compuesto | Previo a la Ferment. | Luego de la Ferment. I | Después de podrirse |
|--------------|----------------------|------------------------|---------------------|
| Glucosa | 27.1 mM | ND | ND |
| Fructosa | 34.3 “ | ND | ND |
| Ac. Málico | 12.6 “ | ND | ND |
| Ac. Acético | 53.2 “ | 63.7 mM | 105.3 mM |
| Ac. Láctico | ND | 140.1 “ | ND |
| Etanol | ND | 7.3 “ | 1.7 “ |
| Ac. Butírico | ND | ND | 38.7 “ |

FERMENTACIÓN SECUNDARIA

- Los vegetales fermentados alcanzan estabilidad debido a:
- Ausencia de azúcares fermentables
- pH alrededor de 3.8 o mas bajo.
- Exclusión del Oxígeno

POSFERMENTACIÓN

- **Una vez terminada la fermentación es bueno que el producto sea estable, esto dependerá de las condiciones de acidez, presencia de azúcares fermentables, concentraciones de sal, etc.**
- **El contacto del alimento con el oxígeno debe ser evitado, ya que se puede producir el desarrollo de M.O. capaces de crecer en las condiciones de acidez del producto.**
- **Si llegaran a crecer hongos y levaduras formadoras de película sobre el ác. láctico, subiría el pH y crecerían otros M.O. causantes del deterioro.**

POSFERMENTACIÓN

- Otra forma de evitar el deterioro de los productos fermentados es mediante el uso de CO_2 , este inhibirá el desarrollo de los M.O. Aeróbicos.
- Utilizando vasijas anaeróbicas.
- En algunos casos como el chuckrut se puede calentar con el objeto de pasteurizar.