



LOS MICROORGANISMOS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Microorganismos y alimentos

Habitualmente, los microorganismos tienen mala fama. Se los asocia a las enfermedades y al deterioro de los alimentos. Sin embargo, cumplen muchas funciones beneficiosas para otros seres vivos y el ambiente. Además, el hombre ha aprendido a aprovecharlos en beneficio propio. Por ejemplo, en la producción de alimentos.

La biotecnología alimentaria tradicional utiliza ampliamente los microorganismos, que intervienen en diferentes etapas de la producción del alimento. Son esenciales para la producción de muchos alimentos, como el vino, la cerveza, panificados, productos lácteos, entre otros. En muchos de estos productos los microorganismos hacen su función durante el proceso de producción, pero no están presentes como células vivas en el producto alimentario. En otros, los microorganismos están presentes en el producto, como en muchos productos lácteos.

Los microorganismos se usan también ampliamente para producir suplementos y aditivos (por ej. vitaminas, conservantes, aromatizantes y colorantes naturales), o aditivos para el procesado, como las enzimas. Las enzimas purificadas a partir de microorganismos se utilizan para producir ingredientes como el jarabe de maíz rico en fructosa.

Muchos microorganismos, que tienen una larga tradición de utilización en la industria alimentaria, se han modificado mediante técnicas tradicionales de mutagénesis y de selección. Esto ha permitido un uso cada vez más eficiente y controlado de los microorganismos. Además, en los últimos años se han desarrollado las herramientas para poder mejorarlos por técnicas de ingeniería genética, lo que ha hecho aún más eficiente su aprovechamiento.

Los Microorganismos: La definición clásica de microorganismo considera que es un organismo microscópico constituido por una sola célula o agrupación de células. Se consideran como tales a las bacterias, los hongos (levaduras y hongos filamentosos muy pequeños), e incluye también a los virus, aunque la estructura de ellos es más simple y no llega a conformar una célula.

Bacterias. La célula procariota típica de una Eubacteria posee pared celular, membrana citoplasmática y el citoplasma sin organelas ni divisiones, en el cual el material genético (un solo cromosoma circular) se encuentra suelto en el citoplasma ya que no existe envoltura nuclear, en una región conocida como nucleoide. Algunas especies contienen plásmidos, que son pequeñas moléculas circulares de ADN que suelen codificar para genes que le otorgan a la bacteria ciertas ventajas adaptativas, como por ejemplo: enzimas que le permiten degradar distintas fuentes de carbono, enzimas que producen antibióticos o incluso otras enzimas que le permiten tolerar la presencia de ciertos antibióticos.

Entre las especies bacterianas de interés industrial están las bacterias del ácido acético, *Gluconobacter* y *Acetobacter* que pueden convertir el etanol en ácido acético, principal componente del vinagre. Las bacterias del ácido láctico incluyen, entre otras, las especies de los géneros *Streptococcus*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc* que producen yogur y queso.

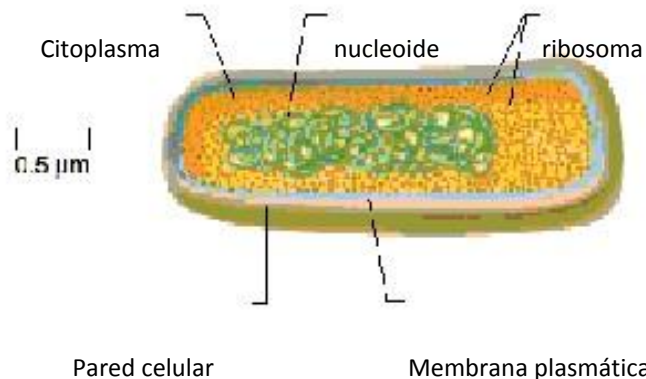
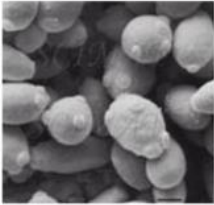


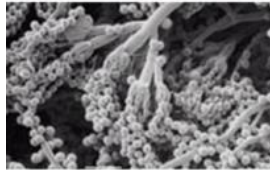
Figura 1

(Fuente: fig 1.8 Brock)

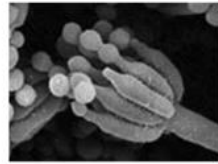
Hongos Las levaduras son organismos eucariontes, y como tales tienen el material genético en el núcleo, cuentan



Saccharomyces cerevisiae
pan, vino, cerveza



Penicillium camemberti
queso



Penicillium notatum
penicilina

con organelas y sistema de membranas (mitocondrias, retículos, etc.), y tienen pared celular. La levadura más conocida y utilizada para la mayoría de los procesos fermentativos es *Saccharomyces cerevisiae*. Con ella se produce el pan, el vino y la mayoría de las demás bebidas alcohólicas. Existen otros tipos de hongos asociados a los alimentos y que no son levaduras. Se trata de los hongos filamentosos, pluricelulares que presentan regiones del cuerpo diferenciadas. Sus células son eucariontes, con pared celular. Dentro del grupo de los hongos filamentosos se encuentran aquellos que son fuente de enzimas comerciales (amilasas, proteasas, pectinasas), ácidos orgánicos (cítrico, láctico), quesos especiales (Camembert, Roquefort) y de las setas.

Uso de microorganismos a escala industrial: El uso de microorganismos para la obtención de alimentos es una de las aplicaciones más antiguas de la biotecnología. En la actualidad se han ido seleccionando las mejores cepas y se han desarrollado grandes industrias y economías en base a ellos. Ya sea bacteria o levadura, existen varias características que debe cumplir un microorganismo para su uso en la industria:

- El tamaño de la célula debe ser pequeño para facilitar el intercambio de sustancias con el entorno y permitir, de esta forma, una elevada tasa metabólica.
- Producir la sustancia de interés.
- Estar disponible en cultivo puro.
- Ser genéticamente estable.
- Crecer en cultivos a gran escala.
- Crecer rápidamente y obtener el producto deseado en un corto período de tiempo.
- No ser patógeno para el hombre o para los animales o plantas.
- El medio de cultivo debe estar disponible en grandes cantidades y ser relativamente barato.

La fermentación: El proceso común que interviene en la fabricación del pan, el vino y los quesos (por citar sólo algunos alimentos), es la fermentación que realizan los microorganismos presentes en la materia prima. El término *fermentación* es entendido de forma distinta en el contexto de la biología celular que en el contexto industrial.

En el sentido biológico la fermentación es un proceso de obtención de energía en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) que puede generar como producto final ácido láctico (fermentación láctica, por las bacterias ácido-lácticas) o etanol (fermentación alcohólica por levaduras).

La reacción de la fermentación láctica sería:



La reacción de la fermentación alcohólica sería:



En el contexto industrial, se denomina fermentación a un proceso microbiano a gran escala, tanto si se realiza en condiciones aeróbicas como anaeróbicas.

Bacterias productoras de queso

La elaboración del queso consta de varias etapas, que comienza con la pasteurización de la leche. Luego se agrega el fermento que contiene las bacterias lácticas, y se deja madurar la leche. Como consecuencia de la fermentación, en la cual las bacterias degradan el azúcar de la leche (lactosa), se obtiene ácido láctico. El ácido láctico desnatura las proteínas de la leche (fundamentalmente caseína) que precipitan arrastrando con ellas la grasa. Además, produce acidez que inhibe el desarrollo de gérmenes indeseables, incluyendo los potencialmente patógenos.

Una vez que las proteínas de la leche han coagulado, el cuajo obtenido se calienta y se exprime para eliminar la porción acuosa de la leche (suero), se sala y se somete a un proceso de maduración (salvo en el caso de los quesos blandos no madurados). La producción de cuajo se puede realizar también añadiendo quimosina, un enzima que se extrae del estómago de los terneros, pero que en la actualidad es producida por microorganismos modificados genéticamente.

Cada tipo de queso es elaborado por distintas cepas de bacterias. El fermento utilizado tiene una importante función en el desarrollo de sabor, aroma y textura de los quesos. Algunas bacterias lácticas generan como producto de la fermentación de la lactosa dióxido de carbono (además de ácido láctico). Ese gas es el responsable de los “ojos” de los quesos de pasta semidura como el Gruyere y Pategras, y también facilita la abertura de la masa en quesos como el Roquefort o el Camambert, lo cual es necesario para permitir el crecimiento del hongo *Penicilium* (*P. rocheforti* y *P. Camamberti*, respectivamente) que le otorga las características peculiares a estos quesos.

Levaduras en la producción de bebidas alcohólicas: La fermentación a gran escala por acción de las levaduras es responsable de la producción de alcohol para fines industriales y de bebidas alcohólicas. Las bebidas alcohólicas más importantes que se producen industrialmente con intervención de las levaduras son el *vino* (fermentación de zumo de uvas), la *sidra* (fermentación del zumo de manzana), la *cerveza* (fermentación de cereales malteados), y *bebidas destiladas* producidas por condensación del alcohol proveniente de la fermentación. En todos estos procesos se utilizan levaduras del tipo *Sacharomyces cerevisiae*, que es la misma que se utilizaba en la antigüedad para el mismo fin. Desde entonces, las levaduras han sido cultivadas en laboratorio durante tanto tiempo que se han ido seleccionando y mejorando cepas según distintas propiedades. Por ejemplo, la mayoría de los zumos de frutas sufren una fermentación natural causada por levaduras “silvestres” que están presentes en la misma fruta. De estas fermentaciones naturales se han seleccionado levaduras para una producción más controlada y hoy en día la producción de bebidas alcohólicas es una gran industria extendida por todo el mundo. En la actualidad también es posible mejorar este tipo de levadura por técnicas de ingeniería genética, con el objetivo de obtener un producto de mejor calidad y más uniforme.

La fabricación de cerveza.

CÓMO SE ELABORAN LAS ALE



La cerveza se obtiene por fermentación de cereales malteados. Las levaduras no pueden fermentar directamente el almidón de los cereales, por lo tanto primero se prepara la *malta* con los granos de cereal y enzimas que digieren el almidón de los granos y lo convierten en azúcar. La obtención del líquido fermentable a partir del cual se fabrican las cervezas se prepara en un proceso denominado *amasado*, en el cual los cereales se cuecen y dejan macerar a temperatura templada. Dependiendo de los cereales utilizados, la temperatura y el tiempo de amasado, se obtendrán productos finales con distintas características. A los cereales se le agrega también lúpulo, que da el aroma y el sabor amargo, y actúa como antiséptico impidiendo su alteración.

Durante el período de calentamiento, las enzimas de la malta digieren los almidones y liberan azúcares simples que son fermentados por las levaduras. Después de cocido, este mosto de cerveza es filtrado y sometido a varios procesos físicos y químicos para llegar al espumoso producto final. Las levaduras que se utilizan habitualmente en la producción de cerveza se denominan *Saccharomyces carlsbergensis* y *Saccharomyces cerevisiae*.

La elaboración del vino. Existe un gran número de vinos diferentes y su calidad y características varían considerablemente. Las levaduras implicadas en la fermentación del vino son de dos clases: las “silvestres” que se encuentran en las uvas (tal como se cosechan) y se transfieren por lo tanto al mosto, y la levadura de vino cultivada, *Saccharomyces ellipsoideus*, que se añade al mosto para comenzar la fermentación. Mientras la levadura silvestre tolera hasta un 4% de alcohol, la cultivada tolera mayores porcentajes. Dependiendo del tipo de uva que se utiliza y de cómo se prepare el mosto (el zumo obtenido luego de aplastar las uvas), se producirá vino blanco o tinto y las distintas variedades de uvas darán origen a distintos tipos de vinos blancos y tintos. El *vino espumoso*, como el champán, es el que contiene una cantidad considerable de dióxido de carbono que surge de la fermentación final que realiza la levadura dentro de la botella.

Levaduras en la elaboración del pan: Existe constancia de la fabricación de pan y de la utilización de levaduras desde el año 2300 a. C. en que los egipcios descubrieron de forma casual el proceso de la fermentación. A partir de este descubrimiento, la fabricación de pan se convirtió en un oficio que se fue extendiendo por todo el mundo. La especie de levadura que más veces se utiliza para la fermentación del pan normal es *Saccharomyces cerevisiae*, aunque se utilizan también otros microorganismos para influir sobre el aroma y sabor del pan. Los más frecuentes son bacterias del género *Lactobacillus* y otras levaduras (*Saccharomyces pastorianus*, *Saccharomyces ellipsoideus*, *Mycoderma cerevisiae*, *Torula utilis*) y muchas otras con las que se obtienen diferentes resultados. El proceso que ocurre en la elaboración del pan es también una fermentación alcohólica. Utilizando los componentes de la harina, la levadura fermenta expulsando al medio dióxido de carbono y alcohol. El alcohol obtenido se evapora en el momento del horneado del pan, y el dióxido de carbono desprendido de dicha fermentación, en vez de convertirse en burbujas como en el champán o en la cerveza, es el responsable de los agujeritos y aspecto esponjoso de la miga del pan.

Microorganismos modificados genéticamente: Desde la década de 1990 se están empleando y se están desarrollando microorganismos modificados genéticamente que podrían favorecer a la industria alimenticia. Entre ellos:

- levaduras de pan que hacen que la masa leve más rápido,
- levaduras capaces de utilizar de mejor forma los carbohidratos presentes en las materias primas convencionales. Las levaduras modificadas genéticamente para metabolizar un amplio espectro de azúcares también ayudan a reducir los niveles de desechos contaminantes en los efluentes de las industrias.
- bacterias lácticas (que se adicionan al yogurt), que permiten mantener un yogurt fresco durante muchas semanas sin el riesgo de que se vuelva ácido o amargo.
- cultivos modificados que protejan a los alimentos de la acción de otras bacterias que podrían provocar el envenenamiento de los alimentos.
- cultivos lácteos iniciales que producen compuestos saborizantes para resaltar el sabor del alimento, y capaces de resistir la contaminación viral que arruina la producción de lácteos.

ACTIVIDAD

Adivina adivinador

A continuación se presenta una breve explicación del contenido o proceso de obtención de un alimento. Los identifique de qué alimento se trata.

- 1) Bebida hecha a base de cereales triturados y malteados para obtener un mosto, con el agregado de lúpulo, levaduras que realizan fermentación alcohólica y retención de dióxido de carbono que genera espuma.
- 2) Comida hecha con *S. cerevisiae* agregada a harina y agua; las levaduras se alimentan de los carbohidratos en la mezcla y producen dióxido de carbono y alcohol que se evapora durante el horneado.
- 3) Carne triturada, curada y sazonada que se incuba con microorganismos para producir ácidos que le otorgan sabores y aromas particulares.
- 4) Líquido producido a partir de vino, con el agregado de virutas de madera y hierbas cubiertas por la bacteria *Acetobacter aceti*, que convierten el vino en un líquido agrio.
- 5) Alimento cuya leyenda de origen narra que “...un nómada árabe transportaba leche utilizando como recipiente estómago de un rumiante; como el estómago tiene las enzimas necesarias para cuajar la leche, y el desierto estaba caluroso, al parar a descansar en un oasis...”, obtuvo este rico alimento.