

Aplicación de **Enzimas** en la **Producción Industrial**

Ana Lucia Cortés Gavilanes

Las enzimas vuelven los procesos eficientes y menos costosos, en muchos casos, ya que tienen un alto grado de especificidad y adaptabilidad (suaves condiciones de trabajo).

Enzimas en la Industria

Las ventajas de utilizar enzimas en la industria nos ofrece la posibilidad de:

- ▶ Sustitución de ingredientes y coadyuvantes en procesos
- ▶ Ahorro con procesos mas eficientes obteniendo menos subproductos indeseados y mayor capacidad de planta con un incremento de rendimiento de producto.
- ▶ Ganancia: mejora propiedades deseables obteniendo un producto único (jarabe de alta concentración de fructosa).

Las enzimas vuelven los procesos eficientes y menos costosos, en muchos casos, ya que tienen un alto grado de especificidad y adaptabilidad (suaves condiciones de trabajo). Además, lograr más material procesado con el mismo equipo y menos consumo de energía también ahorra costos.

Enzimas en la Industria de Alimentos

Existe una gran gama de enzimas que puede ser utilizada en la industria alimenticia. Esto gracias a que las enzimas pueden:

- ▶ Reducir viscosidad (hidrólisis),
- ▶ Mejorar extracciones (degradación de pectina),
- ▶ Hacer bioconversiones (glucosa a fructosa),
- ▶ Causar separaciones (separación del suero en queso),
- ▶ Cambiar funcionalidades (proteína de soya mas soluble, mayor duración del pan),
- ▶ Modificar sabores (quesos como parmesano y cheddar).

Panadería

Al igual que toda materia viva, las células de los granos de cereales utilizados para la fabricación de harina contienen enzimas; siendo las más importantes las amilasas y las proteasas, pero a menudo no en las proporciones idóneas; por lo tanto es necesario adicionar enzimas complementarias del mismo tipo, o con funciones adicionales para mejorar el producto final.

Amilasas: Son capaces de degradar el almidón en azúcares solubles, que son transformados luego por la levadura durante el horneado. Las alfa-amilasas tie-



nen efectos significativos sobre los productos panificados. Si el contenido es bajo, habrá baja producción de dextrinas y gas por tanto, un tamaño reducido del pan y un mal color de la corteza.

Amiloglucosidasa: Aumenta la formación de glucosa en la masa y por lo tanto las reacciones de Maillard responsables del color dorado de la corteza del pan. La enzima hidroliza los enlaces 1,4 alfa y 1,6 alfa en la amilosa y amilopectina para producir glucosa adicional y/o dextrinas. Con la adición de esta enzima, se asegura una levadura más viva, aumentando el volumen del pan, además de mejorar su color.

Pentosanasa: Hidroliza las pentosanasa presentes en el harina de trigo y centeno, que impiden el desarrollo del gluten, vital para formar la estructura del pan; con esta hidrólisis, la masa resulta más fácil de manejar, el pan tiene un mayor volumen y la miga una mejor estructura.

Proteasas: Especiales para el área de galletería. Como es bien sabido, el harina de galletería, es diferente es sus características de la harina para panadería. Se requieren harinas blandas (contenido bajo de proteínas), con gluten no demasiado fuerte, para facilidad de manejo de la masa. Por tanto es necesario añadir un agente debilitador del gluten. Generalmente se usan agentes reductores, como el metabisulfito de sodio, que desafortunadamente afecta otras sustancias del harina, como el contenido de vitaminas (B₁) que se destruyen completa o parcialmente, y que además esta prohibido ya en muchos países, por riesgos en salud (cancerígeno). La solución natural, son las proteasas, que ablandan o debilitan el gluten, sin afectar los demás ingredientes de la masa (vitaminas).

Lipasa: Actúa sobre la grasa de la harina, mejorando así la textura, en especial de panes con bajo o ningún contenido de grasa como el pan francés. Además fortalece el gluten, por un mecanismo aun no definido.

Amilasa maltogénica bacteriana: Obtenida mediante ingeniería genética; retarda el proceso de endurecimiento del pan. La humedad del almidón se libera cuando los gránulos de almidón se convierten de forma soluble a insoluble (retrogradación: paso de estado amorfo dilatado a estado cristalino); cuando el almidón ya no puede «retener» el agua, pierde su flexibilidad y el pan se endurece y se pone quebradizo; esta amilasa maltogénica modifica el almidón.

Frutas y Verduras

Todas las frutas contienen cantidades variables de pectina (sustancia aglutinante de las paredes celulares de las plantas). En la fruta verde, la pectina esta presente en su forma insoluble, a veces denominada protopectina (causa la dureza de la fruta verde). Al madurar, se realiza una degradación parcial en una forma más soluble, ablandando la estructura de la fruta. Debido a la solubilidad parcial en esta fase, algo de la pectina pasa al zumo durante el prensado, y produce aumento de viscosidad y dificultad para obtener rendimientos de zumo óptimos. El zumo es pobre en color, y en componentes de sabor, es difícil de clarificar y de filtrar. Pero hay enzimas que pueden mejorar el proceso.

Pectinasas: el tratamiento enzimático con este tipo de enzimas, ayuda a solucionar los problemas antes mencionados (viscosidad, rendimiento, color, etc.). Al añadir un preparado enzimático a la pulpa de fruta antes del prensado, se facilita la liberación del zumo, con una considerable mejora de los rendimientos y la capacidad de prensado. La despectinización completa, asegura una buena clarificación y filtración eficiente de los zumos, así como una buena estabilidad en los concentrados producidos, ya que no se presenta precipitación por pectinas o gomas. Además, en el caso de zumos concentrados de fruta, la despectinización es necesaria para impedir la gelatinización durante el proceso o el almacenamiento.

Amilasas: cuando la fruta tiene alto contenido de almidón, o el proceso implica la necesidad de degradar el almi-

dón (zumos transparentes); se puede utilizar una glucoamilasa que cataliza la hidrólisis del almidón, resultando posible la conversión casi completa del almidón en glucosa. La hidrólisis del almidón en azúcares sencillos constituye uno de los más importantes cambios que se producen en la mayoría de los frutos que están madurando; es por esto que al emplear amilasas, pueden utilizarse frutas que no están completamente maduras, obteniendo sabor adecuado en el zumo y evitando enturbiamiento después de la concentración. Esta enzima es perfectamente compatible con los preparados enzimáticos pectolíticos, por lo que la despectinización y la hidrólisis del almidón se pueden realizar simultáneamente en el proceso.

Celulasas y hemicelulasas: se utilizan para hidrolizar las paredes celulares de las frutas o vegetales; obteniendo una licuefacción total, mejorando el rendimiento del zumo y la extracción del color; además se evita el enturbiamiento de los concentrados de zumo de fruta.

Arabinasas: el polisacárido arabinano constituye parte importante de las paredes celulares de la fruta y puede producir enturbiamiento en los concentrados de fruta. Al aumentar los rendimientos del proceso, se extraen altas cantidades de arabinano, por lo que el riesgo de enturbiamiento aumenta; pero ese enturbiamiento aparece con el tiempo y es difícil de prever por eso los concentrados enzimáticos para frutas deben contener siempre suficiente cantidad de arabinasa.

CERVECERÍA

El proceso consta de las siguientes etapas:

- ▶ Maceración: donde la malta triturada se mezcla con agua caliente y los adjuntos que pueden ser maíz, arroz o cebada generalmente.
 - ▶ Filtración del mosto: donde se obtiene el mosto dulce.
 - ▶ Adición del lúpulo: se hierve el mosto con el lúpulo.
 - ▶ Enfriamiento.
 - ▶ Fermentación: adición de levadura.
 - ▶ Maduración.
 - ▶ Filtración final
 - ▶ Embotellado.
- Dentro de este proceso se usan las enzimas para lo siguientes objetivos:
- ▶ Reemplazar malta por cebada: la cebada no malteada contiene los mismos componentes básicos de la malta; la principal diferencia es que la cebada tiene bajo contenido de enzimas; si se añaden alfa-amilasas, glucanasas y proteasas al mosto se puede obtener una degradación satisfactoria de polisacáridos y proteína, utilizando mayor proporción (50%) de cebada no malteada y así bajar costo.
 - ▶ Incrementar la proporción de adjuntos: son fuente adicional de almidón. Como la cantidad de proteína de algunos adjuntos es pequeña, al usar una proteasa, se puede solubilizar más



proteína para la levadura y así lograr un mejor desarrollo.

- ▶ Licuefacción de adjuntos: para romper la resistencia al ataque de las enzimas de los cereales, estos se hierven antes de ser añadidos, por lo que se vuelven más viscosos y difíciles de manejar; se hace necesario licuarlos antes de bombearlos a la caldera del mosto; esta licuefacción se hace con alfa-amilasa termoestable para asegurar el proceso.
- ▶ Mejorar la filtración: los beta-glucanos son sustancias que aumentan la viscosidad del mosto; aunque normalmente son solubles, se insolubilizan a ciertas concentraciones de alcohol, precipitándose. La solución son las beta-glucanasas para degradarlos en la maceración o al iniciar la fermentación.
- ▶ Menor tiempo de maduración: en el principio de la fermentación la levadura forma alfa-acetolactato que se convierte lentamente en diacetilo, el cual imparte mal sabor. Al final de la fermentación y en la maduración, la levadura convierte la mayoría de diacetilo en acetoina de sabor neutro. La enzima alfa-acetolactato-descarboxilasa reduce la formación de diacetilo ya que degrada el alfa-acetolactato directamente en acetoina, lo que reduce el tiempo de maduración, y en consecuencia da mayor capacidad de proceso.

- ▶ Cerveza de bajas calorías: en condiciones normales no todo el almidón se degrada en azúcares fermentables; alrededor de 1/3 se convierte en dextrinas que pasan a la cerveza terminada; ellas son carbohidratos es decir calorías. Pueden añadirse enzimas capaces de degradar las dextrinas en glucosa, así la levadura la transformará en alcohol y CO₂; esto conlleva a un menor contenido calórico en el producto final.

Regulación y Aseguramiento

La aplicación de enzimas en los alimentos esta regulada. Organismos internacionales como el comité de expertos en aditivos para alimentos (JEFCA) DE FAO/WHO y el codex de químicos para alimentos (FCC), han estudiado y elaborado los lineamientos para la aplicación de enzimas como aditivos, o como ayudantes de proceso. AMFEP en Europa y ETA en EUA trabajan a nivel regional e internacional para armonizar las regulaciones sobre enzimas. AMFEP, se asegura de que las enzimas utilizadas en alimentos se obtengan a partir de microorganismos no patógenos y no tóxicos; y cuando la enzima se obtiene por ADN recombinante, las características del microorganismo donador y receptor se estudian profundamente.

La mayoría de las enzimas para alimentos se usan como ayudantes de proceso, y no tienen ninguna función en el producto final; en este caso, no es necesario declararlas en la etiqueta, pues no están presentes en el alimento terminado. Pero cuando se usan como aditivo, si deben ser declaradas en la etiqueta. Las buenas prácticas de manufactura se aplican en esta industria, y las claves están en el control del microorganismo seleccionado para la producción de la enzima, el control y monitoreo para asegurar las condiciones óptimas para obtener el mejor rendimiento durante la fermentación y el mantener condiciones asépticas en el proceso de recuperación y purificación.

Las enzimas comerciales generalmente vienen como preparados enzimáticos en soluciones acuosas cuando el estado final es líquido, y como microgranulados especiales que no producen polvo.

Fuente: Novozymes (antes Novo Nordisk)

Enzimas Industriales

Colombia.

