

Aplicación de enzimas, granulados y líquidos, en el procesamiento de alimentos

Paul Steen. Finnfeeds Ltd.

La aplicación de enzimas se ha extendido en aquellos países en los que las dietas para animales están basadas principalmente en trigo, cebada, avena, triticale o centeno.

El rápido desarrollo comercial en los últimos años de esta nueva tecnología se puede atribuir a dos factores clave. Primero, la investigación ha acelerado y producido un mayor entendimiento de las propiedades anti-nutricionales de estos cereales y de los tipos de enzimas y dosis necesarias para eliminar o reducir sustancialmente sus efectos anti-nutricionales. Esto ha propiciado la comercialización de algunos productos enzimáticos que ofrecen consistentes beneficios económicos a los usuarios.

Segundo, los sistemas de soporte de enzimas se han desarrollado de forma termoestable para los componentes enzimáticos permitiendo que resistan los rigores de la mayoría de los procesos de pienso convencionales.

Desarrollos recientes en la tecnología de fabricación de

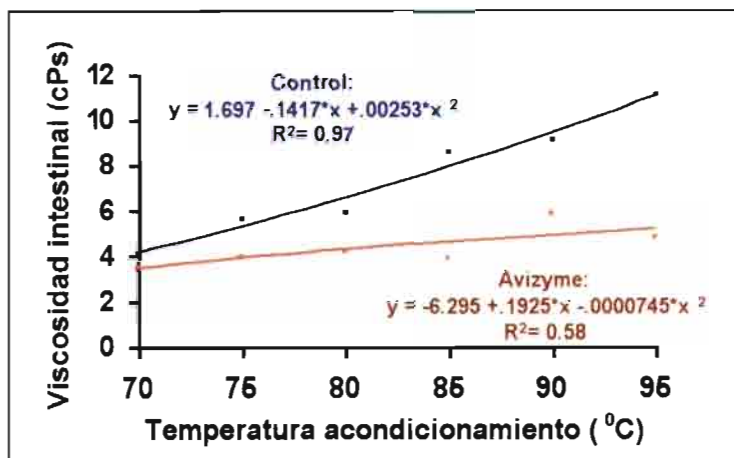


Figura 1. Efecto de la temperatura de procesamiento sobre la viscosidad in vivo.

en la higiene, eficacia en la producción y durabilidad del pienso. Sin embargo, el aumento de la temperatura de procesamiento ha tenido que centrarse también en la termoestabilidad de los ingredientes más sensibles al calor tales como las vitaminas, aminoácidos y enzimas.

Esto ha presentado un dilema interesante para la industria alimentaria comprometiendo lo que estos ingredientes pueden durar y que procesos de acondicionamiento permiten. Los enzi-

cimientos microbianos así como a la temperatura. La estabilidad se puede mejorar con la selección de enzimas que tengan una alta estabilidad inherente, con la selección de una protección adecuada y a través de nuevas técnicas de producción. Como resultado, algunos de los enzimas granulados han mostrado mantener su eficacia después de haber sido expuestos a temperaturas de acondicionamiento superiores a los 90°C. Sin embargo, cuando las temperaturas de procesamiento exceden esta temperatura es aconsejable usar enzimas líquidas, después de granular, evitando así la exposición a temperatura alevadas.

Actualmente, los enzimas están separados de otros aditivos altamente valorados debido a la ausencia de análisis de laboratorio validados para su determinación después de procesamiento del pienso. En ausencia de un análisis de pienso efectivo, el único método seguro para determinar el proceso de estabilidad de los enzimas son las pruebas in vivo o el bioanálisis del animal.

Evidentemente, no existe un método estándar en el mundo, se dan muchas variaciones en el procesamiento del pienso, como tiempo de retención, temperaturas y tamaños de pellets, Pickford (1992). Habiendo estableci-

do los inconvenientes, este artículo revisa las consideraciones prácticas cuando se utilizan enzimas en forma granulada o líquida.

Uso de enzimas granulados.

Existen dos consideraciones fundamentales para la adición de enzimas granulados al pienso. La primera es la incorporación de los enzimas a la harina para asegurar una distribución homogénea de los mismos y consecuentemente en el pienso final.

La otra consideración es el proceso térmico al que son sometidos los enzimas en el proceso de producción.

Aplicación de enzimas en la mezcladora.

La incorporación de micro-ingredientes como productos granulados durante el mezclado en la producción de pienso es una práctica, simple, adecuada y generalizada. La mayoría de las mezcladoras son capaces de mezclar adecuadamente micro-ingredientes a un porcentaje de inclusión de 1kg/t, teniendo en cuenta que las características físicas de los micro-ingredientes (forma, tamaño, densidad) son similares a las de los macro-ingredientes. Para mezcladoras menos efectivas y para menores porcentajes de inclusión, es práctica común incorporar aditivos en un premix de mayor inclusión, tanto directamente o como componente de un premix vitamínico/mineral.

Una mala mezcla se sabe que causa una dispersión pobre de los ingredientes activos, resultando en un coeficiente de variación inaceptable, y consecuentemente una homogeneidad inadecuada en la mezcla de los micro-ingredientes. Una mezcla prolongada o por más tiempo del necesario, puede causar que algunas de las partículas de la mezcla se carguen estáticamente, resultado una mezcla estática. La adición de líquidos a la mezcla puede ayudar a reducir este efecto y mejo-

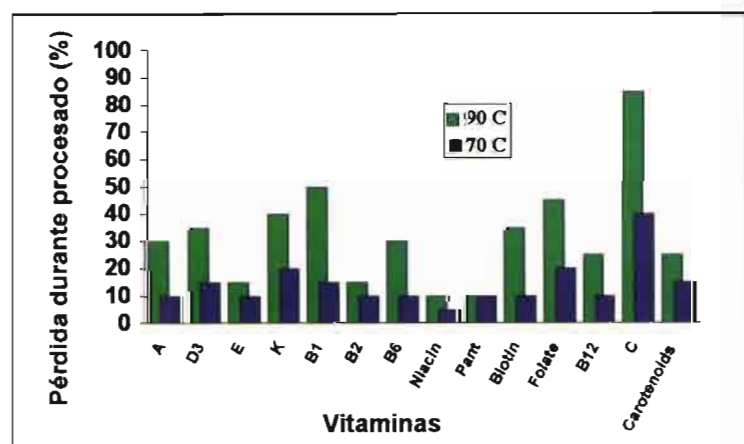


Fig. 2.-Efecto de la temperatura de procesamiento 70 y 90 deg C, sobre las vitaminas.

piensos han resultado en un aumento de la temperatura y presión de procesamiento (ej.: expanders). Esto ha producido unos beneficios tales como la mejora

mas, como cualquier otras proteínas son susceptibles a la degradación por factores medioambientales tales como pH extremos, presión excesiva, cre-

rar la mezcla limitando el efecto de filtración por donde las partículas pequeñas de la mezcla caen entre las partículas mayores causando una segregación.

Generalmente la adición de micro-ingredientes a la mezcla se lleva a cabo de dos formas, añadiéndolos manualmente a la mezcladora u otro instrumento, o dosificándolos con un sistema de micro-ingredientes en la mezcladora u otro instrumento. El punto de adición a la mezcladora difiere también de fábrica a fábrica, algunas añaden los micro-ingredientes al tanque de la mezcladora o la propia mezcladora. El tipo de método y punto de adición están basados en gran número de factores, ej: años de la fábrica, capacidad, especies específicas, pre/post molienda, ubicación de la mezcladora/punto de adición, etc. El método y punto de adición a la mezcladora puede causar muchos de los problemas que se tratan de evitar cuando se añaden micro-componentes a la mezcladora, ej: evitar pérdidas de concentración. Los criterios de la calidad de la mezcla, para satisfacer las necesidades nutricionales del animal, se pueden especificar como:

- Homogeneidad de toda la mezcla.
- Concentración de los aditivos en toda la mezcla.
- Nivel de excipiente en diferentes lotes.

La adición de micro-ingredientes manualmente es la más común. La adición manual es simplemente un tanque con una tapa neumática eléctrica fuera del tanque, el tanque tiene también un filtro. El operario carga el tanque con los micro-ingredientes apropiados, la tapa que está debajo del tanque se abre cuando recibe la orden del orde-

nador de mezcla y entonces los ingredientes se descargan en la mezcladora. El punto manual tiene que estar situado en una localización distinta en la fábrica para permitir al operario realizar un número de funciones, esto presenta el inconveniente de trasladar los micro-ingredientes a la mezcladora. Descargándolos simplemente en un convoy o ascensor para trasladar los componentes a la mezcladora puede llevar a una pérdida de concentración.

Una forma más práctica es trasladar los componentes a la mezcladora en un Convoy Circular Sellado (CCS). El CCS es un convoy neumático sellado diseñado específicamente para trasladar productos higroscópicos, friables y peligrosos. El CCS tiene la ventaja de poder funcionar sin un filtro para el polvo, lo que minimiza significativamente la pérdida de concentración. Cualquier polvo del ciclón se centrifuga sin entrar en contacto con el aire. El polvo vuelve al ciclón vía una tubería bypass para mezclarse con el resto de los componentes que entran en el ciclón. El CCS tiene una ventaja añadida y es la facilidad con la que se puede girar la tubería del convoy al punto de aplicación.

Las investigaciones llevadas a cabo en la Universidad del Estado de Kansas (McElhiney y Tangprasertchai, 1983) mostraron que la dispersión de micro-ingredientes en el pienso final, no se vio afectado significativamente por diluir primero los micro-ingredientes en el premix. Los cuadros I y II muestran los resultados de dos pruebas analíticas, análisis de producto y rastro de partículas de hierro.

Los resultados de las dos pruebas no mostraron diferencias significativas para los nive-

les de dilución.

Otra opción que ofrece un menor esfuerzo laboral y es más conveniente, es manejar los enzimas en CFI (contenedor flexible intermedio, ej: 1 tonelada) o a granel, e incorporarlos en la mezcladora con un sistema de micro-ingredientes. Este sistema ha encontrado un uso generalizado en la industria de alimentación animal debido a las ventajas que ofrece, mejora la adición, el control de inventario,

turalizador. Como consecuencia, durante la producción de los productos granulados de Finnfeeds se utiliza un proceso de estabilización patentado que confiere termoestabilidad a la actividad de los componentes enzimáticos, de modo que mantiene una eficacia in vivo hasta una temperatura de acondicionamiento máxima de 90 °C durante 1-2 minutos. Al aplicar elevadas temperaturas durante la

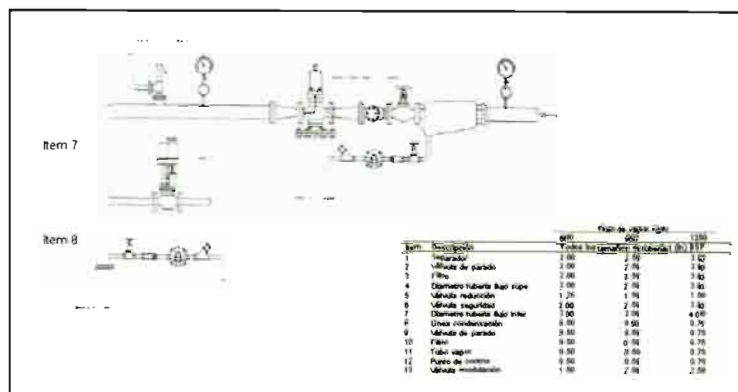


Fig. 3.-Ubicación de la línea de vapor y la válvula de reducción de presión, necesidades típicas de vapor para una producción de 10, 15 y 20 MTPH.

inclusión garantizada, reduce la exposición a aditivos dañinos de los empleados de la fábrica, etc.

Se ha demostrado también que no hay ventajas significativas en diluir los micro-ingredientes en los premixes, cuando hay una mezcladora eficaz, para usar un sistema de micro-ingredientes que pueda añadir directamente a la mezcladora pequeñas cantidades de micro-ingredientes.

Procesado térmico de pienso con enzimas. La segunda consideración es la eficacia de los enzimas granulados cuando son añadidos a piensos procesados a altas temperaturas. Por su propia naturaleza, el procesado con calor es altamente desna-

granulación, se aumenta la viscosidad intestinal del animal (pollos, ponedora, cerdos, etc.). Cuando se añaden enzimas a la dieta el efecto es disminuir la viscosidad intestinal (figura 1).

Los fabricantes de pienso procesan el pienso con calor por diferentes razones, aumenta la densidad a granel, esteriliza, aumenta el consumo, previene la descomposición de los nutrientes, etc. Aunque existen beneficios en el procesado con calor controlado, hay multitud de evidencias que presagian el peligro de un sobre procesado. Evidentemente, cuanto mayor es la temperatura de granulación mayor será la pérdida de nutrientes, siendo algunos nutrientes más susceptibles

CUADRO I. Resultados analíticos de productos en la dieta final a diferentes niveles de dilución (20 muestras por tratamiento). UEK (McElhiney y Tangprasertchai, 1983).

% Dilución	Media (gram/t)	Rango	CV (%)
Control	249	231 - 300	6.59
1:1	248	224 - 265	4.34
1:5	247	212 - 279	6.56
1:10	244	218 - 268	6.64
1:25	244	220 - 280	7.17
1:50	243	227 - 274	4.97

Recuperación esperada = 246 g/t

CUADRO II. Resultados analíticos de partículas de hierro en la dieta final a diferentes niveles de dilución UEK (McElhiney y Tangprasertchai, 1983).

% Dilución	Media (gram/t)	Rango	CV (%)
Control	14.25	10 - 21	18.82
1:1	13.85	9 - 22	23.34
1:5	13.85	8 - 19	22.87
1:10	13.40	8 - 24	30.09
1:25	14.00	10 - 19	21.11
1:50	13.50	7 - 18	25.38

Recuperación esperada = 12 por 50g muestra

a altas temperaturas (>195 deg F) que otros (figura 2).

Hay muchos tipos de acondicionadores y de principios de acondicionamiento, extrusadores, compactos, acondicionadores de alta fricción, barril acondicionador, acondicionamiento de largo tiempo o EERT (esterilización en retención y tiempo), etc. El factor común a todos es la adición de vapor a la harina.

El acondicionamiento requiere la inyección de vapor en la harina para elevar la temperatura y el nivel de humedad, una retención y agitación controlada dentro del barril acondicionador optimiza la absorción de humedad por la harina. Es importante alcanzar el balance exacto entre el calor y la humedad. El calor aplicado por el vapor causa una reacción química y física en la mezcla provocando la gelatinización del almidón y la plasticidad de las proteínas. La humedad hace que las partículas de la harina se adhieran a otras partículas, incluso humedece las materias primas absorbentes.

En muchas fábricas de pienso el vapor que se inyecta en el acondicionador es demasiado seco. Esto es el resultado de demasiada presión, de una tubería con un tamaño incorrecto y de una incorrecta ubicación de la válvula de reducción de presión (VRP). La presión del vapor en el punto de inyección tiene que mantenerse constante, esto se consigue con la instalación de una VRP en la línea de vapor anterior al acondicionador (figura 3).

Esto permite fluctuaciones en la corriente superior de la VRP, causadas por el fuego del hervidor, pero mantiene una presión constante en la corriente inferior. La ubicación de la VRP es crítica para la calidad del vapor. Si la VRP está situada demasiado cerca del acondicionador, el vapor no tiene tiempo suficiente para estabilizarse y alcanzar su temperatura de saturación. En los casos en los que la VRP está ubicada demasiado cerca del acondicionador, el resultado es una mezcla de vapor hipercauliente (debido al efecto de estrangulamiento a través de la VRP), vapor con alta velocidad y lo más probable vapor húmedo.

La cantidad de vapor necesario viene determinado por la

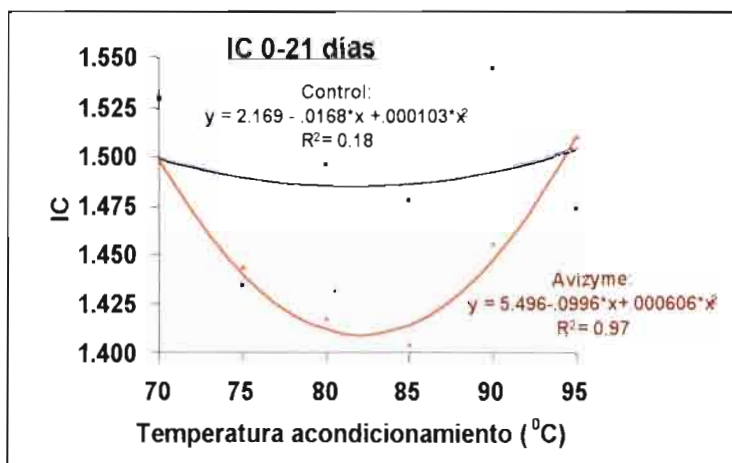


Fig. 4.-Efecto de la temperatura de procesado sobre los resultados productivos de pollos, dietas basadas en harina, harina acondicionada en acondicionador de tiempo corto, presión de vapor 22 psi (1.5 bar).

capacidad máxima de producción o en su caso por el acondicionador de largo tiempo (ALT). Esta confusión ha llevado a la instalación de equipos de tamaño incorrecto. El diámetro necesario de la tubería, después calcular la VRP de acuerdo a la cantidad de vapor necesario, la presión de la inyección de vapor al acondicionador (22 psi es lo normal) y la velocidad del vapor (50 ft/seg). Según la presión del vapor que pasa a través la VRP, el volumen de vapor aumentará. Si el diámetro de la tubería no se aumenta entonces la velocidad del vapor aumentará entrando a gran velocidad en el acondicionador. El otro elemento es que el vapor no alcanzará su temperatura de saturación por la reducción de presión y se dará sobre calentamiento.

¿Qué es un vapor sobre calentado? El vapor en contacto con agua, genera vapor saturado. Si se añade calor al vapor saturado y se mantiene la presión, su condición cambia a vapor sobre

calentado. Las propiedades del vapor sobre calentado, temperatura, contenido de calor y volumen son mayores que las del vapor saturado a la misma temperatura. El vapor sobre calentado no libera su calor latente o su humedad tan fácilmente como el vapor saturado. Esto expone a la harina a una mayor temperatura por más tiempo y por tanto afecta a los nutrientes sensibles al calor. La ubicación de la VRP debe ser localizada aproximadamente a 30 pies de la corriente superior desde el punto de aplicación. Se considera que esta distancia es necesaria para que el vapor se estabilice después de la reducción de presión y libere su temperatura saturada.

Otro punto a considerar es el aumento de temperatura de la harina cuando pasa por la matriz. Hay muchos factores que contribuyen al aumento de temperatura en la matriz, formulación del pienso, grosor de la matriz, velocidad de la matriz, especificación de la matriz, tem-

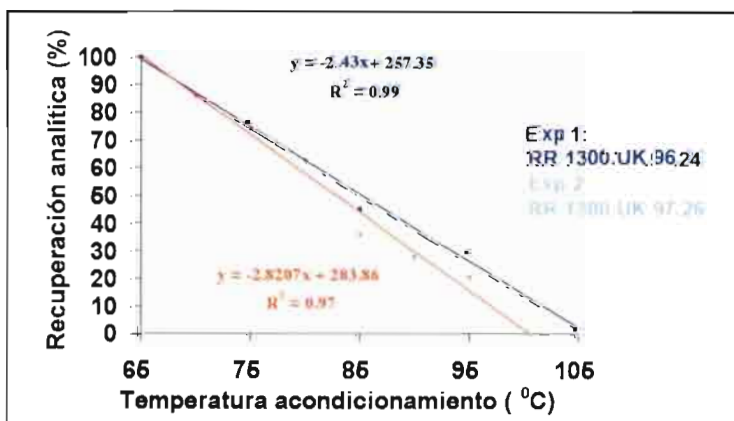


Fig. 5.-Efecto de la temperatura de procesado sobre la recuperación analítica de la xilanasa.

peratura inicial de procesamiento, capacidad de peletización, etc. En el caso de los enzimas, "la cobertura" de los enzimas sirven de "escudo térmico" al sustrato en cuestión.

Análisis de la recuperación de actividad enzimática.

La figura 4 muestra los efectos de la temperatura de acondicionamiento en los resultados productivos de pollos. Los efectos de IC con Avizyme se han demostrado hasta temperaturas de hasta 90 deg C. El resultado absoluto de IC tiende a deteriorarse después de los 85 deg C, aunque en esta prueba los efectos positivos sobre el IC se dieron hasta los 90 deg C.

La recuperación analítica de xilanasa no da un cuadro concluyente de la eficacia de los enzimas en el animal. Parece ser que el tratamiento térmico, (figura 5), hace más difícil extraer el enzima del pienso debido al efecto de encapsulamiento del enzima con su sustrato. Sin embargo, esto no quiere decir que no valga la pena analizar el pienso para su actividad xilanásica. Se puede determinar la recuperación xilanásica contra la recuperación esperada de acuerdo a la temperatura de procesado declarada por el productor de piensos y comprobar si concuerdan, o si el acondicionamiento debía hacerse a mayor temperatura.

Resumen. La recuperación analítica de Avizyme da una buena indicación de la intensidad del procesado, pero por sí misma no refleja la estabilidad enzimática y su eficacia intestinal. Protegiendo los enzimas se puede asegurar una cantidad de recuperación de xilanasa de piensos tratados térmicamente. La viscosidad de la digesta y los resultados productivos de los pollos dan la única prueba directa de la eficacia de los enzimas. Para una bioeficacia óptima de acondicionamiento y peletización la temperatura no debe exceder los 85°C. Cuando las condiciones de procesado exceden los 85 °C, la recomendación es aplicar enzimas en forma líquida pulverizados en el pienso final. ■