

Alimentación

Solubilidad de la proteína: indicador del procesado de la harina de soja

Nick Dale

(*Avicultura Profesional*, 5: 122, 1988)

En gran parte del mundo la harina de soja es la fuente de proteína más importante en las dietas para aves y cerdos, aunque se requiere un procesamiento especial antes de su utilización en las raciones. Después de un proceso de extracción con un solvente, la harina de soja es calentada para recuperar el hexano y destruir una serie de inhibidores nutricionales. El haba de soja cruda contiene una variedad de factores tóxicos inhibidores de la tripsina, hemoaglutininas, saponinas y un factor inhibidor de la vitamina A. Afortunadamente, estos factores tóxicos son sensibles a la temperatura y se destruyen mediante un procesamiento adecuado.

Durante su cocción la temperatura tiene un efecto crítico sobre el valor nutricional de la soja pues tanto las muy bajas como las excesivas puede tener un efecto perjudicial. Como resultado de una temperatura baja se puede encontrar harina de soja con niveles altos de varios inhibidores nutricionales. Entre éstos últimos, el factor inhibidor de la tripsina es el más conocido por su efecto depresor del rendimiento productivo de diferentes especies. Por otro lado, el calentamiento excesivo también tiene un efecto nocivo sobre el rendimiento productivo, ya que disminuye la cantidad de lisina disponible. Las reacciones químicas que ocurren cuando la soja es sobrecalentada se deben a que el grupo amino epsilon de la lisina se une irreversiblemente al grupo carbonil proporcionado por los azúcares reducibles.

Las pruebas *in vitro* para la evaluación de la harina de soja son motivo de gran interés para los laboratorios de control de calidad,

contándose con una serie de procedimientos diferentes que determinan la actividad inhibidora de la tripsina. Estos procedimientos permiten la detección de sojas que no han sido cocidas suficientemente. Para el caso contrario existen pruebas que mediante el uso de colorantes detectan sojas sobrecalentadas. No obstante, ninguna de estas pruebas se realiza con frecuencia en los laboratorios de control de calidad. Esto se debe principalmente al costo y tiempo requerido para llevar a cabo dichos procedimientos. Al contrario, la detección de la actividad ureásica es una prueba muy popular. Caskey y Knapp señalaron que existe una relación directa entre la destrucción de la enzima ureasa mediante calentamiento y un mejoramiento en el valor nutricional de la harina. Se supone que el tratamiento con calor también destruye proporcionalmente otros factores tóxicos. A pesar de que la detección de la actividad ureásica ha creado controversia en cuanto a su confiabilidad para evaluar la calidad del procesado, ésta continúa siendo la prueba que se realiza con mayor frecuencia. Según Balloun, la actividad ureásica permite evaluar la calidad de la harina hasta el punto donde ésta fue sometida a un procedimiento de cocción adecuado, pero esto posiblemente no permite saber si el procedimiento fue excesivo. La actividad ureásica se mide en base a cambios de pH; desafortunadamente, no existe una escala negativa asociada con el procedimiento. En otras palabras, cuando la actividad ureásica -el cambio de pH- es 0,00, la prueba no determina si la soja fue sobrecalentada. Varios investigadores han demostrado que



harinas con una actividad ureásica del 0,00 no necesariamente tienen un valor nutricional menor. De tal manera, esta prueba no puede utilizarse como parámetro para detectar un procesamiento excesivo. Debido a que la prueba permite detectar harinas que no han sido cocidas suficientemente ha sido utilizada en forma simplemente pragmática para evaluar el sobreprocesamiento, sobre todo para evitar la necesidad de realizar una segunda prueba por cada muestra.

El Dr. Keith Rinehart, mientras trabajaba en Purina, desarrolló un método alternativo para evaluar la calidad del procesamiento. Este método nunca fue publicado en la literatura científica y se basa en la solubilidad de la proteína en una solución de hidróxido de potasio al 0,2% como indicador del procesado. Este método se utiliza con frecuencia en los programas de control de calidad de varios fabricantes de piensos de Norteamérica y de Brasil. La solubilidad de la proteína a partir del haba de soja cruda es prácticamente del 100%. A medida que es procesada con calor la solubilidad de la proteína disminuye. En una experiencia de Tardin y col, harinas de soja con más de un 85% de solubilidad se consideran insuficientemente procesadas y aquellas con una solubilidad menor al 75% como procesadas excesivamente. Hasta la fecha no hay ningún informe publicado que utilice esta prueba y donde se asocien los resultados de laboratorio con rendimientos de las aves. Con el objeto de evaluar esta prueba, así como en la búsqueda de un procedimiento que pueda reemplazar a la actividad ureásica en los programas de control de calidad, se llevaron a cabo una serie de pruebas con sojas procesadas insuficiente y excesivamente.

Harinas de soja sobreprocesadas

Para evaluar la prueba de la solubilidad de la proteína, comparando los valores analíticos con los resultados de las pruebas, se utilizó una harina de soja obtenida en una fábrica de piensos local. Esta harina fue dividida en grupos de 25 libras, los que recibieron diferentes tiempos de cocción en un autoclave. El autoclave resultó ser la mejor forma de simular las condiciones de sobreprocesamiento y permitió además un control preciso del

Tabla 1. Composición y análisis calculado de la dieta basal

| Ingredientes | % |
|---------------------------------|----------|
| Maíz amarillo | 72,48 |
| Harina de soja (*) | 20,00 |
| Glúten de maíz | 3,00 |
| Fosfato defluorinado | 1,96 |
| Grasa de origen aviar | 1,00 |
| Piedra caliza | 0,72 |
| Cloruro de sodio | 0,30 |
| Premezcla vitamínica | 0,25 |
| Premezcla mineral | 0,05 |
| DL-metionina | 0,09 |
| <u>Análisis calculado</u> | |
| Energía metabolizable, Kcal/Kg. | 3.190,00 |
| Proteína bruta, % | 17,50 |
| Lisina, % | 0,81 |
| Metionina, % | 0,40 |
| Metionina + Cistina, % | 0,69 |

(*) Sometida a tratamiento en autoclave durante varios tiempos.

tiempo de calentamiento de cada muestra. Seguidamente, en cada muestra se evaluó la actividad ureásica y la solubilidad de la proteína. Hecha la evaluación, estas muestras fueron incorporadas en dietas prácticas para

Tabla 2. Relación entre la actividad ureásica, la solubilidad de la proteína y el rendimiento de los pollos hasta 21 días -1.^a experiencia- (*)

| Tratamiento, minutos | Actividad ureásica (**) | Solubilidad de la proteína, % | Aumento de peso, g. | Índice de conversión |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| 0 | 0,03 | 86,0 | 450 a | 1,79 a |
| 5 | 0,02 | 76,3 | 455 a | 1,87 ab |
| 10 | 0,00 | 74,0 | 424 a | 1,83 ab |
| 20 | 0,00 | 65,4 | 393 b | 1,90 b |
| 40 | 0,00 | 48,1 | 316 c | 2,00 b |
| 80 | 0,00 | 40,8 | 219 d | 2,55 c |

(*) a, b, c, d : diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

(**) Cambios de pH

LOHMANN BROWN

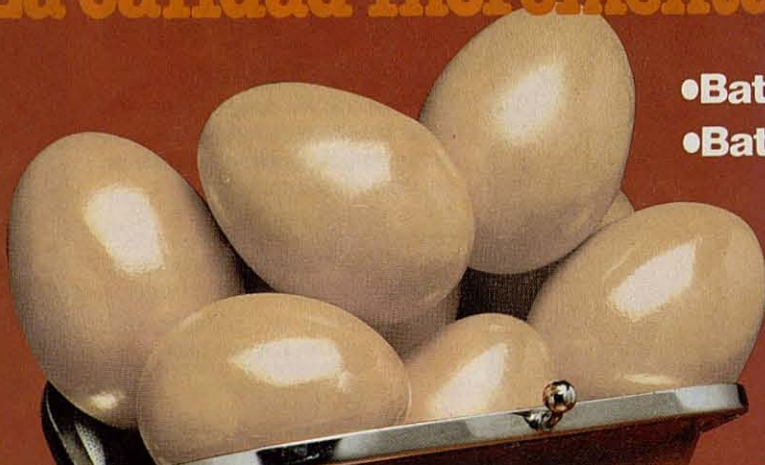
Cuando se trata de huevos marrones, la Lohmann Brown ocupa una posición leader en el mercado mundial. Excelente producción de huevos, económica conversión de pienso, óptimo peso huevo, alta calidad interna y una cáscara muy uniforme – son las características más resaltantes de la Lohmann Brown.



LOHMANN TIERZUCHT GMBH
AM SEEDEICH 9-11 · D-2190 CUXHAVEN
(ALEMANIA OCCIDENTAL)
TEL. (47 21) 50 50
TELEX 2 32 234 · TELEFAX (47 21) 3 24 86



La calidad incrementa beneficios



- Batería para Ponedoras
- Batería para Pollitos



Vista superior de una jaula de recría de pollitos. Altura ajustable para los bebederos automáticos de chupete y para los comederos.



Equipo de accionamiento de una batería para ponedoras con limpieza automática por cinta. Las jaulas FARMER-AUTOMATIC se suministran de 2 a 6 pisos incluyendo sistemas automáticos para la alimentación, bebida, recolección de huevos y limpieza.



Vista frontal de una batería de ponedoras con puertas horizontales de plástico, bebederos de chupete de acero inoxidable y con tacita para eliminar la humedad producida por goteos, reduciendo la producción de amoníaco.



Distribuidor en España:



Masalles Comercial, s.a.

Balmes, 25 - Tels. (93) 692 09 89 - 692 18 24 - Apartado de Correos, 63
Telex. 54095 MALS-E - Fax. (93) 691 97 55 - 08291 RIPOLLET (Barcelona)

pollos y utilizadas en pruebas de crecimiento durante 21 días. Como se muestra en la tabla 1 la dieta basal a la cual se le agregaron las diferentes muestras de soja, se formuló con niveles limitantes de proteína y especialmente de lisina. Así, cualquier diferencia en la disponibilidad de lisina fue detectada por las diferencias en el rendimiento del pollito.

En el primer experimento, las muestras correspondientes fueron procesadas en autoclave a $1,05 \text{ Kg/cm}^2$ durante 0, 5, 10, 20, 40 y 80 minutos. La actividad ureásica fue 0,00 después de 10 minutos y por tanto, no refleja el efecto del calentamiento durante un período más prolongado -tabla 2-. En contraste, los valores de solubilidad de la proteína disminuyeron paulatinamente al incrementarse el tiempo de calentamiento y no alcanzaron el valor de 0,00 aún después de 80 minutos. El crecimiento de los pollitos disminuyó a medida que aumentó el tiempo de procesamiento y mostró una mejor correlación con los valores de solubilidad de la proteína que con los de actividad ureásica. En este experimento se observó un crecimiento significativamente menor cuando la harina fue procesada durante 20 minutos o más. Estos datos sugieren que el valor nutritivo de la harina empieza a disminuir cuando la solubilidad de la proteína es menor de un 74%.

En el segundo experimento, la harina fue procesada en el autoclave durante 0, 5, 10, 20 y 40 minutos. Si se tiene en cuenta que la actividad ureásica era de 0,00 antes de procesarla en el autoclave, ésta no indica un tiempo más prolongado de procesamiento. Nuevamente, la solubilidad de la proteína disminuyó con un mayor tiempo de calentamiento y el rendimiento de los pollitos se vió afectado cuando los valores de solubilidad fueron menores del 67%.

Harinas de soja insuficientemente procesadas

Con el fin de analizar la actividad ureásica y la solubilidad de la proteína en harinas de soja insuficientemente procesadas, se obtuvo una cantidad de harina cruda inmediatamente después de la extracción con el solvente. En el primer experimento se procesaron en autoclave muestras de esta harina durante 0, 15, 30 y 60 minutos. Una vez que se determinó la actividad ureásica y la solubilidad de la proteína de cada muestra se incorporaron a la dieta basal descrita en la tabla 1. El valor de ureasa de 2,4 que se encontró en la harina cruda disminuyó al 0,12 después de 15 minutos y al 0,00 después de un mayor tiempo de procesamiento -tabla 4-. La solubilidad de la proteína en la harina cruda sin procesar se aproximó al 100%, disminuyó a medida que aumentó el tiempo en el autoclave y finalmente alcanzó una solubilidad del 38% después de 60 minutos de procesamiento. El crecimiento de los pollos aumentó significativamente después de 15 minutos y disminuyó también significativamente después de un tiempo mayor de procesamiento.

Un segundo estudio tuvo como objetivo determinar el valor máximo de solubilidad de la proteína asociado con un rendimiento óptimo en el pollito. En este caso, la harina cruda fue procesada en el autoclave durante 0, 5, 10, 15 y 20 minutos. El mejor crecimiento se obtuvo en harinas procesadas durante 10 y 15 minutos. Esto correspondió a valores de actividad ureásica de 0,23 y 0,00 y a solubilidades de la proteína de 79,1 y 74,9% respectivamente. Según Chernick y col, existe una asociación entre un peso mayor del páncreas -en relación al peso corporal- y la utilización en la dieta de harinas insuficientemente proce-

Tabla 3. Relación entre las pruebas *in vitro* y el rendimiento productivo de los pollos hasta 21 días alimentados con harina de soja procesada en el autoclave -2.^a experiencia- (*)

| Tratamiento, minutos | Actividad ureásica (**) | Solubilidad de la proteína, % | Aumento de peso, g. | Índice de conversión |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| 0 | 0,00 | 82,3 | 423 ab | 2,26 a |
| 5 | 0,00 | 72,6 | 452 a | 2,12 a |
| 10 | 0,00 | 66,9 | 444 a | 2,24 a |
| 20 | 0,00 | 60,5 | 405 c | 2,36 a |
| 40 | 0,00 | 46,1 | 254 d | 2,60 b |

(*) a, b, c, d: diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

(**) Cambios de pH

Tabla 4. Efecto de la cocción de harina de soja cruda sobre la actividad ureásica, la solubilidad de la proteína y el rendimiento productivo del pollito hasta 21 días -3.^a experiencia- (*)

| Tratamiento, minutos | Actividad ureásica (**) | Solubilidad de la proteína, % | Inhibidor de tripsina (***) | Aumento de peso, g. | Índice de conversión |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| 0 (cruda) | 2,40 | 99,2 | 21,1 | 342 c | 2,55 bc |
| 15 | 0,12 | 83,2 | 2,2 | 461 a | 2,10 a |
| 30 | 0,00 | 58,5 | 0,5 | 407 b | 2,33 ab |
| 60 | 0,00 | 38,0 | 0,1 | 296 d | 2,76 c |

(*) a, b, c, d : diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

(**) Cambio de pH

(***) Actividad inhibidora de la tripsina, mg/g harina

Tabla 5. Efecto de la cocción de soja cruda sobre el rendimiento productivo del pollito hasta 21 días y los parámetros *in vitro* -4.^a experiencia- (*)

| Tratamiento, minutos | Actividad ureásica (**) | Solubilidad de la proteína, % | Inhibidor de tripsina (***) | Aumento de peso, g. | Índice de conversión | Peso del páncreas (****) |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| 0 (cruda) | 2,40 | 99,2 | 21,0 | 342 d | 2,44 c | 0,93 a |
| 5 | 2,04 | 87,7 | 12,2 | 429 c | 2,29 bc | 0,59 b |
| 10 | 0,23 | 79,1 | 3,1 | 481 ab | 2,00 a | 0,44 c |
| 15 | 0,00 | 74,9 | 2,1 | 496 a | 2,09 ab | 0,40 c |
| 20 | 0,00 | 71,8 | 1,0 | 450 bc | 2,03 a | 0,42 c |

(*) a, b, c, d: diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

(**) Cambio de pH

(***) Actividad inhibidora de la tripsina, mg/g harina

(****) Porcentaje del peso corporal

sadas. En este experimento, el peso del páncreas disminuyó hasta cuando la harina había sido procesada por un mínimo de 10 minutos, sin observarse diferencias subsecuentemente. Bajo las condiciones de este estudio, una solubilidad de la proteína del 87% fue asociada con un menor rendimiento de los pollos causado por harinas insuficientemente procesadas y un 72% de solubilidad se asoció con bajos rendimientos debidos a harinas sobreprocesadas. Es interesante señalar que el mejor crecimiento -15 minutos de procesamiento- se asoció con una harina con 0,00 de actividad ureásica.

Conclusiones

Los resultados de estos estudios confirman los hallazgos de investigaciones previas y demuestran que los valores de ureasa proporcionan una información muy limitada para la detección o cuantificación de harinas de soja sobreprocesadas. Los valores de ureasa disminuyen rápidamente a 0,00 donde la harina de soja puede o no estar sobreprocesada. De tal forma, sin contar con una escala negativa en el sistema de ureasa, los valores obtenidos no indican diferentes grados de sobreprocesamiento. En contraste, los valo-

res de solubilidad de la proteína disminuyen a medida que aumenta el tiempo de procesamiento y aún en casos extremos no se aproximan a 0,00.

Los valores de ureasa tienen aplicación en la detección de harinas de soja insuficientemente procesadas. Sin embargo, si sólo se desea realizar una prueba de control de calidad por cada muestra, la solubilidad de la proteína es aparentemente la mejor elección. Un rango aproximado de solubilidad del 73 al 85% parece ser consistente con un procesamiento óptimo de esta materia. No obstante, es necesario realizar más estudios con harinas insuficientemente procesadas y sobreprocesadas a fin de definir con mayor exactitud los límites de solubilidad que se asocian bajo condiciones de campo con rendimientos de producción óptimos.

ANEXO

Método para determinar la solubilidad de la proteína de la torta de soja.