

Valor Nutritivo de la Proteína de Soya

Dr. Alfonso de Luna Jiménez ¹

Palabras clave: Soya, proteína, aminoácidos, colesterol, digestibilidad, dieta.

Key words: soy bean, protein, amino acids, cholesterol, digestibility, diet.

RESUMEN

La soya es la fuente más abundante y valiosa de proteínas vegetales, ya que además de ser de gran calidad, cuenta con un adecuado contenido de aminoácidos esenciales que representan beneficios importantes para la salud, entre ellos se encuentran la capacidad de reducir los niveles de colesterol en la sangre. Sin embargo, la soya contiene varias sustancias biológicamente activas que pueden interferir con la digestibilidad proteica. Es indispensable por ello aplicar un tratamiento térmico durante el procesamiento del grano, lo que permite una mejor utilización de dicha proteína por parte del organismo.

Por miles de años, la soya ha servido como una de las principales fuentes de proteína en la dieta de las culturas orientales, se le puede encontrar en una variedad de alimentos tradicionales hechos a base de esta leguminosa como son: la leche, tofu, nata, soya verde, germinado y tempeh; mientras que en el resto del mundo su historia data de apenas 100 años a la fecha. Actualmente, la mayor parte de la producción de soya es molida para la obtención de aceite comestible, pasta desgrasada para consumo animal y sólo una pequeña parte se procesa

para la obtención de productos proteicos para la alimentación humana.

La soya es una fuente rica en proteínas que se emplea en la dieta como ingrediente o como producto principal, ya que aporta un excelente valor nutritivo por sus distintas propiedades funcionales en los sistemas alimentarios, dentro de los que se incluyen la emulsificación, la gelación, la formación de espuma y la capacidad de retención de agua. El procesamiento del grano juega un papel importante en la mejora o modificación de las propiedades funcionales de su proteína y por lo tanto, puede ayudar a ampliar su aplicación prácticamente en todos los sistemas alimentarios.



ABSTRACT

Soy bean is the most abundant and valuable source of vegetal proteins since in addition to being of great quality, it counts on a suitable content of essential amino acids and represents important benefits for the health, among them is the capacity to reduce the cholesterol levels in the blood. Nevertheless, soy bean contains several biologically active substances that can interfere with the protein digestibility. For that reason, is essential to apply a heat treatment during the

Recibido 5 de Junio de 2006, Aceptado 29 de Septiembre 2006

¹ Profesor-investigador de la UAA perteneciente al Departamento de Disciplinas Agrícolas del Centro de Ciencias Agropecuarias, tel. (449) 912-89-42. Correo electrónico: lunaji@yahoo.com

processing of the grain, which allows a better use of this protein by the organism. By thousands of years, soy bean has served like one of the main protein sources in the diet of the Eastern cultures, can be found in a variety of traditional foods with this leguminous as they are: milk, tofu, green cream, germinated soy and tempeh; whereas in the rest of the world its history dates hardly from 100 years to the date. At the moment most of the production of soy bean is ground for the eatable oil obtaining, fat free paste for animal consumption and single a small part is processed to obtain protein product for the human feeding. Soy bean is a rich protein source that is used in the diet like ingredient or main product since it contributes an excellent nutritious value by its different functional properties in the nourishing systems, within which the foam emulsification, gel formation and the capacity of water retention are included. The processing of the grain plays an important role in the improvement or modification of the functional properties of its protein and therefore can help to practically extend its application in all the nourishing systems.

INTRODUCCIÓN

Desde hace miles años, los países orientales y más recientemente en los occidentales, la soya se ha considerado la principal fuente de proteína vegetal para consumo humano y animal, esto se debe a que en el grano integral la proteína representa alrededor del 40% de la materia seca. De igual manera que el resto de las proteínas, la de soya aporta energía, aminoácidos esenciales y nitrógeno (Erickson, 1995). Cuando se le aplica un procesamiento adecuado, es de excelente calidad y tan nutritiva como las proteínas de la clara del huevo y la caseína, consideradas como las más recomendables para el consumo humano por su perfil de aminoácidos (Crouse, 1999).

Independientemente de su valor nutrimental, se ha descrito que la proteína de soya reduce las concentraciones de colesterol sanguíneo y es fuente de isoflavonas, jugando un papel importante en la prevención de enfermedades del corazón (Wong, 1998). Este resultado, ha generado la reciente aprobación de la Administración de drogas y alimentos (FDA por sus siglas en inglés) del proclamo de salud al admitir que los productos que contengan como mínimo 6.25 g de proteína de soya por ración, indiquen en su etiqueta su efecto en la reducción de la

concentración de colesterol sanguíneo (USFDA, 1999). Lo anterior, ha servido como argumento válido para mejorar la imagen de la soya como alimento, creando, por una parte, incentivos entre los fabricantes de alimentos para incorporarla en diferentes productos comerciales y por otra, ha incrementado el interés del consumidor por productos enriquecidos con proteína de soya.

El valor nutritivo de esta proteína en particular, está en función de varios factores, incluyendo el perfil de aminoácidos, su digestibilidad y el requerimiento de aminoácidos esenciales para el organismo (Erdman, 1995).

El objetivo de este artículo, es dar a conocer al público en general, la importancia de incorporar la proteína de soya en la alimentación humana, así como su procesamiento doméstico con la finalidad de incrementar su digestibilidad para lograr una mejor utilización por parte del organismo, mejorando con ello, la nutrición y la prevención de enfermedades que actualmente afectan a la población.

Calidad de la proteína de soya

La proteína de soya contiene todos los aminoácidos esenciales requeridos en la nutrición humana: isoleucina, leucina, lisina, metionina y cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina, triptófano, valina e histidina. Sin embargo, su contenido de metionina y triptófano es bajo pero se complementa al combinarse con cereales generando una proteína tan completa como la de origen animal (FAO/WHO, 1991).

Se han desarrollado numerosos métodos para evaluar la calidad nutrimental de las proteínas de los alimentos. Cuando se lleva a cabo algún método de evaluación de la calidad de las proteínas, es importante considerar que existen diferencias importantes entre los requerimientos nutrimentales de los seres humanos y de los animales. Primero, todos los animales requieren mayor cantidad de aminoácidos esenciales que el hombre. Segundo, algunos animales, como las ratas, tienen mayor necesidad de lisina y metionina que el hombre. Tercero, la arginina es considerada un aminoácido esencial para la mayoría de los animales, pero no es indispensable para el hombre en la edad adulta. Con estas diferencias, la misma proteína puede mostrar diferente calidad nutrimental cuando se alimenta a humanos y a animales. Particularmente esto

es cierto en el caso de la proteína de soya. Con respecto a los ensayos de la calidad de la proteína de soya, en el pasado se empleaban el score de aminoácidos y la razón de eficiencia de proteína. El score de aminoácidos, se refiere a la cantidad del aminoácido más limitante contenido en la proteína que se analiza, expresado como porcentaje de los requerimientos del organismo en estudio (Schaafsma, 2000).

Debido a que el patrón de requerimientos de aminoácidos de los humanos difiere del de las ratas u otros animales, el score de aminoácidos basado en el patrón de las ratas es menor que aquel basado en el del ser humano. Por ejemplo, el aislado de proteína de soya tiene un score del 100% en el patrón del humano. Sin embargo, cuando se emplea el patrón de la rata, el score disminuye al 58% siendo los aminoácidos azufrados los más limitantes (Sarwar, 1997).

La razón de eficiencia de proteína (PER, por sus siglas en inglés) es un método *in vivo*. El ensayo se desarrolla con ratas jóvenes alimentadas con una fórmula que contiene 10% de proteína dietética durante cuatro semanas y se mide el crecimiento del animal y el consumo de alimento. La PER se obtiene mediante la división de la tasa de crecimiento entre la cantidad de proteína consumida. Se acostumbra emplear caseína como la proteína patrón en estos estudios, a la cual se le asigna arbitrariamente una PER de 2.5. La PER de las proteínas de prueba se ajustan proporcionalmente. La proteína de soya tiene una PER de 2.3, sin embargo, en la medida en que los ensayos de PER son determinados con bioensayos en ratas, tienden a subestimar la calidad de la proteína de la soya para humanos porque la rata tiene un requerimiento de aminoácidos azufrados más elevados que el ser humano.

Para superar algunos inconvenientes asociados con el score de aminoácidos y la PER, desde 1990, un nuevo método fue adoptado por la FDA y aceptado como la opción adecuada por la Organización Mundial de la Salud. Se denomina Score de Aminoácidos Corregido por la Digestibilidad de la Proteína (PDCAAS, por sus siglas en inglés). Se basa en los requerimientos de aminoácidos del ser humano y en la digestibilidad de la proteína y se expresa de la siguiente manera: PDCAAS = requerimiento de aminoácidos/ patrón de aminoácidos x digestibilidad. Basado en el nuevo método, la proteína de soya, cuando se encuentra en su forma purificada, es equivalente

en calidad a las proteínas animales tales como la clara de huevo y las caseínas.

Digestibilidad de la proteína de soya

La digestibilidad de una proteína se define como el porcentaje de la misma que es absorbida por el organismo después de la ingestión, esta medición de calidad, es más confiable debido a que independientemente de la cantidad presente de un aminoácido determinado, puede no ser disponible para la nutrición del organismo (Soy Protein Council, p. 4987).



La proteína de soya purificada es totalmente disponible para el organismo, sin embargo, en la naturaleza no se presenta de esta forma. En la mayoría de los casos, se encuentra mezclada con otros componentes biológicamente activos que están presentes en la semilla como son los inhibidores de tripsina, los fenoles, los fitatos, entre otros (Liu, 1999). El tratamiento térmico mejora la digestibilidad al inactivar estos inhibidores, así mismo, desnaturaliza las proteínas dietéticas.

Debido al hecho de que entre los componentes biológicamente activos que se encuentran naturalmente en la soya los inhibidores de tripsina se consideran como el factor que afecta de manera más importante la digestibilidad de la proteína, los mayores esfuerzos se han centrado en inactivarlos o removerlos de la soya como de los alimentos y productos derivados de ésta. El tratamiento térmico es el procedimiento más empleado, incluyendo el "vapor vivo" o de caldera, el hervido en agua, el tostado seco, la extrusión-cocinado y las radiaciones con microondas. Por ejemplo, durante el procesamiento de la

soya, después de la extracción de la grasa con solventes, las hojuelas desgrasadas se someten a la desolventización (eliminación del solvente) y tostado en un sistema "desolventizador-tostador". En el sistema se eleva la temperatura a más de 100 °C utilizando "vapor vivo". El proceso remueve, tanto los residuos de hexano como los inhibidores de tripsina y desnaturaliza la proteína de la soya. La pasta resultante, que generalmente sirve como alimento para animales, tiene un gran valor nutrimental debido a la mejora en la digestibilidad de la proteína.

Cabe destacar que, aunque se necesite el tratamiento térmico en la soya y sus productos antes de ser empleados en alimentos para consumo humano y animal, debe evitarse su aplicación excesiva, debido a que además de desactivar los inhibidores de tripsina también reduce la solubilidad de la proteína y promueve pérdidas de los aminoácidos limitantes. Para la aplicación de calor en los productos de soya, es esencial optimizar las condiciones para aumentar la inactivación de los inhibidores de tripsina y al mismo tiempo, minimizar la reducción de la solubilidad de la proteína y la pérdida de aminoácidos. Para lograrlo, es indispensable seleccionar la combinación óptima de temperatura, humedad y tiempo.

En las leguminosas, entre ellas la soya, se tienen proteínas con baja cantidad de aminoácidos azufrados, siendo la metionina el más limitante. Por otra parte, se ha logrado un progreso importante en el desarrollo de nuevas variedades de soya con mejoras en el perfil de aminoácidos (Andersen *et al.*, 1995)

Algunas compañías privadas están empleando estrategias moleculares a través de la ingeniería genética para incrementar los aminoácidos esenciales. Una de ellas es el transferir de otras plantas diferentes a la soya, genes que codifican para una proteína con alto contenido de un aminoácido específico, tales como proteínas ricas en metionina o lisina.

Productos elaborados con proteína de soya

Los productos modernos con proteína de soya incluyen la harina, concentrados, aislados y texturizados (Erickson, 1995).

La harina es el producto de menor procesamiento ya que simplemente se elabora con

la molienda de la pasta desgrasada o del frijol descascarillado. Desde el momento en el que nada se remueve, excepto la cáscara o la grasa, su contenido de proteína es ligeramente más elevado comparado con el de la materia prima inicial.

El concentrado de proteína se elabora mediante la extracción en fase alcohol-agua o por lixiviación en medio ácido de la harina desgrasada. El proceso remueve los carbohidratos solubles y el producto resultante contiene alrededor de 70% de proteína.

El aislado de proteína se produce con la extracción alcalina de la harina seguida por la precipitación en un pH ácido; este producto es el más refinado debido a la remoción tanto de carbohidratos solubles como insolubles, por lo que su contenido de proteína es de 90%.

Los texturizados se elaboran por extrusión termoplástica de la harina o concentrados en presencia de calor húmedo y presión elevada para impartir una textura fibrosa. Los texturizados varían en tamaños, formas, colores y sabores, dependiendo de los ingredientes adicionados y los parámetros de producción. A través de los avances en la producción y en la tecnología, se ha logrado elaborar productos que pueden desempeñar varias funciones en los alimentos, mientras que también aportan una excelente calidad nutrimental. Como resultado, los productos de proteína de soya han encontrado gran aplicación en prácticamente todos los sistemas alimentarios, incluyendo la panificación, productos lácteos, industria cárnica, cereales, bebidas y fórmulas infantiles. En estos sistemas alimentarios, además de mejorar el contenido proteico para generar beneficios en la nutrición y la salud, también provee de propiedades funcionales, mejorando de manera notable la calidad de los productos.

Propiedades funcionales de la proteína de soya

El papel de la proteína de soya en diferentes sistemas alimentarios y su uso como un ingrediente funcional, depende, principalmente, de sus propiedades fisicoquímicas, que están gobernadas por sus atributos estructurales y de conformación (USFDA, 1999). Una de las propiedades más importantes es la alta solubilidad de las proteínas, la cual es deseable para una

funcionalidad óptima (Wang y Cavms, 1990). La solubilidad de la proteína de soya se afecta con el pH, el calor y otros factores. Se reduce al mínimo en la región de su punto isoeléctrico de pH 4.2 a 4.6, e incrementa ligeramente por arriba y abajo de dicho rango. El tratamiento térmico desnaturaliza las proteínas lo que reduce su solubilidad.

La emulsificación es la capacidad para coadyuvar en la formación y estabilización de emulsiones. Una emulsión es la dispersión de gotas de aceite en una matriz acuosa continua. Debido a su carácter anfílico, las proteínas poseen propiedades emulsificantes. Además, poseen la capacidad de formar espumas que están compuestas por gotas de gas encapsuladas por una capa delgada de líquido que contiene proteína solvatada surfactante. Para la formación de espuma, una proteína debe ser soluble en agua y flexible para formar películas cohesivas en la interfase aire-agua. La proteína de soya tiene capacidad de formación de espuma que está directamente relacionada con su solubilidad.

La gelación es la capacidad para formar geles bajo ciertas condiciones. El gel es una red tridimensional que funciona como una matriz para retener agua, grasa, sabor, azúcar y otros aditivos alimentarios. Los factores principales que afectan la capacidad de gelación de una proteína son su concentración, la temperatura, duración del tratamiento térmico, así como las condiciones de enfriamiento.

La capacidad de retención de agua se refiere a la cantidad de agua que las moléculas de la proteína de soya pueden retener. El agua ligada incluye toda la de hidratación y parte de agua asociada a las moléculas de la proteína después de la centrifugación. La cantidad de agua ligada generalmente varía de 30 a 50 g/ 100 g de proteína. La capacidad de retención de agua es una medida del agua "atrapada" que incluye tanto el agua ligada como la hidrodinámica.

Diferentes sistemas de alimentos requieren de proteínas de soya con diferentes propiedades funcionales; como ejemplo, la solubilidad de la proteína de soya es muy importante en la producción de leche, tofu para elaborar productos como los concentrados y aislados. La capacidad para ayudar en la formación y estabilización de emulsiones es indispensable en diversas aplicaciones en alimentos, incluyendo

mayonesas, aderezos para ensaladas, carne molida, etc. La gelación es la base para el empleo de la proteína de soya en embutidos y en la elaboración de productos tradicionales como el tofu y la nata de soya. La capacidad de retención de agua es muy importante en la producción de análogos de carne, debido a que afecta la textura, la jugosidad y el sabor. También es importante en la panificación debido a que suaviza productos y aumenta la vida de anaquel. En la mayoría de los sistemas alimentarios se emplean las proteínas de origen animal (leche, huevo, carne), pero también una proteína sola o en combinación, no provee de todas las propiedades funcionales deseables en varios de estos sistemas. El uso de las proteínas vegetales es limitado por su ausencia de propiedades adecuadas. Esto es especialmente cierto en el caso de la proteína de soya. Para mejorar la funcionalidad de sus proteínas y ampliar sus aplicaciones, se han empleado varios procedimientos que se describen a continuación. Además, la modificación genética también se ha implementado.

Solubilidad de la proteína de soya

Lo más deseable, es una proteína con alta solubilidad; por ejemplo, en la producción de leche de soya y tofu, la elevada solubilidad de la proteína produce un incremento en el rendimiento de la producción y mejora la estabilidad o la textura. El calentamiento es la causa principal de la reducción de la solubilidad de la proteína, pero es un paso importante para disminuir el contenido de sustancias antinutricionales de los productos de soya y mejorar su valor nutritivo. En este sentido, es muy importante optimizar el proceso en términos de la cantidad y momento de calor aplicado.

Durante el procesamiento industrial de la soya, la pasta desgrasada es desolventizada. Este procedimiento asegurará el óptimo valor nutritivo de la pasta para consumo animal a través de la aplicación de calor suficiente para que algunos antinutrientes sean inactivados.

Desafortunadamente, también se elimina la solubilidad de la proteína de la pasta desgrasada. Para mantener su solubilidad y aplicarla en la industria alimentaria, se emplean diferentes sistemas de desolventización, incluyendo el sistema por vapor y instantáneo. Ambos sistemas emplean hexano sobrecalentado para

remover los residuos del solvente. Después de la desolventización, en cualquiera de los sistemas, las hojuelas son enviadas a una unidad de deodorización en la que se aplica el vapor con presión controlada para remover el solvente residual. Se pueden ajustar las condiciones en el tambor deodorizador para producir pastas de soya con diferente solubilidad de la proteína.

Funcionalidad de la proteína de soya

La producción del concentrado de soya con una funcionalidad mejorada sirve como un buen ejemplo. La extracción alcohólica-acuosa se emplea comúnmente para la producción comercial de concentrados de proteína de soya, que generalmente presenta poca solubilidad debido a la desnaturalización de las proteínas por el alcohol. Para resolver el problema, en ocasiones se emplea un método de lixiviación ácida en el que las proteínas se vuelven insolubles en tanto

que los carbohidratos se mantienen solubles. Esto hace que sea posible su separación con la ayuda de la centrifugación. La proteína del concentrado se convierte en soluble después de la neutralización. Otra alternativa es homogeneizar y tratar térmicamente el concentrado de soya extraído con alcohol.

Texturizado de la proteína de soya

El texturizado es el proceso en el que se imparte una estructura fibrosa a un material proteico a través de la extrusión termoplástica u otros métodos. Cuando la harina de soya, los concentrados o aislados se emplean como material inicial, los productos se conocen como texturizados de proteína de soya. Su mayor aplicación se da en análogos de carne en razón de que una vez que se hidrata y prepara, resulta de semejante textura a la de la carne, el pollo o la comida del mar.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSEN, JW, JOHNSTONE, EM, COOK-NEWALL, ME, Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids, *N Eng. J Med.* 333, 276-282, 1995.
- CROUSE, JR. *et al.* A randomized trial comparing the effect of casein with that of soy protein containing varying amounts of isoflavones on plasma concentrations of lipids and lipoproteins, *Arch Intern Med.* 159, 2070-2076, 1999.
- ERDMAN, JW Jr, control of blood lipids with soy protein, *N Eng J Med.* 333, 313-315, 1995.
- ERICKSON, R. (Ed), *Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization.* Estados Unidos: AOCS/USB, 1995.
- FAO/WHO. Protein quality evaluation: Report of joint FAO/WHO expert consultation, *Food and Nutrition Paper* 51. FAO, 1991.
- LIU, K., Soybeans: chemistry, technology and utilization. Estados Unidos: Aspen Publishers Inc., 1999.
- SARWAR, G., The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rats, *J Nutr.* 127, 758-764, 1997.
- SCHAAFSMA, G., The protein digestibility-corrected amino acids score, *J Nutr.* 130, 1865S-7S, 2000.
- SOY PROTEIN COUNCIL, *Soy protein products: Characteristics nutritional aspects and utilization.* Estados Unidos: SPC, 1987.
- US FDA, 21 CFR Pt 101 Food labeling: Health claims, soy protein and coronary heart disease. *Food Reg.* vol. 64, p57700-57733, 1999.
- WANG, HL AND CAVMS JF., Yield and Amino acid composition of fractions obtained during tofu production, *Human Nutrition Highlights.* vol. 2 No. 90, American Soybean Association, 1990.
- WONG, WW *et al.*, Cholesterol-lowering: effect of soy protein in normocholesterolemic and hypercholesterolemic Men, *Am J Chn Nutr.* 68 (Suppl), 1385S-1389S, 1998.