

Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano

Dr. Alfonso de Luna Jiménez ¹

Palabras clave: Soya, oleaginosa, proteína, procesamiento, lecitina, grasa.

Key words: Soy bean, oleaginous, protein, processing, lecithin, fat.

RESUMEN

La soya se ha utilizado en Asia en la alimentación humana desde hace unos 5000 años siendo crucial en la nutrición de estos pueblos; se considera como oleaginosa y sus principales componentes son la proteína y la grasa. Las proteínas son esenciales para el crecimiento del organismo y para la reparación de los tejidos. La soya es la leguminosa que tiene mayor cantidad y mejor calidad de proteínas y por esto, se utiliza para fortificar productos a base de cereales como el maíz y el trigo. Las grasas son una fuente concentrada de energía para el organismo. El aceite tiene aplicaciones en la industria de alimentos, destaca por su elevado contenido de ácido linoléico el cual, es esencial para el crecimiento y mantenimiento normal de la piel, además, contiene lecitina la cual posee ciertas propiedades curativas en los sistemas nervioso y cardiovascular. Los principales carbohidratos en el grano son sacarosa, rafinosa y estaquiosa; un área de preocupación en su uso es la flatulencia, la cual se cree es causada por estos azúcares, aunque los niveles de estos compuestos en los productos derivados son tan bajos que no existe riesgo de flatulencia. La soya integral contiene diferentes cantidades de vitaminas y minerales, aunque en general no es fuente abundante de estos nutrimentos. La manera en que el frijol es

procesado, determina las características de los productos finales, como: harina desgrasada, sémola, salvado, el concentrado y aislado de proteína, etc. El tratamiento térmico de estos productos sirve para mejorar el sabor, aumentar el valor nutritivo e inactivar antinutrientes.

ABSTRACT

Soy bean has been used in Asia in the human feeding for about 5000 years being crucial in the nutrition of these towns, it is considered as oily and their main components are the protein and the fat. The proteins are essential for the growth of the organism and the repair of weaves. Soy is the leguminous that has greater amount and better quality of proteins and by this is used to fortify products with cereals like the maize and the wheat. The fats are a concentrated source of energy for the organism. The oil has applications in the food industry, emphasizes by its high linoleic acid content which is essential for the growth and normal maintenance of the skin, in addition it contains lecithin which has certain curatives properties in the systems nervous and cardiovascular. The main carbohydrates in the grain are sucrose, raffinose and estaquiose; an area of preoccupation in its use is the flatulence, which is created is caused by these sugars, although the levels of these compounds in derived products are so low that flatulence risk does not exist. Soy integral contains different amounts from vitamins and minerals, although in general it is not abundant source of these nutriments. The way in which frijol is processed, determines the characteristics of end items, like: degreased,

Recibido 10 de Octubre 2006, Aceptado 12 de Febrero 2007

¹ Profesore investigador del Departamento de Disciplinas Agrícolas del Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes, teléfono (449) 912-89-42, correo electrónico: lunaji@yahoo.com

semolina flour, bran, the isolated concentrated one and of protein, etc. The heat treatment of these products serves to improve the flavor, to increase the value nutritious and to inactivate anti nutriment.

INTRODUCCIÓN

La soya se ha utilizado en Asia desde hace aproximadamente 5,000 años y ha jugado desde entonces un papel crucial en la alimentación de

con una producción de 42 y 30 millones de toneladas, respectivamente, mientras que la producción en México, en ese mismo año, fue de 0.127 millones de toneladas (Cuadro 1).

En el año 2002, en México se cultivaron 76,000 hectáreas en el ciclo de primavera-verano distribuidas en los estados de: Tamaulipas (61%), Chiapas (15%), Sinaloa (10%), San Luis Potosí (8%) y Veracruz (4%), entre otros (2%).

La planta es muy sensible al fotoperiodo. La radiación solar controla la transformación del periodo vegetativo al de floración; también afecta la velocidad de crecimiento durante la etapa de maduración y los mayores rendimientos del grano se obtienen en altitudes menores de 1000 metros sobre el nivel del mar. La semilla varía en forma desde esférica hasta ligeramente ovalada y entre los colores más comunes se encuentran el amarillo, negro y varias tonalidades de café.



los pueblos orientales como el chino y el japonés (Bressani, 1981).

No obstante, su reciente introducción en América, Estados Unidos se ha convertido en el principal productor de soya, con una producción registrada en el año 2002 de 73 millones de toneladas, lo que representa el 40% de la producción mundial. Los países que más cultivan la soya en América Latina son Brasil y Argentina

En el año 2001, la demanda de soya en México fue de 4.6 millones de toneladas, sin embargo, la producción fue de sólo 0.121 millones de toneladas, importándose principalmente de Estados Unidos la cantidad restante (4.479 millones de toneladas).

Sin embargo, el 97% de la proteína de soya en el país se destina para consumo animal y sólo un 3% para consumo humano. Por lo tanto, uno

Cuadro 1. PRODUCCIÓN Y ÁREA CULTIVADA DE FRIJOL SOYA EN MÉXICO

	ÁREA CULTIVADA	PRODUCCIÓN
AÑO	(1000 hectáreas)	(1000 toneladas)
1997	123	185
1998	94	150
1999	81	133
2000	70	102
2001	74	122
2002	76	127

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO



Foto 1. Vista general del cultivo de soya a nivel comercial en el Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

de los recursos proteínicos más abundantes, de buena calidad y económicos se destina para la producción de proteína animal, la cual en la mayoría de los países latinoamericanos es escasa y cara y, por lo tanto, es consumida sólo por un pequeño segmento de la población.

El grano se puede procesar para obtener directamente la materia prima para la elaboración de una gran variedad de productos

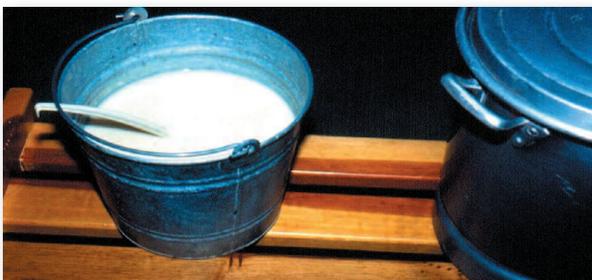


Foto 2. Producción doméstica de leche de soya.



Foto 3. Atoles preparados con leche de soya.

alimenticios 100% de soya como son: leche, masa, queso, helado, yogurt, cacahuates, café, sopas y ensaladas, entre otros.

El objetivo de este artículo es dar a conocer a la población la composición del grano de soya por su inigualable contenido de proteínas, aceite, carbohidratos, vitaminas y minerales, así como la versatilidad que tiene en el procesamiento doméstico, permitiendo mejorar la dieta en cuanto a variedad de alimentos que permiten elevar los niveles de nutrición en la población.

COMPOSICIÓN DEL GRANO

La semilla de esta leguminosa está compuesta de cutícula, hipocotilo y dos cotiledones. Se considera como oleaginosa debido a que tiene un alto contenido de grasa (20%), además contiene también proteína (40%), hidratos de carbono (25%), agua (10%) y cenizas (5%) (Figura 1). Desde un punto de vista alimenticio y comercial sus principales componentes son la proteína y la grasa.

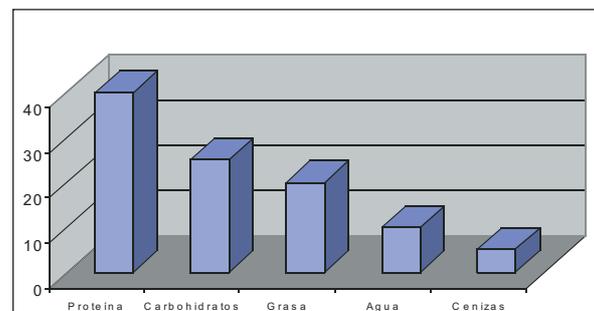


Figura 1. Composición del grano de soya

Proteínas

Las proteínas son esenciales para el crecimiento y reparación de los tejidos del organismo humano. Una dieta equilibrada debe aportar el 15% de la energía en forma de proteínas (FAO, 1985). Las proteínas son cadenas de aminoácidos, los cuales se encuentran unidos por enlaces peptídicos. Existen 22 aminoácidos diferentes, de los cuales 14 se sintetizan en el cuerpo humano. A los 8 que no son biosintetizados por el organismo se les denomina esenciales ó indispensables, ya que el hombre debe ingerirlos a través de la dieta y así poder llenar sus necesidades fisiológicas. Durante la digestión, las proteínas se descomponen en sus aminoácidos constituyentes, que son absorbidos y pasan al torrente sanguíneo y se convierten después en materia que el organismo necesita para crecer, mantenerse y restablecerse. El organismo utiliza los aminoácidos y no las proteínas tal como son. El valor biológico de una proteína, que es el porcentaje utilizado por el organismo, depende de su capacidad para proporcionar los aminoácidos indispensables en la proporción que el cuerpo los necesita. Si una proteína es ingerida tal y como es, su valor biológico depende del aminoácido restrictivo, o sea del aminoácido más insuficiente con respecto a las necesidades. Si se ingiere una mezcla de proteínas, contenida en un sólo alimento o en combinación con otros, el valor biológico depende del aminoácido limitante en el caso de todas las proteínas (Scrimshaw, 1979).

Las proteínas del grano están almacenadas en partículas esféricas de diámetros que varían entre 2 y 20 μ m llamadas cuerpos proteínicos o aleuronas, los cuales son casi proteína pura. A su vez, el aceite se almacena en pequeñas partículas, también esféricas de 0.3 a 0.5 μ m en diámetro, llamados esferosomas. Esta estructura ordenada se desintegra y los constituyentes se fraccionan durante el proceso comercial para la obtención de variedades de productos proteínicos (Jonsson, 1985). Siempre que comemos alimentos de origen animal (huevo, leche, carne, pescado), cereales (tortilla, pan, pastas, galletas) o leguminosas (frijol, lenteja, soya, haba, garbanzo), estamos recibiendo las proteínas que estos alimentos contienen. El aparato digestivo rompe las proteínas a través de varios mecanismos en sus aminoácidos constituyentes. Estos nutrimentos pasan a través del intestino delgado a la sangre y de ahí a cada una de las células del cuerpo. Las proteínas de los alimentos contienen tanto aminoácidos

indispensables como no indispensables en diferentes proporciones, pero para que cada célula pueda formar el tipo de proteína específica que necesita, los aminoácidos indispensables deben estar presentes en cantidades y proporciones adecuadas.

Desafortunadamente, los alimentos cuyas proteínas son de buena calidad, son los más caros o escasos, y por lo tanto, casi nunca forman parte de la dieta de personas de escasos recursos. Por el contrario, los cereales son alimentos que se producen abundantemente y cuya disponibilidad es mayor a nivel mundial. Sin embargo, las proteínas de estos granos están formadas para dar sustento a la planta durante su germinación y su composición no es la ideal para el ser humano. Es por esto que se dice que las proteínas de cereales son de menor calidad o incompletas.

Dentro de los vegetales existen las leguminosas, las cuales son una fuente alimenticia abundante y económica. Sus proteínas también carecen de ciertos aminoácidos indispensables, pero aquellos aminoácidos en que son deficientes se encuentran abundantemente en los cereales y viceversa. Por esto se dice que las proteínas de los cereales y las leguminosas se complementan, y se recomienda comerlas juntas en un mismo plato.

En el cuadro 2 se muestra el contenido de aminoácidos indispensables en distintos alimentos, así como los patrones de aminoácidos utilizados para comparar la calidad de las distintas proteínas. De todas las leguminosas, la soya es la que tiene mayor cantidad y mejor calidad de proteínas y por esto, se utiliza para fortificar productos a base de cereales como el maíz y el trigo (Levinson, 1974).

Las grasas y sus derivados

Las grasas son sustancias biológicas insolubles en agua, pero solubles en solventes no polares como éter, cloroformo, benceno, acetona y otros similares; se encuentran en los alimentos y son uno de los nutrimentos que se deben consumir diariamente. También son una fuente concentrada de energía para el organismo, pues cada gramo de ellas nos da 9 kilocalorías (kcal). En general, se considera que del total de energía que consumimos cada día, un 20% a 30% sea aportado por las grasas. También se recomienda que del total de grasas ingeridas al día, la tercera

Cuadro 2. PATRÓN DE AMINOÁCIDOS DE ALGUNOS ALIMENTOS

	mg de aminoácidos por gramo de proteína IAA*								
	ILE	LEU	LIS	CIS	TIR	TREO	TRIP	VAL	CALIF.
FAO/OMS	40	70	55	35	60	40	10	50	100
HUEVO	54	86	70	57	93	47	17	66	100
CASEÍNA	64	101	79	34	112	44	14	72	97
ARROZ	52	86	38	36	92	38	10	66	69
H. DE MAÍZ	47	132	29	32	107	40	6	52	53
H. DE TRIGO	42	71	20	31	79	28	11	42	36
GLUTEN TRIGO	42	68	17	36	80	24	10	42	31
HARINA SOYA	53	77	63	32	82	40	14	52	91
CONCENTRADO SOYA	47	80	65	27	91	43	14	50	77
AISLADO SOYA	48	81	65	27	92	38	14	48	77

*IAA = Índice de Aminoácidos

FUENTE: Adaptado de "The Growing Challenge" 1977.

parte esté integrada por grasas saturadas, la otra tercera parte por grasas monosaturadas y la última por grasas poliinsaturadas. La relación de grasas poliinsaturadas a saturadas debe ser, de preferencia, de 2:1. Las anteriores recomendaciones están orientadas hacia la obtención de una dieta saludable y hacia la posible prevención de obesidad y enfermedades cardiovasculares.

La grasa de la soya se extrae en forma de aceite, cuyo contenido de grasas saturadas es bajo en comparación a las grasas de origen animal (como manteca de cerdo, tocino, etc.). El aceite tiene tanto aplicaciones en la industria de alimentos como en la manufacturera. A nivel comercial, se utiliza para la elaboración de aceites vegetales mixtos, margarinas, mayonesas, aderezos para ensalada y mantecas vegetales. También se utiliza para la fabricación de tintas para periódico, pinturas, para el control del polvo en silos de granos y en la fabricación de biodiesel como una nueva fuente de combustible renovable.

El aceite destaca por su elevado contenido de ácido linoléico. Este ácido graso es esencial para el crecimiento y mantenimiento normal de la piel y no se produce en el cuerpo humano. Por

lo tanto, es una excelente fuente de este ácido graso esencial.

Aproximadamente de 1.5% a 2.5% de la grasa presente en el grano se encuentra en forma de lecitina. La lecitina es un fosfolípido que se separa del aceite a través de un proceso de desgomado y se vende como un producto de alto valor comercial.

La lecitina es un emulsificante muy eficaz por lo cual se adiciona en pequeñas cantidades a: chocolates, galletas, y productos de panificación, entre otros, para asegurar una mezcla homogénea de todos sus ingredientes. La lecitina está integrada por dos fosfolípidos conocidos como: colina e inositol. Todos los fosfolípidos son sintetizados en el cuerpo humano y no se han establecido recomendaciones para la ingestión de los mismos, por lo tanto, no es indispensable que se consuman a través de la dieta diaria. Existen reportes médicos que indican que la lecitina puede tener ciertas propiedades curativas principalmente para enfermedades del sistema nervioso, cardiovascular y de los órganos que almacenan o transportan grasas en el cuerpo. Se ha comprobado que, en cantidades farmacéuticas, la lecitina puede ayudar al tratamiento de enfermedades como: *disquinesia*

tardía, enfermedad de *Alzheimer*, enfermedad de *Gille's de la Tourettes*, *ataxia de Friedrich* e *hipercolesterolemia*. No se han comprobado efectos benéficos por la ingestión de lecitina en personas sanas.

Otro compuesto de interés en la grasa de soya son los tocoferoles (0.15-0.21%), los cuales actúan como antioxidantes naturales y tienen las funciones de la vitamina E. Ésta inhibe la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados de las membranas del cuerpo. A nivel industrial, se utilizan los tocoferoles para retardar la aparición de la rancidez en aceites comestibles o alimentos con alto contenido de grasa.

Carbohidratos

Los principales azúcares en el frijol maduro son la sacarosa (disacárido), rafinosa (trisacárido) y estaquiosa (tetrasacárido). Un dato interesante es que el grano no contiene almidón, un polisacárido comúnmente presente en muchos cereales (Tsai, 1983), y es indispensable, entre otras cosas, para dar mayor consistencia a salsas o cremas.

Un área de posible preocupación en el uso de productos de soya, es la flatulencia, la cual se cree que es causada principalmente por la rafinosa y la estaquiosa. La harina desgrasada contiene cerca de un 6% de estos azúcares. Puesto que la mucosa intestinal del hombre no posee actividad de la enzima alfa-galactosidasa, estos azúcares no se hidrolizan y por lo tanto, no pueden ser absorbidos. Por ello, estos azúcares pasan directamente a la parte baja del tracto intestinal, donde presumiblemente, son atacados por bacterias

anaeróbicas que los metabolizan, dando como resultado dos de los gases principales en la flatulencia, bióxido de carbono e hidrógeno.

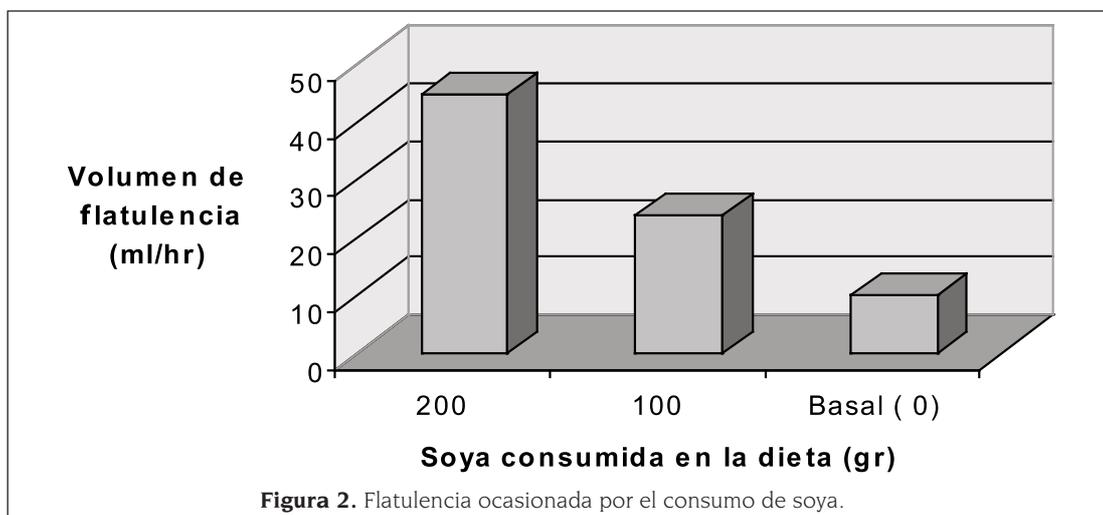
La flatulencia es un problema potencial solamente con soya integral, harina, y extractos tales como la leche, que contienen los azúcares solubles. Puesto que en el proceso de preparación de concentrados y aislados de proteína, se remueven estos azúcares, tales productos no producen flatulencia.

Debido a lo limitado de la información disponible, no se pueden especificar los límites de consumo de productos tales como la harina. La situación tiende a complicarse más, debido a la amplia variabilidad que muestran los individuos en su sensibilidad a los alimentos productores de flatulencia. Existe alguna información que sugiere una relación lineal entre la dosis y la producción de flatulencia. (Figura 2).

Desde el punto de vista práctico, se considera importante el nivel de consumo de soya, dado que es poco probable que se consuman 100g de ésta (que suministran 40g de proteína), durante una sola comida. Bajo las condiciones en que se condujeron las pruebas, los niveles de estaquiosa y rafinosa en los productos derivados son generalmente tan bajos que no existe prácticamente ningún riesgo de problemas de flatulencia (Rackis, 1981).

Vitaminas y minerales

La soya también contiene diferentes cantidades de vitaminas y minerales, dependiendo de su



estado de maduración, aunque, en general, sus productos no son fuentes abundantes de estos nutrimentos (Thompson, 1988). El contenido de vitaminas y minerales de los productos de soya se puede observar en el Cuadro 3.

PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO

Harinas

La manera en que el grano es procesado, determina tanto las características funcionales y nutricias de los productos finales como su adaptabilidad para diversas aplicaciones alimenticias en panificación (Onayemi, 1981). El frijol crudo es limpiado, quebrado, descascarado, acondicionado y hojueleado. Estas hojuelas pueden ser procesadas directamente para obtener productos de soya con un contenido

normal de grasas, o pueden ser sometidas a una extracción por solventes como hexano, el cual extrae 85% de la grasa presente para producir una hojuela básica desgrasada. Las hojuelas son separadas del solvente conteniendo las grasas y desolventizadas para extraer toda traza de hexano y la mayoría de las grasas (aceite). Las hojuelas desgrasadas pueden ser cocidas o tostadas por exposición de las hojuelas a vapor "vivo" bajo presión. El tostado desnaturaliza la proteína e inactiva las enzimas presentes, al mismo tiempo que modifica el color y el sabor de las hojuelas. Controlando el tiempo y la temperatura del proceso de tostado, se puede producir una amplia gama de productos y pueden elaborarse cuatro grupos básicos de productos a partir de este proceso:

- 1) La harina integral contiene todas las grasas naturales y ha sido tratada para eliminar los factores enzimáticos.

Cuadro 3. VITAMINAS Y MINERALES EN PRODUCTOS DE SOYA

VITAMINAS	FRIJOL	GERMINADOS	HARINA	QUESO	LECHE
Tiamina g/g	11.0-17.5	11.9-21.9	11.0-15.0	3.9	0.8
Beta caroteno g/g	0.2-0.4				7.5
Riboflavina g/g	2.0-2.3	4.8-7.0	4.0-4.4	3.7	1.1
Niacina g/g	20.0-25.9	29.9-48.0	20.3-29.1	5.5	2.5
Ácido pantoténico g/g	12.0	18.8-34.4	47.0-50.6		
Piridoxina g/g	6.4	14.1-17.7			
Biotina g/g	0.6	1.1-1.7			
Ácido fólico g/g	2.3	3.7	0.8-0.9		
Inositol mg/g	1.9-2.6	2.5-3.9			
Colina mg/g	3.4				
Ácido ascórbico mg/g	0.2	0.4			21.6
MINERALES					
Calcio %	0.16-0.47	0.40	0.42-0.64	0.80	0.76
Fósforo %	0.42-0.82		0.60	0.8-1.0	0.15
Magnesio %	0.22-0.24				
Zinc mg/kg	37				
Hierro mg/kg	90-150	100	110-160	105	68
Manganeso mg/kg	32				
Cobre mg/kg	12				



Foto 4. Harina de soya integral, adicionada con colorantes naturales para su empleo en distintas proporciones.

- 2) La harina enzimáticamente activa es harina a la cual se le ha extraído la grasa, pero ha sido tratada con un calor muy ligero, reteniendo por lo tanto, la actividad de la enzima lipoxidasa.
- 3) La harina desgrasada contiene aproximadamente 1% de grasa y ha sido térmicamente tratada para eliminar toda actividad enzimática.
- 4) Los productos reengrasados son elaborados adicionando cantidades diversas de aceite o lecitina a la harina desgrasada.

Las formas más sencillas son la harina y sémola con un contenido mínimo de proteína del 40%, si el aceite no es extraído, o del 50% si se extrae el aceite de procesamiento con hexano. Las harinas y las sémolas difieren únicamente por el tamaño de partícula.

Uno de los problemas que se presenta frecuentemente en el procesamiento de la soya es el del sabor amargo. Estos sabores pueden reducirse en alto grado por medio de la cocción controlada.

Sémola

En la elaboración de productos desgrasados, las hojuelas pueden ser molidas en diferentes grados de finura para producir un producto con tamaño de partícula grande al cual se le denomina sémola, o un producto de tamaño muy pequeño y fino, que es la harina. La sémola tiene la misma composición química que la harina, la única variación es el tamaño de partícula.

Concentrado

Por definición, el concentrado contiene un mínimo de 70% de proteína, en base seca, y se preparan de harinas u hojuelas desgrasadas que han sufrido un procedimiento de extracción para remover los azúcares solubles y otros constituyentes menores (Campbell, 1985).

Aislado

El aislado es la proteína más refinada que existe y se caracteriza por un contenido de proteína mínimo del 90%, en base seca. Así como el concentrado, el aislado también se prepara a partir de harinas o de hojuelas desgrasadas. Los azúcares solubles y los polisacáridos insolubles de las harinas desgrasadas, se extraen durante el procesamiento para conversión en aislado (Campbell, 1985).

Salvado

Una adición reciente a la línea de productos de soya ha sido el salvado; un producto con alto contenido de fibra derivado de la porción cuticular (cáscara) del grano. Este salvado se utiliza principalmente en panes especiales, en los que se desea un alto contenido de fibra cruda (Erdman, 1981).

Efecto del tratamiento térmico

El tratamiento térmico de los subproductos sirve para mejorar el sabor, aumentar el valor nutritivo e inactivar los sistemas enzimáticos naturales (Rackis, 1972). Cabe señalar que tal como sucede con muchas otras proteínas, la de soya se desnaturaliza rápidamente con el calor húmedo. La desnaturalización de las proteínas por

medio del calor las torna insolubles. La máxima insolubilización tiene lugar en 15 a 20 minutos de tratamiento con vapor a presión atmosférica.

Hay dos métodos comunes para medir la desnaturalización de las proteínas. Ambos utilizan la extracción del producto con agua y el análisis de los extractos resultantes por el método Kjeldahl. El primero, el Índice de Solubilidad de Nitrógeno o ISN (NSI en Inglés), usa un sistema de agitación lento para hacer el extracto, y el valor ISN es el porcentaje de nitrógeno total de la muestra de soya que se disuelve. En el segundo Índice de Dispersabilidad de Proteína o IDP (PDI en Inglés), se emplea un agitador de alta velocidad para la extracción de la muestra. El valor de IDP es el porcentaje de proteína total, que es dispersado. Los valores de IDP son, generalmente, un poco más altos que los valores ISN, debido a un mayor grado de división durante la extracción. Una harina con un mínimo de tratamiento por calor húmedo, tendrá un valor IDP de 90-95, mientras que una muestra completamente cocida o tostada tendrá un valor de IDP de sólo 10 a 20 (Del Valle, 1981).

CONCLUSIONES

En México, existe una grave pérdida en la producción de granos y la soya no es la excepción, ya que sólo se producen 121 mil toneladas de los 4.6 millones que se demandan anualmente; este efecto puede ser revertido, cuando menos de forma parcial, incrementando la superficie cultivada de esta planta en el país, ya que existen una cantidad de variedades de soya con un amplio rango de adaptación a

diversas condiciones climáticas, edáficas y de altitud que permitirían el desarrollo de este cultivo en prácticamente todo el territorio nacional.

Es un grano promisorio que contribuye significativamente en la solución del problema nutricional que se padece especialmente en el medio rural, ya que posee un contenido de proteínas, aceite, carbohidratos, vitaminas y minerales superior y de mejor calidad que otros granos similares y, al igual que éstos, la tecnología de producción es baja, lo que le permitiría cultivarse en pequeñas superficies para autoconsumo familiar. Además, la incorporación de este grano a la alimentación humana se logra mediante una tecnología doméstica en el procesamiento del grano para la elaboración y enriquecimiento nutricional de alimentos que la población consume habitualmente.

Las características nutricionales y nutraceúticas de la soya, así como su bajo precio, hacen de ella una alternativa saludable para enriquecer la dieta de la población, sobre todo de aquellos sectores pobres que no poseen los recursos económicos para satisfacer sus necesidades con proteínas de origen animal y aún, en aquellas personas con capacidad económica, resulta una buena fuente de proteínas si se desea disminuir las enfermedades causadas por la ingesta de grasas saturadas y utilizar una que es rica en ácidos grasos esenciales. Sin embargo y con la finalidad optimizar la bioabsorción y disponibilidad de estos nutrientes se sugiere un procesamiento térmico adecuado que permita inactivar algunos agentes antinutricionales que pueden limitar los beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

- BRESSANI, R., The Role of Soybeans in Food Systems, J. Am. Oil Chem. Soc. 58, 392-400, 1981.
- CAMPBELL, M.F., *et al*, New Protein Foods. In, ed. By Altschul, A.A., and Wilcke, H.L. Vol.5 Seed Storage Proteins, Chapter IX Soy Protein Concentrate, Orlando: Academic Press, 1985.
- DEL VALLE, F.R., Nutritional Quality of Soy Protein as Affected by Processing, J. Am. Oil Chem. Soc. 58, 419-429, 1981.
- ERDMAN, JW Jr, Bioavailability of trace minerals from cereals and legumes, Cereal Chem. 58, 21-6, 1981.
- ERDMAN, JW Jr. y WEINGARTNER KE., Nutritional aspects of fiber in soy products, J. Am. Oil Chem. Soc. 58, 511-4, 1981.
- FAO/WHO/UNU Expert Consultation, Energy and protein requirements. Geneva: World Health Organization, WHO technical report, series 724, 1985.
- JOHNSON, L.A., Soy Protein: Chemistry, Processing and Food Applications, 70th Annual Meeting of the Am. Assoc. of Cereal Chem. Orlando, 1985.
- LEVINSON, A.A. y LEMANCIK, J.F., Soy Protein Products in Other Foods, J. Am. Oil Chem. Soc. 51, 13 – 17, 1974.
- ONAYEMI, O., y LORENZ, K., Soy Protein in White Bread, Baker's Digest. 52, 1-18, 1981.
- RACKIS, J. J., Biological active components. In: Smith AK, Circle SJ. eds. Soybeans: chemistry and technology, Vol 1, AVI Publishing Co., Westport, 158-202, 1972.
- RACKIS, J. J., Flatulence Caused by Soya and Its Control through Processing, J. Am. Oil Chem. Soc. 58, 503-509, 1981.
- ROEBUCK, BD., Trypsin inhibitors: potential concern to humans, J Nutr. 117, 398-400, 1987.
- SCRIMSHAW, NS. y YOUNG, VR. Soy protein in adult human nutrition: a review with new data. In: Wilcke HL, Hopkins DT, Waggle DH, eds. Soy protein and human nutrition, New York: Academic Press, 121 -43, 1979.
- THOMPSON, DB., IRON, M. y SMITH, KT., Trace minerals in foods. New York: Marcel Dekker Inc., 157-208, 1988.
- TORUN, B., VITERI FE. y YOUNG, VR, Nutritional role of soy protein for humans, J Am Oil Chem Soc. 58, 400 – 6, 1981.
- TSAI AC, *et al.*, Effects of soy polysaccharide on gastrointestinal functions, nutrient balance, steroid excretions, glucose tolerance, serum lipids and other parameters in humans, Am. J. Clin. Nutr. 35, 504-11, 1983.