

Reducción del contenido de fibra cruda en pasta de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) y su posible utilización en la alimentación humana

Héctor Martínez Flores¹, Carlos Cruz Mondragón², y Alfredo Larios Saldaña²

Dpto. de Biotecnología y Bioingeniería. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México.

RESUMEN. El objetivo del trabajo fue reducir el contenido de fibra cruda (FC) y cuantificar el contenido de compuestos fenólicos (CF) e inhibidores de tripsina (IT) en pasta de cártamo (PC) para plantear su posible utilización en la alimentación humana. A la PC se le efectuó una molienda en licuadora y en molino de martillos, posteriormente se clasificó por tamaño de partícula y se comparó con la PC (23,3% de FC, 22,4% de proteína y 1,75% de CF) y sus respectivas fracciones. La molienda en molino de martillos resultó más efectiva ya que en la fracción de finos (60,5%) el contenido de FC se redujo en un 36,3%, la proteína y los CF se concentraron en 39,3 y 50,3%, respectivamente. La prueba de IR resultó negativa. La molienda y tamizado resultó ser un método sencillo y económico de separación de fibra en la PC, que permite concentrar proteína y obtener un adecuado rendimiento de material, características por las cuales es posible plantear su utilización en la alimentación humana, en niveles de incorporación no elevados.

SUMMARY. Reduction of crude fibre content in safflower meal (*Carthamus tinctorius* L.) and the feasibility of using it in human food. The purpose of this work was to reduce the content of crude fibre (CF) and to determine the content of phenolics compounds (PC) and trypsin inhibitors (TI) in safflower meal (SM), in order to recommend the possibility of utilization it in human food. The SM (23.3% of CF, 22.4% of protein and 1.75% of PC) was grinded in a blender and in a hammer mill respectively, after that, they were classified in particle size by sieving and compared with the SM and their fractions. Grinding in hammer mill was more effective; in this process the yield of the fine fractions was 60.5% and the contents of protein and PC were concentrated by 46.7% and 50%, respectively. The test of TI in SM resulted negative. Grinding and sieving showed to be an easy and cheap mechanical size separation process to reduce CF, which also increase the protein content with a good yield of material. It should be possible the utilization of the fine fractions in human food, provided that the level of incorporation in a food product will be low.

INTRODUCCION

Las semillas de oleaginosas presentan amplias perspectivas para ser usadas en alimentación humana. De su industrialización se derivan los aceites crudos y las pastas; los primeros son destinados a consumo humano; el producto residual, las pastas, son utilizadas como fertilizantes o combustibles (1) o bien en la producción de alimentos balanceados para consumo animal, debido a su alto contenido en proteínas (2).

Cuando a las pastas se les destina para alimentación animal, se subutiliza un amplio potencial nutritivo para el hombre, ya que los animales son altamente ineficientes para producir proteína. Para que un animal produzca 1 Kg de proteína necesita consumir de 2,7 a 17 Kg de proteína vegetal (3).

Las pastas poseen un alto contenido en proteínas, son fuente de algunos aminoácidos esenciales y son materiales de bajo costo, por lo que su utilización en la elaboración de productos alimenticios, puede ser factible.

El factor limitante de las pastas de oleaginosas para ser usadas en alimentación humana es que contienen por lo menos un compuesto antinutricional, como son los inhibidores de tripsina (IT), compuestos fenólicos (CF), aflatoxinas, fitatos o hemaglutininas (4,5), los

cuales influyen en una baja palatabilidad y disminuyen el valor biológico de la proteína, así como el valor nutritivo de las pastas.

La PC presenta un elevado contenido de fibra y posee CF (6,7) e IT. La fibra estimula la digestión, previene enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de colon, aterosclerosis, hipertensión y cálculos (8,9); sin embargo, cuando la fibra es consumida en niveles elevados, influye disminuyendo el aporte energético, baja la digestibilidad, reduce la absorción de minerales y vitaminas e irrita la mucosa intestinal (10). Altas concentraciones de fibra influyen también en las propiedades funcionales del producto. Alternativas para reducir fibra en la PC son la obtención de concentrados y aislados proteicos (11), o la separación física de la fibra con ciclones o tamizado. Los CF bajan la digestibilidad de las proteínas e interfieren con la absorción de vitaminas (12). Entre los CF de la PC destacan la 2-hidroxiarctina que produce un efecto laxante, y el monoglucósido matairesinol que le imparte un sabor amargo a la pasta (13,14). Tal problema se puede minimizar por la extracción química de los CF con agua o solución alcohólica (11,14,15) o incorporando la pasta en bajas proporciones a alimentos tradicionales. Los IT reducen la digestibilidad de las proteínas y provocan hipertrofia pancreática (4,16). Los daños causados por los IT son minimizados cuando su actividad se ve reducida en un 80% (17,18), lo cual se logra con un tratamiento térmico de 100 °C durante 10 min.

El objetivo del presente trabajo fue reducir el contenido de fibra, concentrando a la vez proteína en PC, así como detectar el contenido de CF e IT y con base en ello plantear su utilización en la alimentación humana.

1 Estudiante de Postgrado
2 Profesores Investigadores

MATERIALES Y METODOS

La PC fue adquirida en la fábrica extractora de aceites «La Corona, S.A. de C.V.» Xalostoc, Edo. de México. La semilla de cártamo durante su industrialización para extracción del aceite fue sometida a un tratamiento combinado de prensa y solvente.

Molienda y tamizado de la pasta de cártamo: La PC fue tamizada en mallas USA Standard del N° 14, 18, 40, 60, 80 y 100; alternativamente la PC fue sometida a 2 tipos de moliendas y posteriormente tamizada en mallas N° 40, 50, 60, 80, 100 y 120; el tipo y las condiciones de molienda fueron: 1) licuadora de aspas (ML). A 100 g de muestra se le dio un tiempo de molienda de 2 min, con un intervalo de reposo de 3 min. entre molienda y molienda; 2) molino de martillos, marca Holmes, modelo 150, utilizando malla con abertura 40 (MM40). Se molieron 200 g de material en un tiempo aproximado de 5 min, con reposo de 30 min entre molienda y molienda; 3) molino de martillos, con malla de abertura 60 (MM60), bajo las mismas condiciones de operación que en la MM40.

A la materia prima y a las fracciones obtenidas del tamizado de la PC se les realizó un análisis químico proximal de acuerdo a los métodos referidos por la A.O.A.C. (19), para humedad (7-003/70), cenizas (7-010/70) y lípidos (7-048/70); la proteína se realizó por el método micro-Kjeldhal y FC de acuerdo a Van de Kamer y Van Ginkel (20); el extracto libre de nitrógeno se calculó restando a 100 la suma del resto de los componentes del análisis proximal, los CF se determinaron de acuerdo a Arntfield y col. (21), y los IT por la técnica de Kakade y col. (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presenta la composición química proximal de la materia prima y de las fracciones obtenidas del tamizado. Se observan altos contenidos de proteína (22,51%) y de FC (22,63%). Asimismo, en las fracciones existió variación de todos los componentes químicos en mayor o menor medida, sin embargo, para fines del presente trabajo, sólo se consideraron la FC, proteína y gramos de material recuperados. En las mallas 14, 18 y 40 (retenidos) se distribuyó la mayor parte del material (77,5%), es decir los gruesos, que tienen un elevado contenido de cascarilla. La FC, componente esencial de la cascarilla, se concentró en esas mismas fracciones (27,0%) y la cantidad de proteína fue menor (18,2%), ya que tiende a concentrarse en las fracciones de menor tamaño, es decir, en los finos.

TABLA 1
Composición química proximal en base seca de la pasta de cártamo (PC) y sus fracciones (g/100 g)

Nº de malla	Material	Fibra cruda	Proteína (Nx6,25)	Lípidos	Cenizas	E.L.N. ¹
PC	100,0	22,63	22,51	1,10	5,39	48,37
14	25,0	28,10	14,96	1,36	4,10	34,06
18	20,4	29,30	18,23	1,16	4,38	31,43
40	32,0	23,70	21,47	1,50	3,52	49,75
60	9,4	14,47	33,90	1,97	6,74	40,03
80	3,0	5,00	35,30	1,98	7,14	49,66
100	10,1	4,85	35,50	2,01	8,52	48,49

1 E.L.N. Extracto libre de nitrógeno

Con base en los resultados obtenidos se realizaron cálculos para

decidir si era factible obtener una o varias fracciones del tamizado con adecuados porcentajes de reducción de FC, concentración de proteína y rendimiento del material. En la Tabla 2 se presentan 2 fracciones, la primera que es todo el material que pasó la malla 18 (F18), cuyo contenido de FC fue alto (17,4%), es decir, sólo se disminuyó en un 23,1% en relación a la PC; esta fracción tuvo 27,0% de proteína, concentrando un 19,9% respecto a la PC, con un rendimiento de material de 54,5%. La segunda fue el material acumulado que pasó la malla 40 (F40). Esta fracción tuvo 8,3% de FC y 34,8% de proteína, reduciéndose un 63,3% de FC y concentrando un 54,78% de proteína en relación a la PC; no obstante, su rendimiento de material fue bajo (22,5%).

TABLA 2
Rendimiento en base seca de material, fibra cruda y proteína en las fracciones (cribados de la pasta de cártamo PC) (g/100 g)

Nº de malla	Material	Fibra cruda	Proteína
PC	100,00	22,63	22,51
18	54,50	17,36	26,99
40	22,50	8,31	34,84

Las partículas de cascarilla se concentraron en las fracciones gruesas, ya que su tamaño es mayor que las partículas del endospermo, lo que permitió asumir que la disminución en el tamaño de partícula de la PC, lograría una mejor separación de las partículas de cascarilla de las del endospermo, reduciendo más eficientemente la FC y concentrando proteína, como se discute adelante.

La distribución de CF en las fracciones de la PC y los resultados obtenidos de la determinación de IT son mostrados en la Tabla 3. El contenido inicial de CF en la PC fue de 1,75%, dato ligeramente inferior a lo reportado por Lyon y col (14), quienes obtuvieron valores de 2,0% para una pasta comercial, y de 2,3 y 2,5% en pastas procesadas en laboratorio. Se observó que los CF se concentraron en las fracciones finas (mayores al 2,0%). Es importante señalar que dichos componentes se localizan fundamentalmente en el endospermo como lo reportan en su estudio Lyon y col. (14) y que la PC al ser cribada para eliminar cascarilla (FC), concentró tanto endospermo como los CF. La determinación de IT fue negativa, por lo que se asume que el tratamiento térmico durante la desolventización de la PC, posterior a la extracción del aceite en la semilla de cártamo fue suficiente para inactivar a estos compuestos.

TABLA 3
Contenido de compuestos fenólicos (base seca) e inhibidores de tripsina en la pasta de cártamo (PC) y su distribución en las fracciones

Nº de malla	Compuestos fenólicos (g/100 g)	Inhibidores de tripsina de tripsina UTI/mg M
PC	1,75	negativo
14	1,69	nd
18	1,55	nd
40	1,68	nd
60	2,13	nd
80	2,11	nd
100	2,09	nd

UTI/mg M. Unidades de tripsina inhibida por mg de muestra.
nd. - no determinado.

En la Tabla 4 se muestra el efecto que tuvieron las moliendas y posterior tamizado en la PC. Se observan diferencias entre la ML y las moliendas en MM40 y MM60. En general, la recuperación de finos fue mayor en la molienda con martillos, particularmente la MM60; además, se observó que a medida que el tamaño de partícula se redujo, el contenido de proteína aumentó en cualquier molienda, llegando hasta el 39,4% para la ML y a 29,6% y 31,9% para el MM40 y MM60, respectivamente.

TABLA 4

Rendimiento en base seca de material, fibra cruda y proteína en las fracciones de pasta de cártamo con diferentes moliendas

Nº de malla	ML		MM40			MM60			
	Mat (g)	Prot (g/100 g)	Mat (g)	FC (g/100 g)	Prot (g)	Mat (g)	FC (g/100 g)	Prot (g)	
40	59,4	32,6	9,9	19,3	36,6	2,6	10,7	31,6	3,4
50	8,4	17,0	29,7	16,4	33,8	4,2	13,4	33,8	7,4
60	5,7	14,6	33,3	8,6	27,8	8,9	9,1	28,5	15,9
80	5,0	12,7	36,9	9,1	21,3	15,6	7,5	17,7	23,1
100	0,3	14,2	36,7	7,3	16,8	23,7	9,6	17,4	30,0
120	21,2	10,2	39,4	39,3	15,7	29,6	50,7	13,9	31,9

Mat. Material

FC. Fibra cruda

Prot. Proteína

ML. Molienda en licuadora.

MM40. Molienda en molino de martillos utilizando malla 40

MM60. Molienda en molino de martillos utilizando malla 60

Los rendimientos en material, contenidos de FC y proteína para las fracciones seleccionadas de cada una de las moliendas son mostrados en la Tabla 5. La fracción ML40, que es todo el material acumulado que pasó la malla Nº 40, presentó el menor porcentaje de FC (11,2%) y el mayor contenido de proteína (36,2%); sin embargo, de esta fracción sólo se tuvo un rendimiento de material del 40,6%.

TABLA 5

Rendimiento en base seca de material, fibra cruda y proteína en las fracciones seleccionadas de la pasta de cártamo

Tipo de molienda	Fracción cribada	Material (g/100 g)	Fibra cruda (g/100 g)	Proteína (g/100 g)
ML	M40	40,60	11,16	36,20
MM40	M80	46,62	15,79	28,69
MM60	M80	60,45	14,41	31,35

ML. Molienda en licuadora.

MM40. Molienda en molino de martillos utilizando malla 40

MM60. Molienda en molino de martillos utilizando malla 60

M40. Material acumulado que pasó la malla 40

M80. Material acumulado que pasó la malla 80

Con respecto a la FMM60, a pesar de que no redujo una cantidad tan elevada de FC como la observada en la ML40, si fue considerable, ya que tuvo 14,4% (reduciéndose en un 36,3%, respecto a la PC), y 31,4% de proteína, es decir, un incremento del 39,2% respecto a la PC, además fue la que rindió mayor cantidad de material (60,5%). La fracción FMM40 redujo FC a la vez que concentró proteína en forma

parecida a la fracción FMM60. No obstante, su rendimiento de material fue menor (46,6%). Es importante señalar que cualquiera de las fracciones obtenidas al tamizar la PC, previas moliendas, presentaron mejor separación de FC y proteína y mayor rendimiento que las fracciones obtenidas del tamizado de la PC sin moler.

La fracción de la pasta de cártamo seleccionada (14,4% de FC, 31,4% de proteína y 60,5% de material) fue caracterizada químicamente y se le cuantificó su contenido de CF (Tabla 6). Los componentes químicos de la fracción diferentes de la FC y proteína, no mostraron variaciones notables respecto de la PC y su contenido de CF fue de 2,63% teniendo un incremento del 50,3%.

Tabla 6

Composición química proximal y compuestos fenólicos (base seca) en la fracción de pasta de cártamo

Componentes químicos	Fracción de pasta de cártamo (g/100 g)	Pasta de cártamo (g/100 g)
Fibra cruda	14,41 (36,32) ¹	22,63
Proteína (N x 6,25)	31,35 (39,27) ²	22,51
Lípidos	0,97	1,10
Cenizas	6,43	5,39
E.L.N. ³	43,87	48,37
Compuestos fenólicos	1,175	2,63

1 % de reducción de fibra respecto a la pasta de cártamo

2 % de concentración respecto de la pasta de cártamo

3 E.L.N. Extracto libre de nitrógeno

CONCLUSIONES

La molienda en molino de martillos fue más eficaz que la molienda en licuadora, explicándose este hecho en que en el primer tipo de molienda, los martillos impactan el material, pulverizándolo, lo que hace que el endospermo se desintegre más fácilmente que la cascarilla, y se logre una mayor separación de FC de la proteína, no así el material molido en licuadora con cuchillas, en donde el corte es homogéneo y permite reducir el tamaño de partícula de la cascarilla, pero sin llegar a una pulverización, por lo que se limita a una menor separación de cascarilla del endospermo.

Por otra parte, se plantea el aprovechamiento íntegro de la PC, ya que mientras la fracción fina obtenida de la molienda y tamizado se puede utilizar en la alimentación humana, en proporciones no elevadas, o bien en mayor porcentaje empleándose como ingrediente en alimentos altos en fibra, la fracción de gruesos, por su alto contenido en FC y bajo en CF, se puede utilizar como forraje en alimentación animal.

REFERENCIAS

- Shamantaka S.M. & Subramanian N. Preliminary studies on processing of sunflower seed to obtain edible protein concentrates. J. Am Oil Chem Soc 61(6): 1039-1042. 1984.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Abasto y Comercialización de Productos Básicos. Oleaginosas, México. 1988.

3. Ordorica Falomir C.A. «Obtención de aislados proteicos por micelización y precipitación isoelectrónica a partir de pastas de cártamo». Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Irapuato. México 1988.
4. Badui D.S. Soya. En: Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. p.404. México, 1986.
5. Anu J. & Madhurima D. Effect of irradiation on the proteinase inhibitor activity and digestibility (in vitro) of safflower oilcake. J. Am Oil Chem Soc. 70(9): 935-937. 1993.
6. Betschart A.A. Factors influencing the extractability of safflower protein (*Carthamus tinctorius* L.). J. Food Sci. (40):1010-1013. 1975.
7. Latha T.S. & Prakash V. Studies on the proteins from safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.) J. Agric Food Chem 32(6): 1412-1416. 1984.
8. Grace S.L. Nutritional and physical properties of dietary fiber from soybeans. Cereal Foods World 34(7): 530-534. 1989.
9. Christensen H.E. Characteristics of sugarbeet fiber allow many food uses. Cereal Foods World 34(7): 541-544. 1989.
10. Harper J.H. Formulación de productos, ventajas nutricias y control de calidad de mezclas extruidas de cereales con soya. Soya Noticias. Asociación Americana de la Soya, 225: 1-11. 1991.
11. Paredes López O. & Ordorica Falomir C.A. Production of safflower protein isolates: Composition, yield, and protein quality. J Sci Food Agric. 37(11): 1097-1103. 1986.
12. Sosulski F. Organoleptic and nutritional effects of phenolics compounds on oilseed protein products: A review. J. Am Oil Chem Soc 56(8): 711-715. 1979.
13. Palter R., Lundin R.E. & Haddon F.W. A cathartic lignan glycosides isolated from *Carthamus tinctorius* L. Phytochemistry, 11:2871-2874. 1972.
14. Lyon K.C., Gunbamann R.M., Betschart A.A., Robbins J.D., & Saunders M.R. Removal of deleterious glucosides from safflower meal. J. Am Oil Chem Soc 56(5): 560-564. 1979.
15. Tasneem R. & Prakash V. Effect of aqueous ethanol washing on the physicochemical and functional properties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed proteins. J. Sci Food Agric 59(2): 237-244. 1992.
16. Rackis J.J. Significance of soya trypsin inhibitors in nutrition. J. Am Oil Chem Soc 3:495-501. 1981.
17. Erdman W. Oilseeds phytates: Nutritional implications. J. Am Oil Chem Soc. 56:736-741. 1979.
18. Tosi A.E., Di Paolo O. y Cazzoli A. Determinación espectrofotométrica del índice de ureasa como medida de la destrucción del inhibidor de Kunitz en soja. Alimentaria, Mayo 15-19, 1989.
19. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 11th Ed. Washington, D.C. USA. 1970.
20. Van de Kamer S.H. & Van Ginkel. Rapid determination of crude fiber in cereal. Cereal Chem. (29):239-243. 1952.
21. Amtfield S.D., Ismond M.A.H. & Murray E.D. The fate of antinutritional factors during the preparation of a fababean protein isolate using a micellization technique. Can Ins Food Sci. Technol J. 18:137-143. 1985.
22. Kakade M.L., Simmons N. & Liener I.E. An evaluation of natural versus synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. Cereal Chem 46:518-526. 1969.

Recibido: 25-09-1995

Aceptado: 21-08-1996