

FACTORES ANTINUTRICIONALES PRESENTES EN EL ARROZ PILADO CRUDO

ANTI-NUTRITIONAL FACTORS PRESENT IN RAW, POLISHED RICE

PhD María E. Villalobos H.¹, PhD Ana M. Espinoza E.²

Recibido: 10/9/07 Revisado: 8/11/07 Aprobado: 9/11/07

Resumen

El objetivo de este artículo fue investigar la presencia de los factores antinutricionales en el arroz pilado crudo, tales como inhibidor de la tripsina, la lectina y el ácido fítico. El estudio es parte del proyecto de investigación de la equivalencia sustancial del arroz mejorado genéticamente AS 10-7-6 y CPM 10-4-6, desarrollado por el Centro de Investigaciones de Biología Molecular y Celular de la Universidad de Costa Rica (CIBCM), en Costa Rica. La metodología utilizada fue revisión de literatura, disponible en revistas nacionales e internacionales y consulta a expertos. Se encontró que la detección de dichos antinutrientes en el arroz pilado es muy baja en arroz crudo y es aún menor en el arroz cocido, ya que la lectina y el inhibidor de la tripsina son sensibles al calor y se inactivan al cocinar el alimento. En estudios realizados al arroz mejorado genéticamente llamado Libertylink, no se encontraron diferencias en el contenido de ácido fítico al compararlo con el par convencional. Además, se encontró que el inhibidor de la tripsina sólo está presente en la granza; la lectina no fue detectada en ninguna de las presentaciones del arroz. Por lo que al considerar la información bibliográfica y los resultados del arroz LibertyLink, se concluye que la presencia de antinutrientes es baja o ninguna, en el arroz pilado de las líneas mejoradas genéticamente en estudio.

Palabras claves: equivalencia sustancial, arroz, antinutrientes, tripsina, lectina, ácido fítico, Costa Rica.

Abstract

The purpose of this study was to research the presence of anti-nutrient factors such as the trypsin

inhibitor, lectin and phytic acid all in raw, polished rice. This review is part of a larger research project on the substantial equivalence of AS 10-7-6 and CPM 10-4-6, genetically-modified rice developed by the Cellular and Molecular Biology Research Center (CIBCM) at the University of Costa Rica. The methodology used was a review of the literature both in national as well as in international journals and also experts' opinion. Our results show that detection of these anti-nutrient factors in rice is low and it is very low in polished rice; the reason is that lectin and trypsin inhibitors are heat-sensitive and they are deactivated when cooked. Some studies done on genetically-modified Libertylink rice found no difference in phytic acid content when compared to non-modified rice. The trypsin inhibitor is detected only on the embryo and bran layers; lectin was not detected in any of the different rice presentations. In conclusion, according to the review done in the literature as well as the study done on Libertylink rice, it can be said that the presence of anti-nutrients in rice is expected to be low or absent in genetically-modified rice lines.

Key words: substantial equivalence, rice, anti-nutrients, trypsin, lectin, phytic acid, Costa Rica.

Introducción

Como parte del concepto de equivalencia sustancial,

¹ Ministerio de Salud, (506) 233 - 9516.

Correo electrónico: mevillalo@gmail.com

² Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación Biología Celular y Molecular (CIBCM). Universidad de Costa Rica, Facultad Ciencias Agroalimentarias, Escuela Agronomía.

que incluye pruebas de inocuidad de un nuevo alimento mejorado genéticamente (GM), se requiere la evaluación de la presencia de factores antinutricionales, las cuales son sustancias que al ser ingeridas interfieren con la digestión, absorción y utilización de los nutrientes (1, 4). Estas pruebas se deben realizar en forma paralela al alimento genéticamente mejorado y su par convencional (1). Los resultados permiten determinar diferencias no esperadas de la modificación genética aplicada al alimento y si es del caso, se deberán hacer estudios más profundos de los posibles efectos de esa característica no esperada, lo que facilita el proceso de toma de decisiones sobre el nuevo alimento y sus efectos en la salud humana (8, 12, 18).

La presencia de factores antinutricionales en los alimentos como el inhibidor de tripsina de frijol de soya, ha sido reportada desde 1946. En 1948 se informa de la lectina, que junto con el ácido fítico son elementos a considerar en los alimentos GM. La mayoría de los inhibidores nutricionales son de origen vegetal, sin embargo se han reportado en algunos alimentos de origen animal. Estos son compuestos de naturaleza no fibrosa que afectan el crecimiento y la salud de los animales, pero los factores antinutricionales cumplen funciones de protección a la planta, contra el ataque de hongos, bacterias, pájaros e insectos (4, 5, 13).

La mayoría de los inhibidores de tripsina son específicos en su interacción con las proteasas de manera que impiden su actividad proteolítica, mientras que las lectinas se ligan a los carbohidratos y se unen a la pared intestinal, alterando la capacidad de absorber nutrientes como el calcio, zinc, hierro y las proteínas. La mayoría de los antinutrientes del arroz se encuentran en la cáscara-granza y el germen, que al ser proteínas son desnaturalizadas por el calor (4, 9, 10, 14, 16, 15).

En la literatura se encuentran estudios que demuestran que el proceso de cocción contribuye a la inactivación y eliminación de los factores antinutricionales. Por ejemplo, en un estudio realizado en diferentes leguminosas secas y remojadas, alimentos que fueron sometidos a calor por microondas y métodos convencionales de cocción, se observó que el inhibidor de tripsina (IT) y la lectina (hemaglutinina) se destruyeron a causa del proceso de cocción en el alimento (7).

Un estudio realizado en camote, para conocer el efecto de la cocción en la eliminación del IT, utilizando métodos de horneado convencional y por microondas, así como cocimiento, se encontró que el IT era inactivado a temperaturas de 100 °C, lo que confirma

que la cocción es un buen método para eliminar IT de los alimentos (11).

En un estudio realizado en Costa Rica, se reportó el efecto de los factores antinutricionales por el consumo de pejibaye crudo en ratas jóvenes. Se encontró que la presencia de lectina en la dieta de las ratas pudo haber afectado su crecimiento (5).

Además, estudios realizados en alimentos derivados de cultivos genéticamente mejorados (adCGM), sobre su contenido de antinutrientes y la presencia en diferentes condiciones físicas del alimento, documentan que tanto el alimento mejorado como el convencional son comparables en la presencia de antinutrientes. Por ejemplo, en el caso de la soya tolerante al glifosato, el análisis reportó que no se presentaron diferencias significativas en el contenido del inhibidor de la tripsina y de la lectina en la soya mejorada ni en su par convencional, además por la práctica común de consumir la soya y sus derivados de forma cocida y con algún tipo de procesamiento, se observó que ambos antinutrientes se inactivan después de procesarlos (2, 19).

El presente artículo, tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica acerca de los factores antinutricionales descritos para el arroz para consumo humano y el potencial de su presencia en líneas de arroz mejoradas genéticamente AS 10-7-6 y CPM 10-14-6 y sus pares convencionales CR-1821 y CR-527 2, en la presentación de arroz pilado crudo, como parte del concepto de equivalencia substancial.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica sobre la presencia de factores antinutricionales, inhibidor de la tripsina, lectina y ácido fítico en el arroz. Se procedió a la búsqueda de artículos científicos publicados recientemente sobre el tema, tanto de revistas nacionales como internacionales, también se consultó con la Georgina Gómez del Departamento de Bioquímica de la Escuela de Medicina de la Universidad de Costa Rica, investigadora en el tema.

Resultados y discusión

En el cuadro 1 se presenta una descripción de los factores antinutricionales presentes en el arroz y sus derivados: arroz entero, pilado y cáscara del arroz. Se observa que los tres factores antinutricionales lectina, inhibidor de la tripsina y ácido fítico están presentes

en los alimentos vegetales, y afectan la absorción de nutrientes como proteínas y minerales. Los tres factores se detectan en el germen y la granza principalmente, por lo que su detección en el grano de arroz pilado es nulo o muy bajo.

La lectina y el inhibidor de la tripsina son lábiles y por lo tanto se inactivan después de su cocción, en especial cuando se alcanzan los 100°C. Con respecto al ácido fítico, este se inactiva por la acción de fitasas vegetales, digestivas o exógenas. Los factores antinutricionales cumplen también funciones de protección a la planta, por lo que su presencia es parte de la naturaleza misma del alimento.

Conforme al estudio de capacidad instalada de los laboratorios en el país, las pruebas de presencia de lectina y tripsina pueden ser aplicadas por demanda en el Laboratorio de Bioquímica de la Escuela de Medicina de la Universidad de Costa Rica (20).

El estudio realizado en arroz GM con resistencia al herbicida glufosinato de amonio, conocido como Liberty Link, reveló que el inhibidor de la tripsina se encontró solo en la cáscara-granza del arroz, no así en las muestras de arroz pilado. Con respecto al ácido fítico no se observaron diferencias entre las muestras de arroz mejorado en comparación con el convencional. La lectina no se detectó en ninguno de los productos evaluados a saber: arroz entero, arroz blanco o pilado, o en la cáscara-granza del arroz. Por lo que se concluye que tanto el arroz GM como su par convencional son comparables con respecto a la presencia de los tres antinutrientes (17).

Por su parte la Organización Económica de Cooperación y Desarrollo (OECD), en su documento consensado sobre las consideraciones de la composición de nuevas variedades de arroz, menciona que el inhibidor de la tripsina ha sido aislado de la cáscara-granza del arroz y que no hay un reporte que estandariza la cantidad del inhibidor en el arroz, pero que éste es sensible al calor. Con respecto al ácido fítico menciona que es un componente presente principalmente en la cáscara-granza del arroz y afecta la absorción del calcio y el hierro. En cuanto a la lectina esta se encuentra en la cáscara-granza del arroz y es sensible a temperaturas superiores a los 80°C (16).

Según lo descrito, esos antinutrientes se observan normalmente con mayor presencia en el germen y en la cáscara-granza del grano de arroz, además se desnaturalizan por efecto del calor, al que sería expuesto el arroz durante el proceso de cocción.

Por lo tanto, para efectos de este estudio el analizar

el grano de arroz pilado, se esperaría encontrar estos factores antinutricionales en cantidades nulas o muy bajas, por lo que tanto las líneas de arroz GMAS 10-7-6 y CPM 10-14-6 y sus pares convencionales CR1821 y CR5272, son comparables en este aspecto.

Conclusiones

De acuerdo con lo reportado en la literatura, se encontró que los factores antinutricionales del arroz están presentes principalmente en la cáscara-granza del grano de arroz, por lo que la posibilidad de detectarlos en el arroz pilado es muy baja y mucho más baja en el arroz cocido, ya que la lectina y el inhibidor de la tripsina son proteínas sensibles al calor y se inactivan al cocinarse el alimento. Por tanto, se obvió aplicar pruebas de evaluar la presencia de antinutrientes en el arroz GM pilado crudo. Sin embargo, estas pruebas deben ser consideradas en la evaluación de las presentaciones de arroz integral o en granza.

Literatura citada

1. FAO/WHO, Safety aspects of genetically modified foods of plant origin. Report of a joint FAO/WHO Expert consultation on foods derived from biotechnology. Geneva, Switzerland, 29 May- 2 June, 2000.
2. Fuchs R., Re D., Rogers E., Hammond B., Padgett S. Safety Evaluation of Glyphosate-tolerant Soybeans. Food Safety Evaluation. OECD Paris 1996.
3. Godoy S., Chicco C. F. Fósforo fítico y fitasa en la alimentación de aves. Revista Digital CENIAP HOY Número 8 mayo-agosto, 2005. Maracay, Aragua, Venezuela. 2005. Consultado el 4 de enero 2007. Disponible en http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/godoy_s.htm
4. Gomez G., Quesada S., Factores antinutricionales en los alimentos: inhibidores de Tripsina y Lectinas. 1998; Ing. Cienc. Quím. 18(2):70-75.
5. Gomez G., Quesada S., Nanne C., Efecto de factores antinutricionales en el pejibaye (*Bactris gasipaes*) sobre el metabolismo de ratas jóvenes. 1998; Agronomía Costarricense 22(2):191-198.
6. Hernandez -Infante M., Sousa V., Montalvo I., Tena E., Impact of microwave heating on hemagglutinins, trypsin inhibitors and protein quality of selected legume seeds. 1998; Plant Foods for Human Nutrition 52 (3):199-208.
7. Hernandez G., Fitasas en la alimentación de aves y cerdos: ya es hora de cambiar. CENIAP HOY no. 1, enero-abril 2003. Maracay, Aragua, Venezuela. Consultado el 4 de enero 2007. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n1/texto/ghernandez.htm#1/texto/ghernandez.htm>
8. ILSI (International Life Sciences Institute), Nutritional and safety assessment of foods and feeds nutritionally improved through biotechnology. 2004; Comprehensive reviews in food science and food safety. vol. 3, 104 pag.

9. Indravathamma P., Seshadri H., Lectin from rice. 1980; J. Biosci. 2(1):29-36.
10. Juliano B., Rice in human nutrition. Prepared in collaboration by FAO., Rome. 1993. Disponible en <http://www.fao.org/impho/vlibrary>
11. Kiran K., Padmaja G., Inactivation of trypsin inhibitors in sweet potato and taro tubers during processing. 2003; Plant Foods for Human Nutrition 58(2):153-163.
12. Kuiper H., Kleter G., Noteborn H., Kok E., Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. 2001; The plant journal 27(6):503-528.
13. Martínez D., Ibanez M., Rincon L., Acido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. 2002; ALAN 52(3):219-231.
14. Mathews C., Van Holde K., Ahern K., Bioquímica. Pearson Educación, Madrid, España. Tercera Edición. 2003.
15. Morris A., Barnett A., Burrows O., Effect of processing on nutrient content of foods. 2004; Cjajanus 37(3):160-164.
16. OECD, Consensus document on compositional considerations for new varieties of rice (*oryza sativa*): key food and feed nutrients and anti-nutrients. 2004; Series on the safety of novel foods and feeds, N°10. France. 38 pages.
17. Oberdoerfer R., Shillito R., De Beuckeleer, Mitten D., Rice (*oryza sativa* L.) Containing the bar gene is compositionally Equivalent to Nontransgenic Counterpart. 2005; J. Agric. Food Chem. 53:1457-1465.
18. OMS, Biotecnología Moderna de los Alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias. Suiza, 2005.
19. Padgett S., Biest N., Nida D., Bailey M., Macdonald J., Holden L., And Fuchs R., The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. 1996; Journal of Nutrition. 126(3):702-716.
20. Villalobos M-E., Propuesta metodológica para determinar la equivalencia sustancial de alimentos derivados de cultivos genéticamente mejorados en Costa Rica: Estudio de caso del arroz de la Universidad de Costa Rica. Tesis Doctoral, Sistema de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica, 2007.

Agradecimiento

A MSc. Georgina Gómez del Departamento de Bioquímica de la Escuela de Medicina de la UCR por su insumo en la elaboración del presente artículo.

Cuadro 1
Características de los antinutrientes presentes en el arroz

Factor	Lectina	Inhibidor tripsina	Ácido Fítico
Función antinutricional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Son proteínas que unen carbohidratos específicos y se unen a la mucosa de la pared intestinal, alterando su capacidad de absorber nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhibidor de la acción catalítica de la tripsina, lo que afecta la digestión, absorción y posterior utilización de las proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La molécula de fitato presenta uniones; proteína-almidón, catión-proteína, catión, almidón. En el caso de los cationes, el fitato no digerido precipita el calcio, zinc, hierro y otros cationes, impidiendo su absorción. ▪ Es el responsable del desbalance de minerales en las personas que se alimentan con arroz integral.
Función	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Son proteínas de origen no inmunológico, se caracteriza por ligar carbohidratos de manera reversible y aglutinar eritrocitos del grupo A, B y O. ▪ Se encuentran principalmente en semillas. ▪ En plantas tienen función defensiva de la planta y ayuda en la adhesión de bacterias fijadoras de nitrógeno en las raíces, ayudan a mantener la estructura tisular y orgánica. ▪ Facilitan la fijación de bacterias al glucocáliz del epitelio intestinal. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Son proteínas globulares pequeñas, tiene la función de unir o inhibir enzimas proteolíticas de animales, bacterias y hongos, rara vez de plantas. ▪ Se encuentra en semillas y tubérculos. ▪ Participan en la protección de la planta y en la regulación de la germinación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es un componente orgánico fosforado. ▪ En bajas dosis, presenta efectos positivos por su acción protectora frente al cáncer, reducción de la formación de cálculos renales y prevención de enfermedades cardiovasculares ▪ El ácido fítico es reserva de fósforo y de glúcidos utilizados por la planta durante la germinación, depósito de energía, fuente de cationes o iniciador de la latencia . ▪ El fósforo en cereales y oleaginosas, a pesar de ser elevado, es de baja disponibilidad en monogástricos, por el alto contenido de fósforo fítico
Donde se encuentra en el grano de arroz?	Se localiza en el germen y en el endoesperma del arroz.	Se localizan en el germen y en la granza del arroz, no se encuentran en el arroz pilado.	En el arroz los principales sitios de acumulación son el germen y en las envolturas (pericarpio, testa y aleurona)
Forma de inactivación	Se inactivan por el calor, de manera que se mantiene estable hasta dos horas a 75°C, después de 30 minutos pierde actividad a 80°C y se inactiva después de dos minutos a 100°C.	Se inactivan por el calor, se reduce por cocción, por ejemplo la actividad inhibidora de la tripsina se disminuye en 76% al calentarla en microondas y el cocimiento al vapor por seis minutos a 100°C.	Por acción de las enzimas fitasas gástricas, vegetales o exógenas el ácido fítico se hidroliza y permite la utilización de fósforo presente como fitatos y la eliminación de los efectos antinutricionales.
Referencias	10) Juliano, 1993. 4) Gómez y Quesada, 1998 14) Mathews <i>et al</i> , 2002 16) OECD, 2004	10) Juliano, 1993. 4) Gómez y Quesada, 1998 14) Mathews <i>et al</i> , 2002 16) OECD, 2004	10) Juliano, 1993 13) Martínez <i>et al</i> , 2002 7) Hernández, 2003 16) OECD, 2004 3) Godoy y Chicco, 2005

Fuente: elaboración propia