

Estructura morfológica y molecular de almidones de trigo duro (*Triticum durum*) con alto contenido de amilosa

Edith Agama-Acevedo^{1,*}, Cinthya G. Leal-Lazareno¹, Luis Arturo Bello-Pérez¹

¹ Instituto Politécnico Nacional-CEPROBI, Yautepec, Morelos, México, 62739. *eagama@ipn.mx

Palabras clave: almidón; amilosa; estructura; biosíntesis

Introducción. Los almidones que contienen más del 50 % de amilosa, se denominan altos en amilosa y son obtenidos por cruza tradicionales o modificación genética en algunos cultivos de importancia comercial. Al cambiar el contenido de amilosa, también se modifica la organización estructural del polisacárido, produciendo almidones con propiedades funcionales y nutricionales específicas. El almidón de trigo harinoso es rápidamente y totalmente hidrolizado en el tracto gastrointestinal superior de los humanos, lo cual lleva a un incremento de los niveles de glucosa en sangre, pero el almidón de trigo con alto contenido de amilosa es resistente a la hidrólisis, y va a ser fermentado en el colon. Para poder explicar las propiedades funcionales y nutricionales del almidón de trigo con alto contenido de amilosa, es necesario llevar a cabo su caracterización morfológica y molecular. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la estructura molecular y morfológica de almidones altos en amilosa de *Triticum durum* (HAWS) para conocer los cambios en la organización molecular, su efecto en la estructura granular.

Metodología. Las muestras fueron proporcionadas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se estudiaron HAWS: E (65 %), F (66 %) y G (70 %) provenientes del cruzamiento de trigos silvestres A (34 %), B (39 %) y C (45 %) con uno modificado D (61 %). El estudio molecular se realizó mediante cromatografía de líquidos de alta resolución y difracción de rayos X; la morfología de los gránulos se analizó mediante diferentes técnicas de microscopía y difracción de rayo láser

Resultados. Los HAWS resultantes de las cruza no solo se caracterizan por un incremento en el contenido de amilosa, sino que también cambia la estructura y organización de la amilopectina dado por el incremento del porcentaje de cadenas largas con grado de polimerización (GP) mayor a 37 y una disminución en las cadenas con GP de 6 a 12 en comparación con sus progenitores (Tabla 1). Esto tiene relación con el patrón de difracción de tipo B en los HAWS, el cual presenta una estructura cristalina menos compacta formada por dobles hélices de cadenas largas, la presencia de estas cadenas a su vez provoca desajustes en las dobles hélices lo que ocasiona un bajo porcentaje de

cristalinidad en los HAWS comparado con sus progenitores silvestres (Tabla 1). Todos estos cambios están dados por la amilopectina que es la primera molécula en sintetizarse y posteriormente se sintetiza la amilosa ocupando los espacios disponibles que deja la amilopectina. Es por esto que la estructura granular es resultado del ensamble de estas dos moléculas. Los gránulos de HAWS presentaron formas irregulares con fisuras en su estructura y formas alargadas por la fusión de dos o más gránulos entrelazados por moléculas de amilosa, lo que produce una desorientación de las dobles hélices observado por la ausencia de la cruz de Malta. El tamaño de los gránulos de los HAWS también se vio afectado ya que presentan menores tamaños (7 a 10 μm) que los gránulos de almidón de sus progenitores (16 μm). Estos cambios moleculares son responsables de la baja o nula digestibilidad de almidones HAWS.

Tabla 1. Distribución de las longitudes de las cadenas de la amilopectina y porcentaje de cristalinidad (C) de diferentes variedades de trigo.

Almidón	Porcentajes de distribución de longitud de cadena				C (%)
A	23 \pm 0.4 ^a	48 \pm 0.7 ^a	16 \pm 0.3 ^b	12 \pm 0.7 ^e	27
B	23 \pm 0.0 ^a	48 \pm 0.0 ^{ab}	17 \pm 0.0 ^{ab}	13 \pm 0.0 ^{de}	23
C	23 \pm 0.0 ^a	47 \pm 0.1 ^b	17 \pm 0.1 ^a	13 \pm 0.1 ^d	23
D	20 \pm 0.1 ^b	46 \pm 0.1 ^c	16 \pm 0.1 ^c	18 \pm 0.1 ^c	20
E	19 \pm 0.1 ^c	46 \pm 0.1 ^{cd}	16 \pm 0.1 ^c	19 \pm 0.1 ^a	19
F	20 \pm 0.1 ^{bc}	46 \pm 0.1 ^d	16 \pm 0.0 ^c	19 \pm 0.1 ^{ab}	20
G	20 \pm 0.2 ^b	46 \pm 0.1 ^{cd}	16 \pm 0.0 ^{bc}	19 \pm 0.1 ^b	17

Media de cuatro repeticiones \pm desviación estándar. Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes con $p < 0.05$. C

Conclusión. El incremento del contenido de amilosa en los HAWS causó cambios estructurales y organización molecular de la amilopectina, produciendo gránulos de almidón con formas irregulares.

Bibliografía.

Li, H., Dhital, S., Slade, A. J., Yu, W., Gilbert, R. G. & Gidley, M. J. (2019a). Altering starch branching enzymes in wheat generates starch high amylose content with a new molecular structure and functional properties. *Food Hydrocolloids*. 92: 51-59. Li, H., Gidley, M.J. & Dhital, S. (2019). Starches high in amylose to close the "fiber gap": development, structure and nutritional functionality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 18: 362-379.

Agradecimiento.

Se agradece el apoyo a SIP-IPN, EDI-IPN, COFAA-IPN. Al CONACYT por la beca de maestría de CGLL. Por los análisis de microscopía y Rayos X al CNMN-IPN.