

Las amilasas en panificación

◆ POR FRANCISCO GARCIA OLMEDO
◆ LDO. EN CIENCIAS QUIMICAS

El almidón es el componente cuantitativamente más importante de las harinas. En el presente trabajo nos proponemos examinar con algún detalle el mecanismo y control de las transformaciones que éste sufre durante el proceso de la panificación.

El almidón, que se presenta en las células vegetales en forma de gránulos, es una mezcla de dos polisacáridos: *amilosa* y *amilopectina*.

La molécula de *amilosa* es una larga cadena, cuyos eslabones (250-300) son radicales de glucosa unidos por enlaces 1-4 alfa-glucosídicos (Fig. 1). Dos glucosas unidas por este tipo de enlace forman el disacárido maltosa, que puede considerarse, por tanto, como la unidad estructural básica. A consecuencia del enlace alfa-glucosídico, la cadena se ve forzada a arrollarse en forma de hélice (Fig. 1). Esta circunstancia estructural tiene gran trascendencia en las propiedades de tinción del almidón por el yodo y, como veremos más tarde, en su susceptibilidad a la acción enzimática.

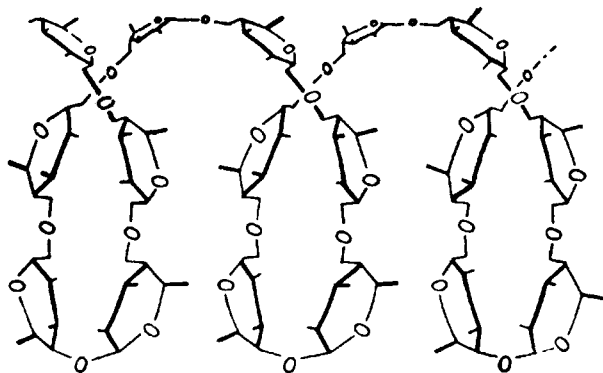


Figura 1.—Esquema estructural de la amilosa.

La *amilopectina* es un polisacárido muy ramificado. Las ramas son cadenas tipo amilosa formadas por 20-25 radicales de glucosa. Estas cadenas están ligadas entre sí por enlaces 1-6 alfa-glucosídicos (Fig. 2), dando lugar a una complicada estructura ramificada.

Aunque la estructura de los componentes del almidón ha sido establecida con cierta precisión, no ocurre otro tanto con la del gránulo de almidón como conjunto. Las investigaciones realizadas por métodos físicos, químicos y biológicos han llegado, en muchos casos, a conclusiones contradictorias.

El gránulo de almidón observado al microscopio presenta una serie de capas concéntricas respecto a un eje llamado *hilum* (Fig. 3). Tanto su birefringencia como los datos obtenidos por difracción de rayos X, indican que parte del gránulo es de naturaleza cristalina.

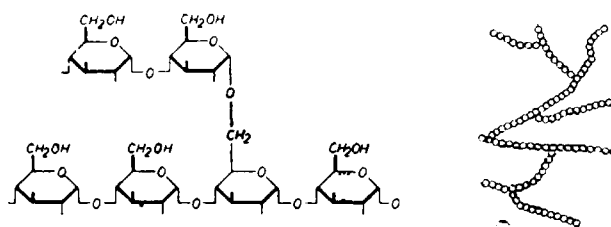


Figura 2.—Esquema estructural de la amilopectina.

No hay duda sobre la presencia de proteína en el gránulo, ni sobre la naturaleza enzimática de parte de esta proteína, pero no ha podido establecerse con certeza la forma de asociación proteína-almidón.

Para nuestros propósitos bástenos con establecer que el gránulo de almidón es una unidad estructural cuyas propiedades frente a los agentes de transformación físicos, químicos y, sobre todo, enzimáticos, son sustancialmente diferentes de aquellas de sus componentes.

TRANSFORMACIONES FISICO-QUIMICAS

Las transformaciones de orden fisico-químico que sufre el almidón por la acción combinada del agua y la temperatura fueron estudiadas por T. J. Schoch (1941), valiéndose del viscoamilógrafo Brabender y de un microscopio con luz polarizada. Calentando una suspensión de almidón, los gránulos empiezan por perder la birefringencia para hincharse paulatinamente a continuación.

El hinchamiento continúa con el aumento de la temperatura hasta no poderse distinguir el contorno de los gránulos al microscopio. En este momento aumenta rápidamente la viscosidad de la suspensión.

En el proceso de la panificación, las condiciones no son exactamente las mismas que en esta experiencia, pero es indudable que las observaciones de Schoch,

resumidas en la Figura 4, nos indican el papel que el agua y la temperatura juegan en dicho proceso cuando no interviene ningún otro factor.

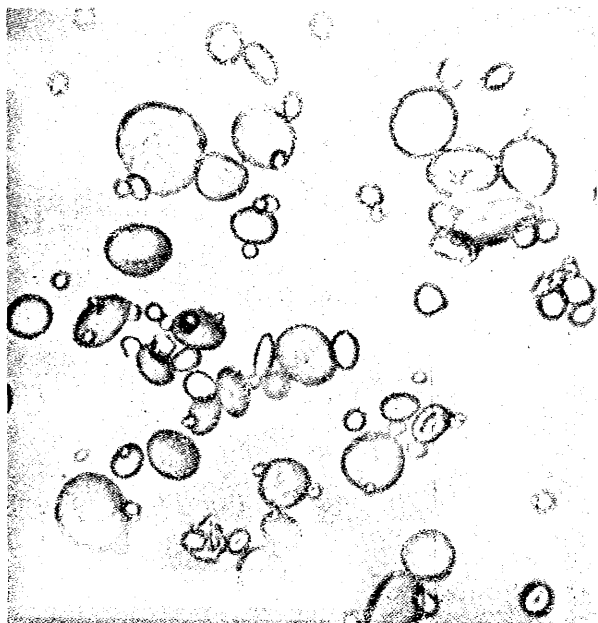


Figura 3.—Microfotografía de gránulos de almidón de trigo.

TRANSFORMACIONES ENZIMATICAS

La harina no es un polvo inerte, pues contiene numerosos enzimas, principalmente aquellos capaces de facilitar la hidrólisis del almidón. Estos enzimas reciben el nombre de amilasas o diastasas y son enzimas de degradación que catalizan la adición de una molécula de agua a cada enlace glicosídico, rompiendo así las cadenas de polisacárido.

Las amilasas de los cereales son de dos tipos que se designan genéricamente como alfa y beta, y que se diferencian por la distinta forma de actuar sobre el polisacárido.

Las beta-amilasas catalizan la hidrólisis ordenada de un enlace de cada dos empezando por un extremo y separando, por tanto, unidades de maltosa (compuestas de dos glucosas cada una) (Fig. 5). La acción de las beta-amilasas se ve detenida en los puntos de ramificación (puntos de enlace 1-6).

Al contrario que las beta-amilasas, las *alfa-amilasas* pueden realizar su ataque en cualquier punto de la macromolécula y los puntos de ramificación no son obstáculo. Se supone que este enzima ataca la estructura espiral hidrolizando uniones vecinas, separadas entre sí por una espira. Se producen así dextrinas y oligosacáridos (6-7 unidades de glucosa) (Fig. 6).

Un solo desdoblamiento hidrolítico catalizado por una beta-amilasa supone la pérdida de dos glucosas en una macromolécula que contiene varios cientos. Por

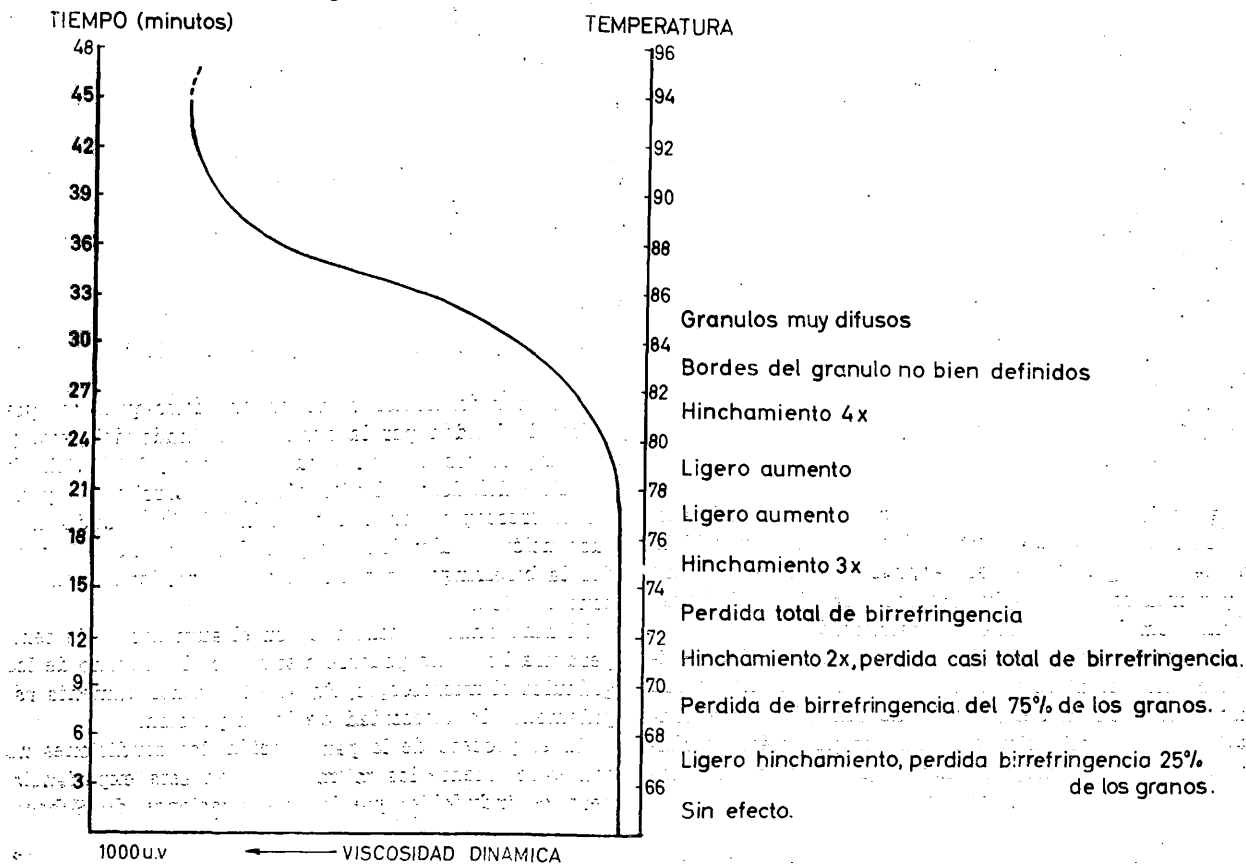


Figura 4.

esta razón, las beta-amilasas sólo tienen un efecto sacarogénico (producción de maltosa), siendo sus efectos dextrinizantes y fluidificantes prácticamente nulos.

Las alfa-amilasas escinden la macromolécula de polisacárido por cualquier punto, produciendo moléculas de mucho menor tamaño que se conocen con el nombre de *dextrinas*. Esta reducción drástica en el tamaño de las moléculas provoca un descenso rápido en la viscosidad del gel de almidón. La producción de maltosa no es el efecto inmediato de la alfa-amilólisis, sino su efecto extremo. La acción alfa-amilásica se caracteriza por el predominio del doble efecto *dextrinizante y flui-*

dicante y por el carácter secundario del efecto sacarogénico.

Parece ser que la beta-amilasa es privativa del reino vegetal, mientras que la alfa-amilasa se encuentra también en animales superiores, hongos y bacterias. Existen amilasas capaces de producir glucosa (en vez de maltosa) que se han encontrado sólo en microorganismos. En general podemos decir que no existen diferencias esenciales entre las amilasas de diversas fuentes, aunque difieren en ciertas características, tales como el pH óptimo y las temperaturas de inhibición y óptima. Algunas de estas cifras las consignamos en el siguiente cuadro:

Procedencia	pH óptimo	Temperatura óptima	Temperatura de inactivación
beta-amilasa cereal	4-5	55° C	70-75° C
alfa-amilasa cereal	4-5	65° C - 70° C	85° C
alfa-amilasa fúngica	5-7	65° C	75° C
alfa-amilasa bacteriana	5-7	70° C	inact. parcial a 100° C

LAS AMILASAS EN LA PANIFICACION

En el proceso de la panificación, el efecto dominante es el que se deriva de la acción del componente alfa-amilásico, siendo menos importante la del beta-amilásico.

En la *fase de fermentación* actúa preferentemente la beta-amilasa, pero su acción se ve limitada por la poca sensibilidad del sustrato, almidón crudo, que sólo ofrece a la acción enzimática aquellos gránulos dañados por el efecto mecánico de la molienda.

En la *fase de cocción*, el aumento rápido de la temperatura opera en un doble sentido: sensibilizando el almidón y modificando las condiciones de acción enzimática.

El estudio realizado por Walden (1959) sobre la evolución de la temperatura en el exterior y en el interior del pan cocido a 230° C, ha demostrado que mientras la corteza alcanza 195° C, la miga nunca llega a pasar de los 100° C, tardando unos dieciocho minutos en alcanzar los 95° C.

En esta corta fase se gelifica el almidón y la actividad enzimática pasa por su óptimo, para después anularse cuando sobreviene la destrucción térmica de los enzimas.

Según vimos en el cuadro I, la temperatura óptima para la beta-amilasa cereal es de 55° C, y para la alfa-amilasa cereal, 65° C—70° C, siendo sus respectivas temperaturas de desnaturalización 70°-75° C para la beta, y 85° C para la alfa. Como la gelificación efectiva del almidón, según Schoch, no empieza hasta los 78° C, aproximadamente, éste escapa a un ataque intenso de

la beta-amilasa, pero no así de la alfa-amilasa. Ya indicamos el doble efecto de la alfa-amilasa, produciendo dextrinas y maltosa, por un lado, y fluidificando el gel de almidón, por otro.

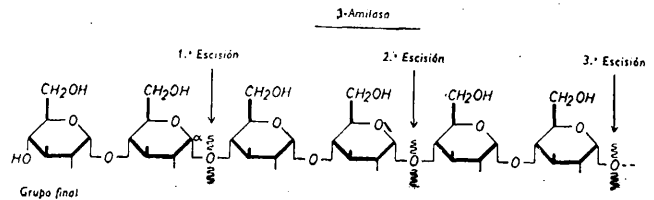


Figura 5.—Esquema de la acción de la beta-amilasa.

La producción de maltosa es esencial para una fermentación adecuada. La maltosa es desdoblada en glucosa, que a su vez es la materia prima para la producción de gas carbónico en la fermentación. La maltosa y glucosa que se encuentran libres en la harina son insuficientes, y por esta razón es necesaria la acción amilásica. La disminución de la viscosidad de la masa no es deseable en general, pues disminuye la capacidad de ésta para retener el gas producido en la fermentación.

Estas dos consideraciones nos impondrán los límites deseables de actividad amilásica en una harina destinada a la panificación.

El uso de harinas hiperdiastásicas conduce inevitablemente a resultados desfavorables. Debido a la excesiva producción de dextrinas y maltosa, las masas obtenidas en estas condiciones tienen una consistencia blanda y pegajosa, fermentando rápidamente, mientras que

SECCION TECNICA

el pan presenta una miga húmeda y pegajosa, y una corteza fuertemente coloreada. El que una harina sea hiperdiastática se debe a la germinación parcial del trigo con que se fabricó.

La utilización de harinas insuficientemente diastáticas conduce a masas de fermentación lenta y a un pan poco desarrollado, de corteza pálida.

Se han ensayado numerosas medidas para paliar el exceso de actividad amilásica: acondicionamiento cuidadoso del trigo, reducción del porcentaje de extracción, maduración de la harina, etc. Los resultados no han sido satisfactorios. Debois y Wilm (1958) recomiendan no utilizar estas harinas en panadería y no arriesgarse a mezclarlas con harinas de buena calidad.

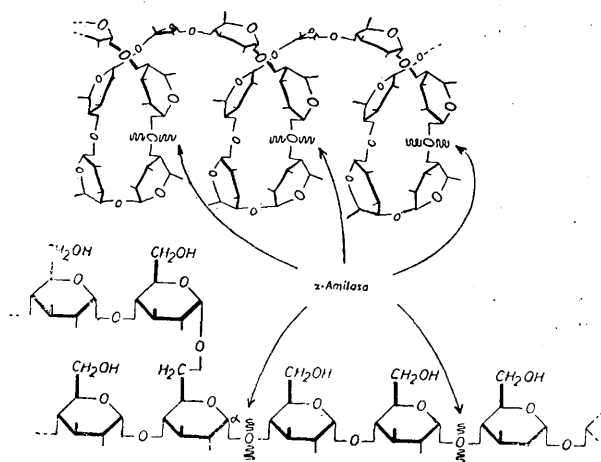


Figura 6.—Esquema de la acción de la alfa-amilasa.

ADITIVOS AMILASICOS

La influencia diastática puede ser subsanada mediante la utilización de aditivos amilásicos. Tradicionalmente se han utilizado como tales la harina de malta, el extracto de malta y preparados de diastasa cereal. En los últimos años ha adquirido gran auge, especialmente en Estados Unidos, la utilización de preparados de amilasas fúngicas. Los hongos más comúnmente utilizados en la obtención de estos preparados son el

Aspergillus oryzae y el *Aspergillus niger*, que poseen una alta actividad amilásica. Estos preparados pueden incluir o no enzimas proteolíticas.

Se debe a C. W. Brabender y B. Pagenstedt un minucioso estudio comparativo de los numerosos productos de este tipo puestos en el mercado. Estos especialistas han evaluado las variaciones que dichos aditivos introducen en la viscosidad máxima de gelificación, producción de azúcares simples y producción de CO_2 , estableciendo la superioridad de los preparados de amilasas fúngicas, cuyas ventajas pueden resumirse en los siguientes argumentos:

1. La composición de los preparados de amilasa fúngica puede ser variada con respecto a su contenido en amilasas y enzimas proteolíticas, de acuerdo con la calidad de la harina e ingredientes usados.

2. El efecto fluidificante de las amilasas fúngicas es considerablemente menor, para una misma producción de azúcares simples, que el de las amilasas cereales.

3. La glucosa predomina entre los productos de sacarificación del almidón con amilasas fúngicas, mientras que en las cereales es la maltosa para ser fermentada. La producción de glucosa directamente tiene por tanto sus ventajas.

CONCLUSIONES

La degradación del almidón en el proceso de la panificación está regulada por el contenido en amilasas (actividad diastática) de la harina y por la susceptibilidad de los gránulos.

Una degradación excesiva da lugar a masas de consistencia blanda y pegajosa, de fermentación rápida; y a panes con miga húmeda y corteza fuertemente coloreada.

Una degradación insuficiente no libera bastantes azúcares simples para una producción de gas adecuada.

No se han encontrado procedimientos completamente satisfactorios para paliar una actividad diastática excesiva.

La insuficiencia diastática puede ser subsanada mediante la utilización de aditivos amilásicos, siendo preferibles los preparados fúngicos.

Muy a menudo no se tiene en cuenta adecuadamente el papel del almidón en la panificación.