



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EFFECTO DE LA ENZIMA ALFA-AMILASA SOBRE LAS MOLÉCULAS DE
ALMIDÓN PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS DE
PANIFICACIÓN

MOREIRA CORREA YUDY LIZBETH
INGENIERA EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EFFECTO DE LA ENZIMA ALFA-AMILASA SOBRE LAS
MOLÉCULAS DE ALMIDÓN PARA EL DESARROLLO DE
NUEVOS PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN

MOREIRA CORREA YUDY LIZBETH
INGENIERA EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EXAMEN COMPLEXIVO

EFECTO DE LA ENZIMA ALFA-AMILASA SOBRE LAS MOLÉCULAS DE
ALMIDÓN PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS DE
PANIFICACIÓN

MOREIRA CORREA YUDY LIZBETH
INGENIERA EN ALIMENTOS

VIVANCO CARPIO ERIK RICARDO

MACHALA, 17 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
17 de febrero de 2022

EFECTO DE LA ENZIMA ALFA AMILASA SOBRE LAS MOLÉCULAS DE ALMIDÓN PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN

por Yudy Lizbeth Moreira Correa

Fecha de entrega: 07-feb-2022 08:03p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1757295360

Nombre del archivo: REACTIVO_COMPLEXIVO_-MOREIRA_CORREA_YUDY_LIZBETH.pdf (513.1K)

Total de palabras: 3542

Total de caracteres: 21265

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, MOREIRA CORREA YUDY LIZBETH, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DE LA ENZIMA ALFA-AMILASA SOBRE LAS MOLÉCULAS DE ALMIDÓN PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

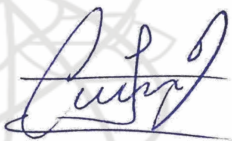
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 17 de febrero de 2022



MOREIRA CORREA YUDY LIZBETH
1725417420

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a:

Yahweh, por sus infinitas bendiciones que me brinda cada día y por haberme brindado una maravillosa familia.

Mis padres, que decidieron aventurarse conmigo para poder culminar mi carrera.

Mis hermanas, por brindarme el cariño y respaldo que me impulsan para seguir creciendo y poder llegar hacer un gran ejemplo para ellas.

Yudy Lizbeth Moreira Correa

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Yahweh por permitirme seguir en pie y poder culminar mi carrera. También a mi familia que solo he recibido su gran amor, cariño y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

Agradezco también a mi tutor Ing. Erik Vivanco, por su paciencia y su gran entrega incondicional durante todo el desarrollo de este trabajo investigativo.

Yudy Lizbeth Moreira Correa

RESUMEN

Desde tiempos ancestrales, en la industria de los alimentos, se ha venido incorporando un catalizador biológico (enzimas) como ingrediente en la formulación de nuevos productos, con el único objetivo de mejorar la calidad de los mismos.

Tal es el caso de la industria de cereales y sus derivados (panificación), que en la actualidad utilizan enzimas como las Pentosanases, Transglutaminasa y Glucosa oxidasas y en especial la α -amilasas fúngica, obtenida del hongo *Aspergillus oryzae*, catalizador biológico que actúa directamente con la molécula del almidón.

Esta enzima cataliza la ruptura de los enlaces α -1,4-glucosídicos internos del almidón (amilosa y amilopectina), dando como resultados dextrinas y cadenas de glucosa y maltosa. Para la actividad y estabilidad de esta enzima debe estar en condiciones óptimas con un pH que oscila de 5-7 y con una temperatura de 65°C. La enzima α -amilasa fúngica al ser incorporada en la masa, se obtiene un pan con mayor volumen, mejora la textura y reduce el envejecimiento.

Este trabajo investigativo tiene como objetivo conocer los diversos efectos de la enzima α -amilasa fúngica sobre las moléculas del almidón para el desarrollo de nuevos productos de panificación.

Palabras claves: α -amilasa, almidón, enzimas, panificación

ABSTRACT

Since ancient times, in the food industry, a biological catalyst (enzymes) has been incorporated as an ingredient in the formulation of new products, with the sole objective of improving their quality.

Such is the case of the industry of cereals and their derivatives (baking), which currently use enzymes such as Pentosanases, Transglutaminase and Glucose oxidases and especially fungal α -amylases, obtained from the fungus *Aspergillus oryzae*, a biological catalyst that acts directly with the starch molecule.

This enzyme catalyzes the breakdown of internal α -1,4-glucosidic bonds in starch (amylose and amylopectin), resulting in dextrans and glucose and maltose chains. For the activity and stability of this enzyme, it must be in optimal conditions with a pH ranging from 5-7 and a temperature of 65°C. The fungal α -amylase enzyme, when incorporated into the dough, obtains bread with greater volume, improves texture and reduces aging.

This research work aims to know the various effects of the fungal α -amylase enzyme on starch molecules for the development of new bakery products.

Keywords: α -amylase, starch, enzymes, baking

ÍNDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 OBJETIVOS.....	8
1.1.1. Objetivo General	8
1.1.2. Objetivos Específicos.....	8
2. DESARROLLO	9
2.1 Enzimas	9
2.1.1. Clasificación.....	9
2.1.2. Fuentes	10
2.1.3. Uso de enzimas.....	10
2.2. La α -amilasa	12
2.2.1. Fuentes	13
2.2.2. α -Amilasa en la industria alimentaria	13
2.2.3. Obtención de la α -Amilasa fúngica.....	14
2.2.4. α -Amilasa fúngica en la industria de panificación	15
2.2.5. α -Amilasa fúngica en el mercado.....	17

3.	CONCLUSIONES	18
4.	RECOMENDACIONES.....	19
5.	BIBLIOGRAFÍA	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de las enzimas	10
Tabla 2.	Aplicación de enzimas en la industria alimentaria	11
Tabla 3.	Características de la amilasa en diferentes procedencias.....	13
Tabla 4.	α -Amilasa fúngica comercial	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de enzimas a nivel mundial proyectados en 2024	12
Figura 2.	Estructura química de las cadenas de amilopectina y amilosa y los sitios de hidrólisis por los diferentes tipos de amilasas.....	13
Figura 3.	Esquema para la obtención de enzimas alimentarias de diferentes fuentes	15
Figura 4.	Proceso de elaboración del pan con inclusión de enzima	16

1. INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo, las enzimas se han utilizado en una variedad de aplicaciones en la industria alimentaria, sin embargo, a lo largo de los años, los avances en biotecnología han dado como resultado variedades de enzimas más eficientes (Van Oort, 2010).

El desarrollo de nuevos productos, en la industria de panificación se ha venido incorporando enzimas que mejoran de una forma u otra en la calidad de los productos horneados, como el pan integral, pan de molde, entre otros, aunque cabe mencionar que el pan se ha mantenido firme a su herencia ancestral (Gibson & Newsham, 2018).

Las enzimas en la industria de panificación se han empleado ampliamente con diferentes enfoques desde la parte interna como externa de la masa; estas provienen de diferentes fuentes (animales, plantas y microbianas), cuyos efectos enzimáticos se hacen presentes después de la mezcla y durante el reposo de la masa, cambiando significativamente las propiedades físicas, viscoelásticas y texturales del producto, así mismo, mejorando el estado nutricional del producto (Rosell, 2016; Barbosa-Ríos, y otros, 2018).

La enzima α -amilasa fúngica es la más utilizada en la industria de panificación, la cual es obtenida a partir del hongo *Aspergillus oryzae*. Esta degrada el almidón, así mismo cataliza la ruptura de los enlaces al azar α -1,4-glucosídicos en la parte interna de la amilosa y amilopectina, dicha enzima se la incorpora durante la etapa de mezclado, dando como resultado una elevación y esponjosidad de manera constante en la masa de pan (Dahiya, Bajaj, Kumar, Tiwari, & Singh, 2020).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Conocer los efectos de la enzima α -amilasa sobre las moléculas de almidón para el desarrollo de nuevos productos de panificación

1.1.2. Objetivos Específicos

- Describir las condiciones óptimas de la enzima α -amilasa
- Analizar cómo actúa la enzima α -amilasa en el almidón
- Conocer la metodología de la extracción de la enzima fúngica
- Conocer los efectos proactivos que produce la enzima α -amilasa en la industria de la panificación

2. DESARROLLO

2.1 Enzimas

Las enzimas son proteínas, las mismas que son catalizadores de las reacciones químicas, ejercidas por todas las células vivas, de manera que se da una aceleración en la velocidad de una reacción al reducir la energía de activación (Zhu, Wu, & Hua, 2019; Fernandes, 2018). Además, las enzimas tienen condiciones de pH (4-7) y temperatura (65-70 °C) óptimas para su actividad y estabilidad, cabe considerar que por otra parte la actividad y estabilidad de una enzima, puede ser afectada por algunos factores como la temperatura, pH, iones metálicos y la concentración de enzima y sustrato (Fernandes, 2018).

2.1.1. Clasificación

Las enzimas se clasifican por medio de un código que consta de cuatro dígitos seguidos de la palabra “EC” (comisión de enzimas), en el cual el primer número indica la enzima de las seis clases (oxidoreductasas, transferasas, hidrolasas, liasas, isomerasas y ligasas) dependiendo de la naturaleza de la reacción catalizada como se puede apreciar en la tabla 1, el segundo y tercer número pertenece a las divisiones adicionales de cada clase en subclases y de cada una de estas en sub-subclases y por último el cuarto número indica la enzima individual dentro de una subclase (Fernandes, 2018).

Tabla 1.
Clasificación de las enzimas

Clase	Tipo de reacción catalizada
EC 1 Oxidorreductasas	Oxidación-reducción
EC 2 Transsferasas	Transferencia de grupos químicos entre dos moléculas
EC 3 Hidrolasas	Hidrólisis
EC 4 Liasas	Reacciones de eliminación, donde un grupo de átomos se elimina del sustrato de una manera que no implica hidrólisis ni reacción redox.
EC 5 Isomerasas	Transferencia de grupos funcionales dentro de una molécula para producir un isómero.
EC 6 Ligasas	Formación de enlaces covalentes entre dos moléculas mediante reacciones de condensación.

Fuente: (Fernandes, 2018)

2.1.2. Fuentes

Las enzimas pueden ser extraídas de cualquier organismo vivo (animales, plantas y microorganismos), entre algunas tenemos las enzimas microbianas como las amilasas, proteasas, lipasas, invertasas y entre otras, así como también están presentes los hongos, como las especies de *Aspergillus* (*A. niger*, *A. oryzae*), *Penicillium* (*P. brunneum*, *P. fellutanum*), al igual que las bacterias como el *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. licheniformes*) entre otros que son fuentes microbianas que se han utilizado para la producción de muchas enzimas en el mercado (Singh, Singh, & Sachan, 2019).

2.1.3. Uso de enzimas

Las enzimas han sido utilizadas durante siglos en la industria alimentaria, incluidas en varios productos como vinos, quesos, cervezas y entre otros.

Estas no dejan de ser una buena opción para ser introducidas en la elaboración de alimentos, debido a que tienen una alta actividad, permitiendo perfectamente el control de los tiempos en el proceso, dando como resultado una prolongación de la vida útil de los productos y mejorando su parte organoléptica de los mismos (Singh, Singh, & Sachan, 2019).

Tabla 2.
Aplicación de enzimas en la industria alimentaria

Sector	Enzima	Aplicación
Productos horneados	Lipasas	Alteración de la red de gluten Mayor estabilidad de la masa, menor grado de ablandamiento y pegajosidad y mejor estructura de la miga.
	Amilasas	Periodo de fermentación más corto, masa menos viscosa, mejor textura final y mayor volumen de hogaza Inhibición del endurecimiento de la miga
	Hemicelulasa	Mejorar las propiedades sensoriales y el volumen del pan. Elimina los arabinosilanos insolubles que interfieren con la formación de gluten. Mejora los arabinosil-oligosacáridos Prolongación de la vida útil de los panecillos precocidos Reducción del tiempo de amasado y consistencia de la masa.
	Lipoxigenasas	Promueve la elevación y la formación de espuma de la masa y reduce el tiempo de mezcla de los carotenoides blanqueadores en las masas
	Glucosa oxidasas	Agente oxidante que reemplaza al bromato de potasio cancerígeno
	Asparaginasa	Eliminar la acrilamida cancerígena
	Lacasas	Reticulante de biopolímero que produce una red de arabinosilanos más fuerte
Oleoquímica	Lipasas	Síntesis natural de emulsionantes. Aumenta las propiedades de los aceites de bajo valor nutricional. Producir margarinas y manteca libre de grasas trans. Mejorar la estabilidad y la lipofilia de los ácidos grasos.
Lácteos	Lipasas	Acelera la maduración del queso Controlar el sabor en el queso Imita la grasa de la leche materna para crear fórmula infantil
	Lactasas	Retira la lactosa de la leche.
	Proteasas	Controla la textura y el sabor deseado Facilita la coagulación de las proteínas de la leche Logra una maduración correcta Mitiga los alérgenos lácteos

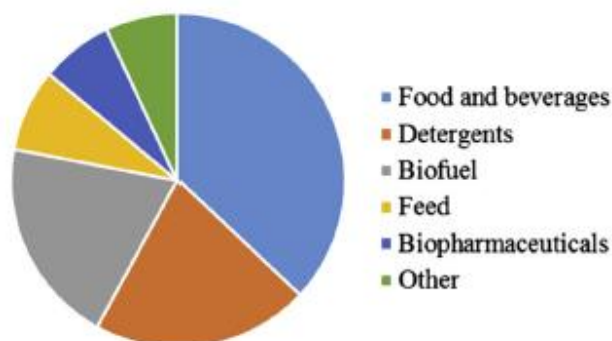
Fuente: (Sanromán & Deive, 2017)

(Zhu, Wu, & Hua, 2019), Argumentan que para el año 2024 el mercado mundial de las enzimas será un valor superior a los diez mil millones de dólares, teniendo así una tasa de crecimiento anual de un 5.7 %, que comprende entre año 2018 al 2024. En la figura 1 se puede

observar los sectores en que se distribuirán las enzimas, liderando así la industria alimentaria y bebidas.

Figura 1.

Distribución de enzimas a nivel mundial proyectados en 2024



Fuente: (Zhu, Wu, & Hua, 2019)

2.2. La α -amilasa

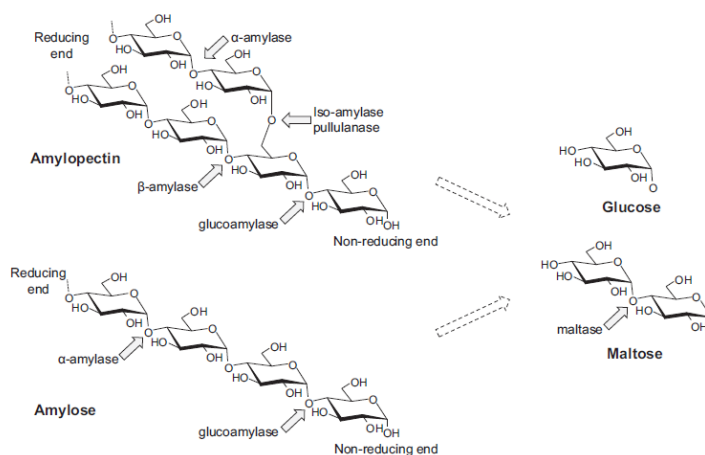
Las α -amilasas (EC 3.2.1.1) son enzimas que degradan el almidón, estas hidrolizan los enlaces α -1,4-glucosídicos internos en los polisacáridos, para producir dextrinas y azúcares simples, así mismo su mecanismo de acción es la retención de la configuración α -anomérica en los productos (Sindhu, Binod, & Pandey, 2017).

Pertenecen a la familia 13 del grupo de enzimas glucósido hidrolasa (GH-13), cabe mencionar que las enzimas pertenecientes a dicha familia, disponen de siete secuencias de aminoácidos conservadas y una estructura de barril (Mohanana & Satyanarayana, 2018).

Además, esta es una enzima de acción endo, puesto que se produce una rotura en los enlaces glucosídicos internos de los α -glucanos obteniendo oligosacáridos con varios DPs (grados de polimerización) (Mohanana & Satyanarayana, 2018).

Figura 2.

Estructura química de las cadenas de amilopectina y amilosa y los sitios de hidrólisis por los diferentes tipos de amilasas.



Fuente: (Cripwell, van Zyl, & Viljoen-Bloom, 2020)

2.2.1. Fuentes

La α -amilasa se la obtiene comúnmente de diferentes hongos en específico de las especies del *Aspergillus* y microorganismos en particular los *Bacillus*.

Tabla 3.

Características de la amilasa en diferentes procedencias

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

Fuente: (García Olmedo, 1964)

2.2.2. α -Amilasa en la industria alimentaria

(Cripwell, van Zyl, & Viljoen-Bloom, 2020), indican en su literatura que en el año 2020 alcanzó una venta mundial α -amilasas de 1.600 millones de dólares, siendo así que en el año

2016 al 2020, hubo una tasa de crecimiento anual del 12,5 %, de hecho, también menciona en su literatura que la industria de panificación tendrá un crecimiento anual del 15% en el mercado.

A continuación, se indica algunas aplicaciones de la enzima en la industria alimentaria

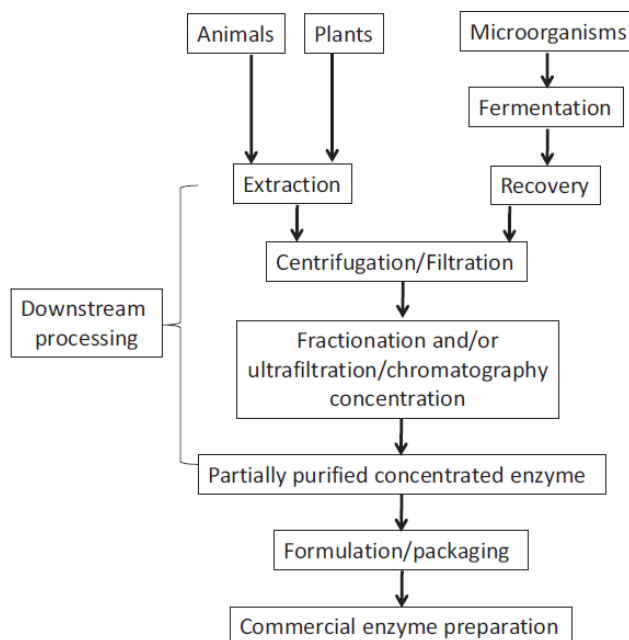
- Producción de glucosa y fructosa
- Industria de panificación
- Industria de piensos
- Industria alcohólica

2.2.3. Obtención de la α -Amilasa fúngica

De acuerdo al método descrito por Guadarrama, Orozco, & Morales (2007), menciona que, el hongo *Aspergillus oryzae* fue aislado e identificado por medio de una muestra de suelo, el aislamiento lo realizaron en medio PDA (Potato Dextrose Agar) y por medio de las características fenotípicas lo identificaron. Para la producción de la enzima realizaron pruebas preliminares, mediante el uso de Czapeck (medio de cultivo) modificado, agregando almidón al 3%, cabe mencionar que dicho medio de cultivo lo acondicionaron en función a los requerimientos tanto de producción como para su estabilidad de la enzima, por ello el pH del medio lo ajustaron a 5, agregándole cloruro de potasio al 0.17 %, cloruro de magnesio al 0.2 %, almidón al 2.1% y por último aceite de soya al 4.89 % para la producción óptima de la enzima. Luego la fermentación se dio durante 6 días a 28°C y la separación se dio a través de una precipitación con $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ (sulfato de amonio) y por último dializaron la enzima cristalizada.

Figura 3.

Esquema para la obtención de enzimas alimentarias de diferentes fuentes



Fuente: (Toldrá-Reig & Toldrá, 2018)

2.2.4. α -Amilasa fúngica en la industria de panificación

En la industria se producen variedades de productos como es el caso del pan, galletas, bizcochos y entre otros, dichos productos tienen un componente específico en común que es el almidón, el cual actúa como gelificante, espesante, emulsionante y aglutinante de agua (Sanromán & Deive, 2017).

La α -amilasa fúngica, es incorporada en la etapa de mezclado con la finalidad de degradar el almidón dañado en dextrinas más pequeñas, que es utilizada por la levadura durante la fermentación, por lo que, durante la fermentación posterior por la levadura, las dextrinas se convierten en CO₂ (Sanromán & Deive, 2017; Zhu, Wu, & Hua, 2019; Mohanan & Satyanarayana, 2018). La enzima fúngica sigue actuando durante la etapa del horneado, atacando así los gránulos de almidón gelatinizado, mejorando la retención de gases y ayudando a la masa a

mantener una condición fluida, prolongando así el tiempo de expansión de la masa y aumentando el volumen de la hogaza (Rosentrater & Evers, 2018).

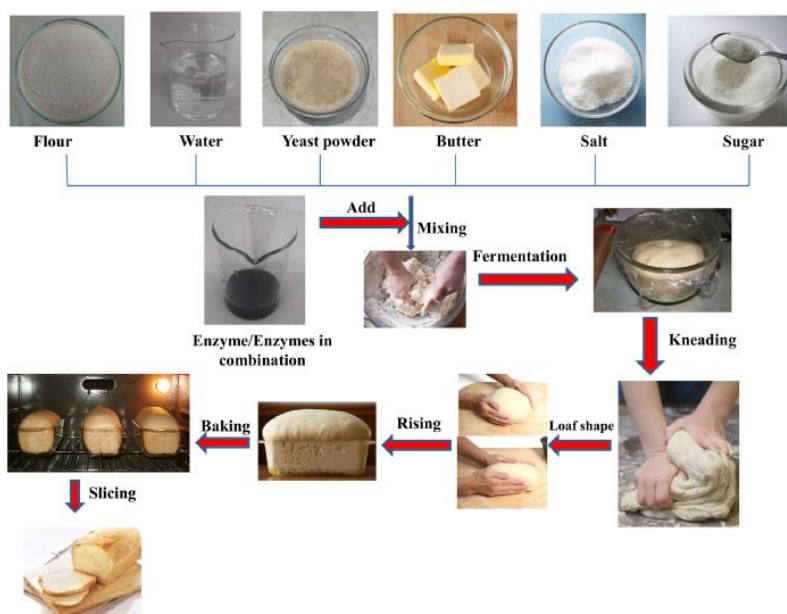
Además, esta enzima en el proceso de horneado del pan genera una cantidad de azúcar extra, que será absorbido por la masa mejorando sus propiedades organolépticas en el área de la corteza, así como también, tienen el efecto de disminuir el envejecimiento del pan y alargar su tiempo de retención de la suavidad, prolongando su vida útil en el mismo (Zhu, Wu, & Hua, 2019).

(Gomes, Moreira, & Filho, 2018) Indican que la liberación de dextrinas con alto grado de polimerización, disminuye el envejecimiento del pan.

En la figura 4 se puede apreciar el proceso de la elaboración del pan de molde, en la cual la enzima (polvo o sólida) de cualquier procedencia es agregada en la etapa de mezclado.

Figura 4.

Proceso de elaboración del pan con inclusión de enzima



Fuente: (Dahiya, Bajaj, Kumar, Tiwari, & Singh, 2020)

2.2.5. α -Amilasa fúngica en el mercado

Las enzimas industriales, se las puede encontrar en el mercado como un producto sólido (en barras o en polvo), a continuación, en la tabla 4 se detalla cada una.

Tabla 4.
 α -Amilasa fúngica comercial

Tipo	pH óptimo	Temperatura óptima	Uso	Dosis	Almacenamiento	Vida útil
(FAA-5000) en Polvo	4.0 a 6.5	45 ° C a 55 ° C	Pre mezclar la enzima con una pequeña cantidad de harina y luego agregarlo al lote durante un período de tiempo largo, ya que así se asegura una mezcla uniforme con la harina. También es aceptable agregar la enzima directamente a la masa.	0,02 - 0,05 % de harina por peso	0 a 10 °C	18 meses
(FAA-5000) en Sólido	4.0 a 6.5	45 ° C a 55 ° C	Diluir la enzima con una pequeña cantidad de almidón y luego agregarlo al lote para mezclarlo uniformemente con la harina.	0,02 - 0,05 % de harina por peso	0 a 10 °C	18 meses

Fuente: (Boli, 2022)

3. CONCLUSIONES

Para la actividad de la enzima fúngica, esta debe estar en condiciones óptimas, puesto que depende de la acidez del medio y la temperatura, por lo tanto, su temperatura óptima es de 65 °C, su pH óptimo oscila de 5.0 a 7.0 y su desnaturalización se da a 75 °C.

El almidón es el componente que tiene afinidad con la enzima α -amilasa, esta procede actuar en la molécula del mismo dañado o gelatinizado, escindiendo en los enlaces α -1-4 en el α -glucano, produciendo dextrina y azúcares fermentables (mono y di sacáridos).

Se conoce que, para la obtención de la enzima de interés, intervienen etapas significativas como la fermentación, centrifugación-filtración y purificación, de manera que cada una de ellas juega un papel importante para la calidad de esta enzima.

La enzima α -amilasa fúngica brinda varios efectos positivos al pan, favoreciendo así sus características externas (color, volumen y simetría) e internas (miga y textura).

4. RECOMENDACIONES

Es importante tener en cuenta la dosis mínima de la enzima α -amilasa fúngica, puesto que se conoce que en exceso no se obtendrá los resultados deseados, por ello indican que se realicen pruebas a partir del 0,02 - 0,05 % de harina por peso.

Se recomienda el uso de este subproducto como ingrediente (α -amilasa fúngica), ya que es de conocimiento que esta enzima es la indicada para la mejora de las propiedades organolépticas, así como también volumen y estructura de la miga.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Barbosa-Ríos, J. A., Castellón-Jardón, J., Guadarrama-Lezama, A. Y., Ponce-García, N., Alvarez-Ramirez, J., & Carrillo-Navas, H. (2018). Effect of new generation enzymes addition on the physical, viscoelastic and textural properties of traditional Mexican sweet bread. *Journal of Cereal Science*, 79, 160-167. doi:10.1016/j.jcs.2017.10.012
2. Boli. (2022). *Jiangsu Boli Bioproducts Co., Ltd.* Obtenido de https://es.bolibio.com/product/products_products_enzymes_for_baking/Fungal_Alpha_Amylase_FAA_5000_3178.html
3. Cripwell, R. A., van Zyl, W. H., & Viljoen-Bloom, M. (2020). Fungal Biotechnology: Fungal Amylases and Their Applications. *Reference Module in Life Sciences*. doi:10.1016/b978-0-12-809633-8.21082-0
4. Dahiya, S., Bajaj, B. K., Kumar, A., Tiwari, S. K., & Singh, B. (2020). A review on biotechnological potential of multifarious enzymes in bread making. *Process Biochemistry*, 99, 290-306. doi:10.1016/j.procbio.2020.09.002
5. Fernandes, P. (2018). Enzymatic Processing in the Food Industry. *Reference Module in Food Science*. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.22341-x
6. García Olmedo, F. (1964). Las amilasas en panificación. *Cereales*, 13-16.
7. Gibson, M., & Newsham, P. (2018). Bread. *Food Science and the Culinary Arts*, 121-131. doi:10.1016/B978-0-12-811816-0.00010-5

8. Gomes, H., Moreira , L., & Filho, E. (2018). Enzymes and Food Industry : A Consolidated Marriage. *Advances in Biotechnology for Food Industry*, 55-89. doi:10.1016/b978-0-12-811443-8.00003-7
9. Guadarrama, A., Orozco, J., & Morales, M. (2007). OBTENCIÓN DE α -amilasa A PARTIR DE *Aspergillus oryzae*. *Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería*.
10. Mohanan, N., & Satyanarayana, T. (2018). Amylases. *Reference Module in Life Sciences*. doi:10.1016/b978-0-12-809633-8.13003-1
11. Rosell, C. M. (2016). Bread: Chemistry of Baking. *Encyclopedia of Food and Health*, 484-489. doi:10.1016/B978-0-12-384947-2.00088-X
12. Rosentrater, K. A., & Evers, A. D. (2018). Bread-baking technology. *Kent's Technology of Cereals*, 565–622. doi:10.1016/b978-0-08-100529-3.00008-6
13. Sanromán, M. A., & Deive, F. J. (2017). Food Enzymes. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, 119-142. doi:10.1016/b978-0-444-63666-9.00005-4
14. Sindhu, R., Binod, P., & Pandey, A. (2017). α -Amylases. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, 3-24. doi:10.1016/b978-0-444-63662-1.00001-4
15. Singh, R., Singh, A., & Sachan, S. (2019). Enzymes Used in the Food Industry : Friends or Foes? *Enzymes in Food Biotechnology*, 827-843. doi:10.1016/b978-0-12-813280-7.00048-7
16. Toldrá-Reig, F., & Toldrá, F. (2018). Use of Enzymes to Preserve Food. *Reference Module in Food Science.*, 1-7. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.22263-4

17. Van Oort, M. (2010). Enzymes in Food Technology – Introduction. *Enzymes in Food Technology*, 1-17. doi:10.1002/9781444309935.ch1
18. Zhu, D., Wu, Q., & Hua, L. (2019). Industrial Enzymes. *Comprehensive Biotechnology*, 1-13. doi:10.1016/b978-0-444-64046-8.00148-8