

LA LEVADURA INFLUYE EN EL CARÁCTER DEL LÚPULO EN UNA CERVEZA

Investigaciones recientes están permitiendo descubrir cómo diferentes cepas de levadura pueden influenciar el sabor y aroma de una cerveza mediante interacciones con ciertos compuestos provenientes del lúpulo, un proceso llamado biotransformación. Compuestos no aromáticos derivados del lúpulo son transformados por enzimas de la levadura para liberar compuestos aromáticos en la cerveza. Se conoce que algunas cepas de levadura tienen mayores niveles de actividad enzimática asociada con biotransformación, incluyendo actividad de las enzimas **β -glucosidasa** y **β -liasa**.

La actividad de la **β -glucosidasa** resulta en la liberación de un terpeno aromático (y una molécula de glucosa) a partir de un glucósido de terpenilo (Figura 1). Los terpenos pueden tener impactos diversos en sabor (cítricos,

florales) y altos niveles de terpenos están asociados con una mayor intensidad de aroma de lúpulo en general.

La actividad de la **β -liasa** resulta en la liberación de compuestos volátiles de azufre llamados tioles (Figura 2), que están normalmente asociados con aromas tropicales y son activos a límites de detección muy bajos.

Las actividades enzimáticas específicas de β -glucosidasa y β -liasa han sido caracterizadas en todas las cepas de levadura para cerveza del catálogo LalBrew® Premium (Figura 3). Con esta información, el cervecero está bien equipado para elegir las mejores cepas para promover la biotransformación. En Lallemand Brewing estamos en el primer plano en la investigación del sabor y aroma del lúpulo en cerveza y estamos listos para ayudarte con cualquier pregunta acerca de la elaboración de estilos intensamente lupulados.

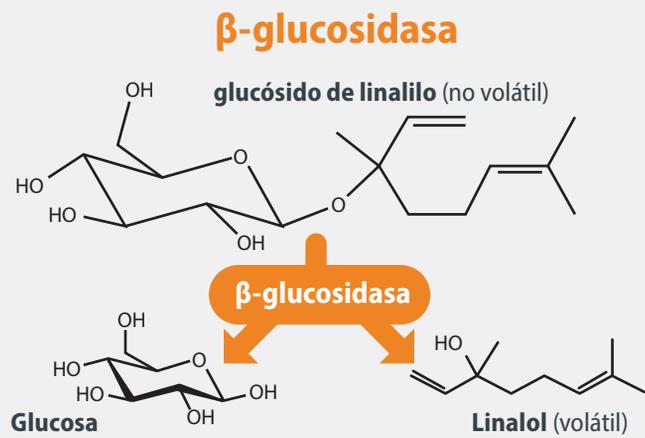


Figura 1. Mecanismo enzimático de β -glucosidasa. En este ejemplo, el linalol (un terpeno aromático) y una molécula de glucosa son liberados a partir de un glucósido de linalilo no aromático.

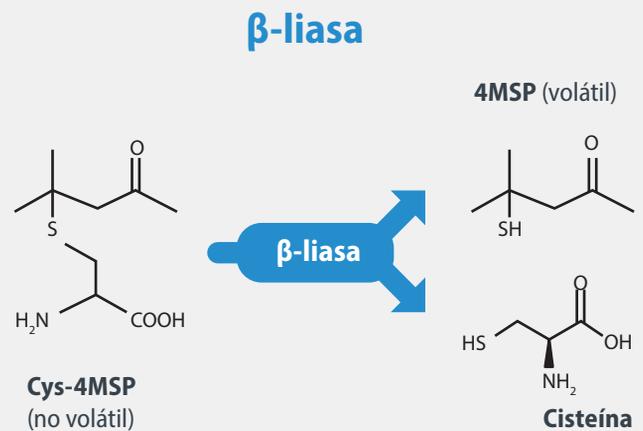


Figura 2. Mecanismo enzimático de β -liasa. En este ejemplo, 4MSP (un tío aromático) y cisteína son liberados a partir de un precursor cisteinilado no aromático.

Actividades de biotransformación de las levaduras para cerveza LalBrew® Premium

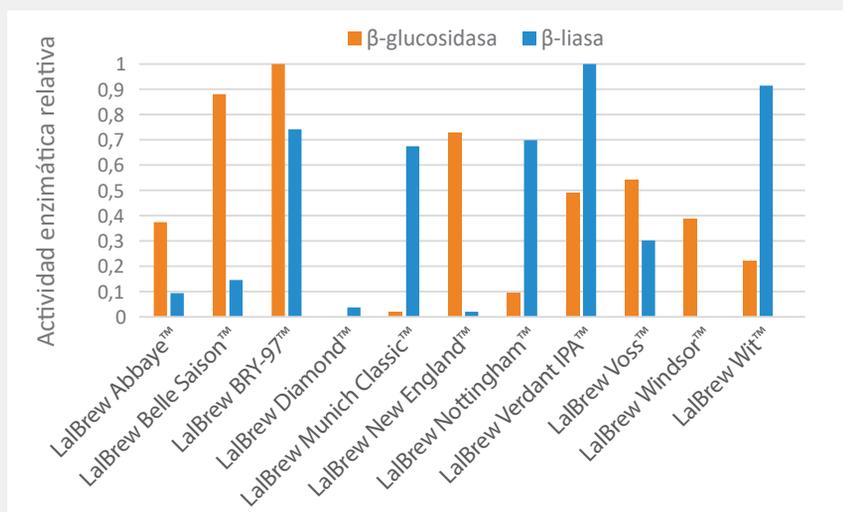


Figura 3. Actividades relativas de biotransformación de las enzimas β -glucosidasa y β -liasa en las cepas de levadura para cerveza LalBrew® Premium. La actividad de β -glucosidasa fue medida como la actividad enzimática secretada utilizando un sustrato químico glucosídico estándar. La actividad de β -liasa fue medida mediante el crecimiento en un medio de cultivo selectivo que contenía un precursor específico a base de azufre. Las actividades relativas se muestran para comparación entre diferentes cepas, pero esta imagen no permite la comparación directa de las actividades de β -glucosidasa y β -liasa entre ellas.

REDES COMPLEJAS DE BIOTRANSFORMACIÓN Y EFECTOS SECUNDARIOS

El metabolismo de la levadura es complejo. Los terpenos y tioles aromáticos liberados por las enzimas β -glucosidasa y β -liasa respectivamente pueden volver a ser transformados por la levadura en otros compuestos con diferentes características sensoriales, aumentando la complejidad de la cerveza terminada (Figura 4). El aroma en general de la cerveza terminada es determinado por la cantidad total de volátiles, así como por la diversidad y composición relativa de terpenos y tioles. Los niveles de glucósidos de terpenilo y precursores de tioles encontrados en el lúpulo también varían de acuerdo con el productor, el año de cosecha y el tiempo de almacenamiento. Más aún, hay efectos secundarios que pueden influenciar al perfil aromático de la cerveza mediante procesos no enzimáticos, como:

- **Desplazamiento por CO₂** – Pérdida de compuestos aromáticos durante la fermentación activa
- **Enmascaramiento** – Compuestos de la fermentación (ésteres, fenoles) pueden enmascarar el aroma de los aceites del lúpulo
- **Adsorción** – Los aceites de lúpulo se adhieren a las paredes celulares de la levadura y son removidos junto con la levadura durante la floculación o filtración

Vía de biotransformación de los alcoholes de monoterpenos por la levadura de cerveza

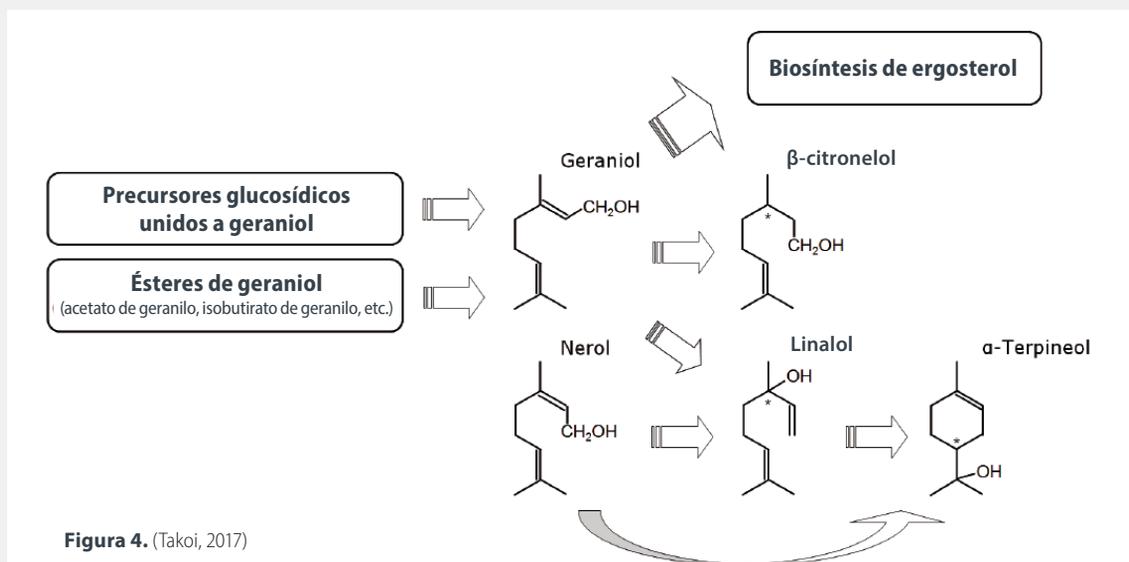


Figura 4. (Takoi, 2017)

OPTIMIZANDO LA BIOTRANSFORMACIÓN

Debido a las diferencias entre variedades de lúpulo, la complejidad del metabolismo de la levadura y otros efectos secundarios, es necesario optimizar el proceso de elaboración de cerveza para maximizar la biotransformación. Cuando se busque optimizar la biotransformación, se debería considerar lo siguiente:

1. Adiciones de dry-hop durante la fermentación cuando la levadura está más activa. Corrientes de convección durante la fermentación ayudarán a agitar los lúpulos, mientras que la temperatura más alta de fermentación y la presencia de alcohol resultará en una mayor extracción de compuestos del lúpulo. La oxigenación es reducida dado que el O₂ introducido es expulsado por el CO₂ producido.
2. La adición de dry-hop en las etapas tempranas de fermentación resultará en una mayor extracción de precursores.
3. La adición de dry-hop en las etapas tardías de la fermentación minimizará las pérdidas de volátiles debido al desplazamiento por CO₂.

REFERENCIAS:

- Sharp, Daniel; Vollmer, Dan and Shellhammer, Thomas. Understanding how to control flavor and aroma consistency in dry hopped beer. Presentation at the Craft Brewers Conference 2015 (Portland, OR)
- Sharp, Daniel and Shellhammer, Thomas. Recent advances in controlling flavor and aroma in hoppy beers. Presentation at the Craft Brewers Conference 2016 (Philadelphia, PA)
- Takoi, Kiyoshi. (2017). Systematic Analysis of Behaviour of Hop-Derived Monoterpene Alcohols During Fermentation and New Classification of Geraniol-Rich Flavour Hops. *BrewingScience*. 70. 177-186