

Algunos indicios sobre la oxidación en frío.

La oxidación en frío es un proceso crítico que los cerveceros debemos controlar para que no haya efectos adversos sobre la cerveza. La principal consecuencia de esta, es la producción de *off flavors*, derivados de la oxidación de compuestos de la malta y el lúpulo.

Los lípidos y ácidos grasos son los principales reactivos provenientes de la malta, los cuales producen aromas acartonados y rancios, mientras que el lúpulo se expresa con aromas dulces o incluso como a queso [1].

La autooxidación de los lípidos es una de las reacciones más importantes en la industria alimenticia, la cual ha sido extensamente estudiada [2], [3]. Los mecanismos de oxidación son complejos, pero la autooxidación en presencia de radicales libres pareciera ser el más adecuado. Los lípidos poseen dobles enlaces en sus estructuras los cuales presentan una alta reactividad al interactuar con diversos metales, metaloproteínas y calor, perdiendo un hidrógeno y formando un radical, el cual es el que inicia la cadena de reacciones [2]. Estos radicales reaccionan con el oxígeno, formando radicales peróxidos los cuales reaccionan con otra molécula de lípido y sigue el camino oxidativo como se detalla a continuación en la **Fig. 1**

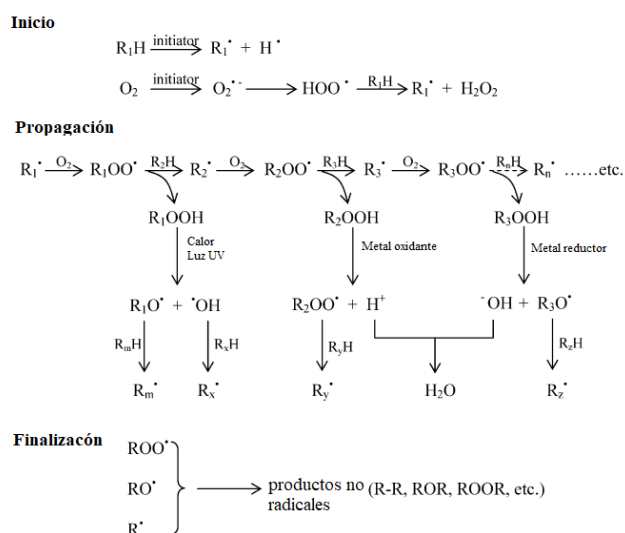


Fig. 1. Camino de reacción de la autooxidación de lípidos propuesto por [2]

Químicamente el oxígeno del aire (como se lo encuentra naturalmente) no puede reaccionar con los enlaces dobles de los lípidos debido a cuestiones de configuración

electrónica, para lo cual debería cambiar su estado de configuración [3]. Estas reacciones requieren de energías altas, generalmente proveniente de luz UV de alta radiación o calor alto, las cuales son condiciones muy poco habituales en la cerveza. La formación de radicales de oxígeno debido a la interacción con metales es muy poco probable que ocurra, por lo que la oxidación mediante la formación de radicales lipídicos que atacan al oxígeno pareciera ser el camino de reacción más adecuado para la formación de compuestos de oxidación, compuestos carbonilos, aldehídos, cetonas, esterres volátiles, furanos, entre otros [4]. Estas reacciones no son las únicas que ocurren durante los procesos oxidativos, pero podrían ser el puntapié para la formación de otros productos de oxidación, los cuales involucran otros compuestos [5]. Los resultados muestran que al igual que la oxidación en caliente, los principales reactivos son los lípidos y ácidos grasos.

La reducción en la oxidación de los compuestos del lúpulo es quizás el tendón de Aquiles de todas las cervecerías, ya que presentan una alta capacidad oxidativa. Durante todo el proceso de elaboración de la cerveza solo una fracción de los componentes del lúpulo son capaces de sobrevivir en su estado original, la mayoría cambian debido a diversas reacciones [6].

Los terpenos (mirceno, humuleno, cariofileno, etc) aportan componentes de aroma en adiciones tardías, sin embargo, durante el almacenamiento (con cantidades considerables de oxígeno), estos compuestos forman óxidos, entre ellos epóxidos de humuleno que son los responsables de aromas a pasto, moho, hierba [7]. Los óxidos de cariofileno muestran aromas como a césped, rancio y especiado [8]. El mirceno por el contrario, al oxidarse forma compuestos aromáticos y terpenoides que aportan aromas a frutas tropicales, cítricos, entre otros, sin embargo, estos son extremadamente volátiles.

La formación de compuestos oxidados derivados de terpenoides de bajo peso molecular aumenta con la oxidación durante los procesos, estos son responsables de aromas a madera, especiados y herbales [9]. Podemos observar que la mayoría de los compuestos de aroma del lúpulo sufre la oxidación cambiando, generalmente, de manera desfavorable al aroma por lo que el control de los procesos en frío en cuanto a oxígeno se refiere es primordial para la obtención de cervezas de calidad.

Referencias

- [1] L. C. Verhagen, “Beer flavor,” *Compr. Nat. Prod. II Chem. Biol.*, vol. 3, pp. 967–997, 2010.
- [2] S. Fereidoon and Z. Ying, “Lipid oxidation and improving the oxidative stability,” *Chem. Soc. Rev.*, vol. 39, no. 11, pp. 4067–4079, 2010.
- [3] D. R. Johnson and E. A. Decker, “The role of oxygen in lipid oxidation reactions: A review,” *Annu. Rev. Food Sci. Technol.*, vol. 6, no. January, pp. 171–190, 2015.
- [4] B. Vanderhaegen, H. Neven, H. Verachtert, and G. Derdelinckx, “The chemistry of beer aging - A critical review,” *Food Chem.*, vol. 95, no. 3, pp. 357–381, 2006.
- [5] L. Kuchel, A. L. Brody, and L. Wicker, “Oxygen and its reactions in beer,” *Packag. Technol. Sci.*, vol. 19, no. 1, pp. 25–32, 2006.
- [6] V. E. Peacock, M. L. Deinzer, S. T. Likens, G. B. Nickerson, and L. A. McGill, “Floral Hop Aroma in Beer,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 29, no. 6, pp. 1265–1269, 1981.
- [7] V. E. Peacock and M. L. Deinzer, “Chemistry of Hop Aroma in Beer,” *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, vol. 39, 1981.
- [8] T. Praet et al, “The Quest for Hoppy Aroma: Formation and Behaviour of Oxygenated Sesquiterpenoids,” in *11th Trends in Brewing*, 2014.
- [9] N. Rettberg, M. Biendl, and L. A. Garbe, “Hop aroma and hoppy beer flavor: Chemical backgrounds and analytical tools—A review,” *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, vol. 76, no. 1, pp. 1–20, 2018.

Torre Luis

Lic. Química

Checa Cerveza Artesanal

Mental Brewing

BJCP-Certified