
ANÁLISIS TEÓRICO DEL PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO EN MOSTOS CONCENTRADOS DE UVA

Sanchez Mantica, Damián Gabriel

Centro de Investigación, Desarrollo, Extensión y Servicios "Padre Francisco Oreglia", Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación, Universidad Católica de Cuyo.
Mendoza, Argentina
damian.mantica@uccuyo.edu.ar
ORCID: 0000-0002-2573-7311

Bonnin, Emmanuel Ariel

Centro de Investigación, Desarrollo, Extensión y Servicios "Padre Francisco Oreglia", Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación, Universidad Católica de Cuyo.
Mendoza, Argentina
emmanuelbonnin.vino86@gmail.com
ORCID: 0009-0005-0258-7970

RESUMEN

Este estudio indaga sobre los principales conocimientos del pardeamiento no enzimático en relación con los procesos tecnológicos impartidos y su posible influencia en la bioquímica de los mostos concentrados de uva. El objetivo fue realizar una investigación documental y exploratoria respecto a los avances en materia de estudio del mosto concentrado de uva y cotejar información valiosa para el estudio de dicha matriz. El pardeamiento no enzimático se produce en condiciones específicas de pH, actividad acuosa, aminoácidos y temperaturas altas normalmente, todo esto, catalizado por diversos metales presentes en los alimentos. Se plantea la posibilidad de estudiar los compuestos químicos como melanoidinas y el 5-hidroximetilfurfural como principales indicadores de calidad y parámetros de control de proceso. La industria del mosto concentrado de uva tiene un gran potencial como economía regional y aplicación en una vasta variedad de formulaciones alimentarias y por esto mismo, es significativo estudiar y desarrollar propuestas de mejora con el fin de lograr el posicionamiento y la diferenciación como producto de calidad en los mercados globales.

Palabras clave: mosto, pardeamiento, uva.

ABSTRACT

This study investigates the main knowledge of non-enzymatic browning in relation to the technological processes taught and its possible influence on the biochemistry of concentrated grape musts. The objective was to carry out a documentary and exploratory investigation regarding the advances in the study of concentrated grape must and to compare valuable information for the study of said matrix. Non-enzymatic browning occurs under specific conditions of pH, water activity, amino acids, and high temperatures, usually catalyzed by various metals present in foods. The possibility of studying chemical compounds such as melanoidins and 5-hydroxymethylfurfural as main quality indicators and process control parameters is raised. The concentrated grape must industry has great potential as a regional economy and application in a wide variety of food formulations and for this reason, it is significant to study and develop proposals for improvement to achieve positioning and differentiation as a quality product. in global markets.

Keywords: must, browning, grape.

1. INTRODUCCIÓN

La importancia del estudio del pardeamiento no enzimático en mostos concentrados de uva radica en su estrecha relación con la calidad del producto y su viabilidad en los mercados. Dichas reacciones se constituyen como un fenómeno químico complejo que involucra múltiples mecanismos que ocurren durante la fabricación y el almacenamiento de los mostos concentrados. Estas reacciones, que incluyen la formación de compuestos como las melanoidinas y el 5-hidroxiacetilfurfural (HMF), tienen un impacto directo en las propiedades sensoriales, vida útil y calidad del producto final. La presencia de estos compuestos puede dar lugar a cambios en el color, el sabor y la química en general del mosto, lo que puede ser perjudicial para la percepción del consumidor y su aceptación en el mercado. Además, las regulaciones alimentarias suelen establecer límites para la concentración de ciertos compuestos, lo que hace que el control de estos productos de reacción de Maillard (MRP) sea esencial para cumplir con los estándares de calidad y seguridad alimentaria. Por lo tanto, indagar en la bioquímica y la influencia de los procesos tecnológicos sobre la generación de los MRP es fundamental para comprender y controlar los procesos con el fin de optimizar las operaciones de procesamiento y almacenamiento, lo que a su vez contribuye a la obtención de productos de alta calidad que pueden posicionarse competitivamente en el mercado nacional e internacional en pos del desarrollo vitivinícola de la región.

2. MARCO CONCEPTUAL

El mosto de uva virgen y concentrado desde un punto de vista bioquímico es un conjunto de sustancias orgánicas e inorgánicas en complejas combinaciones y estados de solución verdadera y coloidal. Dentro de los componentes mayoritarios se destacan los glúcidos como la fructosa y glucosa, ácidos como el tartárico y málico y sus formas salificadas, minerales como hierro y cobre, aminoácidos como la prolina, vitaminas, polifenoles, entre otros más. La concentración de estos componentes dependerá en gran medida de la variedad de uva que se trate, factores fisiológicos y climáticos, la madurez y condiciones sanitarias de la baya al momento de su cosecha y finalmente de los procesos industriales que sufra en su transformación a mosto. El mosto de uva es el producto resultante de una molienda y su posterior estrujado o prensado; o cualquier otra operación que rompa los hollejos de las uvas y deje libre el líquido contenido. Los procesos de concentración tendrán como fin disminuir el porcentaje de agua y aumentar el tenor de azúcares. Las técnicas y formas de obtener mosto concentrado de uva son diversas y estas dependerán de la tecnología disponible, conocimientos técnicos, calidad de la materia prima y del producto final, entre otros.

Debido a la deshidratación del mosto, el volumen original se reduce de tres a cuatro veces, concentrándose principalmente en la cantidad de azúcares. En la Argentina se considera que los mostos son estables a temperatura ambiente a partir de los 68°Brix (Oreglia, 1978).

Durante la fabricación, el almacenamiento y otros procedimientos en que intervienen, muchos alimentos desarrollan una coloración que, en ciertos casos, mejora sus propiedades sensoriales, mientras que en otros las deteriora; la complejidad química de los alimentos hace que se propicien diversas transformaciones responsables de estos cambios; principalmente reacciones de oxidación, de Maillard y caramelización (Badui Dergal, 2006) llegando finalmente a la polimerización de todos aquellos compuestos formados en melanoidinas de mayor o menor peso molecular (Díaz Neira, 2010). Debido a su gran complejidad, todo esto implica muchos aspectos que todavía no se conocen bien y que requieren profundas investigaciones.

La reacción de Maillard designa un grupo muy complejo de transformaciones que traen consigo la producción de múltiples compuestos. Entre ellos pueden citarse las melanoidinas coloreadas, que van desde amarillo claro hasta marrón oscuro e incluso negro, y afectan el sabor, el aroma y el valor nutritivo de los productos involucrados. Para que tales reacciones se lleven a cabo se

requiere un azúcar reductor y un grupo amino libre, proveniente de un aminoácido o de una proteína (Badui Dergal, 2006). Por otro lado, las reacciones de caramelización suceden cuando la deshidratación la sufre un monosacárido o un derivado de este y se produce a temperatura relativamente alta, pH ácido y sin la presencia de catalizadores (Díaz Neira, 2010).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha empleado un enfoque metodológico de naturaleza documental y descriptiva, con el propósito de investigar la matriz de mostos concentrados de uva. El alcance de nuestra investigación se basó en los resultados previamente obtenidos en el marco de un proyecto de investigación más amplio, llevado a cabo en el Centro de Investigación, Desarrollo, Extensión y Servicios Padre Francisco Oreglia, ubicado en la provincia de Mendoza, Argentina. El estudio se basó en una revisión actualizada de la literatura científica y técnica relacionada con el pardeamiento no enzimático, con un enfoque específico en los mostos de uva. Además, se realizaron observaciones detalladas en la industria local para recopilar evidencia empírica relevante, con el fin de enriquecer el conocimiento existente y contribuir a la mejora de los procesos tecnológicos empleados en la industria vitivinícola de la región de Mendoza.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel local las industrias elaboradoras de mosto concentrado de uva imparten diversas tecnologías tradicionales para su obtención. Dependiendo las características particulares de estas, los procesos enológicos utilizados y la composición específica de cada mosto resultarán en la calidad final del concentrado. A modo general, las tecnologías existentes se basan en el empleo de equipos evaporadores que funcionan a altas temperaturas (concentradores de película descendente entre 3 y 4 efectos con o sin enfriador al final del ciclo), filtros de baja porosidad y equipos pasteurizadores, principalmente. Esto denota que dicha matriz estará expuesta a diversas condiciones y tratamientos; normalmente temperaturas altas, oxidaciones, cambios de pH, estabilizaciones proteicas y tartáricas. Durante las etapas de concentración y almacenamiento, las altas temperaturas aceleran considerablemente todos los cambios que sufren los monosacáridos y polifenoles en condiciones tanto ácidas como alcalinas, favoreciendo algunos mecanismos que implican la polimerización y la epimerización de los monosacáridos y el pardeamiento en quinonas de los polifenoles presentes. Según indica López Toledano (2002) estas reacciones químicas relacionadas al pardeamiento de polifenoles son extremadamente lentas y pueden requerir semanas o incluso meses para que puedan ser apreciadas bajo condiciones ácidas (Oszmianski *et al.*, 1984), pero son aceleradas en condiciones alcalinas (Rossi & Singleton, 1966; Tulyathan, 1984), o por la presencia de catalizadores metálicos como el cobre o el hierro (Gorinstein *et al.*, 1985). Por otro lado, el pardeamiento no enzimático supone un conjunto de reacciones de complejas combinaciones y múltiples productos y depende de ciertas características o propiedades que presente el alimento, no hay necesidad de altas temperaturas ya que tiene una energía de activación baja, es estimulada a pH alcalinos y con una actividad acuosa (a_w) $> 0,6$ y $< 0,9$, necesita grupos carbonilos libres y aminoácidos, presenta una reactividad mayor ante la siguiente estructura: $>$ pentosas $>$ aldosas $>$ cetosas, catalizadores (Fe, Cu, O_2 y radiaciones electromagnéticas) facilitan los procesos de reacción (Hodge, 1953). También se ha observado en experiencias llevadas a cabo en la región, como influyen las diferentes concentraciones de metales y pH en el pardeamiento no enzimático cuando los mostos de uva se exponen a diversas temperaturas y tiempos de almacenamiento (Bonnin, 2023). A partir de esto, es probable que los mostos concentrados de uva presenten una mayor facilidad al pardeamiento debido a su baja a_w y alta concentración de reactivos, como los azúcares, metales (aportados también por equipamientos o materiales en íntimo contacto con el mosto, que no son de acero inoxidable de alta calidad o que se encuentran deteriorados),

aminoácidos y polifenoles. Asociado a esto, si las condiciones de almacenamiento no son las adecuadas, es decir, bajo refrigeración; es probable que los MRP puedan seguir surgiendo debido a que el sistema ya fue estimulado y la reacción por lo tanto iniciada.

Diversos investigadores han medido los niveles de melanoidinas en matrices similares a la del mosto de uva a través de la determinación de absorbancias a diferentes longitudes de onda (Patrignani & González Forte, 2021; Kang, 2016; Yilmaz & Toledo, 2005), lo que al menos inicialmente, pueden ser tomados como antecedentes válidos para futuras investigaciones aplicadas en el estudio de melanoidinas como potencial indicador químico. Alineado a esto último, también investigaciones de Barresi (2022) y Bonnin (2023) sugieren el estudio sobre el contenido de 5- hidroximetilfurfural (HMF) como potencial indicador químico de procesos térmicos y derivado representativo de los MRP, a su vez, en experiencias con la industria mostera observaron altas concentraciones de HMF en los mostos obtenidos y una importante dependencia de este con el contenido de minerales y las temperaturas de almacenamiento.

5. CONCLUSIONES

La industria del mosto concentrado de uva tiene un gran potencial como economía regional y aplicación en una vasta variedad de formulaciones alimentarias y por esto mismo, es significativo estudiar y desarrollar propuestas de mejora con el fin de lograr el posicionamiento y la diferenciación como producto de calidad en los mercados.

Se destaca la importancia del control del pardeamiento no enzimático en mostos concentrados de uva principalmente durante los procesos de concentración y almacenamiento. A su vez, se propone hipotéticamente como potenciales indicadores de calidad los compuestos químicos HMF y melanoidinas, ambos MRP representativos.

Será recomendable desarrollar estudios específicos que determinen las condiciones ideales de proceso y almacenamiento de los mostos obtenidos, con el fin de lograr productos de alta calidad y bajos contenidos de los MRP.

REFERENCIAS

- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos* (Vol. 4ta). Mexico: Pearson educación.
- Barresi, S. D. (2022). *Pardeamiento no enzimático en mosto concentrado de uva, desde una perspectiva de parámetros de calidad*. Mendoza: Universidad Católica de Cuyo.
- Bonnin, E. A. (2023). *Evaluación de la Influencia de los metales, en el pardeamiento no oxidativo de mostos durante almacenamiento y procesos térmicos*. Mendoza: Universidad Católica de Cuyo.
- Díaz Neira, L. S. (2010). *Principios básicos de la Química y Bioquímica de alimentos*. ebooks Patagonia - Universidad de La Serena. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uccuyo/titulos/190632>
- Gorinstein, S. G. (1984). The relationship between metals, polyphenols, nitrogenous substances and treatment of red and white wines. *American journal of enology and viticulture*, 35(1), 9-15.
- Hodge, J. E. (1953). Chemistry of browning reactions in model systems. *Agric. Food Chem*, 928-943.
- Kang, O. J. (2016). Physicochemical characteristics of black garlic after different thermal processing steps. *Preventive nutrition and food science*, 21(4), 348-405. doi:10.3746/pnf.2016.21.4.348
- López Toledano, A. (2002). *Estudio de la retención de compuestos fenólicos formados durante el pardeamiento en vinos blancos*. Córdoba: Universidad de Córdoba. Recuperado el 13 de 10 de 2023, de

<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/362/13207544.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Oreglia, F. (1978). *Enología teórico-práctico* (segunda ed., Vol. 2). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Instituto Salesiano de artes graficas.
- Oszmianski, J., & Sapis, J. A. (1985). Changes in grape seed phenols as affected by enzymic and chemical oxidation in vitro. *Journal of Food Science*, 50(5), 1505-1506.
- Patrignani, M., & González-Forte, L. D. (2021). Characterisation of melanoidins derived from Brewers' spent grain: new insights into their structure and antioxidant activity. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(1), 384-391. doi:doi.org/10.1111/ijfs.14653
- Rossi, J. A., & Singleton, V. L. (1966). Contributions of grape phenols to oxygen absorption and browning of wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 17(4), 231-239.
- TULYATHAN, V. (1984). *Oxidation of phenolics common to foods and wines*. California: University of California, Davis.
- Yilmaz, Y., & Toledo, R. (2005). Antioxidant activity of water-soluble Maillard reaction products. *Food chemistry*, 93(2), 273-278.

i

ⁱ Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2023 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.