

ORIGINAL

La ducha helada: un nuevo proceso para recuperar los aromas de los gases de fermentación

Jürgen Neisius

juergen.neisius@t-online.de

Recibido 23 de octubre de 2022 / Aceptado 23 de diciembre de 2022 / Publicado 1 de mayo de 2023

RESUMEN

Gran parte de los valiosos aromas del vino se evaporan durante la fermentación en la corriente de dióxido de carbono. El problema aumenta con el incremento de la temperatura. Debido a las bajísimas concentraciones de los aromas, su condensación es muy difícil. La solución reside en la combinación de condensación y absorción: el gas de fermentación se pone en contacto material directo con un líquido ultracongelado apto para alimentos. Para ello, se puede utilizar etanol o un crioconcentrado de vino. Si el condensado se fracciona en el tiempo, pueden obtenerse aromas primarios y secundarios por separado. Las fracciones así obtenidas pueden seguir separándose por rectificación. La matriz aromática resultante puede reciclarse totalmente o parcialmente en el vino o utilizarse para aromatizar otros productos. De este modo, se potencian los aromas deseables y se reducen los indeseables. Un subproducto útil es el dióxido de carbono inodoro de calidad alimentaria. La recuperación de los aromas permite temperaturas de fermentación más altas y, por tanto, tiempos de fermentación más cortos. El resultado es un mejor aprovechamiento de las plantas. El proceso también puede utilizarse para la desalcoholización parcial, ya que a mayor temperatura se evapora más alcohol. La producción de vinos de licor es especialmente sencilla: Aquí, el alcohol utilizado para terminar la fermentación se utiliza previamente para recuperar los aromas de los gases de fermentación. En la producción de aguardientes, el alcohol ya terminado puede utilizarse para la recuperación de aromas. El proceso está protegido por la patente alemana DE102020105765B4 y la patente europea EP3875569B1. La protección se refiere tanto al aparato como a los productos fabricados con él.

PALABRAS CLAVE

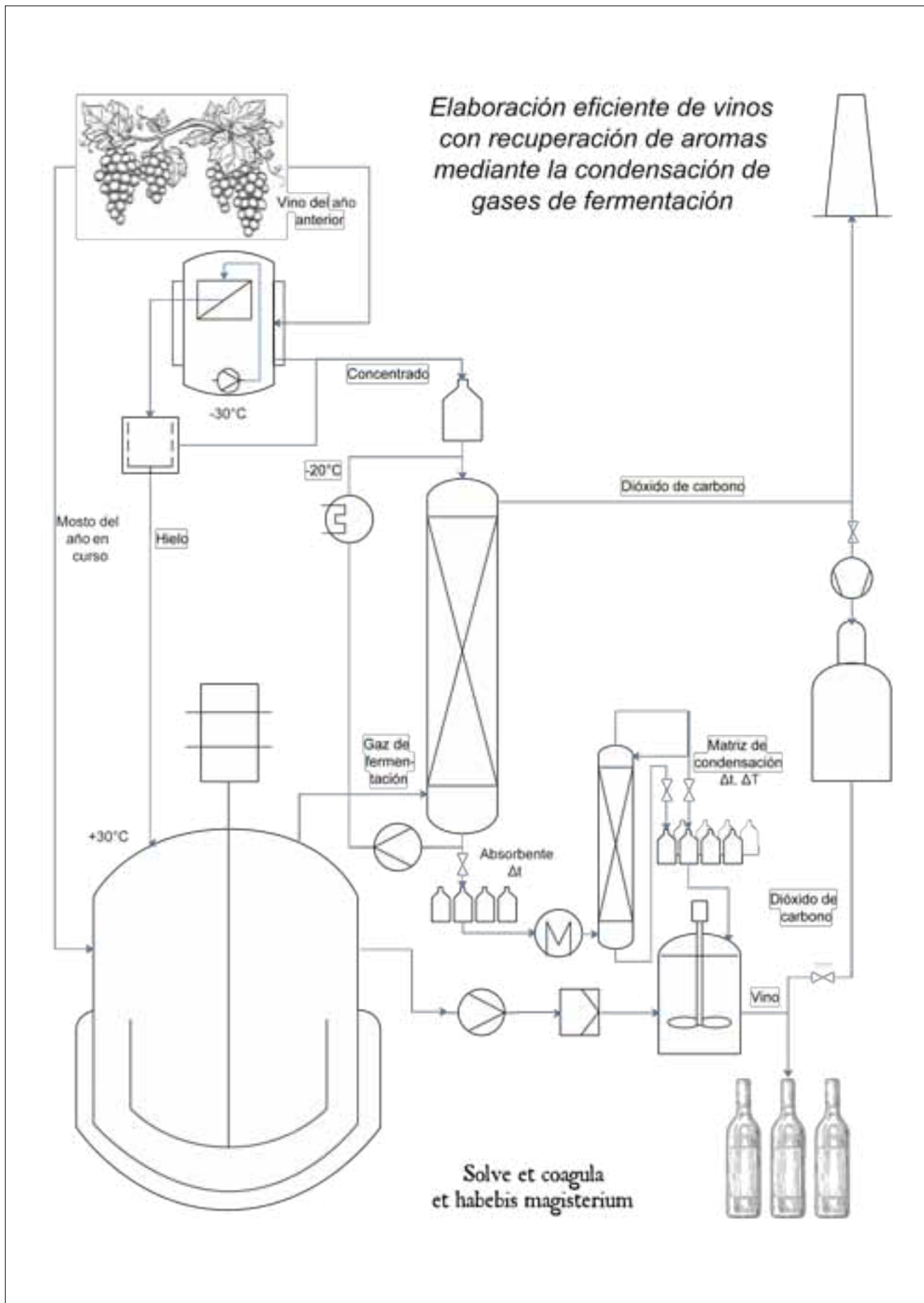
Recuperación de aromas, aromas del vino, vinificación, gas de fermentación, control de la fermentación, desalcoholización, vino fortificado, brandy.

ABSTRACT

A large part of the wine's valuable aromas evaporate in the carbon dioxide stream during fermentation. The problem increases with rising temperature. Due to the very low concentrations of the aromas, their condensation is very difficult. The solution lies in the combination of condensation and absorption: the fermentation gas is brought into direct material contact with a food-safe, deep-frozen liquid. Ethanol or a cryoconcentrate made from wine can be used for this. If the condensate is fractionated over time, primary and secondary aromas can be obtained separately. The fractions thus obtained can be further separated by rectification. The resulting flavour matrix can be wholly or partially recycled into the wine or used to flavour other products. Desirable aromas are thus enhanced, while undesirable ones are reduced. A useful by-product is food-grade, odourless carbon dioxide. The recovery of the aromas enables higher fermentation temperatures and thus shorter fermentation times. This results in a better utilisation of the plants. The process can also be used for partial dealcoholisation, as more alcohol evaporates at higher temperatures. The production of liqueur wines is particularly simple: Here, the alcohol used to finish fermentation is used beforehand to recover the fermentation gas aromas. In the production of brandy, small quantities of brandy can be used for aroma recovery. The process is protected by the German patent DE102020105765B4 and the European patent EP3875569B1. The protection relates to the apparatus as well as to the products manufactured with it.

KEYWORDS

Aroma recovery, wine aromas, winemaking, fermentation gas, fermentation control, dealcoholisation, liqueur wine, brandy



La ducha helada: un nuevo proceso para recuperar los aromas de los gases de fermentación

Durante la fermentación alcohólica, una parte considerable de los aromas volátiles se pierde por evaporación con el dióxido de carbono. Un mosto de uva típico (10,7°Bé, correspondiente a 10,5 vol% de etanol en el vino) produce unos 50 litros de dióxido de carbono. El gas de fermentación se escapa junto con el alcohol y los aromas volátiles principalmente al aire ambiente de la bodega de fermentación. Además de ésteres, aldehídos y cetonas, los aromas más importantes incluyen algunos alcoholes terpénicos, así como tioles con un umbral de olor extremadamente bajo.

Debido a las presiones parciales a veces extremadamente bajas de estos compuestos, su punto de rocío en el gas de fermentación debe ser extremadamente bajo. La temperatura técnicamente sensible más baja para este proceso de condensación es de -78°C. El dióxido de carbono se resublimaría por debajo de esta temperatura. Así, la separación de los aromas del dióxido de carbono volvería a ser inválida.

Modot (1990) y Norkin (2015) ya han obtenido patentes para la condensación de gases de fermentación. Guerrini (2019) también ha presentado un proceso de este tipo. En todos estos casos, el gas de fermentación se enfría a temperaturas inferiores a 0°C, en casos extremos a -50°C.

Pero con un enfriamiento extremo, la condensación se produce fácilmente en una nevera en forma de nubes de niebla difíciles de recoger: el fenómeno se conoce como niebla de hielo seco.

Además, existe el riesgo de que el refrigerador se congele, sobre todo al principio de la fermentación, cuando todavía hay poco etanol disponible en el condensado como "anticongelante". Otro problema es la gran proporción de dióxido de carbono inútil (más del 90%), que dificulta la condensación.

La solución a este problema consiste en poner el gas de fermentación en contacto material directo con el líquido refrigerante. De este modo, la absorción se suma a la condensación. Tampoco puede formarse niebla, ya que las gotas de niebla se combinan espontáneamente con el líquido bajo la influencia de su tensión superficial. En ingeniería de procesos, esto se denomina "lavado de gases". En 1992, Manfred Nitsche desarrolló una patente sobre esta base para eliminar los vapores de gasolina del aire de escape de los camiones cisterna. El proceso funciona con gasolina como líquido de lavado, que se enfría a -30 °C.

Para la transferencia a la recuperación de aromas de gas de fermentación, esto significa: El líquido de lavado ideal sería el propio condensado del gas de fermentación. Sin

embargo, esto debe obtenerse primero en el proceso de ejecución y es diferente para cada lote. Se puede sustituir por alcohol o vino de la cosecha anterior. Dado que el alcohol está sujeto al impuesto sobre bebidas espirituosas, esta variante resultaría innecesariamente cara para la producción de cerveza y vino. Sin embargo, en la elaboración de vinos generosos, la adición de alcohol es el procedimiento habitual para detener la fermentación. También en la producción de aguardientes, el alcohol ya preparado es una buena forma de captar los aromas de los gases de fermentación.

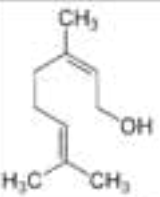
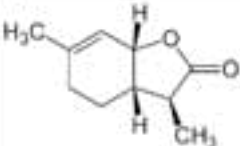
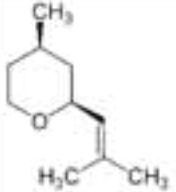
Ya en 1952 se concedió a Bañolas de Ayala una patente francesa para un proceso en el que el gas de fermentación se introducía en una parte enfriada del mosto en fermentación a través de una columna de burbujas con el fin de condensar el vapor de etanol contenido en el gas de fermentación. Sin embargo, utilizar mosto o vino en fermentación como líquido de lavado implica renunciar a las bajas temperaturas.

El vino ordinario se congela a partir de unos -3°C. En el proceso, el hielo puro cristaliza y la solución restante tiene ahora un mayor contenido de etanol. Si los cristales de hielo se separan mediante un filtro o una centrifugadora, se obtiene un crioconcentrado cuyo punto de congelación puede reducirse fácilmente de -20°C a -30°C. El alto contenido en etanol de este líquido de lavado evita la congelación y, al mismo tiempo, garantiza una mejor absorción de los aromas lipofílicos mediante una interacción hidrofóbica. El hielo separado puede guardarse y añadirse al vino más tarde. La mezcla correcta puede comprobarse mediante análisis isotópicos. La necesidad de líquido de lavado se estima en torno al uno por ciento del volumen de mosto. Tiene sentido preparar el líquido de lavado ya en verano, mucho antes del periodo de mayor carga de trabajo.

La mezcla de líquido de lavado y condensado obtenida en el "lavado gaseoso" (aproximadamente 1L por cada 100L de mosto) no debe aprovecharse sólo al final de la fermentación, sino en varias fracciones de tiempo. Al principio de la fermentación, el condensado es todavía bajo en etanol, pero rico en los aromas que ya estaban presentes en la fruta y que confieren al mosto recién prensado su aroma seductor ("aromas primarios"). Se trata sobre todo de alcoholes terpénicos y cetonas. Estos ya se han evaporado en gran medida hacia el final de la fermentación. En su lugar, la levadura forma cada vez más ésteres y tioles ("aromas secundarios"). El fraccionamiento temporal ofrece al maes-

Jürgen Neisius

Duración de las fases de fermentación y disminución de la densidad del mosto en la fase principal (Mosto de la vid "Silvaner" 1998, 15g/l de levadura seca; Degünther y Großmann 1999)					
Temperatura antes de la fermentación	Inicio de la fermentación en días	Fermentación principal en días	Disminución de la concentración durante la fermentación principal por día, °Bé/día	Fermentación secundaria en días	Tiempo total de fermentación en días
15°C	1-2	7	1,1-1,4	8-9	18
20°C	< 1	4	1,4-1,9	3	9
25°C	< 1	2-3	> 2,8	1-2	5

Sustancias aromáticas del vino (selección; Wüst/Mosandl 2002)			
Aromatizante	Estructura	Propiedad olorosa	Umbrales de olor valor (µg/l)
Nerol		Fragancia fresca, ligeramente aciuclada y rosada, con acentos cítricos acentuados	400
Lactona de vino		Fragancia dulce, parecida al coco	0,01
cis-Óxido de rosa		Penetrante aroma de tallo verde y herbáceo; recuerda a la rosa y al geranio	0,2

Fuentes de imágenes:
 Reducción de acetaldehído: Voet, et al. (2002)
 Diagrama de fermentación: Hamatschek (1997)

tro bodeguero la posibilidad de determinar los tipos de aromas que van a remezclarse.

Las posibilidades de diseño son aún mayores si se rectifican las fracciones de tiempo individuales. El resultado es una separación bidimensional de la mezcla. El resultado es una matriz de aromas en la que el maestro bodeguero

puede seleccionar, por ejemplo, 4 x 3 = 12 fracciones de condensado para la mezcla posterior según sus ideas personales. Además, decide por sí mismo si una determinada fracción debe utilizarse en su totalidad o sólo parcialmente. Pero esta decisión puede esperar hasta que pase el periodo de mayor carga de trabajo. Sin embargo,

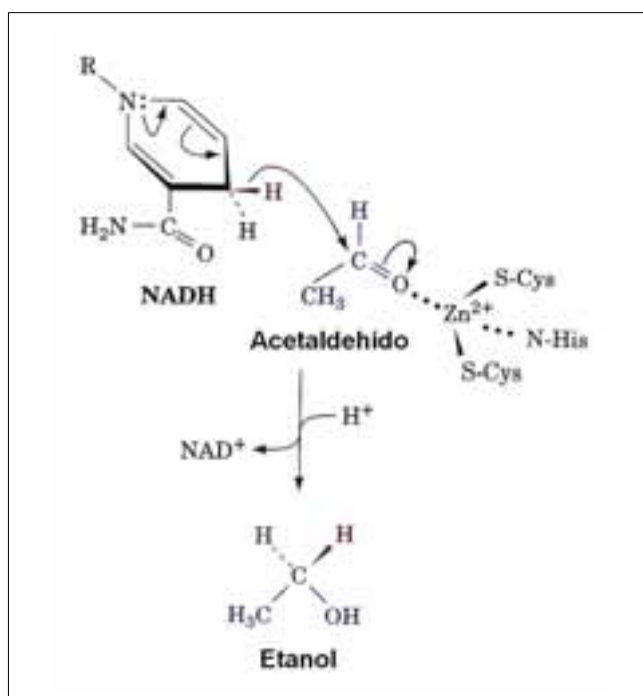
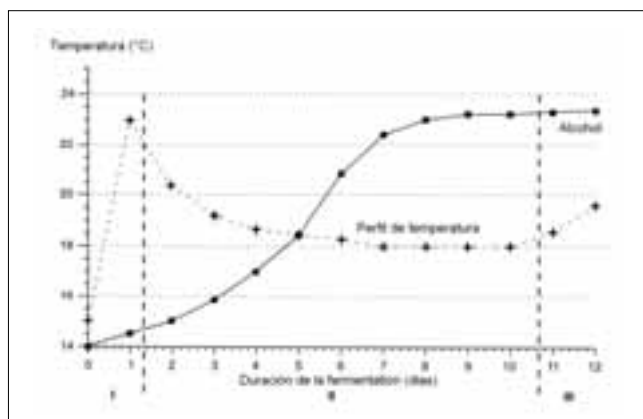
La ducha helada: un nuevo proceso para recuperar los aromas de los gases de fermentación

las fracciones con una proporción de etanal ("acetaldehído") deben volver a mezclarse pronto, ya que la reducción del etanal de olor penetrante a etanol se produce mejor en presencia de levadura. El etanal es un producto intermedio de la fermentación alcohólica y es reducido a etanol por la propia enzima alcohol deshidrogenasa de la levadura.

Lo ideal es que la rectificación se produzca casi simultáneamente. En consecuencia, la fracción de tiempo "lunes" se rectificaría el martes. Otra variante sería acoplar el cambio de fracción a la cinética real en el tanque de fermentación. Por ejemplo, el cambio podría tener lugar después de que se haya descompuesto una cuarta parte del azúcar presente. Para observar la cinética, se puede seguir el descenso de la densidad o el flujo volumétrico del gas de fermentación, como suele ser el caso. El tanque de fermentación debe concebirse como un biorreactor y equiparse con la tecnología utilizada habitualmente en biotecnología para que el proceso de fermentación se desarrolle de forma rápida y segura.

Debido a los elevados costes de inversión, esto aún no es habitual en la tecnología de bodegas. Sin embargo, una recuperación eficaz del aroma permite temperaturas de fermentación significativamente más altas, lo que se traduce en tiempos de fermentación más cortos. Así, los tanques de fermentación pueden utilizarse varias veces en una misma temporada. Por consiguiente, la compra de unos pocos tanques de fermentación de tamaño adecuado es suficiente para la conversión de toda una explotación.

En la tecnología de bodega tradicional, la cata se realiza a diario y la densidad se mide con un hidrómetro. Si la fermentación avanza con extrema rapidez, es fácil que se pierda el momento adecuado para obtener el dulzor residual con esta forma de trabajar. El problema puede resolverse mediante la automatización: A un mínimo de densidad preestablecido correspondiente al dulzor residual deseado, el sensor de densidad envía una señal al control del termostato del reactor para que baje la temperatura de consigna de 25°C a 10°C, por ejemplo. Si se hace con la capacidad de refrigeración necesaria, en la fermentación se puede parar, incluso en mitad de la noche. La dosificación automática de dióxido de azufre o disulfuro de potasio ("pirosulfito de potasio") también es posible fácilmente mediante una bomba dosificadora. Según el estado de la técnica, la automatización puede desarrollarse hasta tal punto que toda la planta funcione automáticamente y pueda mantenerse a través de Internet.



En resumen, puede afirmarse que en todo el proceso no se utilizan sustancias ajenas al vino. Las patentes alemana y europea protegen el principio de poner el gas de fermentación en contacto material directo con un líquido refrigerado. La protección abarca tanto el proceso como los productos elaborados con él. El texto de las especificaciones de la patente puede consultarse en:

<https://www.researchgate.net/profile/Juergen-Neisius>

El autor busca ahora socios e inversores que quieran llevar el invento al mercado.

Jürgen Neisius

BIBLIOGRAFÍA

- Bañolas de Ayala, M. Enrique (1952): Procédé et dispositif pour la régularisation de la fermentation des mouts et la récupération de l'alcool évaporé. Brevet d'invention No. 1.006.177. République Française - Ministère de l'industrie et du commerce (editor)
- Degünther, B.; Großmann, M. (1999): Temperaturs-teuerung: Optimierte Gärführung; Das Deutsche Weinmagazin (14) p. 14-19. según: Hamatschek (2015): S. 245.
- Guerrini, L. et al. (2019): Stability of Volatile Compounds Recovered during the Winemaking Process, p. 49-54, en Chemical Engineering Transactions, Vol. 75, 2019, ISBN 978-88-95608-72-3
- Hamatschek, Jochen (1997): En: Der Wein, Hg. Jakob, L.; Eugen Ulmer KG, Stuttgart; según: Hamatschek (2015), p. 246.
- Hamatschek, Jochen (2015): Technologie des Weins. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.
- Modot, Marcel; De Lapasse, Philippe; Maistre, Francois (1990): Process for fermentation. United States Patent No. 4,908,219
- Norkin, Marci; Colome, Steven D. (2015): Volatile organic compound recovery system and method. United States Patent No. US 8,956,671 B1.
- Nitsche, Manfred (2015): Abluft-Fibel. Reinigung lösemittelhaltiger Abgase. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg.
- Raoult, François Marie: Comptes rendus, 1880 Bd. 90 p. 865. En: Digitalisierung des Polytechnischen Journals. Gefrierpunkte alkoholischer Flüssigkeiten. http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj239/mi239mi03_9
- Sattler, Klaus (2001): Thermische Trennverfahren. Grundlagen, Auslegung, Apparate. Dritte, überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiley-VCH, Weinheim.
- Voet, Daniel; Voet, Judith G.; Pratt, Charles W. (2002): Lehrbuch der Biochemie. Beck-Sickinger, Annette G.; Hahn, Ulrich (éditeur), Wiley-VCH, Weinheim.
- Wüst, Matthias; Mosandl, Armin (2002): Wein ist ein besonderer Saft. Zur Biosynthese von Duft- und Aromastoffen höherer Pflanzen. Forschung Frankfurt 2002. https://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/aromaforschung_8-15.pdf




ULTRAWINE PERSEO



**Extracción del máximo potencial
de la uva por Ultrasonidos**

+35%

en la extracción de compuestos
fenólicos y aromáticos

-50%

en tiempos de maceración

+15%

de ahorro energético

✉ comercial@agrovin.com | ☎ +34 926 550 200

agrovin.com