

## Análisis aplicado a la industria cervecera: El perfil aromático

Autores:Dr.-Ing. Hubertus Schneiderbanger ; Prof. Dr.-Ing. Fritz Jacob

La cerveza es un producto natural que posee un perfil aromático extremadamente variable. La malta seleccionada para el proceso tiene un impacto en el flavor de la cerveza tan importante como el que pueda ejercer la composición de los lúpulos empleados. Una parte significativa del perfil de flavor se atribuye también a la cepa de levadura, incluyendo la tecnología empleada en la planta (producción del mosto, manejo de la levadura, tamaño y geometría del tanque de fermentación, aireación del mosto, etc.). En función de las materias primas seleccionadas y la tecnología aplicada, cada cervecera presenta un portfolio de productos con perfiles aromáticos característicos. Aunque no se trata de una tarea sencilla, es realmente importante garantizar la consistencia de estos estándares de calidad. En particular, los subproductos originados de la fermentación de la levadura, tales como ésteres y alcoholes superiores, son de gran relevancia para la definición del perfil aromático de una cerveza. La producción de ésteres depende de una serie de factores:

Factores que afectan la producción de ésteres en una planta cervecera
Cepa de levadura y condición genética previa
Viabilidad y vitalidad de la levadura
Aporte de oxígeno
Composición original del mosto
Composición de aminoácidos del mosto
Ácidos grasos presentes en el mosto
Temperatura de fermentación
Relación de presiones en el tanque de fermentación
Corrientes de convección en el tanque de fermentación
Etc.

Esta multitud de factores hace imposible que las condiciones definidas por los cerveceros puedan garantizar un comportamiento de la levadura idéntico en cada

proceso y, por tanto, un perfil aromático único para sus productos. Sin embargo, son estos mismos factores los que proporcionan también un importante potencial de ajuste, con diferentes oportunidades para influir en los compuestos originados durante la fermentación de la cerveza.

El centro de investigación Weihenstephan para la elaboración de cerveza y la calidad de los alimentos ofrece a los cerveceros un paquete de análisis (*Perfil Aromático*) para la mejora de sus productos. Se trata de una herramienta analítica que estudia todos los compuestos, tanto deseables como no deseables, que se originan durante el proceso de fermentación. Este paquete analítico se puede emplear no solo para conseguir el perfil aromático deseado en un producto mediante la modificación del proceso productivo, sino también para identificar problemas tecnológicos o puntos débiles en el proceso. Como ejemplos, compuestos como el diacetilo, empleado como indicador de problemas en la fermentación o la maduración de la cerveza; o el DMS (sulfuro de dimetilo), componente no deseado en el producto final, que indica evaporación insuficiente durante el hervido del mosto. No obstante, el Perfil Aromático no es útil solamente para identificación de aromas extraños, o cuando los atributos sensoriales de la cerveza no son los esperados, sino que también tiene un gran interés cuando la calidad de la cerveza se percibe como óptima, ya que entonces proporciona datos para la definición del patrón sensorial. Desviaciones sutiles en este patrón podrían indicar la necesidad de realizar ajustes tecnológicos en el proceso, con el fin de lograr de nuevo que el perfil aromático del producto se adecúe a los estándares. La utilización conjunta de los resultados analíticos y sensoriales ofrece una herramienta de gran utilidad para que la selección de materias primas o la introducción de modificaciones en el proceso tecnológico, puedan facilitar la elaboración de una cerveza con las características aromáticas deseadas.

### **El Perfil Aromático en detalle**

El Perfil Aromático del centro de investigación Weihenstephan para la elaboración de cerveza y la calidad de los alimentos engloba un apartado analítico y otro sensorial.

Una vez recibida la cerveza en el laboratorio, el panel de catadores del centro de investigación lleva a cabo una primera evaluación sensorial del producto, empleando

como referencia el sistema de evaluación de la DLG (Sociedad Alemana de Agricultura). Solo forman parte de este panel aquellas personas que hayan superado las pruebas de formación, según las directrices de la DLG. El programa incluye cinco criterios de evaluación:

Criterios sensoriales
Aroma
Sabor
Efervescencia
Cuerpo
Calidad del amargor

Los catadores, de forma individual, evalúan cada una de estas características, y les asignan una puntuación entre 1 y 5, siendo 5.0 la puntuación más alta. La puntuación de estas características individuales se compara con el valor medio de todas las cervezas del mismo tipo (ej. fermentación baja / fermentación alta) que son analizadas como parte de este proyecto en el centro de investigación (unas 700 cervezas hasta la fecha). Así, cada empresa participante obtiene una indicación de la evaluación sensorial de su producto en comparación con otras cervezas.

Además de las características sensoriales, los componentes químicos de la cerveza se evalúan también de forma desglosada. En este caso, cada parámetro se compara con el valor medio de todas las cervezas, y se indican los valores mínimo y máximo. De esta forma se facilita de nuevo la comparación imparcial de un producto con el resto de cervezas analizadas como parte del proyecto (ver Tabla 1).

*Table 1: Presentation of all analytical measurements*

Parámetro	Unidad	Valor	Valor medio	Diferencia	Desviación	Max	Min
-----------	--------	-------	-------------	------------	------------	-----	-----

		Tu CERVEZA	Todas las cervezas				
Extracto primitivo	%masa	10.44	11.82	-1.38	-	18.62	9.08
Extracto primitivo	%masa/vol	10.86	12.37	-1.51	-	20.01	9.39
Acetoina	mg/L	0.8	2.6	-1.8	-	23.5	0.2
Diacetilo (parámetro de maduración)	mg/L	0.03	0.06	0	-	0.21	0
2,3-pentanodiona total	mg/L	0.02	0.03	-0.01	0	0.15	0
DMS (tasa de evaporación)	µg/L	48	54	-6	0	168	16
Butirato de etilo	mg/L	0.26	0.11	0.15	+++	0.36	0
Caproato de etilo	mg/L	0.03	0.04	-0.01	0	0.63	0
Acetato de 2- feniletilo	mg/L	0.81	0.48	0.33	+	2.4	0
Acetato de isobutilo	mg/L	0.05	0.05	0	0	0.45	0.01
Caproato de etilo (intensidad de aireación)	mg/L	0.21	0.18	0.03	0	0.37	0.02
Octanoato de etilo	mg/L	0.23	0.22	0.01	0	0.62	0.01
Ácido isovalérico (almacenamiento del lúpulo)	mg/L	0.31	0.98	-1	-	4.5	0.18
Ácido caproico	mg/L	1.7	1.9	-0.3	0	5.7	0.48
Ácido caprílico	mg/L	3.9	4	-0.2	0	9	0.01
Ácido cáprico	mg/L	0.88	0.66	0.22	+	2.5	0.01
Acetaldehído (parámetro de maduración)	mg/L	6.5	7.1	-0.6	0	65.2	0
Acetato de etilo (afrutado/disolvente)	mg/L	18.6	18.7	0	0	36.5	4.5
n-Propanol	mg/L	8.1	12	-3.9	-	27.1	0
i-Butanol	mg/L	7.3	12	-4.7	-	43.3	1.2
Acetato de isoamilo (flavor plátano)	mg/L	1.6	1.6	0	0	4.2	0
Alcoholes isoamílicos (3-metil-2-butanol)	mg/L	46.8	62.4	-16	-	142	13
Feniletanol (temperatura/intensidad de fermentación)	mg/L	5.2	24.7	-19.5	-	71.3	4.3
Suma de ésteres de acetato (potenciadores de flavor)	mg/L	21.06	20.5	0.56	0	42.58	0
Suma de alcoholes superiores (alcoholes de fusel)	mg/L	62.2	86.27	-24.07	-	187.9	0
Suma de ésteres de ácidos grasos	mg/L	0.47	0.42	0.05	0	1.03	0
Suma de ácidos grasos	mg/L	6.39	6.47	-0.08	0	15.1	0
Suma de ácidos grasos /ésteres grasos (manejo de la levadura)	mg/L	6.86	6.89	-0.03	0	15.84	0

## **Componentes aromáticos: datos de interés**

Mediante el análisis de una selección de compuestos aromáticos, presentes tanto en la cerveza madura como en el producto verde, es posible obtener información de diferentes aspectos tecnológicos del proceso de producción de cerveza. A continuación se presentan con mayor detalle algunos de los compuestos aromáticos de mayor relevancia.

### Diacetilo

El diacetilo es uno de los compuestos aromáticos presentes en la cerveza verde, normalmente producido por la levadura durante la fermentación, y que se elimina de nuevo durante la fase de maduración. El aroma de este compuesto recuerda al olor de mantequilla rancia y es, por tanto, no deseado en la mayoría de las cervezas (umbral de flavor aproximado 0.1-0.15 mg/L) (Meilgaard, 1975). Concentraciones muy elevadas de diacetilo durante los procesos de fermentación y maduración son indicativas de problemas con la levadura. Algunas posibles causas de estos valores podrían ser la floculación prematura de la levadura, o una deficiencia de zinc, por ejemplo.

### DMS

Otro compuesto aromático no deseado en cerveza es el DMS (sulfuro de dimetilo). Durante el proceso de elaboración del mosto, los precursores del DMS, provenientes de la malta, son transformados en DMS. El aroma del DMS tiene notas vegetales (verduras cocidas, maíz, cebolla) (Meilgaard, 1975). Normalmente, el DMS se evapora durante el hervido del mosto, si el proceso es suficientemente largo e intenso. El umbral de percepción sensorial de este compuesto es 100 µg/L, aproximadamente. El DMS puede ser también producto de una infección bacteriana en el mosto, y genera el mismo olor no deseado en la cerveza.

### Caproato de etilo

El caproato de etilo es un indicador de la intensidad de aireación del mosto. Una mayor intensidad de oxigenación del mosto da lugar a una mayor propagación de la

levadura, y menor producción de ésteres. El favorecimiento de la propagación de la levadura da lugar a un incremento en el consumo de acetil-CoA que, por tanto, reduce su disponibilidad para la formación de ésteres. Por tanto, la cantidad de sustrato de acetil-CoA es el factor limitante en la producción de ésteres. Además, es sabido que el oxígeno inhibe las ATTasas (alcohol acetiltransferasas), responsables de la síntesis de los ésteres de acetato (acetato de isoamilo y acetato de etilo) (Fujii, 1997; Mason & Dufour, 2000; Verbelen, Saerens, Van Mulders, Delvaux, & Delvaux, 2009). Esto explica también la razón por la cual las cervezas más ricas en ésteres son elaboradas con una aireación del mosto muy poco intensa (Back, 2005). El caproato de etilo, como representante del conjunto de ésteres presentes en la cerveza, es un buen indicador general de la aireación del mosto.

### Ácido isovalérico

El ácido isovalérico es un compuesto que da lugar aromas no deseados en la cerveza, que recuerdan el olor a queso. Es detectable incluso a concentraciones bajas, de aproximadamente 1.5 ppm (Meilgaard, 1975). Este ácido se produce generalmente como resultado de almacenajes de lúpulo a altas temperaturas, durante largos períodos de tiempo.

### Acetaldehído

El acetaldehído es uno de los representantes más típicos del perfil aromático en una cerveza verde. Es producido por la levadura durante la fermentación, y desaparece en gran medida durante el proceso de maduración. Su aroma recuerda al olor de manzanas verdes, y confiere al producto un carácter inmaduro. La percepción de este compuesto en cerveza madura apunta a problemas de fisiología y manejo de la levadura, así como de falta de control en los procesos de fermentación y maduración.

### Ésteres de acetato

Los ésteres de acetato más representativos son el acetato de etilo y el acetato de isoamilo. Estos compuestos son de gran relevancia, especialmente en cervezas de

fermentación alta, pero sus notas aromáticas pueden ser consideradas igualmente como positivas en ciertas cervezas de fermentación baja. Dan lugar a aromas frutales (acetato de isoamilo: frutal, plátano; acetato de etilo: frutal, disolvente). Estos ésteres son también generados por la levadura durante el proceso de fermentación, y su producción puede ser ajustada mediante control tecnológico del proceso, por ejemplo mediante la aireación del mosto.

### Suma de alcoholes superiores

Los alcoholes superiores pueden contribuir de forma positiva al perfil sensorial de una cerveza, sin embargo se valoran generalmente como algo negativo (especialmente cuando están presentes a altas concentraciones). La producción de alcoholes superiores puede ser también regulada mediante control del proceso. La generación de estos compuestos mediante la acción de la levadura se asocia de forma clara con la fase de propagación. Así, una concentración elevada de oxígeno en el mosto favorece una mayor propagación de la levadura que, a su vez, resulta en una mayor producción de alcoholes superiores.

El Perfil Aromático incluye el análisis de todos estos compuestos aromáticos en un paquete, y permite extraer diversas conclusiones tecnológicas en relación al proceso productivo. Cada cerveza es evaluada por un experto en base a todo este conocimiento, y los parámetros clave, con su interpretación, se presentan de nuevo en un resumen (ver Tabla 2).

Table 2: Example conclusion

Parámetros	Evaluación
Diacetilo (parámetro de maduración)	Inferior a media
DMS (tasa de evaporación)	Media
Caproato de etilo (intensidad de aireación)	Media
Ácidos isovaléricos (almacenaje del lúpulo)	Superior a media
Acetaldehído (parámetro de maduración)	Media
Acetato de etilo (frutal/disolvente)	Inferior a media
Acetato de isoamilo (flavor plátano)	Media
Feniletanol (temperatura de fermentación/intensidad)	Inferior a media
Suma de ésteres de acetato (potenciadores de flavor)	Media
Suma de alcoholes superiores (alcoholes de fusel)	Inferior a media
Suma de ésteres de ácidos grasos	Media
Suma de ácidos grasos	Media

### El Perfil Aromático de un vistazo

El Perfil Aromático es un paquete analítico, evaluado por expertos, que pone de manifiesto el potencial de optimización tecnológica. Está diseñado para ofrecer a las cerveceras una herramienta que les ayude a conseguir o preservar el perfil aromático deseado en su producto.

Figure 1: Overview of the aroma profile package

### **El Perfil Aromático de un vistazo – ¿qué beneficios ofrece este paquete?**

- ✓ Evaluación sensorial de la cerveza por asesores DLG
- ✓ Análisis de compuestos aromáticos clave de la cerveza
- ✓ “Perfil aromático” de tu cerveza (recuperable en cualquier momento)
- ✓ Oportunidad de respuesta tecnológica según rango de aromas (producción del mosto, materias primas, condiciones de fermentación, manejo de la levadura)
- ✓ Evaluación tabulada y graficada
- ✓ Interpretación de los datos hecha por expertos

## **Bibliografía**

**Back, W. 2005.** *Ausgewählte Kapitel der Brauereitechnologie*. Nürnberg

**Fujii, T., Koayashi, O., Yoshimoto, H., Furukawa, S., Tamai, Y. 1997.** Effect of Aeration and Unsaturated Fatty Acids on Expression of the *Saccharomyces cerevisiae* Alcohol Acetyltransferase

**Mason, A. B., & Dufour, J. P. 2000.** Alcohol acetyltransferases and the significance of ester synthesis in yeast. *Yeast*, 16(14): 1287-1298.

**Meilgaard, M. C. 1975. Flavor Chemistry of Beer Part II: Flavor and Threshold of**  
239  
Aroma Volatiles. *MBAA Technical Quarterly*, 12: 151-168.

**Verbelen, P. J., Saerens, S. M. G., Van Mulders, S. E., Delvaux, F., & Delvaux, F. R. 2009.** The role of oxygen in yeast metabolism during high cell density brewery fermentations. *Appl Microbiol Biotechnol*, 82(6): 1143-1156.