

CÓMO MEDIR EL OXÍGENO DISUELTO DURANTE LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA

En mosto de cerveza

En la actualidad, existen técnicas que garantizan la disolución total de los gases. Estos nuevos dispositivos optimizan el uso de oxígeno para evitar un volumen de gas excesivo. En las fábricas de cervezas actuales, el procedimiento habitual es controlar rigurosamente el oxígeno disuelto ($\pm 0,5$ ppm) para utilizar únicamente la cantidad necesaria. De esta forma, se garantiza una fermentación constante y una pérdida mínima de cerveza por producción de levadura en exceso. Debido a la existencia de partículas y a la necesidad de realizar un control en lazo cerrado, es preferible utilizar un analizador de oxígeno en línea para las mediciones realizadas en mosto de cerveza.



Cerveza clarificada

Los valores típicos de oxígeno disuelto pueden variar entre las distintas fábricas de cerveza, pero han de ser inferiores a 0,05 ppm. Con independencia de si la medición se realiza en cerveza clarificada o en mosto de cerveza, es fundamental que todos los gases estén disueltos antes de medir el oxígeno en el analizador.

Soluciones de medición portátiles

Al realizar el muestreo de cerveza, abra siempre por completo la válvula de la muestra y regule el flujo de cerveza usando el control de flujo del lateral del instrumento. De esta forma, el sensor siempre tendrá la presión de la cerveza, lo que garantiza que la cerveza que vaya de camino al sensor esté clara y no contenga burbujas.

El caudal del instrumento no es determinante, pero ha de ser lo suficientemente bajo como para que no se genere una desgasificación en el sensor de oxígeno.

Tenga en cuenta que la primera medición del día tendrá una respuesta más lenta, ya que el sensor debe eliminar el aire que quede acumulado en el instrumento. Además, se debe adaptar a la temperatura de la cerveza.

Para localizar el origen de la contaminación de oxígeno, el Analizador portátil de oxígeno disuelto 3100 permite realizar controles in situ; asimismo, presenta la ventaja de que se puede dejar en el punto de muestreo durante varias horas a modo de registrador de datos portátil.



Analizador portátil de oxígeno disuelto ORBISPHERE 3100

Niveles de oxígeno estándar en la producción de cerveza

En mosto de cerveza	8 - 17+ ppm
Fermentación	< 10 ppb
Filtración	5 - 50 ppb
Cerveza clarificada tras la filtración	10 - 50 ppb
Cerveza en el dispositivo de llenado	10 - 30 ppb
O ₂ disuelto en el envase (botella)	20 - 50 ppb
O ₂ disuelto en el envase (lata)	30 - 60 ppb
O ₂ total en el envase	40 - 150 ppb

Análisis en línea



La cerveza es un producto de gran valor económico; si se daña a causa de la oxidación, los efectos son irreversibles. Es recomendable controlar el proceso de forma continua para estar advertido de inmediato en caso de que se produzca un incremento de oxígeno.

Los sensores de oxígeno se pueden instalar en la mayoría de las zonas de la línea de producción de cerveza, pero se deben colocar tan lejos como sea posible de las bombas, la inyección de CO₂ o los lugares de aireación del mosto de cerveza.

Coloque siempre el sensor tumbado en posición horizontal. Es especialmente importante no colocar ningún sensor, ya sea de oxígeno o de otro tipo, en posición vertical sobre una tubería; esto se debe a que se puede acumular una bolsa de aire que haría imposible los procesos CIP.

Los instrumentos de Hach disponen de puntos de corte térmicos programables por el usuario. Si se ajusta este valor a una temperatura baja, justo por encima de la de la cerveza, el sensor se apagará de forma automática si la tubería está vacía o se está limpiando.

Análisis del envase

Los valores objetivo de oxígeno disuelto varían, pero la concentración ideal debe ser inferior a 0,5 ppm.

Para obtener las muestras de los barriles se aplica una presión superior de gas de CO₂ o N₂ al barril, a fin de expulsar la cerveza.

Las muestras se extraen de las botellas o latas mediante una perforadora que ejerce presión sobre el espacio vacío para hacer que la cerveza pase por el sensor de oxígeno. (También existen sistemas para medir el O₂, CO₂ y N₂ total del espacio vacío y del líquido en un mismo envase).

Datos importantes:

- La presión de CO₂ o N₂ aplicada debe ser superior a la presión de gas total disuelto en la cerveza a fin de evitar la formación de burbujas.
- Mida siempre los envases inmediatamente después de su llenado y antes de la pasteurización, ya que el proceso de calentamiento hace que el oxígeno disuelto reaccione rápidamente con la cerveza.
- Agite siempre enérgicamente los envases antes de realizar la perforación a fin de equilibrar los gases disueltos y del espacio vacío.



Periodo de validez

El oxígeno acumulado en el envase contribuye a la degradación del sabor de la cerveza. A mayor cantidad de oxígeno, se producirá una degradación mayor del sabor. Es posible medir el contenido de oxígeno de un envase para determinar si este procede del espacio vacío o si se originó durante el llenado.

En la mayoría de las cervezas, la mayor parte del oxígeno se consume en el periodo de una semana, si bien el sabor no cambia durante dos o tres meses. El consumo de oxígeno de una cerveza envasada puede variar en gran medida en función de la temperatura de almacenamiento, el tipo de cerveza y el contenido de levadura de la cerveza.



Oxígeno en el envase

El oxígeno puede entrar en el envase de dos maneras: durante el llenado o en el espacio vacío a causa de un fobbing incompleto. El oxígeno del dispositivo de llenado puede proceder del aire ya existente en la cerveza o del que se acumula en la botella o en los tubos durante el llenado. El oxígeno del espacio vacío procede del aire acumulado en él antes de realizar el cierre. Debido a que las presiones parciales de los gases existentes en el espacio vacío y en el líquido no están equilibradas inmediatamente después del envasado, todos los envases se deben agitar antes de medir el O_2 disuelto (o N_2 y CO_2).

Los siguientes pasos permiten determinar si el oxígeno procede principalmente del dispositivo de llenado o del jetter. Todas las mediciones se deben realizar en cerveza sin pasteurizar.

1. Extraiga seis envases de un dispositivo de llenado automático en funcionamiento continuo.
2. Agite tres de los envases durante cinco minutos y realice la medición.
3. Mida también los tres envases que no se han agitado.
4. Compare las concentraciones de O_2 disuelto de la medición promedio de cada grupo.

Si el valor aumenta tras la agitación, significa que procede principalmente del espacio vacío. Si el valor disminuye, la contribución principal procede del líquido. Esto permite determinar si el jetter o el dispositivo de llenado son la fuente con mayor contenido de oxígeno.

Exposición al oxígeno tras el envasado

Aun después del envasado, la cerveza que se comercializa embotellada puede sufrir filtraciones de oxígeno a través de los cierres en corona. Las coronas proporcionan una barrera semipermeable entre la cerveza de la botella y el aire del exterior. El contenido normal de oxígeno del interior de la botella es significativamente inferior al existente en el aire del exterior de la botella. A través de una difusión pasiva, tanto el oxígeno como el nitrógeno se introducen dentro del envase. A excepción de los tapones con barreras de corona y de los atrapadores de oxígeno más recientes, son pocas las posibilidades de eliminar las filtraciones a través del cierre.

Como consecuencia, el oxígeno reacciona con la cerveza de la botella y deteriora su sabor. Esta filtración o entrada intenta equilibrar las presiones parciales de los gases presentes tanto dentro como fuera de la botella. Debido a que el oxígeno del interior de la botella está en constante reacción con la cerveza, su contenido es muy bajo.

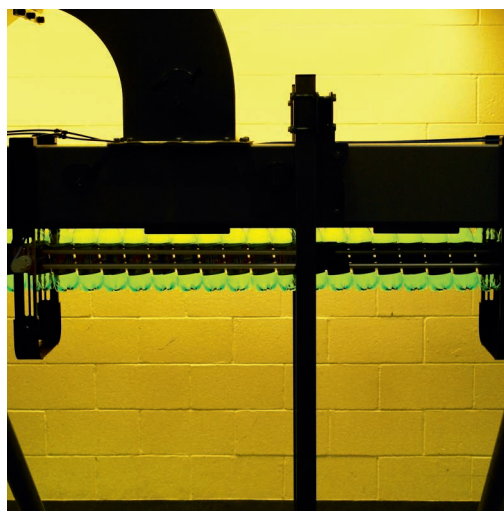
Los tapones de corona convencionales producen una "filtración" diaria de 1 a 2 ppb de oxígeno en el envase. En un periodo de tres meses, esto puede suponer una acumulación de 180 ppb de oxígeno en el interior. En muchos casos, esta entrada supera la cantidad total de oxígeno a la que se expone la cerveza antes de ser embotellada. Como consecuencia de los grandes avances logrados durante los últimos años para reducir la cantidad de oxígeno total en la cerveza durante el envasado, en la actualidad muchas fábricas establecen un contenido de oxígeno total en el envase inferior a 40 ppb.

Análisis de la fase gaseosa

El sistema de Hach permite medir tanto las concentraciones de oxígeno disuelto de la cerveza como el dióxido de carbono utilizado para purgar los tanques. Estos analizadores ofrecen funciones en fase dual que permiten al usuario alternar entre las mediciones de fase gaseosa y líquida.

Para medir el % de volumen de O_2 , asegúrese de que el gas esté a presión atmosférica mediante el siguiente procedimiento:

- Antes del análisis, controle el flujo donde se origina la muestra.
- Abra el flujo del analizador para minimizar la pérdida de presión a través del instrumento.
- Utilice un flujo de muestreo de gases de 100 ml/min o inferior.



En el carbonatador

Al inyectar CO₂ a la cerveza, el CO₂ añadido no debe contener prácticamente oxígeno; esto se debe a que las concentraciones elevadas de CO₂ se añaden a altas presiones, lo que puede producir una acumulación rápida del oxígeno disuelto.

Añadir dióxido de carbono a alta presión

Cantidad de CO ₂ añadido	Concentración de impureza de O ₂ en CO ₂		
	0,001 %	0,005 %	0,02 %
0,5 V/V	7 ppb	35 ppb	142 ppb
1,0 V/V	14 ppb	71 ppb	284 ppb
2,0 V/V	28 ppb	142 ppb	567 ppb
	Oxígeno disuelto añadido a la cerveza		

Conversiones y unidades de utilidad

Oxígeno

A 20 °C, el aire seco contiene un 20,94 % de O₂ = 209.400 ppm por volumen.

El aire con una humedad del 100 % contiene un 20,45 % de O₂ = 204.500 ppm por volumen.

En disolución, 1 mg/kg de O₂ se suele denominar 1 ppm (por peso).

Todas las indicaciones de solubilidad siguientes asumen una presión de 1 atmósfera.

Cuando el agua está saturada con aire, contiene:

9,10 ppm de O₂ a 20 °C (68 °F); 14,64 ppm de O₂ a 0 °C (32 °F).

Por tanto, teniendo en cuenta una medición de oxígeno a 20 °C:

204.500 ppm por volumen es equivalente a 9,10 ppm por peso.

Cuando el agua está saturada con oxígeno puro, contiene:

43,45 ppm de O₂ a 20 °C (68 °F); 69,90 ppm de O₂ a 0 °C (32 °F).

Dióxido de carbono

El aire seco contiene aproximadamente un 0,03 % de CO₂.

1 volumen de CO₂ por volumen de cerveza = 1,98 gramos/kg a 20 °C.

El dióxido de carbono es bastante más soluble en agua que el oxígeno.

Cuando el agua está saturada con CO₂ a una presión de 1 atm contendrá:

1,72 g/kg de CO₂ a 20 °C (68 °F); 3,37 g/kg de CO₂ a 0 °C (32 °F).

Nitrógeno

El aire seco contiene aproximadamente un 78 % de N₂.

En disolución, 1 mg/kg de N₂ se suele denominar 1 ppm.

El nitrógeno es menos soluble en agua que el oxígeno.

Cuando el agua está saturada con aire, contiene:

15,3 ppm de N₂ a 20 °C (68 °F); 23,2 ppm de N₂ a 0 °C (32 °F).

Cuando el agua está saturada con nitrógeno, contiene:

19,7 ppm de N₂ a 20 °C (68 °F); 29,8 ppm de N₂ a 0 °C (32 °F).

Presión

1 atm absoluta = 1013,25 mbares = 1,013 bares = 760 torr =

0 atm relativa.

Todos los datos de solubilidad anteriores se expresan en unidades absolutas.

Envases

En un envase pequeño convencional, se encontrará el mismo peso de oxígeno en 15 ml de espacio vacío que en 440 ml de cerveza. Por ello, el agitado es necesario para garantizar el equilibrio antes del análisis.