DR6000 en la industria cervecera: Métodos importantes en conformidad con la MEBAK y la ASBC

Introducción

El cumplimiento y una alta y consistente calidad son dos de los objetivos clave en la industria de bebidas. Hach® proporciona respaldo para cumplir estos objetivos, mediante exhaustivos análisis de agua y cerveza.

El espectrofotómetro UV-VIS DR6000™ admite muchas de las mediciones analíticas que son necesarias para supervisar todo el proceso de preparación de la cerveza, desde las materias primas hasta el producto final. El software DR6000, específico para la elaboración de cerveza, se amplió para incluir los parámetros más importantes de la MEBAK[1] y de la American Society of Brewing Chemists (ASBC)[2]. Esto significa que el DR6000 se puede usar para medir la calidad de la cerveza en todo el mundo.

Los métodos principales en detalle

El color de la cerveza

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición 2012, p. 185 y ss.
ASBC Beer 10-A

Las unidades de la European Brewery Convention (EBC, por su sigla en inglés) y la ASBC se usan en toda Europa y Estados Unidos para describir el color (más específicamente: la intensidad de color) de la cerveza y el mosto de la cerveza. El valor que la EBC o la ASBC estipulan indica la cantidad de luz que absorbe la cerveza con un determinado contenido de mosto original. El color real de cada cerveza no es más que la gradación de un tono marrón, que disminuye en concentración y pasa por el color rojo, cobre y ámbar, hasta el dorado y amarillo claro.

Además del mosto original y el color de la malta, la intensidad del color de la cerveza terminada todavía depende de muchos otros factores, tales como la preparación del mosto, el valor del pH y el proceso de fermentación.

La medición del color puede parecer insignificante, pero es la primera impresión que el cliente tiene antes de consumir la cerveza. Por lo tanto, el cumplimiento del color de la cerveza es un tema importante que se puede supervisar durante todo el proceso de fermentación.

La absorbancia de la cerveza se mide a una longitud de onda de 430 nm. Históricamente, el color de la cerveza en unidades de la EBC es de 10 x absorbancia a 430 nm, medido en un tubo de 1 pulgada (2,54 cm). Sin embargo, la MEBAK estipula un tubo cuadrado de 1 cm (10 mm). Por consiguiente, se aplica el siguiente cálculo para determinar el color de la cerveza en conformidad con la MEBAK:

Absorbancia de la cerveza a 430 nm × 25 = color en unidades de la EBC.

Históricamente, el color de la cerveza en unidades de la ASBC es 10 x absorbancia de la cerveza a una longitud de onda de 430 nm y con el uso de un tubo de ½ pulgada (1,27 cm). Si se usa un tubo de 1 cm (10 mm) que se encuentra en la media de lo especificado, se aplica lo siguiente en conformidad con el método Beer-10A de la ASBC:

Absorbancia de la cerveza a 430 nm × 12,7 = color en unidades de la EBC

Además, en el método de la ASBC, la turbidez de la muestra se comprueba a través de una medición de absorbancia a 700 nm. Una muestra no se clasifica como turbia si la absorbancia a 700 nm es ≤ 0,039 × 430 nm de absorbancia.

En el DR6000, los programas para la medición del color de la cerveza están disponibles tanto para la medición en conformidad con la MEBAK y también para la medición en conformidad con la ASBC.

Color de la cerveza según la MEBAK	Programa 2006	0 a 60 unidades
Color de la cerveza según la ASBC	Programa 2020	0 a 60 unidades

La siguiente escala de colores de cerveza es muy útil como guía:

EBC	Ejemplo	Color de la cerveza
4	Pale Lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse	
6	Maibock, Blonde Ale	
8	Weißbier	
12	American Pale Ale, India Pale Ale	
16	Weißbier, Saison	
20	English Bitter, Extra Special Bitter	
26	Biere de Garde, Double IPA	
33	Dunkles Lager, Märzen, Amber Ale	
39	Brown Ale, Bock, Dunkelbier, Dunkelweizen	
47	Irish Dry Stout,, Doppelbock, Porter	
57	Stout	
69	Foreign Stout, Baltic Porter	
79	Imperial Stout	

(Fuente: http://de.wikipedia.org/wiki/EBC_(Bier))

Unidades de amargor

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición 2012, p. 234 y ss.
ASBC Beer-23, Wort-24

La concentración del amargor es una característica de calidad clave de la cerveza. El amargor emerge durante la ebullición, debido a la isomerización de los α-ácidos de los lúpulos. El amargor se extrae de la muestra acidificada con isooctano y la absorbancia se mide espectrofotométricamente a una longitud de onda de 275 nm.

Los métodos de la MEBAK y la ASBC difieren solo mínimamente en su ejecución. Mientras en el de la MEBAK se utiliza 6 N HCl para acidificar las muestras, en el de la ASBC se utiliza solo 3 N HCl. Tras la extracción, la absorbancia se mide en un tubo de cuarzo de 10 mm contra un blanco de isooctano de la misma calidad.

En conformidad con la definición de la MEBAK y la ASBC, los resultados se calculan de la siguiente manera:

Cerveza: absorbancia a 275 nm × 50 = amargor en unidades de amargor

Mosto: absorbancia a 275 nm × 100 = amargor en unidades de amargor

Los diversos cálculos resultan de las disoluciones de muestras de cerveza o mosto especificadas en el procedimiento.

Los valores estándar en conformidad con la MEBAK son 10–40 BU (unidades de amargor, por su sigla en inglés) para la cerveza y 20–60 BU para el mosto. En conformidad con la ASBC, el rango de medición para la cerveza es de hasta 100 unidades (200 para el mosto) y se expresa en IBU (unidades internacionales de amargor, por su sigla en inglés).

En el DR6000, los programas para la medición de las unidades de amargor están disponibles tanto para la medición en conformidad con la MEBAK y también para la medición en conformidad con la ASBC.

Unidades de amargor, cerveza	Programa 2001	10–40 BU
Unidades de amargor, mosto	Programa 2003	20–60 BU
Unidades de amargor según la ASBC, cerveza*	Programa 2021	10–100 IBU
Unidades de amargor según la ASBC, mosto*	Programa 2011	20–200 IBU

Nota:
Para el análisis de las unidades de amargor, también se puede usar la prueba del tubo Hach LCK241 (solo disponible en Europa). Mediante la introducción de químicos en los tubos prefabricados, se puede ahorrar tanto tiempo como dinero en los químicos (sobre todo, en el isooctano de alta calidad).

Tabla 1: Unidades de amargor de los tipos de cerveza más populares (de Brauerei-Forum del VLB Berlín)

Tipo de cerveza	Unidades de amargor	mg de iso-alfa-ácidos/L de cerveza
Wheat	15–20	15–20
Vollbier	18–24	18–24
Märzen	20–25	20–25
Export	22–26	22–26
Bock	28–36	28–36
Pils	30–38	30–38
Alt	35–50	35–50

Iso-α- y β-ácidos

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición, 2012, p. 237 y ss.

Las humulonas (o αácidos α-lupúlico) del lúpulo le dan el sabor amargo a la cerveza. Durante la producción de cerveza (ebullición del mosto), los iso-α-ácidos emergen del lúpulo. Por lo tanto, el contenido de los iso-α-ácidos es un factor clave en el sabor de la cerveza. Los β-ácidos también contribuyen al sabor amargo y se registran con esta medición.

Después de que se extrae el amargor (véase más arriba) de la muestra con isooctano, y después del lavado de otra muestra, el contenido de los iso-α- y β-ácidos se determina por la medición de la absorbancia de la muestra a 255 nm y 360 nm [1]. Se usa un tubo de cuarzo de 10 mm y se determinan ambos tipos de ácidos en una medición combinada a dos longitudes de onda.

Los valores estándar según la MEBAK son:

Cerveza: 10–40 mg/L iso-α-ácidos y menos de 2 mg/L β-ácidos

Mosto: 15–50 mg/L iso-α-ácidos y menos de 1–15 mg/L β-ácidos

En el DR6000, el programa para la medición de los iso-α- y β-ácidos está disponible para la medición en conformidad con la MEBAK.

Iso-α- y β-ácidos	Programa 2013	0–60 mg/L iso-α-ácidos y 0–80 mg/L β-ácidos

Amino nitrógeno libre (FAN)

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición 2012, p. 84 y ss.
ASBC Beer-31, Wort-12

La suma de componentes de nitrógeno biodisponibles en el mosto se representa con el amino nitrógeno libre (FAN, por su sigla en inglés). Un contenido excesivo de FAN puede causar problemas, tanto en el sabor como en la estabilidad microbiológica de la cerveza. La levadura de la cerveza y el fermento de levadura silvestre producen un exceso de aminoácidos en alcoholes de cadena larga (propanol, isobutanol). Los niveles de FAN también son un buen indicador de cuándo está lista la fermentación. La supervisión del nivel de FAN con el DR6000 lo puede ayudar a vaciar y llenar los tanques más rápido, una vez que el nivel de FAN es lo suficientemente bajo. El contenido de FAN típico es de 200–250 mg/L en el mosto y 10–120 mg/L en la cerveza (MEBAK).

Los métodos tanto de la MEBAK y la ASBC son idénticos. La cerveza o el mostro preparado se mezcla con un reactivo de color (basado en ninhidrina) y la absorbancia se mide a una longitud de onda de 570 nm en una cubeta de 10 mm.

Esta absorbancia se compara con el color producido por un estándar de glicina de 2 mg/L como referencia. Para una determinación más precisa, el valor del blanco, el estándar de glicina y la muestra se miden por triplicado y se calcula el valor promedio. Debido a la preparación de muestras diferentes de cerveza y mosto, se requieren factores internos de 50 (para la cerveza) o 100 (para el mosto).

En el caso de cervezas y mostos oscuros, el método de la MEBAK estipula la medición de un valor de blanco de muestra, además del valor de blanco reactivo para tener en cuenta la coloración intrínseca de la muestra. El proceso de medición y el cálculo de la concentración de cervezas y mostos oscuros se almacenan en el DR6000 como programas separados. En el DR6000, los programas para la medición de amino nitrógeno libre están disponibles tanto para la medición en conformidad con la MEBAK y para la medición en conformidad con la ASBC.

FAN, cerveza clara	Programa 2008	0 a 400 mg/L FAN
FAN, mosto claro	Programa 2007	0 a 400 mg/L FAN
FAN, cerveza oscura	Programa 2016	0 a 400 mg/L FAN
FAN, mosto oscuro	Programa 2015	0 a 400 mg/L FAN
FAN ASBC, cerveza*	Programa 2024	0 a 400 mg/L FAN
FAN ASBC, mosto*	Programa 2025	0 a 400 mg/L FAN

Polifenoles totales

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición, 2012, p. 223 y ss.
ASBC Beer-35

Los compuestos fenólicos de la malta y el lúpulo están en la cerveza en distintas cantidades según las técnicas de producción. Según la estructura y el tamaño molecular, tienen una fuerte influencia en diversas características de la cerveza, tales como el color, el sabor, la estabilidad del sabor, la espuma y la estabilidad física-química[1]. Los polifenoles también tienen un gran impacto en la apariencia final de la cerveza. Altos niveles de polifenoles originan una cerveza turbia.

Los métodos en conformidad con la MEBAK y la ASBC son idénticos. Los polifenoles en las muestras reaccionan con iones de hierro (III) en solución alcalina, lo que forma compuestos de hierro de color. Su absorbancia se mide espectrofotométricamente en un tubo de 10 mm con una longitud de onda de 600 nm.

El cálculo se realiza de la siguiente manera:

Absorbancia a 600 nm × 820 = mg/L polifenoles totales

Los valores estándar en la cerveza son 150–200 mg/L polifenoles totales. El rango de medición de los programas preinstalados alcanza hasta 800 mg/L.

En el DR6000, los programas para la medición de polifenoles totales están disponibles tanto para la medición en conformidad con la MEBAK y también para la medición en conformidad con la ASBC.

Polifenoles totales	Programa 2006	0 a 800 mg/L fenoles
Polifenoles totales ASBC*	Programa 2020	0 a 800 mg/L polifenoles

Dicetonas vecinales

MEBAK brew-technical analysis methods, 4.ª edición, 2002, p. 134 y ss.
ASBC Beer-25 B

La actual MEBAK[1] describe la medición cromatográfica de gases de diacetilo y 2,3-pentanedione.

En la MEBAK[3] anterior y en la ASBC, se proporcionan dos métodos fotométricos diferentes para la determinación fotométrica de dicetonas vecinales.

Durante el metabolismo de la levadura, surge 2-acetolactato y 2-acetohidroxibutirato en el curso de la fermentación. Estos se convierten a través de la oxidación en diacetilo de dicetonas vecinales y 2,3-pentanedione.

Sin embargo, el diacetilo también puede surgir como un producto metabólico característico de ciertos microorganismos[1]. Con un contenido demasiado alto de dicetonas vecinales, la cerveza adquiere un sabor extraño. Esto a menudo deja un sabor empalagoso o una sensación grasosa en la boca, muy desagradable para el consumidor.

Con el método de la MEBAK, el diacetilo de dicetonas vecinales con el 2,3-pentanedione reaccionan con la 1,2-fenilendiamina para formar un producto final con color, cuya absorbancia se mide en una cubeta de cuarzo de 2 cm a 335 nm. Este método, muy utilizado para el análisis operacional, es evidentemente más rápido que el método de cromatografía por gas, pero no permite la diferenciación entre el diacetilo y el 2,3-pentanedione.

Mediante la calibración realizada por el método de la MEBAK, el contenido de dicetonas vecinales se calcula de la siguiente manera:

Absorbancia a 335 nm × 1,2 = mg/kg VDK (dicetonas vecinales)

El valor objetivo para la cerveza clara es inferior a 0,15 mg/kg.

El método en conformidad con la ASBC se describe en el método Beer-25 B en el título "Diacetyl – Broad spectrum method for VDK" (Diacetilo: método de amplio espectro para los VDK). Este método tampoco registra el diacetilo independientemente, sino todos los dicetonas vecinales presentes.

Con el método de la ASBC, Beer-25 B, el diacetilo (y el 2,3-pentanedione) reacciona con una solución naftol y forma un compuesto de color, que se mide a una longitud de onda de 530 nm. Hach calibró el método con soluciones estándar de diacetilo y el factor correspondiente almacenado en la programación. Para el registro de una curva de calibración, no es necesario que el usuario realice una medición de diacetilo.

Mediante la calibración realizada por Hach, el contenido de dicetonas vecinales se calcula de la siguiente manera:

Absorbancia a 530 nm × 3,7 = mg/L diacetilo (dicetonas vecinales).

En el DR6000, los programas para la medición de dicetonas vecinales están disponibles tanto para la medición en conformidad con la MEBAK como para la medición en conformidad con la ASBC.

Dicetonas vecinales	Programa 2014	0 a 1 mg/kg VKD
Diacetilo ASBC*	Programa 2023	0 a 1 mg/L diacetilo

Nota:
Al igual que para la determinación del amargor, también hay una prueba de tubos prefabricados de Hach con el número LCK242 (solo disponible en Europa) o TNT819 (disponible en EE. UU.) para la determinación de dicetonas vecinales.

Reducibility MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición, 2012, p. 204 y ss.

La reductibilidad de la cerveza es un tema clave para la estabilidad biológica, química, física y del gusto de la cerveza. La reducción de los compuestos derivados de la malta y el lúpulo evitan o minimizan los procesos oxidativos en la cerveza. Todos los compuestos de reducción rápida presentes en la cerveza se resumen como reductibilidad. Se miden por su efecto reductor sobre el reactivo de Tillmann (DPI). La decoloración de este reactivo en la presencia de la muestra de cerveza se mide a una longitud de onda de 520 nm y se compara con la coloración original del reactivo. La reductibilidad se expresa en un número adimensional. Indica qué porcentaje del reactivo se reduce mediante la muestra de cerveza.

En la evaluación de la reductibilidad de las cervezas, se aplica la siguiente escala en conformidad con la MEBAK[1]:

60	Muy buena
50 a 60	Buena
45 a 50	Satisfactoria
< 45	Mala

En el DR6000, el programa para la medición de la reductibilidad está disponible para la medición en conformidad con la MEBAK.

Reductibilidad	Programa 2004	0a100

Número de ácido tiobarbitúrico (TAN)

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición 2012, p. 55 y ss.

El número de ácido tiobarbitúrico es una característica general. Indica la carga térmica de la malta y el mosto. Junto con el 5-hidroximetilfurfural (HMF), un gran número de sustancias que surgen de la reacción de Maillard (el calor promovió la reacción de azúcares y aminoácidos) reaccionan con el ácido tiobarbitúrico.

En la prueba de la MEBAK, las sustancias que se medirán reaccionan con el ácido tiobarbitúrico y forma un compuesto de color amarillo que se analiza fotométricamente en una longitud de onda de 448 nm.

Los valores estándar en el proceso de elaboración de la cerveza son (en relación con el 12% de mosto original):

- Mosto de caldera llena claro: < A 22
- Mosto colado liviano: < 45
- Mosto claro frío posterior al enfriamiento del mosto: < 60

Un nuevo enfoque sobre este análisis usa una prueba llamada sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS, por su sigla en inglés), que fundamentalmente registra el malodialdehído. Aquí también, la medición registra el alcance de la carga térmica del mosto con el efecto del calor.

En el DR6000, el programa para la medición del TAN está disponible para la medición en conformidad con la MEBAK.

TAN en cerveza/mosto	Programa 2011	0 a 100 TAN (diluido en 1/10)
TAN en mosto tipo Congress	Programa 2012	0 a 100 TAN (diluido en 1/5)

Antocianógenos

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición 2012, p. 226 y ss.

Los antocianógenos, o también Leucoantocianidinas, son una forma especial de antocianidinas. Las antocianidinas son la parte que da el color a las antocianinas, un grupo de colorantes vegetales con base fenólica. Los anticianógenos (leucoantocianidinas del lúpulo) se convierten en antocianidinas de color rojo gracias al ácido clorhídrico caliente.

En la medición, los antocianógenos primero se absorben en poliamida y luego se convierten en una solución roja gracias al ácido clorhídrico caliente. La medición se realiza a una longitud de onda de 550 nm en una cubeta de 10 mm.

Los valores estándar en conformidad con la MEBAK en la cerveza son 50–70 mg/L, según las técnicas de producción. Cuando la mezcla se estabiliza con PVPP, los valores estándar son correspondientemente menores.

En el DR6000, el programa para la medición de los antocianógenos está disponible para la medición en conformidad con la MEBAK.

Antocianógenos	Programa 2005	0 a 100 mg/L ATC

Muestra de yodo fotométrica

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición 2012, p. 52 y ss.

Después de que se ha producido malta a partir de cereales, principalmente de cebada, la malta se muele. El proceso real de elaboración de cerveza comienza con la maceración. En este proceso, el agua se calienta a unos 60 °C aproximadamente y se agrega la malta molida. La mezcla resultante se calienta y se revuelve constante a unos 75 °C aproximadamente, según el proceso. Con diferentes temperaturas de tostado, las enzimas convierten el almidón de la malta en azúcar de malta. Alternativamente, se hierben partes de la mezcla, lo que gelatiniza el almidón. Luego, se mide una muestra de yodo para determinar si el almidón disuelto se sacarificó completamente.

Se precipitan las dextrinas y el almidón de la malta o cerveza, se disuelven en tampón fosfato y se mezclan con una solución de yodo. La coloración roja-a-azul se mide en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 578 nm en una cubeta de 4 cm. Los valores estándar (en el mosto) según la MEBAK son < 0,45.

En el DR6000, el programa para la medición de los antocianógenos está disponible para la medición en conformidad con la MEBAK.

Muestra de yodo	Programa 2010	0 a 1 de valor de yodo

Hierro

MEBAK, Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición 2012, p. 423 y ss.

El hierro puede ingresar a la cerveza por medio de las materias primas, así como por medio de agentes filtrantes o agentes clarificantes. También se puede recoger del aparato, líneas o latas, o estar contenidos en el agente estabilizante de la espuma de la cerveza. El hierro afecta negativamente la estabilidad coloidal, el sabor, la espuma y la tendencia chorreante de la cerveza.

Con la espectroscopia de absorción atómica (AAS, por su sigla en inglés), también es posible determinar espectrofotométricamente el hierro en la cerveza. El hierro trivalente se reduce primero a hierro bivalente. El hierro bivalente reacciona con FerroZine para formar un compuesto de color violeta. El método almacenado en el DR6000 para la determinación del hierro ya contiene el coeficiente de absorbancia para el hierro. El aumento de la curva de calibración es de 0,037/µg/L Fe2+. Por lo tanto, el usuario de este programa no necesita generar una serie estándar de hierro patentada para la calibración. Los valores de referencia en la cerveza son de 0,200 mg/L.

En el DR6000, está disponible el programa para la medición del hierro en conformidad con la MEBAK.

Hierro	Programa 2017	0 a 1 mg/L hierro

Referencias

[1] MEBAK Wort, Beer, Beer-Based Beverages, 1.ª edición, 2012

[2] American Society of Brewing Chemists, Methods of Analysis, 14.ª edición

[3] MEBAK, brew-technical analysis methods, volumen II, 4.ª edición, 2002

** American Society of Brewing Chemists (ASBC): Reproducido con el permiso de la ASBC solamente para el uso de compradores de determinados instrumentos Hach. No se permite la reproducción para ningún otro caso sin el permiso escrito de la ASBC.*

DOC042.92.20185.Dec15

HACH World Headquarters: Loveland, Colorado USA

United States:	800-227-4224 tel	970-669-2932 fax	orders@hach.com
Outside United States:	970-669-3050 tel	970-461-3939 fax	int@hach.com

hach.com

©Hach Company, 2016. All rights reserved.
In the interest of improving and updating its equipment, Hach Company reserves the right to alter specifications to equipment at any time.

HACH®
Be Right™