

Sobre el efecto del sol de sílice en la clarificación de la cerveza y la filtrabilidad

¿ESTÁ CLARO? | En 1983, Raible propuso la posibilidad de utilizar sol de sílice para mejorar la filtración de la cerveza [1]. El sol de sílice cumple la Ley de Pureza alemana, y puede aplicarse tanto en la sala de cocimiento como en el tanque de reposo o directamente antes del filtro. Sin embargo, no hay ninguna regla sencilla que permita predecir el éxito de la utilización del sol de sílice. Pero mediante ensayos de filtración en laboratorio se puede obtener una orientación sobre los casos en los que es particularmente útil emplear el sol de sílice.

DEL MANUAL DE LABORATORIO de la empresa Stabifix Brauerei-Technik se extrajeron numerosos resultados de análisis en los que la cerveza no filtrada se había cargado de dos tipos de sol de sílice diferentes. Paralelamente, se dejaron en reposo muestras de cerveza sin sol de sílice, que en algunos casos se trataron con enzimas a modo de comparación. Se examinaron cervezas de los tipos Pils, Export, rubia y Kölsch de Alemania, cervezas de los tipos Lager y Ale de Europa, y cervezas Lager de Latinoamérica y Asia. No se consideraron las cervezas sin alcohol ni las cervezas con alto contenido de alcohol, dado que estas suelen presentar particularidades en el comportamiento de clarificación y la formación de turbidez.

La turbidez se determinó a 0 °C mediante un turbidímetro de Sigrist, el valor F_{spec} se midió con la prueba Raible en el sistema Filtercheck [2]. Como agente de tratamiento se aplicaron dos tipos diferentes de Stabisol en dosis de 40 ml/hl. El tratamiento enzimático

se llevó a cabo con proteasas, amiloglucosidasas y beta-glucanasas de la empresa AB-Enzymes en dosis de 40 ml/hl respectivamente. El tiempo de contacto con los enzimas fue de tres días a 0 °C. Los ensayos de caducidad se realizaron según el esquema MEBAK con la modificación de que no siempre se postularon días fríos de 0 °C entre

los días calientes. La comprobación de las divergencias provocadas por esta simplificación reveló que son tan insignificantes que no tienen influencia sobre la evaluación de estos juegos de datos.

■ Sol de sílice

El sol de sílice se cuenta entre los pocos agentes de proceso que la Ley de Pureza alemana admite como agentes auxiliares en contacto con el producto, dado que su efecto en la cerveza es únicamente físico, y puede eliminarse completamente después de su inevitable solidificación en el rango de pH del mosto y de la cerveza. El sol de sílice suele aplicarse en forma de una suspensión acuosa coloidal de SiO_2 al 30 por ciento con una superficie de aprox. 300 m^2/g y una densidad de poco más de 1,2 g/cm^3 . En la mayoría de los casos, el sol de sílice se utiliza de manera curativa, no preventiva. A diferencia de la adsorción de preetapas proteicas de turbidez por gel de sílice, que casi inevitablemente conlleva

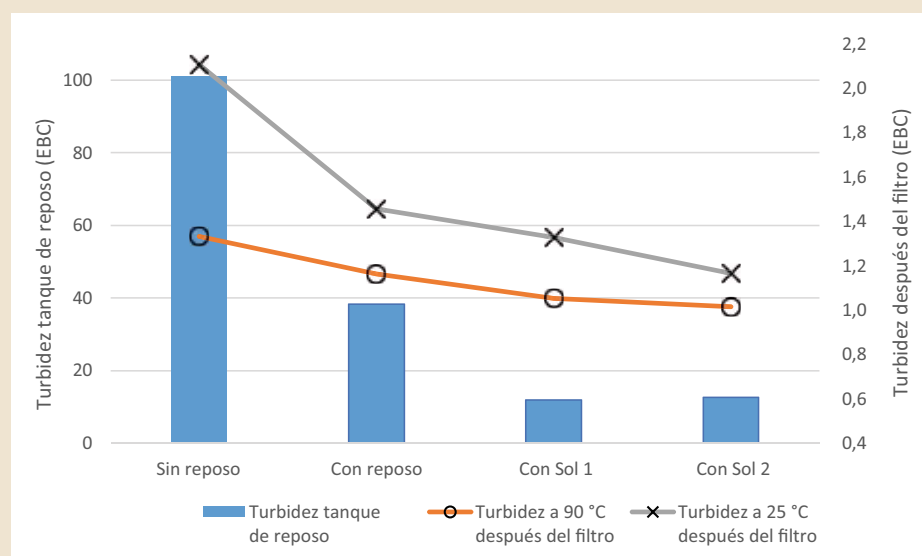


Fig. 1 Turbidez media de cervezas tratadas de manera diferente en el tanque de reposo y después de la filtración (n=75)

Autor: Jan Mika Unting, Managing Director, Stabifix Brauerei-Technik GmbH & Co. KG, Gräfelfing, Alemania

una mayor estabilidad de la cerveza, el sol de sílice mejora la filtrabilidad solo en determinadas condiciones.

Complejación, preclarificación, filtrabilidad

Al introducir el sol de sílice en la cerveza, se transforma en su forma gelatinosa; se produce hidrogel, por así decirlo. Durante esta solidificación, la red formada por moléculas de SiO₂ incorpora también, o compleja, las partículas más finas. Por consiguiente, en la cerveza turbia tratada con sol de sílice siempre tiene lugar una complejación.

La correlación entre el crecimiento forzado de partículas y la sedimentación mejorada por este también es comprensible en el contexto de una preclarificación con sol de sílice (ley de Stokes). Los datos presentados aquí (figura 1) lo muestran claramente. Tampoco resulta sorprendente que la turbidez de la cerveza mejore después de la filtración.

Por el contrario, no es tan sencillo encontrar una correlación entre el tratamiento de la cerveza con sol de sílice y la consiguiente filtrabilidad. Considerando los valores medios de 75 cervezas (figura 2) realmente se observa solo una ligera ventaja en comparación con el reposo sencillo; y esto solo para uno de los dos tipos de sol de sílice sometidos a ensayo. No obstante, la contemplación de casos individuales (figura 3, aquí con menor número de muestras por razones de claridad) revela que, en comparación con el reposo, se puede obtener una mejora considerable de la filtrabilidad para muchas cervezas. Curiosamente, la dosificación de sol de sílice tiene un efecto positivo sobre la filtrabilidad más a menudo si este es insignificante en caso de un reposo sencillo.

No resulta sorprendente que el tratamiento con sol de sílice muestra una peor correlación con la filtrabilidad que con la preclarificación. De la preclarificación se espera solo una reducción de la turbidez gracias a la sedimentación, que depende de la densidad y del tamaño de las partículas, y de la viscosidad del líquido. En el caso de la filtrabilidad, por el contrario, se habla en realidad de una combinación de dos valores, el índice de productividad “caudal en hectolitros”, y la “turbidez” como parámetro de calidad, que sin embargo tiene que respetar unos límites estrictos. Ambos valores están además sometidos a la influencia ejercida por los adyuvantes de filtración, la velocidad

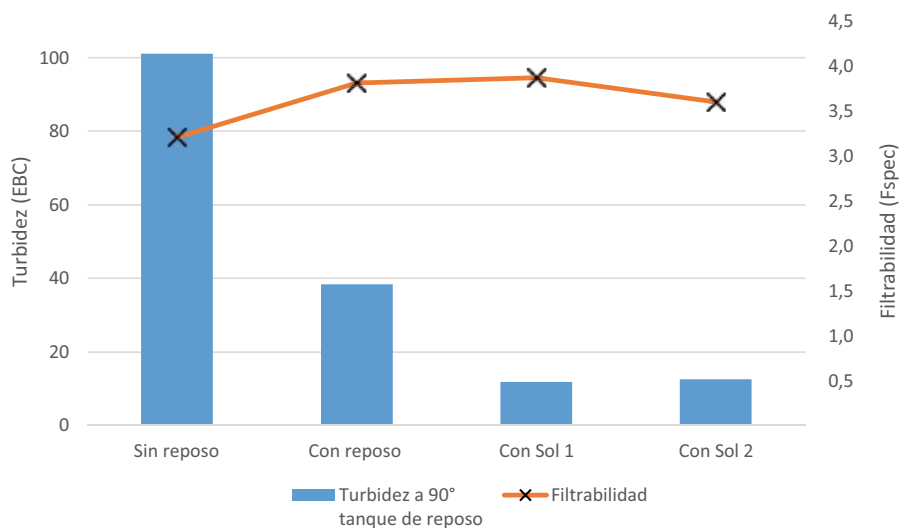


Fig. 2 Turbidez y filtrabilidad media de cervezas tratadas de manera diferente (n=75)

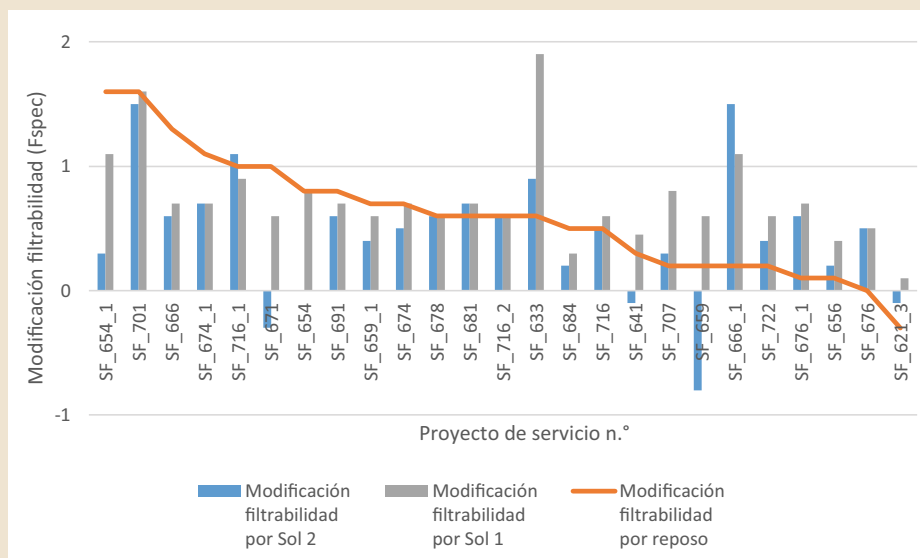


Fig. 3 Casos individuales seleccionados, efecto de diferentes tratamientos sobre la filtrabilidad (n=25)


de flujo y la presión diferencial. Las levaduras, las partículas diminutas, los coloides e incluso las proteínas y los glucanos de alto peso molecular aun en solución (o los aglomerados de estos) solo interactúan cuando están en suspensión, y más tarde cuando penetran en la torta de filtro con los adyuvantes de filtración, cuya composición es no menos variable. Por tal razón, la preclarificación y la filtrabilidad se diferencian claramente como función de la formación de partículas en cuanto a su complejidad, con o sin sol de sílice. Así pues, el dato estadístico de que la preclarificación con sol de sílice a menudo conlleva una filtrabilidad mejorada no sirve de nada en el ámbito individual.

Influencia de la técnica de filtración

La complejidad de la evaluación de la filtrabilidad tampoco se reduce por la aplicación de otras técnicas de filtración. Aunque es

cierto que los adyuvantes de filtración clásicos se suprimen en los filtros de membrana Crossflow, se han de constituir y controlar las velocidades de flujo y las presiones de transmembrana adecuadas en la membrana “capa de soporte” para la separación eficaz de partículas. Bien es verdad que la filtración de membrana a veces reacciona de manera diferente a modificaciones de la preclarificación o del contenido de beta-glucanos que la filtración de aluvión [3], pero reacciona. La experiencia práctica ha demostrado que la maximización de los flujos de permeato y la minimización de las secuencias de retrolavado, debidas a las influencias ejercidas por la variabilidad de la cerveza no filtrada, también producen irregularidades que son difícilmente predecibles.

En aquellas plantas de filtración, cada vez más raras, que trabajan con adyuvantes de filtración regenerables, se añade al conflicto de objetivos anteriormente mencionado de la filtrabilidad (calidad y produc-

Cervecería:		Cerveza:		Entrada:				
N.º	g/hl o ml/hl durante trasiego	EBC/0 °C antes de filtración	g/hl o ml/hl en el filtro	t [sec]	Fspec [hl/hm²]	EBC con... 15 °C	°C en filtrado 0°C	
		Ángulo de 90°			0,291		Ángulo de 90°	
	Export t. cil.-cón. 3 del 17.01.12							
1	Cerveza testigo	>200	⇄	100 Filtercel	780	2,0	0,54	1,1
2	4 Proteasa	>200	⇄	100 Filtercel	780	2,1	0,48	0,85
3	4 α-Amilasa	>200	⇄	100 Filtercel	780	2,3	0,52	0,79
4	4 β-Glucanasa	>200	⇄	100 Filtercel	690	2,8	0,35	0,43
5	4 Amiloglucosidasa	>200	⇄	100 Filtercel	780	2,1	0,35	1,0
6	Cerveza testigo decantada	192	↑	100 Filtercel	780	2,1	0,50	0,68
7	40 Stabisol 1	36	↑	100 Filtercel	516	3,2	0,61	0,55
8	40 Stabisol 2	24	↑	100 Filtercel	476	3,3	0,45	0,50

⇄ sacudido ↑ decantado

Fig. 4 Programa típico de ensayos para la evaluación de la filtrabilidad

tividad) la exigencia al adyuvante de filtración de ser capaz de retener las partículas diminutas, incluso en caso de un tamaño o una morfología de las partículas no adaptables espontáneamente, y de regenerarse fácilmente. Por eso, es interesante observar que los pocos sistemas que se encuentran en funcionamiento se sirven del efecto de adyuvantes complejantes. Así, por ejemplo, para el sistema Interbrew Filtration Technology (IFT) existe una patente sobre la “preparación de un líquido proteico con uno o varios agentes complejantes de proteína para la separación subsiguiente” [4]. En la práctica, la dosificación de estos adyuvantes complejadores se controla antes del filtro, basándose en la medición de la turbidez detrás del filtro. Las partículas más gruesas que se forman se separan más fácilmente gracias al efecto de penetración, al efecto de retención dominante de una torta de filtro compuesta de adyuvantes de filtración poco porosos. Formulada de manera exagerada, el filtrador no adapta la torta de filtro a la turbidez de la cerveza, sino que adapta la turbidez de la cerveza a la torta de filtro.

Este principio de la complejación sin sedimentación, es decir sin preclarificación, se aplica con sol de sílice también en otros casos. El procedimiento descrito en la patente de Raible para la “disminución de los poros de un medio filtrante para bebidas” [5] se basa probablemente también en el hecho de que se suministra a una torta de filtro aludionado de forma demasiado gruesa una carga de partículas más fáciles de retener gracias a la complejación de partículas diminutas. Algunos cerveceros se sirven de

esa funcionalidad también para la aplicación de adyuvantes con menor capacidad filtrante, como las perlitas o las celulosas.

Métodos de pronóstico

Como consecuencia de esas observaciones y reflexiones, el pronóstico de la filtrabilidad sobre la base del análisis de los componentes individuales puede calificarse como muy difícil. Los factores de influencia son demasiado numerosos, las correlaciones demasiado complejas. Más bien cabe servirse de un modelo experimental lo más cercano posible a la realidad para poder sacar conclusiones en relación con la filtrabilidad; con preclarificación por sol de sílice o no. La formación de partículas también puede simularse bien en un ensayo a pequeña escala de medio litro con los parámetros “temperatura” y “tiempo”. Un procedimiento pobre en oxígeno es una ventaja, pero no es estrictamente necesario, dado que la activación oxidativa de la turbidez de los polifenoles se desarrolla de manera puramente química y ya no catalizada por enzimas a partir del cocimiento en la sala de cocimiento, es decir, que en frío se desarrolla más bien dentro de un período de semanas o meses que en minutos o horas. Así, es posible imaginar series de ensayos de mayor tamaño para evaluar, entre otros, la turbidez inicial, la filtrabilidad, el grado de clarificación o la sensibilidad al frío. Un programa de ensayos en el que se comprobaron varios factores de influencia sobre la filtrabilidad se puede ver en la figura 4. En ese caso, la cerveza no filtrada se filtró también después de varias dosis de enzimas, y solo el tratamiento con beta-glucanasa y sol de sílice mostró un efecto posi-

vo significativo sobre la filtrabilidad. Cabe señalar que en el juego de datos analizado para este artículo no se encontró una correlación obligada entre el tratamiento con sol de sílice y uno de los enzimas. Así pues, la eficacia del sol de sílice no puede limitarse en general a los grupos de sustancias proteínicas, dextrinas límites o glucanos.

Perspectivas

Aunque la aplicación de sol de sílice en el tanque de reposo ha demostrado su efectividad, en la práctica su adición a menudo se traslada a la sala de cocimiento, ya que la dosificación es más sencilla. La cuantificación de los efectos debidos a los diferentes puntos de utilización es el tema de un proyecto actual.

Además, un número creciente de cerveceros tiene el ambicioso objetivo de clarificar la cerveza enriquecida con partículas turbias durante la lupulación en frío sin filtrarla. Por eso, se están realizando actualmente extensas investigaciones con respecto al tratamiento óptimo de las cervezas lupuladas en frío con sol de sílice delante del separador.

Resumen

El mecanismo de la gelificación del sol de sílice en la cerveza es fascinante y ofrece diversos métodos de aplicación. El sol de sílice produce una complejación de partículas diminutas, y casi siempre una reducción de la turbidez tanto en la cerveza no filtrada como en la filtrada. Aunque es cierto que a menudo se obtiene una mejora simultánea de la filtrabilidad, esta solo puede confirmarse en casos individuales. Las filtraciones comparativas en laboratorio son un método idóneo para decidir sobre la utilización de sol de sílice. Con la aplicación de sol de sílice en su repertorio técnico de procesos, el cervecero dispone de una opción adicional para reaccionar a fluctuaciones en la calidad de la materia prima, los parámetros del proceso y los requisitos del producto. ■

Bibliografía

1. Raible, K., et al.: Monatsschrift für Brauwissenschaft, n.º 36, 1983, p. 76.
2. Niemsch, K.; Heinrich, Th.: BRAUWELT, n.º 14, 2010, p. 400.
3. Unting, M.; Heinrich, Th.: EBC Poster Presentation, EBC Congress, Porto, 2015.
4. Adam, Pierre; et. al.: INBEV S.A., patente WO 2005/113738 A1.
5. Raible, K.: patente EP0325188 A2.