

Eliminación de pesticidas en las aguas residuales de un almacén post-cosecha mediante la tecnología MBR y adsorción por carbón activo

La “Sociedad Cooperativa Agrícola San Salvador” es un almacén post-cosecha que comercializa distintos tipos de frutas y está situado en la localidad valenciana de Alfarp. Por su ubicación, vierte las aguas residuales en el río Magro y debe cumplir con los parámetros de vertido a cauce público marcados por la Confederación Hidrográfica del Júcar. Actualmente, uno de los parámetros de mayor sensibilidad en las aguas es la presencia de pesticidas. Mediante la tecnología MBR, combinada con la adsorción por carbón activo, se asegura la eliminación de estas especies en las aguas de vertido.

Julián García Simón¹, Agripina Ortega Cruz²
 Europe Membrane¹ www.europembr.com – Tel.961318088
 IqD InvesQuia² www.iqdinvesquia.com – Tel. 961318435

1. Introducción

En los almacenes post-cosecha se realizan labores de clasificación, tratamiento y embalaje de la fruta para posteriormente ser vendida en los mercados. Las operaciones de tratamiento incluyen la limpieza y protección de la fruta de mohos y bacterias. Para esta última operación se utilizan fungicidas con el fin de minimizar las pérdidas de fruta en la cadena de comercialización.

Este tipo de industria, por su ubicación, vierte a cauce público, por ello los parámetros de vertido son muy restrictivos.

Las aguas residuales que se generan en la Cooperativa son de dos tipos:

Sanitarias: suponen entre un 70 - 80% de las aguas residuales generadas.

Industriales correspondientes a cítricos: se producen en períodos de campañas de 4 meses al año, suponen entre un 20 - 30 % del total y contienen restos de zumos, sólidos suspendidos, materia orgánica y sustancias pesticidas.



2. Descripción de la planta depuradora

La depuradora fue diseñada en 2012 por la ingeniería IqD InvesQuia, en colaboración con el fabricante de membranas de ultrafiltración Europe Membrane.

Se proyectó un reactor biológico que puede operar en condiciones SBR para depurar las aguas residuales fuera de campaña y en condiciones MBR, con una unidad de ultrafiltración de membranas, para depurar en la época de campaña de cítricos. Las tasas de sólidos en suspensión, MLSS, para la configuración SBR y MBR son 800 mg/l y 8.000 mg/l respectivamente.

En época de campaña se aplican fungicidas a los cítricos, estos compuestos no son biodegradables y llegan a la depuradora junto con restos de zumos, frutas, hojas, sólidos, etc. La eliminación de fungicidas se realiza por la adsorción en carbón activo, siendo inviable la adsorción directa de las aguas residuales industriales, puesto que éstas presentan materia orgánica.

Ésta competiría con los elementos traza de pesticidas y saturaría rápidamente el carbón. Para evitarlo, IqD InvesQuia utiliza la tecnología MBR, que genera aguas con una carga orgánica muy baja, libres de sólidos en suspensión y desinfectadas. Esto hace que el filtro de carbón activo pueda ser de tamaño reducido y asegura la total retención de pesticidas en el periodo para el que se prevé su vida útil.

3. Configuración MBR

En condiciones de SBR trabaja a un MLSS de 800 mg/l. En la puesta en marcha de la configuración MBR se consigue concentrar hasta un MLSS de 8.000 mg/l en un periodo de 20 días. Puesto que con el sistema de ultrafiltración no se escapan sólidos, se consigue una concentración de los mismos muy rápida. En el gráfico 1 se muestra la evolución de la concentración de sólidos en suspensión a lo largo del tiempo en un cambio de SBR a MBR.

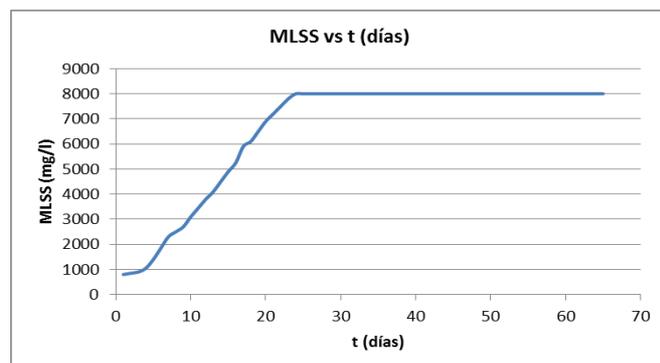


GRÁFICO 1

La tecnología MBR consiste en un reactor biológico y una unidad de membranas de PVDF con un corte de poro correspondiente a ultrafiltración, en concreto de 0,02 μm . Esta unidad de ultrafiltración se dispone externa al reactor biológico. La separación de los sólidos suspendidos del agua tratada se lleva a cabo mediante una separación física de ultrafiltración. De este modo se asegura la obtención de aguas libres de sólidos y desinfectadas.

Características del cassette MBRable de membranas instalado:

- 1.-Tipo y configuración de las membranas: Fibra hueca sumergidas externas.
- 2.-Superficie de las membranas: 100 m^2 .
- 3.-Tamaño de corte del poro: 0,02 μm .
- 4.-Disposición de las membranas: horizontal
- 5.-Colector de aspiración y de contralavado: doble.
- 6.-Desgasificador.
- 7.-Sistema de boquillas para realizar la limpieza física de las membranas.
- 8.-Vibración de las membranas.
- 9.-Colector de aire en el bastidor.
- 10.-Permite aislar cada módulo de membranas.

Operación del sistema de ultrafiltración, MBRable Train:

El sistema de ultrafiltración funciona de modo automático. Mediante un interruptor de nivel en el reactor biológico se controla la electrobomba encargada de bombear el licor mezcla del reactor a la cuba donde está sumergido el cassette de membranas. El caudal de aporte a la cuba es 1,5 veces superior al caudal de vertido, es decir, al caudal de agua ultrafiltrada. Esto es así para evitar una sobreconcentración de sólidos en suspensión en la cuba de membranas, que obturaría las mismas.



Las aguas ultrafiltradas llegan a un depósito anexo a la cuba de membranas, éste siempre está lleno, de modo que el vertido se produce por rebose de este depósito.

La filtración a través de las membranas se produce de fuera a dentro de cada membrana y la diferencia de presiones para que se dé este flujo se consigue mediante una electrobomba centrífuga que genera una depresión. Para evitar el ensuciamiento de las membranas el cassette dispone de un emparrillado de difusores en la parte inferior, a través del cual se introduce aire de modo continuo. Éste genera una turbulencia que evita la deposición de los sólidos en las membranas. Otro sistema para evitar el ensuciamiento de las membranas es realizar, de modo periódico, contralavados. La electrobomba que genera la depresión se detiene y otra electrobomba desplaza agua ultrafiltrada de la cuba anexa, a través de las membranas, pero lo hace de dentro hacia fuera.

Las condiciones de trabajo de las membranas, caudal de permeado y presión de trabajo, se visualizan en todo momento mediante caudalímetros electromagnéticos y un transductor de presión adecuadamente instalados.

El rango de presiones en los que trabaja este módulo de ultrafiltración en la etapa de ultrafiltración está entre - 0,28 y - 0,38 bar.



En la práctica, en ocho semanas de trabajo la presión, manteniendo el flujo, aumenta desde - 0,30 a - 0,34 bar.

Cada ocho semanas se realiza una limpieza química con hipoclorito. Los ciclos de tiempo de filtración y contralavado son los siguientes:

-Tiempo de filtración: 16 minutos.

-Tiempo de contralavado: 16 segundos.

La presión límite en filtración se establece en - 0,50 bar, en caso de que se alcance esta presión se detiene el ciclo de filtración y se realiza un ciclo de contralavado de 1 minuto. Si esta reducción en el ciclo de filtración se repite durante 3 ciclos consecutivos se detiene la planta y se activa una alarma. Existe la posibilidad de realizar una limpieza física de modo automático. No obstante, como en todo momento se conocen los parámetros de funcionamiento, se puede planificar con antelación la realización de una limpieza CIP con hipoclorito y/o ácido.

A pesar de las medidas que incorpora el cassette para evitar el ensuciamiento hay que realizar limpiezas CIP periódicamente. Las limpiezas se realizan de modo automático aunque la orden de inicio de la misma es manual.

Para llevar a cabo estas limpiezas se vacía la cuba de las membranas, a continuación se realiza una limpieza física y posteriormente se recircula agua de red desde dentro de las membranas hacia fuera, a la vez que se dosifica hipoclorito o ácido en la línea de agua de red, para conseguir una concentración de cloro libre de 100 ppm o un pH de 2,5. En esta planta se realiza un CIP con hipoclorito cada 8 semanas y con ácido cada 16 semanas.

El sistema de limpieza físico consiste en una serie de boquillas dispuestas a distintas alturas, a través de las cuales se proyecta agua a presión. Este sistema se desplaza horizontalmente, llegando el agua a la totalidad de la superficie. Esta operación se lleva a cabo con la cuba vacía.

El caudal de aire necesario para mantener las membranas limpias es de 50 m³/h.

4. Condiciones y rendimientos de operación

El tiempo de cada ciclo de aspiración es de 16 minutos. Así, en la gráfica, cada 4 valores equivale a un ciclo completo de 16 minutos. De este modo podemos ver el comportamiento de las membranas después de una limpieza química (los primeros 16 minutos), a las 8 semanas de haber realizado la limpieza química (los siguientes 16 minutos, que corresponden con los valores 5, 6, 7 y 8) y después de realizada otra limpieza química con hipoclorito (los siguientes 16 minutos, que corresponden con los valores 9, 10, 11 y 12). Se observa que el flujo experimenta una disminución de 35 a 32 lm²h en las 8 semanas de trabajo y que realizada la limpieza CIP con hipoclorito se produce la recuperación del mismo.

Por otro lado, como vemos en el gráfico 2, la presión transmembrana se mantiene prácticamente constante a - 0,31 bar.

Con un tiempo de retención hidráulico en el reactor de 3 días y un tiempo de retención celular de 50 días, se obtienen los rendimientos en eliminación de carga que se muestran en el gráfico 3.

La evolución de los pesticidas se refleja en el gráfico 4.

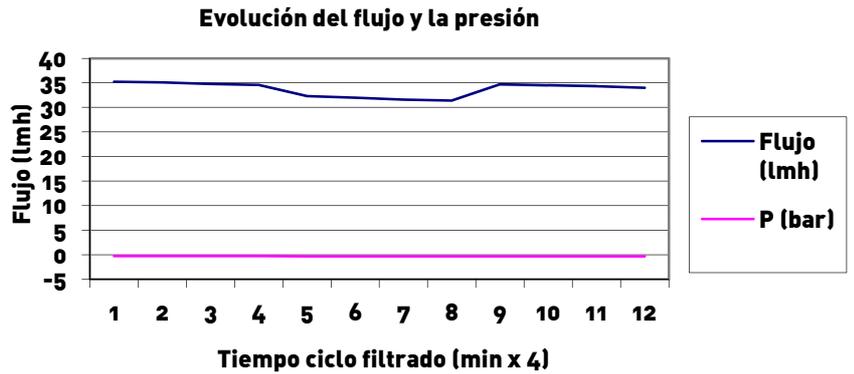


GRÁFICO 2

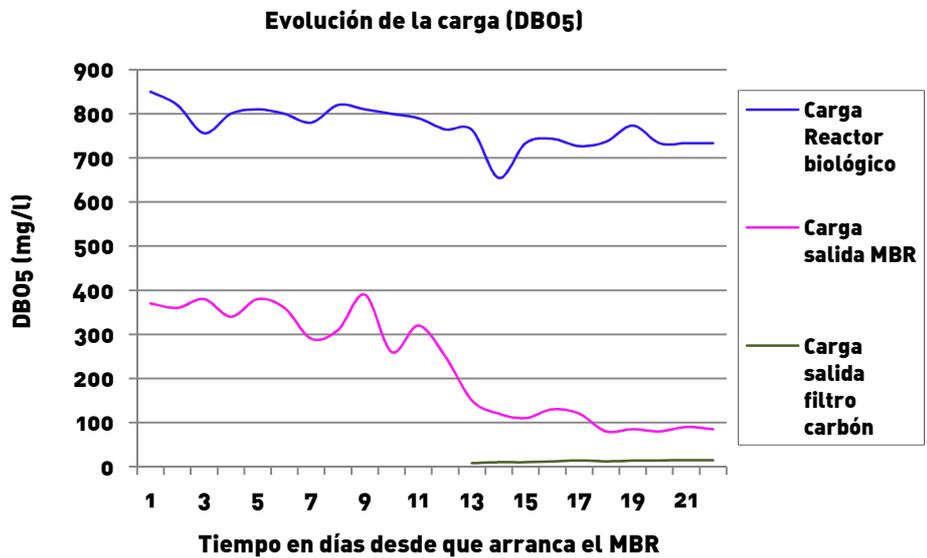


GRÁFICO 3

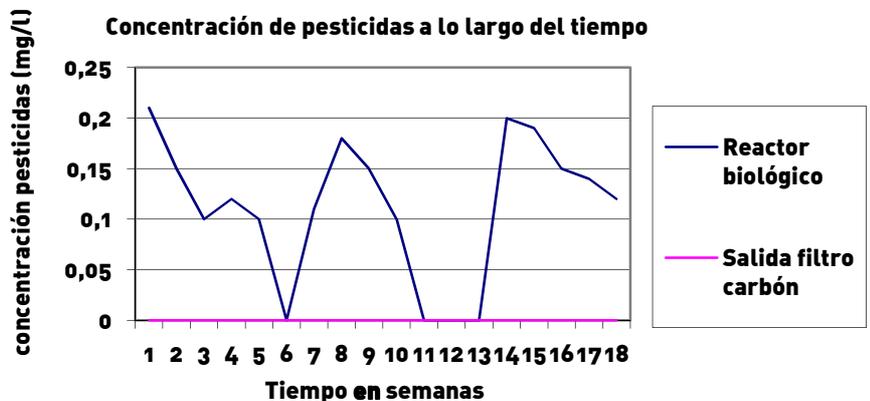


GRÁFICO 4

5. Conclusión

Con la combinación de las tecnologías MBR y adsorción en carbón activo, se asegura una reducción prácticamente total de la carga orgánica, DBO_5 y la eliminación total de pesticidas de las aguas de vertido en todo momento. De este modo, las aguas obtenidas son de una alta calidad, siendo aptas para el vertido a cauce público e incluso para su reutilización como agua de riego, baldeos, etc.

En definitiva, la “Sociedad Cooperativa Agrícola San Salvador” ha conseguido el permiso de vertido por parte de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

