

BIO AUMENTACION AYUDA A SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES.

A medida que las restricciones ambientales se hacen mas estrictas muchos operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales encaran niveles de requerimientos que sus plantas no están diseñadas para cumplir. La bio-aumentación puede permitir soluciones hasta que se tengan las soluciones adecuadas.

Escrito por Lic. Michael H. Foster y Dr. Rob Whiteman.

La práctica de utilizar micro-organismos específicos para realizar transformaciones químicas se ha utilizado en la industria cervecera, la farmacéutica y la de lácteos. Los micro-organismos son componentes esenciales en el tratamiento de aguas residuales municipales e industriales.

En el tratamiento de aguas residuales, los micro-organismos (principalmente bacterias) consumen los componentes orgánicos convirtiéndolos en bi-óxido de carbono, agua y energía para producir nuevas células. Finalmente, los contaminantes solubles son transformados en bio-masa insoluble que se podrá remover mecánicamente, y así poder ser enviada a confinamiento.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son de muchos tipos. Sin embargo, este trabajo considera solo tratamientos aeróbicos para sistemas industriales.

Las dos categorías mas comunes de tratamiento aeróbico de aguas industriales son las lagunas aereadas de un solo paso y los sistemas de lodos activados.

En el tratamiento aeróbico las bacterias utilizan oxígeno en la degradación de compuestos orgánicos. Dentro de estos los siguientes parámetros deberán ser controlados: niveles de oxígeno disuelto, niveles de PH y nutrientes (amonía y fósforo) son de los mas críticos. Las estrategias clásicas se han concentrado en controlar los parámetros con poca atención a los micro-organismos mismos.

LAS BACTERIAS:

Las bacterias típicas son de 1-2 um. de ancho y de 2-20 um. de largo. Debido a su pequeño tamaño, forma y morfología pueden, ser examinadas solamente con el uso de un microscopio de alto poder (x 1,000) y técnicas de tinado. El tinte de gram es el criterio básico utilizado para categorizar grupos de bacterias ya sea como gram positivo o gram negativo, indicando una variación fundamental en la estructura celular de las paredes de las células. Las bacterias también se categorizan usando criterios como:

- ◆ Uso de oxígeno para degradar materia orgánica (si usa solo oxígeno – aeróbica, puede metabolizar con o sin oxígeno-facultativa; no utiliza oxígeno – anaeróbica.
- ◆ Usa recursos de carbón-orgánico-heterotrópico-dióxido de carbono-autotrópico.

- ◆ Crecimiento óptimo a diferentes temperaturas: **Termofilas 55-75 c**
Mesofilias 30-45 c
Psicofilas obligate 15-18 c
Facultativas 25-30 c

La mayoría de los sistemas aeróbicos de tratamiento de aguas residuales operan en un rango de temperatura de 10 a 40 grados centígrados y por lo tanto contienen principalmente bacterias mesofilicas. Estas incluyen tanto gramas positivas como bacilos y gramas negativas como pseudomonas.

Adicionalmente otros micro-organismos interactúan con la materia orgánica en una nueva bio-masa, bióxido de carbono y agua. Colectivamente estos micro-organismos se denominan como la bio-masa.

La bio masa es "La fuerza de trabajo" del sistema de tratamiento de aguas residuales. En un estado dinámico diferente, microbios se están muriendo mientras otros crecen, y se tornan dominantes. Bajo condiciones adversas como "shocks tóxicos", ciertas poblaciones bacteriales pueden ser reducidas o eliminadas, causando un efluente de pobre calidad. Ejemplos de shock tóxico pueden ser derrames de licor negro en plantas papeleras, o un problema de proceso en una planta química, enviando altos niveles de temperes a la planta de tratamiento.

Históricamente, bajo tales condiciones, las plantas son muy lentas para recuperarse. Los permisos del Sistema Nacional de Eliminación de Contaminación (NPDES por sus siglas en Inglés) son frecuentemente violados o el proceso manufacturero pasado para evadir repercusiones legales por violaciones a los permisos de NPDES. La industria de aditivos biológicos se inicio a principios de la década de 1960 para atender los problemas de lento o baja recuperación de la bio-masa y para suplementar poblaciones de bacterias perdidas. La aplicación de esta tecnología se le llama bio-aumentación.

DEFINIENDO LOS TERMINOS

Frecuentemente, los términos bio-remediación y bio-aumentación se usan intercambiamente. Bio-remediación se definizará aquí como el uso de microorganismos seleccionados para lograr una limpieza biológica de un área específica contaminada como suelo o superficie; bio-aumentación se definirá como aplicación de micro-organismos seleccionados para levantar la población microbiana de un sistema operante de tratamiento de aguas residuales para mejorar la calidad del agua o para disminuir costos de operación. En otras palabras la bio-remediación basta con un proyecto definido o un área, mientras que la bio-aumentación envuelve trabajo para mejorar un proceso continuo.

La bio-aumentación se ha practicado desde principios de los 1960's. Debido a frecuentes malas aplicaciones de aditivos o a pobre documentación de resultados, la tecnología se ha considerado como poco científica.

Biotecnología para la Limpieza de Aguas Residuales

Un criterio creencia es que, a travez del tiempo, los microbios apropiados poblarán el sistema y se aclimatarán al influente. Este enfoque asume que la población indígena mediante población introducida via rutas como sólidos y acaerreados por el viento, agua de lluvia y el canal del influente del sistema siempre traerá los organismos mejor calificados para el sistema. En realidad, aun cuando la población sea aceptable, pueden tenerse limitaciones de reempostamiento que solo pueden superarse mediante la inducción de variedades; o cepas superiores de micro-organismos.

En el tanque de aereación de una planta industrial de tratamiento de aguas residuales típica, uno espera encontrar numerosas especies o variedades de bacterias. Esta diversidad bacterial, como se le llama, es necesaria porque algunos tipos de bacteria degradan diferentes compuestos mas efectivamente y eficientemente que los demás.

Normalmente, estas bacterias están bien preparadas para manejar los contaminantes del influente y se aclimatarán, a través del tiempo, para proveer los resultados deseados, asumiendo que un estado estable operaciones se logre. Desafortunadamente, para plantas industriales jamás se logra este estado. Las características del influente puedan variar drásticamente semanalmente o hasta diariamente.

Estas variaciones pueden deberse a programas de producción de procesos de lodos, derrames químicos en la planta de producción o a equipo de planta no capaz de procesar estas fallas. Muchas poblaciones biológicas de plantas nunca llegan a obtener números óptimos o diversidad de especies.

Sin bio-aumentación, la población indígena, deberá de consistir de numerosos tipos de organismos. Algunos de estos organismos son mas eficientes que otros en degradar los diferentes componentes y en producir una bio-masa aceptable. La figura 4 categoriza la bio-masa como Población A (la población indígena de micro-organismos deseables, y Población C (micro-organismos selectos bio-aumentados). El objetivo del programa de bio-aumentación es incrementar el crecimiento de la población A, establecer micro-organismos de la población C, y minimizar la Población B.

Se cuestiona el porque los productos de bio-aumentación deberán ser alimentados en forma continua después de la dosis inicial. Debido a fallas y problemas en el sistema y a los cambios en la composición del influente, una dosis de mantenimiento es requerida para mantener la diversidad deseada en la población.

El monitoreo apropiado del sistema, usando el proceso de control estadístico combinando con técnicas de análisis micro-biológicas proveerá la información que el consultor de bio-aumentación necesita para mantener la población deseada. Usando análisis microscópicos y sistemas avanzados de plaquetas, el consultor puede correlacionar las características de la población bacterial con el comportamiento de la planta y su comportamiento o desarrollo para un sistema de tratamiento particular de tratamiento de aguas residuales. Cómo cada sistema es único, la población óptima variará de planta a planta.

LOS PRODUCTOS:



Biotecnología para la Limpieza de Aguas Residuales

Productos típicos de bio-aumentación consisten de mezclas de varias variedades de micro-organismos, generalmente bacterias o fungi. Los organismos están o son aislados de la naturaleza y no son alterados en ninguna forma. Son seleccionadas en base a tasas aceleradas de reproducción, su habilidad de llevar a cabo diferentes funciones, tales como capacidades de formación de flock para mejorar la asentabilidad, o su habilidad para degradar diferentes componentes. Los productos son vendidos en diferentes formas, siendo organismos secados en una base de salvado y productos líquidos los más comunes.

La selección de productos para una aplicación, está particularmente basada en una combinación de estudios de tratabilidad y experiencia en situaciones similares. Muestras del influente de agua residual y de la biomasa del tanque de aireación se envían previamente para evaluación y trabajo de tratabilidad. Normalmente, se requiere una semana para completar el trabajo de laboratorio. En algunos casos donde la planta este en peligro de violación de permiso, la implementación del programa deberá empezar antes de completar el trabajo de laboratorio. En estos casos, la experiencia de una aplicación similar es crítica así como la determinación del curso de acción en la implementación del programa utilizado para hacer los ajustes en el programa, de ser necesario.

MAS QUE SOLO PRODUCTOS:

Una exitosa bio-aumentación, implica un total manejo o administración del sistema; si la población microbiológica puede ser vista como una fuerza de trabajo, entonces el consultor o el gerente del sistema es responsable de mantener la fuerza de trabajo productiva. El gerente del sistema deberá proveer un ambiente de trabajo aceptable controlando los parámetros aceptables tales como el PH, temperatura y niveles de oxígeno. Deberá compensarlos con nutrientes para asegurar buen crecimiento y una población sana. Deberá saber cuando deshacerse de trabajadores mediante el exitoso purgado de lodos para mantener la población joven y vital. Finalmente un exitoso gerente del sistema sabe cuando emplear nuestros trabajadores para proveer cualidades especiales, no encontrados en la fuerza de trabajo existente. La bio-aumentación es el mecanismo para proveer estos trabajadores especializados.

Una parte crítica del éxito de un programa de bio-aumentación es la aplicación adecuada de los productos. Los programas de bio-aumentación deberán ser implementados mediante el estudio de todo el sistema sopesando la mejor solución para el problema y documentando el impacto del programa. Simplemente vaciar un producto en el influente NO ES bio-aumentación.

El propósito de bio-aumentación es el facilitar un cambio gradual de la población microbial, no para reemplazar totalmente la bio-masa existente. El cambio deberá ser logrado en una forma planeada y controlada para mantener la integridad del ecosistema microbial. Sobre alimentar los micro-organismos seleccionados puede resultar en una bio-masa no mejor equipada para manejar el amplio rango de componentes en el influente que la población original.

PROVEYENDO LOS RESULTADOS:

La mayor dificultad en adquirir la aceptación de la bio-aumentación como una tecnología válida es probar la causa y efecto de la adición de organismos específicos. La ciencia clásica instruiría al cliente a realizar un experimento controlado en su planta, concurrente con el programa de bio-aumentación. En realidad esto es raramente posible porque pocas plantas de tratamiento tienen plantas idénticas separados al lado para realizar esta prueba. La bio-aumentación es frecuentemente un último esfuerzo para salvar un sistema de tener que "cerrar" y enviar a la planta a violación de permiso. Muchas veces además de la bio-aumentación, otros parámetros del sistema son cambiados, introduciendo otros nuevos variables a la ecuación.

Para efectivamente documentar el impacto del programa de bio-aumentación los datos y parámetros de la operación de varios meses previos deberán ser graficados y comparados con los datos después de la implementación del programa. Para que una prueba de bio-aumentación sea significativa, la prueba deberá ser a cinco veces el tiempo de retención para un sistema de laguna de un solo paso, o cuatro a seis veces la edad de los lodos (tiempo medio de retención en edad) para un sistema de lodos activados.

Las figuras 5 y 6 ilustran dos ejemplos del impacto de un programa de bio-aumentación en dos plantas de tratamiento de aguas residuales en plantas papeleras. La figura 5 muestra la mejoría en remoción de DBO después de la implementación de un programa de bio-aumentación. Dentro de una estadística sin mayores variaciones en los variables operativos, tales como DBO entrante y flujo, o ser constantes antes y después de implementación del programa de bio-aumentación.

En el segundo ejemplo la planta experimentaba alteraciones tanto en DBO como en sólidos suspendidos totales SST. Para mantenerse dentro de las normas de cantidades excesivas de polímero se estaban agregando al clarificador final. La figura 6 muestra el impacto del programa de bio-aumentación en la reducción del uso de polímero. La gráfica muestra el costo mensual del programa de bio-aumentación ser de la mitad a un sexto del costo total del polímero durante los nueve meses que precedieron a la implementación del programa.

Estos dos casos muestran excelentes ejemplos de la documentación de tipo de causa y efecto que se puede obtener para demostrar con la recolección de datos adecuados y con resultados de análisis. En algunos casos el programa puede suspenderse para confirmar la eficiencia del tratamiento. Sin embargo una vez que el problema haya sido resuelto, muchos usuarios se rehúsan a suspender el programa y arriesgar deterioraciones y posible violaciones a las normas. Varias áreas donde se han tenido benéficos resultados con la bio-aumentación se discutirán enseguida:

REMOCION MEJORADA DE DBO:



Biotecnología para la Limpieza de Aguas Residuales

Muchos sistemas, especialmente lagunas de un solo paso se les está requiriendo obtener resultados para la década de 1990 con tecnología de los 60's y 70's. Costaría millones en capital para levantar estos sistemas a los estándares actuales. Incrementando los contenidos micro-biológicos y la diversidad de dichos microorganismos vía la bio-aumentación, los resultados deseados pueden obtenerse. En plantas papeleras del sur de Estados Unidos, mejoría en los niveles de 30% se han obtenido y documentado.

MEJORA EN PRECIPITACION DE SOLIDOS:

Un paso importante en el tratamiento biológico de aguas residuales es la remoción de sólidos. Generalmente esto se logra a través de precipitación o asentamiento en una laguna, o un clarificador. Las bacterias forman un bio-polímero natural que auxilia en el asentamiento. Los shocks tóxicos y cambios en el sistema pueden resultar en un contenido de bacterias con poco bio-polímero y pobres características de asentamiento. La tendencia tradicional de agregar polímeros orgánicos o coagulantes inorgánicos con asistentes en la precipitación pueden ser efectivos pero caros. Inoculando el sistema con organismos reconocidos por su resistencia a la toxicidad y por ser excelentes formadores de flock, la demanda de polímeros podrá ser considerablemente reducida o eliminada.

Generalmente, el costo de bio-aumentación es esencialmente menor que el tratamiento con polímeros. Además provee una bio-masa mucho mas sana.

DEGRADACION DE COMPUESTOS ESPECIFICOS:

Por la adición de organismos seleccionados se pueden obtener niveles bajos de círculos compuestos indeseables que no es posible obtener con la población bacteriana indígena. Productos como fenoles, aromáticos clorados o hidrocarburos aromáticos, son algunos compuestos que pueden reducirse con la bio-aumentación.

MEJORA EN LA NITRIFICACION:

Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales industriales tienen dificultad en lograr la nitrificación por limitación de diseño del sistema o por shocks tóxicos. Mediante la alimentación regular de bacteria nitrificante, la población apropiada para la remoción de amonio se puede lograr.

OTRAS ALZAS:

Otras áreas donde la bio-aumentación ofrece beneficios incluye la reducción de malos olores, remoción de grasas y aceites, arranque rápido de plantas y resistencia a los shocks tóxicos. Además las investigaciones continúan para explorar y encontrar nuevas oportunidades para la utilización de esta tecnología emergente.

RESUMEN:

A medidas que las restricciones aprietan, muchos operados industriales se enfrentarán a niveles requeridos que exigirán más y más de los equipos de tratamientos existentes, así como la capacidad de sus operadores. En algunos la bio-aumentación será un arreglo costo-eficiente de corto, o medianos plazos, para mantenerse dentro de las normas hasta que los equipos pueden ser modificados. En otros casos la bio-aumentación será una solución de largo plazo por la falta de capital o el excesivo gasto de soluciones mecánicas.

El concepto del rango efectivo de la población micro-biológica en la celda de aeración es algo nuevo. Envuelve mucho más que la introducción de nuevos organismos al sistema. El manejo total del sistema requiere un entendimiento profundo de la operación de la planta de tratamiento y el diseño, además de la microbiología ambiental. Mediante la combinación estas dos disciplinas efectiva y eficientemente, el gerente o administrador del sistema será previsto con excelentes resultados utilizando el sistema existente.

Referencias:

Grady, CPL y Lim, HC - El tratamiento biológico de Aguas Residuales Teoría y Aplicaciones. Página 3

Stainer RY; Deudorff, MM Adelberg, E.U. El Mundo Microbial, 3a. Edición pág. 316

Papermo, DR y Holzer, KA, Whiteman, GR Conferencia Ambiental TAPPI Environmental Conference , 1992