ALLIANCE™
(https://www.globalseafood.org)

Responsible Seafood ADVOCATE

Health & Welfare

Cómo la descomposición de la materia orgánica impacta los estanques acuícolas

26 May 2017
By Claude E. Boyd, Ph.D.

Las bacterias son los organismos primarios de descomposición en sistemas acuícolas

Las bacterias, ubicuas en hábitats terrestres y acuáticos como esporas, células en reposo o células que crecen activamente, son los principales organismos de descomposición en un sistema acuícola, incluyendo su materia orgánica. Foto de Darryl Jory.

En la acuicultura, la materia orgánica se aplica directamente a los estanques en abonos (estiércol animal, hierba y residuos agrícolas) y alimentos. También se produce a través de la fotosíntesis por el fitoplancton y otras plantas acuáticas. Estas plantas mueren y sus restos se convierten en materia orgánica muerta.

La materia orgánica es el alimento de muchos pequeños animales en el agua y los sedimentos, y la materia orgánica es descompuesta por bacterias y hongos. Una pequeña parte de la materia orgánica se transforma en los cuerpos de pequeños animales, bacterias y hongos, pero la mayor parte se oxida a compuestos inorgánicos, principalmente dióxido de carbono y amoníaco. De la materia orgánica consumida por los animales de cultivo y no expulsada como heces, la mayoría es oxidada para energía con la liberación de dióxido de carbono, amoníaco y otras sustancias inorgánicas. El resto constituye la biomasa de los animales de cultivo.

La materia orgánica que penetra en el agua es inicialmente particulada y, si suficientemente grandes, las partículas se depositan en el fondo. De lo contrario, permanecen suspendidas en el agua como materia particulada. La materia orgánica, ya sea que se asiente o quede suspendida, es lixiviada de sustancias solubles por el agua. Esto resulta en materia orgánica soluble en la columna de agua.

Papel de las bacterias

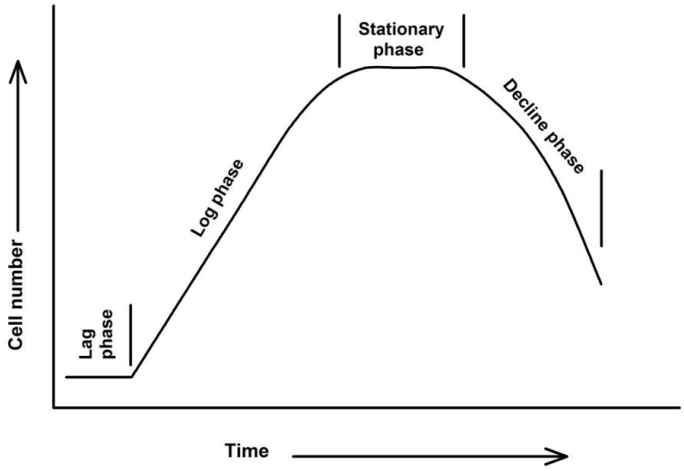
Las bacterias son los organismos primarios de la descomposición en los sistemas acuícolas. Son ubicuos en hábitats terrestres y acuáticos como esporas, células en reposo o células en active crecimiento. Si se aplica materia orgánica fresca a un hábitat inicialmente bajo en concentración de

materia orgánica y actividad bacteriana, las bacterias responderán rápidamente a este sustrato (alimento) y aumentarán en número a medida que descomponen el sustrato.

(https://bspcertification.org/)

Las bacterias se reproducen por fisión binaria en la que una célula simplemente se divide en dos células, estas dos células se dividen de nuevo, etc. El tiempo entre divisiones puede ser sólo una o dos horas, y las células se multiplican de manera exponencial. También utilizan el sustrato a una tasa exponencialmente creciente. La fracción fácilmente descomponible del sustrato disminuirá en respuesta a la descomposición microbiana – suponiendo que no se aplica más. El crecimiento microbiano disminuirá, y cuando el sustrato fácilmente descomponible se agota, la población bacteriana disminuirá a un nivel bajo.

Por supuesto, si se añade más sustrato, el proceso descrito anteriormente se repetirá. El patrón de crecimiento de bacterias en un medio de cultivo se presenta en la Fig. 1.



Varios factores influencian el crecimiento de las bacterias. Estos son los siguientes: humedad adecuada; temperatura (30 a 35 grados-C probablemente es ideal); condiciones ligeramente alcalinas (pH 7,5-8,5 es usualmente óptimo); un suministro de oxígeno molecular (para bacterias aeróbicas); sustrato suficiente y fácilmente descomponible

Los estanques acuícolas suelen presentar un ambiente excelente para la descomposición de la materia orgánica. Hay más que suficiente humedad. La mayoría de la acuicultura en estanques se hace en las zonas tropicales, sub-tropicales o templadas, donde la temperatura del agua es lo suficientemente alta como para una actividad microbiana rápida durante todo el año, o al menos durante siete a ocho meses al año. Si los estanques son naturalmente ácidos, se les aplica cal agrícola para mejorar el pH, y los estanques se manejan para asegurar bastante oxígeno disuelto en la columna de agua y en la interfaz sedimento-agua.

Materia orgánica en fondos de estanques

La materia orgánica añadida a los estanques acuícolas suele ser de buena calidad para la degradación microbiana. Los alimentos se fabrican a partir de harinas de plantas y animales de alta calidad con una baja relación carbono: nitrógeno necesaria para una rápida descomposición microbiana.

El material vegetal acuático muerto tiene un contenido fibroso relativamente pequeño, porque el agua hace flotar estas plantas y no necesitan de mucho material celular (celulosa, hemi-celulosa y lignina) como sustento estructural. El fitoplancton en particular tiene una baja relación carbono: nitrógeno. El estiércol es de mucha menor calidad que el alimento o las plantas acuáticas muertas, y su relación carbono: nitrógeno es mayor que para las otras formas de materia orgánica agregadas a los estanques.

Sin embargo, el estiércol aún tiene una cantidad sustancial de materia orgánica fácilmente descomponible. Además, en algunos estanques se aplica fertilizante de nitrógeno, y este nitrógeno puede ser eliminado del agua por bacterias para facilitar la descomposición de la materia orgánica.

La materia orgánica consiste en carbohidratos, proteínas y grasas fácilmente descomponibles, pero también tiene fibra y otros componentes que son más resistentes a la descomposición. La materia orgánica fácilmente descomponible (la fracción lábil) suele ser casi completamente oxidada por las bacterias durante el período del cultivo. Cuando los estanques son drenados, una cantidad considerable de materia orgánica se elimina del fondo en el agua de salida.

Hay una descomposición adicional de la materia orgánica en el suelo de los estanques si estos se dejan en barbecho durante dos o tres semanas entre cosechas. La materia orgánica restante que se descompone más lentamente se denomina materia orgánica refractaria. Rara vez presenta un problema en los estanques acuícolas. La materia orgánica fresca y lábil que se añade durante el cultivo es responsable de la mayor parte de la demanda de oxígeno y de muchos de los problemas de calidad del agua en los estanques.

La profundidad de los sedimentos en los estanques donde el sedimento no se elimina aumenta con el tiempo, causando un aumento gradual de la cantidad total de materia orgánica en los

fondos del estanque, aunque la concentración de materia orgánica permanezca bastante constante. Foto de Darryl Jory.

La materia orgánica en los fondos de estanques tiende a aumentar en concentración durante las primeras cosechas producidas en un nuevo estanque, pero pronto alcanza un equilibrio – usualmente a una concentración de 2 a 3 por ciento de carbono orgánico (aproximadamente 4 a 6 por ciento de materia orgánica). Esto se debe a que la materia orgánica en el fondo del estanque alcanza una concentración suficientemente grande para que la descomposición anual de la materia orgánica residual en el sedimento sea igual al aporte anual al sistema. En los estanques donde el sedimento no se elimina, la profundidad del sedimento aumenta causando un aumento gradual de la cantidad total de materia orgánica en los fondos del estanque, aunque la concentración de materia orgánica permanezca bastante constante.

El sedimento interactúa con la calidad del agua del estanque, pero esta interacción ocurre sólo en los pocos centímetros superiores. Además, el oxígeno disuelto penetra sólo unos pocos milímetros en el sedimento, y mientras que la capa superficial es aeróbica (oxigenada), por debajo, el sedimento es anaeróbico (no oxigenado).

En el sedimento anaerobio, la actividad microbiana continúa, pero consiste en fermentación que libera dióxido de carbono, alcoholes, aldehídos, ácidos orgánicos y cetonas. La fermentación no oxida completamente el carbono orgánico a dióxido de carbono. Sin embargo, existen otras bacterias que pueden usar oxígeno de óxidos e hidróxidos de nitrato, hierro y manganeso, sulfato y dióxido de carbono como alternativa al oxígeno molecular en la respiración. Estas bacterias oxidan completamente el carbono orgánico a dióxido de carbono (o a metano en el caso de los organismos que pueden utilizar el oxígeno del dióxido de carbono).

La tasa de descomposición de la materia orgánica lábil ocurre a tasas aproximadamente iguales en condiciones aerobias y anaerobias. La materia orgánica refractaria se descompone más lentamente y menos completamente que la materia orgánica lábil. Los metabolitos tóxicos producidos en condiciones anaeróbicas generalmente no entran en la columna de agua si la capa superficial del sedimento es aeróbica. Por otra parte, si el agua del estanque tiene una concentración de oxígeno disuelto de 3-4 mg/L o más, facilita la oxidación del amoníaco a nitrato por las bacterias quimioautotróficas nitrificantes. La presencia de oxígeno disuelto también favorece la oxidación del sulfuro de hierro ferroso y otras sustancias reducidas de los sedimentos.

La aireación mecánica es una medida de manejo importante para mantener niveles adecuados de oxígeno disuelto y promover la descomposición de la materia orgánica. Foto de Darryl Jory.

Perspectivas

La descomposición de la materia orgánica causa la mayoría de los problemas de calidad del agua en los estanques acuícolas al crear una demanda de oxígeno y al liberar el amoníaco, un metabolito potencialmente tóxico, en el agua. La descomposición eficiente de materia orgánica en estanques acuícolas requiere, en particular, un pH aceptable (7,5-8,5) y una gran cantidad de oxígeno disuelto.

En los estanques no aireados, los aportes de materia orgánica no deben exceder la cantidad de oxígeno disponible de fuentes naturales. Esto puede verificarse monitoreando la concentración de oxígeno disuelto; La concentración no debe caer por debajo de 3-4 mg/L durante la noche y especialmente cerca del amanecer. En los estanques con aireación, la tasa de aireación debe ser proporcional a la tasa de alimentación. La concentración de oxígeno disuelto normalmente puede mantenerse por encima de 4 mg/L aplicando aproximadamente 1 hp de aireación por cada 10 kg/ha de incremento en la tasa de alimentación diaria. Otra regla general para la tasa de aireación es 1 hp de aireación para cada 300-400 kg/ha de incremento de la biomasa en pie.

A muchos productores de peces y camarones les deleita el aplicar cultivos bacterianos vivos a estanques. No hay ninguna razón lógica científica por la que esta práctica sería eficaz. Si las bacterias no están ya oxidando la materia orgánica y el amoníaco de manera eficaz, es porque las condiciones ambientales naturales, por ejemplo, la temperatura o el pH, no son adecuadas o la materia orgánica de entrada excede la capacidad natural o capacidad de aireación para suministrar oxígeno disuelto. Tampoco hay evidencia experimental de que la aplicación de cultivos bacterianos mejore la calidad del agua.

Author

CLAUDE E. BOYD, PH.D.

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences
Auburn University
Auburn, Alabama 36849 USA

boydce1@auburn.edu (mailto:boydce1@auburn.edu)

Copyright © 2024 Global Seafood Alliance

All rights reserved.