



(<https://gsa.rakadev.com>).



 Responsibility

Toxicidad de las sustancias químicas en la acuicultura

13 May 2019

By Claude E. Boyd, Ph.D.

Dificultades para evaluar y establecer límites de concentración seguros para metabolitos tóxicos



La toxicidad en los sistemas acuícolas generalmente se refiere a los efectos nocivos de concentraciones elevadas de metabolitos (dióxido de carbono, amoníaco, nitrito y sulfuro de hidrógeno), toxinas de algas, metales pesados y químicos agrícolas e industriales. Foto de Darryl Jory.

La definición de diccionario de toxicidad es “la calidad, el grado relativo o el grado específico de una sustancia que es tóxica” y que se define como una sustancia que contiene un material capaz de causar lesiones o muerte a los seres vivos (que es venenosa). El estrés, las lesiones o la muerte de organismos acuáticos resultantes de la temperatura adversa del agua, la baja concentración de oxígeno disuelto, la sobresaturación de los gases y la salinidad subóptima no suelen ser considerados por los acuacultores como efectos tóxicos. En la acuicultura, la toxicidad generalmente se reserva para los efectos nocivos de concentraciones elevadas de metabolitos (dióxido de carbono, amoníaco, nitrito y sulfuro de hidrógeno), toxinas de algas, metales pesados y productos químicos agrícolas e industriales.

La toxicidad puede ser expresada por varias reacciones de organismos a sustancias dañinas. Al aumentar lenta y metódicamente las concentraciones de sustancias potencialmente tóxicas, se pueden observar una serie de respuestas. Inicialmente, la concentración es demasiado baja para evocar una respuesta medible u observable. A una mayor concentración, los animales mostrarán cambios de comportamiento como evitar, aumentar la respiración, toser (los peces tienen una respuesta similar a la tos para eliminar las branquias de sustancias extrañas), cambios en los patrones de natación, etc. El aumento de la concentración de la sustancia causará aún más observabilidad de lesiones en branquias u otras partes del cuerpo, revestimiento de moco en branquias y lesiones internas. A una mayor concentración de toxinas, los animales exhibirán un comportamiento errático, como nadar en la superficie y perder el equilibrio.

Evaluación de concentraciones letales

Aunque los animales acuáticos muestran síntomas de envenenamiento o toxicidad a concentraciones de una sustancia más bajas que las letales, el punto final típico en las pruebas para evaluar la toxicidad de una sustancia es la muerte. En una prueba de toxicidad, los peces u otros organismos acuáticos están expuestos a un rango de concentraciones de toxinas. La mortalidad en cada concentración de toxina se registra después de un cierto período y se ajusta para la mortalidad de los animales mantenidos en condiciones idénticas en un control (sin toxina). Las pruebas de toxicidad se pueden realizar durante seis a 24 horas, varios días o incluso durante el ciclo de vida del organismo de prueba. Las pruebas de toxicidad generalmente se realizan de 24 a 96 horas, y la prueba de toxicidad de 96 horas es probablemente la más común.

La toxicidad puede ser reportada de varias maneras. La concentración más alta que no causa mortalidad puede ser reportada, o alternativamente, la concentración que mata a un porcentaje dado de los organismos de prueba reportados. Más comúnmente, se presenta la concentración que mató al 50 por ciento de los animales de prueba (Fig. 1). Esta concentración se conoce como la concentración letal para el 50 por ciento de los animales de prueba o la LC50 en un tiempo de exposición particular, es decir, la LC50 de 24 horas, la LC50 de 48 horas, la LC50 de 72 horas o la LC50 de 96 horas.

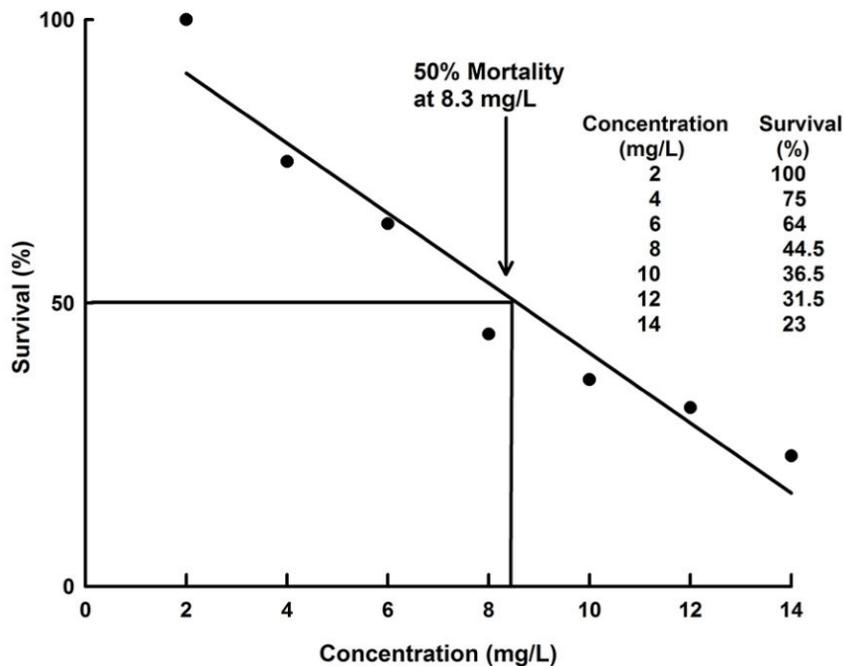


Fig. 1: Estimación gráfica de la LC50.

Existen dificultades para evaluar la LC50 con respecto a los efectos de una toxina en aguas naturales o en acuicultura. Obviamente, es deseable no tener un nivel de mortalidad bajo o efectos subletales que estresen a los animales y que afecten el comportamiento normal y las respuestas fisiológicas. En la acuicultura, el estrés produce poco apetito y debilita las respuestas inmunitarias, lo que aumenta la susceptibilidad a las enfermedades. El LC50 no proporciona esta información directamente.

Algunos investigadores han realizado pruebas de toxicidad en concentraciones suficientemente bajas para determinar la concentración más baja que una toxina es necesaria para causar mortalidad. Otros han usado una respuesta subletal pero medible u observable, como la tasa de crecimiento, las lesiones o el cambio de comportamiento. Dichas pruebas son difíciles, requieren mucho tiempo y son costosas de realizar, y pocas se han realizado en comparación con la cantidad de pruebas de LC50 a corto plazo que se han publicado.

Los resultados de las pruebas de LC50 a largo plazo a menudo se usan para extrapolar la concentración máxima esperada permisible de una toxina sin causar ningún efecto observable a una especie en particular con la exposición continua. La relación entre la concentración segura o sin efecto de las pruebas de toxicidad a largo plazo y la concentración de LC50 (generalmente la LC50 de 96 horas) se puede usar para predecir una concentración segura de la toxina. Por ejemplo, si la concentración a largo plazo de una toxina sin efecto es de 0.01 mg por litro y la LC50 de 96 horas de esta toxina es de 0.25 mg por litro, la proporción (a menudo llamada factor de aplicación) es de 0.04. Se puede hacer una estimación de la concentración segura de la toxina multiplicando 0.04 por la LC50 de 96 horas.

Interpretación de los resultados de pruebas de toxicidad

El problema con el factor de aplicación es que no está disponible para muchas especies. Los datos disponibles a menudo se aplican más allá de las especies para las que se obtuvieron. El factor de aplicación también puede variar entre las toxinas. Los factores de aplicación de 0.05 y 0.01 son probablemente los más utilizados. Es probable que se use un factor de aplicación más grande para sustancias menos tóxicas y uno más pequeño para sustancias más tóxicas. El uso del factor de aplicación puede resultar en malas decisiones en algunos casos, pero a menudo es el único procedimiento para usar en predicciones prácticas de concentraciones aceptables de toxinas.

Varios otros temas están relacionados con la interpretación de los resultados de las pruebas de toxicidad. Las pruebas de toxicidad se realizan normalmente a una temperatura constante en agua de una composición química particular y con un pH constante, cerca de la saturación con oxígeno disuelto y concentraciones fijas de la toxina. Muchas toxinas aumentan o disminuyen la toxicidad con respecto a la calidad del agua, como se ilustrará con algunos ejemplos. El cobre y el zinc son menos tóxicos en el agua de alta concentración de calcio, porque el ion de calcio interfiere con la absorción de metal. En agua dulce, el ion cloruro disminuye la captación de nitritos a través de las branquias de los peces a través de la competencia por los sitios de absorción. La proporción de amoníaco no ionizado tóxico en el agua aumenta con el nitrógeno amoniacal total, la temperatura y el pH. La concentración de sulfuro de hidrógeno también disminuye en relación con la concentración total de sulfuro a medida que aumenta el pH. Es más probable que la concentración elevada de dióxido de carbono afecte a los animales acuáticos cuando la concentración de oxígeno disuelto es baja, ya que disminuye la capacidad de la hemoglobina para combinarse con el oxígeno.

En los sistemas acuícolas, las concentraciones de pH, temperatura, oxígeno disuelto y dióxido de carbono fluctúan diariamente. La concentración de toxinas también está cambiando continuamente debido a las tasas diferenciales de liberación en el agua y la pérdida del agua por desintoxicación u otros medios. El tiempo de exposición a altas concentraciones de toxinas potenciales tales como dióxido de carbono, amoníaco, nitrito, sulfuro de hidrógeno, toxinas de algas, metales, etc., está cambiando continuamente. Se han realizado pocos estudios que muestran cómo dichas fluctuaciones afectan la toxicidad de las sustancias para las especies acuícolas.

Cuando un problema de mortalidad o un crecimiento lento de una especie no puede explicarse por las causas habituales, los administradores realizan análisis completos de la calidad del agua. Existe una tendencia a sospechar que la causa es la variable o las variables que el informe de análisis indica que están fuera de lo que el gerente considera el rango normal.

La decisión sobre la presencia de concentraciones tóxicas de sustancias a veces se puede mejorar mediante el examen de los valores típicos de la LC50, como se presenta en la Tabla 1 para los metabolitos tóxicos y la ayuda de un factor de aplicación. Sin embargo, a menudo es prácticamente imposible asegurarse de que un problema esté asociado con una variable en particular. Esto es especialmente cierto para las toxinas de algas. Algunos laboratorios tienen la capacidad de medir toxinas algales, pero hay poca información sobre concentraciones tóxicas. Con contaminantes tóxicos provenientes de químicos agrícolas e industriales, el conocimiento de que uno o más químicos ingresaron al estanque y el hecho de no encontrar evidencia de la presencia de otra toxina a menudo es un fuerte indicador de que los contaminantes causaron la mortalidad observada.

Boyd, Toxicidad, Tabla 1

	96-horas LC50 (mg/L)	Concentración segura estimada para exposición prolongada (mg/L)
--	----------------------------	--

	96-horas LC50 (mg/L)	Concentración segura estimada para exposición prolongada (mg/L)
Dióxido de carbono, peces de agua dulce	-	20
Dióxido de carbono, camarón marino	60	6
Amoníaco, peces de aguas cálidas	0.74 – 2.88	0.05 – 0.15
Amoníaco, peces de agua fría	0.32 – 0.93	0.015 – 0.045
Amoniaco, peces marinos	0.64 – 1.72	0.05 – 0.15
Amoníaco, camarón marino	0.69 – 2.95	0.05 – 0.15
Nitrito, peces de agua caliente	7.1 – 140	0.5 – 2.5
Nitrito, peces de agua fría	0.24 – 11	0.01 – 0.5
Nitrito, peces marinos	-	5 – 50
Nitrito, camarones marinos	9 – 980	0.5 – 15
Sulfuro de hidrógeno, especies de agua dulce	0.02 – 0.05	0.002
Sulfuro de hidrógeno, especies marinas	0.05 – 0.5	0.005

Tabla 1. Información de toxicidad sobre metabolitos potencialmente tóxicos en sistemas de acuicultura.

También existe una amplia variación en los valores de LC50 de 96 horas para metales individuales y productos químicos agrícolas e industriales, y se ha encontrado una gran variación en la toxicidad entre estos productos químicos. Las LC50 de 96 horas para algunos metales representativos se dieron de la siguiente manera: manganeso, 16 a 2,400 mg por litro; zinc, 0,43 a 9,2 mg por litro; cobre, 0.033 a 1.9 mg por litro. Los LC50 de 96 horas reportados para diferentes productos químicos agrícolas e industriales varían desde menos de 1 mg por litro hasta más de 100,000 mg por litro.

Perspectivas

En resumen, no es una tarea fácil asignar la causa de un efecto tóxico subletal o letal observado a una concentración particular de una toxina conocida. Además, es igualmente difícil establecer límites de concentración seguros para metabolitos tóxicos en sistemas acuícolas para su uso en la evaluación de concentraciones medidas.

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 © 2022 Global Seafood Alliance

All rights reserved.