

Producción, eficiencia de biofiltración y composición nutricional de las macroalgas *Ulva rigida* y *Gracilaria cornea* cultivadas en efluentes de cultivos marinos

M.P. Viera¹, A. Bilbao¹, S. Suárez Álvarez², G. Courtois de Vico¹, J.L. Gómez Pinchetti², C.M. Hernández-Cruz.¹ y R.J. Haroun³

¹Grupo de Investigación en Acuicultura (GIA). P.O. Box 56. 35200. Telde, Las Palmas. Islas Canarias. España. mapi@iccm.rcanaria.es

²Grupo de Algología Aplicada. Centro de Biotecnología Marina, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Muelle de Taliarte s/n, 35214. Telde, Las Palmas. Islas Canarias. España.

³Centro de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Fac. Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017 Las Palmas. Islas Canarias. España

Abstract

This work reviews the yield, biofiltering efficiencies and nutritional composition of *Gracilaria cornea* J. Agardh and *Ulva rigida* C. Agardh cultivated with marine fish waste waters. Growth rate and total production reached values of $10.24 \pm 2.52 \%d^{-1}$ and $70.04 \pm 24.68 g DW m^{-2} d^{-1}$ for *U. rigida* and $5.08 \pm 2.01 \%d^{-1}$ and $43.74 \pm 19.43 g DW m^{-2} d^{-1}$ for *G. cornea*. The ammonia removal efficiencies were 74% and 61% for *U. rigida* and *G. cornea* respectively. The suitability of the seaweed produced as a feed for abalone is discussed in terms of protein, lipid and carbohydrate content.

Justificación

Los efluentes procedentes de cultivos intensivos de peces pueden causar eutrofización localizada en la costa por lo que el desarrollo de una actividad no contaminante es de gran importancia tanto para la piscicultura como para el medio ambiente. Un esquema simple de reutilización de dichos nutrientes consiste en una acuicultura integrada por peces y macroalgas donde los nutrientes generados por los peces, son transformados en biomasa algal mediante un sistema de biofiltros. Las macroalgas eliminan los nutrientes inorgánicos (principalmente N-amonio y P-fosfato) disueltos en el agua e incrementa la rentabilidad de la empresa, mediante la obtención de un producto de alto valor y aplicabilidad comercial. El cultivo de la oreja de mar, en expansión a escala mundial, se encuentra frecuentemente limitado por la disponibilidad de alimento fresco. Esta situación es un valor añadido al cultivo integrado de peces y macroalgas. La empresa Alevines y Doradas, S.A. (ADSA), con una producción anual de 1050 toneladas de dorada y lubina, es la empresa canaria con mayor potencial productivo y entre las de mayor capacidad nacional. El cultivo integrado de peces-macroalgas-abalón (Gordin *et al.*, 1981) podría ser una buena opción para depurar los efluentes procedentes del cultivo intensivo y para diversificar su producción.

El presente trabajo se realizó con el fin de evaluar el rendimiento y la eficiencia de biofiltración de amonio de las macroalgas *Gracilaria cornea* y *Ulva rigida* en los efluentes de una granja comercial y su calidad nutricional como potencial alimento para la oreja de mar. Las especies de macroalgas utilizadas fueron elegidas en función de su capacidad para la biofiltración y su adecuado uso como alimento para el abalón obtenido en experiencias previas (Viera *et al.*, 2005, en prensa).-

Material y Métodos

La experiencia se llevó a cabo durante 8 semanas. El sistema de biofiltros consistió en cuatro tanques circulares de polietileno de un volumen de 1500 l, situados en el exterior, con aireación desde el fondo y flujo abierto. La temperatura del agua a lo largo de la experiencia osciló entre 19,0 y 22,3 °C y fotoperíodo natural. La tasa de renovación fue de 8 vol/d para cada tanque. Las macroalgas *G. cornea* y *U. rigida* fueron inoculadas a una densidad de 6 y 2 g l⁻¹ respectivamente. El cosechado de la biomasa y la toma de muestras para el análisis de amonio se realizaron de forma semanal y el control de otros parámetros de forma diaria. Se evaluaron los índices de crecimiento (tasas de

crecimiento y producción) así como las eficiencias de eliminación de N-amonio (NUE). Se analizó la composición nutricional de las algas producidas.

Resultados y Discusión

El amonio excretado por los peces sostuvo una producción elevada de algas, permitiendo además una alta eficiencia de biofiltración del amonio que entra en el sistema. Tanto la producción como la tasa de crecimiento fueron significativamente superiores para *U. rigida*, con valores medios de 70,04 g PS m⁻² d⁻¹ y de 10,24 %d⁻¹ respectivamente mientras que *G. cornea* mostró unos valores medios de 43,4 g PS m⁻² d⁻¹ y 5,08 %d⁻¹. La producción de *Ulva* fue superior a la encontrada en la bibliografía (Neori *et al.*, 2000) pudiendo deberse a que el ensayo fue realizado durante la estación de invierno, la cual favorece el crecimiento de *Ulva sp.* Los resultados obtenidos para *G. cornea* se corresponden con valores encontrados en la bibliografía. La concentración media de N-amonio en los efluentes de la piscifactoría fue de 70 µM, esto supone tasas de entrada de N-amonio de 34,9 mmol N-amonio h⁻¹ (0,49 g N-amonio h⁻¹). Para *G. cornea* la velocidad de asimilación de amonio es de 0,64 mmol N-amonio h⁻¹ (8,96 10⁻³ g N-amonio h⁻¹) y para *U. rigida* es de 0,83 mmol N-amonio h⁻¹ (11,62 10⁻³ g N-amonio h⁻¹). El valor medio de biofiltración (NUE) o porcentaje de eliminación de N-amonio fue de 61 % y 73,68 % para *G. cornea* y *U. rigida* respectivamente. La eficiencia de *U. rigida* como alga biofiltrante se encuentra entre los valores bibliográficos comunes, mientras que *G. cornea* presenta una eficiencia mayor que la encontrada por Neori *et al.* (2000). La composición nutricional de las algas analizadas (proteínas: 33-41% PS, lípidos: 2,2-4,4% PS y carbohidratos: 51-60% PS) se encuentra en el rango de valores de otras comúnmente utilizadas como alimento para el abalón (McBride *et al.*, 2001). El contenido en proteínas de *U. rigida* fue mayor que el de *G. cornea*, que fue similar al obtenido por Neori *et al.* (2000) en un sistema integrado por peces, macroalgas y abalón. El abalón prefiere la *Ulva sp.* rica en proteínas, a otras algas pardas o rojas, siendo posible triplicar su producción con *Ulva sp.* de biofiltros (Shippel *et al.*, 1999). El requerimiento de lípidos de los abalones es bajo por lo que los valores obtenidos satisfarían sus requerimientos nutricionales, mientras que los niveles altos de carbohidratos mejorarían el crecimiento del abalón (Thongrod *et al.*, 2003). De forma general, niveles equilibrados de proteínas (>15%), lípidos (3-5%) y carbohidratos (20-30%), son esenciales para el óptimo crecimiento del abalón.

Bibliografía

- Gordin, H., F. Motzkin, W.L. Huges-Games y C. Porter. 1981. Seawater mariculture pond an integrated system. *European Maricult. Soc., special publication* 6: 1-13.
- Mcbride, S.C., E. Rotem, D. Ben-Ezra y M. Shpigel. 2001. Seasonal energetics of *Haliotis fulgens* (Philippi) and *Haliotis tuberculata* (L.). *J. Shellfish Res.* 20: 659-665
- Neori, A., M. Shippel y D. Ben-Ezra. 2000. A sustainable integrated system for culture of fish, seaweed and abalone. *Aquaculture* 186, 279-291
- Shpigel, M., N.C. Ragg, I. Lupatsch y A. Neori. 1999. Protein content determines the nutritional value of the seaweed *Ulva lactuca* for the abalone *Haliotis tuberculata* and *H. discus hannai*. *J. Shellfish Res.* 18: 227-223.
- Thongrod, S., M. Tamtin y M. Boonyaratpalin. 2003. Lipid to carbohydrate ratio in donkey's ear abalone (*Haliotis asinina*, Linne) diets. *Aquaculture* 225: 165-174.
- Viera, M.P., J.L. Gómez Pinchetti, G. Courtois de Vicose, A. Bilbao, S. Suárez, R. Haroun y M. Izquierdo. 2005. Suitability of three red macroalgae as a feed for the abalone *Haliotis tuberculata coccinea* Reeve. *Aquaculture* (en prensa)

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Gobierno de Canarias (Proyecto TR2003/08) y la empresa Alevines y Doradas S.A. (ADSA).