

การประยุกต์ใช้หอยสองฝาในการจัดการคุณภาพน้ำ^{*}

Applied of bivalves in water quality management

สาวิกา กัลปพฤกษ์^{**}สิทธิ กุลลาบทอง^{***}

บทคัดย่อ

หอยสองฝาเป็นสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังซึ่งมีพฤติกรรมการกินอาหารแบบกรองกิน อาหารหลักของหอยสองฝา ได้แก่ แพลงก์ตอน และตะกอนอินทรีย์สารอื่นๆ ปัจจุบันหอยสองฝาได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการคุณภาพน้ำอย่างแพร่หลาย ได้แก่ (1) การเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพ (2) การควบคุมและกำจัดธาตุอาหารจากน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (3) การควบคุมการเกิดแพลงก์ตอน (4) การลดปริมาณการเกิดโคโลนีและความเป็นพิษของ Cyanobacteria (5) การลดปริมาณสารตกค้างในกลุ่มโลหะหนัก (6) การควบคุมแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในระบบการเพาะเลี้ยงกุ้ง (7) การลดปริมาณการเกิดสาหร่ายชนิดเกาะติดบริเวณพื้นท้องน้ำ (8) การประยุกต์ใช้ด้านนวัตกรรมเครื่องกรองน้ำเพื่อการบริโภค และ (9) บทบาททรายจากเปลือกหอยตามแนวชายฝั่งในการเป็นวัสดุกรองตามธรรมชาติ

คำสำคัญ : หอยสองฝา การกรองกิน และคุณภาพน้ำ

Abstract

Bivalves are aquatic invertebrate which filter feeding behavior. Main food item of bivalve are planktons and organic matter. Currently, bivalve is applied widely in aquaculture including (1) Biodeposition (2) Control and limit of organic matter from aquaculture (3) Plankton control (4) Reduce of colonies and toxic of cyanobacteria (5) Heavy metal clearance (6) Control luminous bacterial disease in shrimp culture (7) Reduce of settlement macroalgal (8) Drinking water filtering and (9) Filter medium for constructed coastal and wastewater treatment.

Key words : Bivalves, filter feeding and water quality

^{*} การศึกษาครั้งนี้ เป็นการจัดทำฐานข้อมูลของการประยุกต์ใช้หอยสองฝาสำหรับการจัดการคุณภาพน้ำ เพื่อประโยชน์ด้านการจัดการทรัพยากรน้ำ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

^{**} อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์น้ำ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย ศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี 76120 E-mail sawika@su.ac.th

^{***} สาขาประมง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี กิ่งอำเภอ เขาคิชฌกูฏ จ. จันทบุรี 22210 E-mail kulabtong2011@hotmail.com

บทนำ

หอยสองฝาเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertebrate) ที่จัดอยู่ในไฟลัม Mollusca ชั้น Bivalvia หอยสองฝาเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ อีกทั้งหอยสองฝบบางชนิดยังมีศักยภาพในการผลิตไข่มุก (Pearl) ในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งไข่มุกถือเป็นเครื่องประดับอัญมณีที่มีมูลค่าสูง (อุทัยวรรณ, 2555) หอยสองฝบบสามารถนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ (เพ็ญนภา และคณะ, 2548; Lopez *et al.*, 1994) เช่น การนำเปลือกหอยมาใช้ทำวัสดุชีวภาพในการซ่อมแซมกระดูก (อุทัยวรรณ, 2555) และนำไข่มุกมาใช้อุตสาหกรรมเวชภัณฑ์ หรือเวชสำอาง (สาธิต และคณะ, 2548; Ingole and Clemente, 2006) เครื่องประดับ (Gallardo *et al.*, 1995) และอุตสาหกรรมการผลิตปูนขาว (Ingole and Clemente, 2006; Boominathan *et al.*, 2008) ในด้านนิเวศวิทยา และชีววิทยาหอยน้ำจืดสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการตรวจสอบความเป็นพิษหรือมลภาวะในระบบนิเวศได้ และสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของแหล่งน้ำต่างๆ ได้ เนื่องจากหอยสองฝบบดำรงชีวิตอยู่กับพื้นที่ท้องน้ำและกินอาหารโดยการกรอง จึงมีโอกาสสัมผัสสารตกค้างต่างๆ และสิ่งปนเปื้อนในน้ำโดยตรง (อุทัยวรรณ, 2555) อีกทั้งหอยสองฝบบยังมีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมทางน้ำซึ่งเป็นผลมาจากพฤติกรรมการกรองกินของหอยสองฝบบตามธรรมชาติ จากการสืบค้นผลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการปรับปรุงระบบนิเวศทางน้ำของหอยสองฝบบ ทำให้ค้นพบว่าในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้หอยสองฝบบร่วมกับองค์ความรู้หลายด้านเพื่อใช้ในการจัดการและปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น การเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพ (Biodeposition) การควบคุมและกำจัดธาตุอาหารจากน้ำทิ้ง การควบคุมการเกิดแพลงก์ตอน และการลดปริมาณสารตกค้างในกลุ่มโลหะหนัก เป็นต้น

สำหรับในประเทศไทยยังให้ความสำคัญกับการใช้ประโยชน์จากหอยสองฝบบค่อนข้างน้อยโดยเฉพาะในด้านของการนำหอยสองฝบบมาใช้จัดการคุณภาพน้ำ ทั้งที่มีศักยภาพในด้านทรัพยากรและเทคโนโลยีที่หลากหลาย ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นการศึกษารังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการรวบรวมองค์ความรู้ทางวิชาการในปัจจุบันที่มีความจำเป็น และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้หอยสองฝบบในการจัดการคุณภาพน้ำ อันจะนำไปสู่การต่อยอดองค์ความรู้ไปสู่แนวทางการปฏิบัติงานจริงในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

อาหารและพฤติกรรมการกรองกินของหอยสองฝบบ

การจะประยุกต์ใช้หอยสองฝบบในกระบวนการจัดการคุณภาพน้ำในลักษณะต่างๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจพื้นฐานของพฤติกรรมการกรองกินในแต่ละช่วงอายุของหอยสองฝบบ

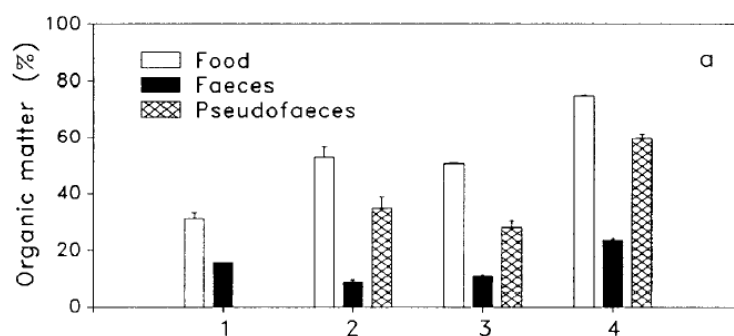
อาหารหลักที่เหมาะสมของหอยสองฝบบในระยะจูวีไนล์ (Juvenile) และระยะตัวเต็มวัย (Adult) คือแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว (Chlorophyta) รองลงมาเป็นกลุ่มไดอะตอม (Bacillariophyta) สาหร่ายสีเขียวก้านเงิน (Cyanophyta) และไดโนแฟกเจลเลต (Dinoflagellates) รวมทั้งตะกอนอินทรีย์สารอื่นๆ (Kovitvadh *et al.*, 2000, 2006, 2008) และขนาดอนุภาคของแพลงก์ตอนหรืออาหารอื่นๆ ที่เหมาะสมควรมีขนาดอนุภาคระหว่าง 3 – 5 ไมโครเมตร โดยพฤติกรรมการกิน

อาหารของหอยสองฝา คือการกรองกิน (Filter feeding) เริ่มด้วยหอยจะดูดน้ำและอาหารเข้าสู่ร่างกายทางท่อน้ำเข้า (Incurrent siphon) อาหารจะผ่านการกรองที่เหงือก (External gill) และจะถูกลำเลียงไปที่ร่องอาหาร (Ventral food groove) ในบริเวณนี้จะมีการผลิตเมือกทำให้อนุภาคของอาหารเป็นเส้นสาย และ ลาเปียลพัล (Labial pale) ทำหน้าที่โบกพัดอาหารเข้าปาก ส่วนอาหารที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ซึ่งไม่ผ่านการกรองจากซีเหงือกจะถูกส่งต่อเข้าไปในช่องแมนเทิล (Mantle) เพื่อขับออกนอกร่างกาย ซึ่งสิ่งที่ถูกขับออกมานี้จะถูกเรียกว่า มูลเทียม (Pseudofaeces) (Navarro and Thompson, 1997; อุทัยวรรณ, 2555)

การประยุกต์ใช้หอยสองฝาในการจัดการคุณภาพน้ำ

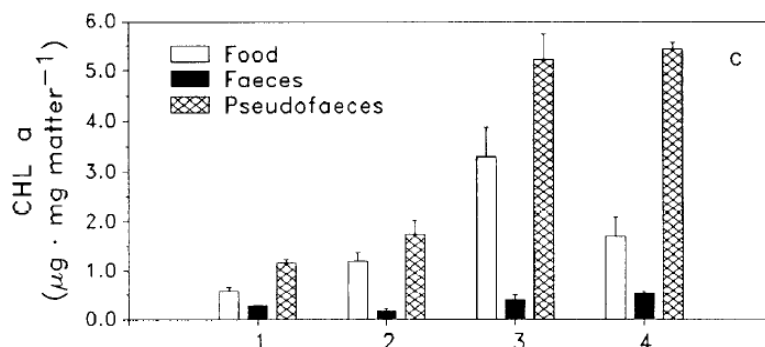
ปัจจุบันหอยสองฝาได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการคุณภาพน้ำอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ อีกทั้งมีการพัฒนาการใช้งานอย่างกว้างขวางและต่อเนื่องในด้านต่างๆ โดยสามารถแบ่งการประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ได้ดังนี้

1. การเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพ การกรองกินของสัตว์ในกลุ่มหอยสองฝาเป็นการลดปริมาณสารแขวนลอยในแหล่งน้ำลงได้ในปริมาณมาก (ตารางที่ 1) ซึ่งจะได้รับการย่อยและดูดซึมในทางเดินอาหาร ส่วนของกากอาหาร หรือสิ่งที่ไม่สามารถย่อยได้ก็จะถูกกำจัดออกมาในรูปของเสีย (Faeces) ทางรูก้น (Anus) แต่ตะกอนแขวนลอยต่างๆ บางส่วนที่ไม่ถูกส่งไปสู่ทางเดินอาหาร และระบบย่อยจะถูกขับออกมาทางช่องแมนเทิลเพื่อขับออกนอกร่างกายเรียกว่า มูลเทียม ซึ่งทั้งของเสียและมูลเทียมเป็นกระบวนการเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพ (Navarro and Thompson, 1997) กระบวนการดังกล่าวนอกจากจะช่วยเรื่องการตกตะกอนแล้วยังมีรายงานอีกว่ามูลเทียมยังเป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินหลายชนิด และนอกจากหอยสองฝาแล้วสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ เช่น ฟองน้ำ ไฮโดรชีว ดอกไม้ทะเล และโพลิคิต ยังมีศักยภาพในการช่วยเร่งอัตราการตกตะกอนทางธรรมชาติได้เช่นกัน ตัวอย่างงานวิจัยที่ให้ผลชัดเจนในด้านการเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพ ได้แก่ การรายงานของ Navarro and Thompson (1997) ซึ่งศึกษาการเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพ โดยหอย *Modiolus modiolus* ระหว่างช่วงฤดูที่แพลงก์ตอนสะพรั่ง (Blooms)



ภาพที่ 1 การเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพของสารอินทรีย์ในหอยสองฝา

ที่มา : Navarro and Thompson (1997)



ภาพที่ 2 การเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพของคลอโรฟิลล์เอในหอยสองฝา
ที่มา : Navarro and Thompson (1997)

จากภาพที่ 1 - 2 จะพบว่าในช่วงที่แพลงก์ตอนสะพรั่งหอยสองฝาชนิด *Modiolus modiolus* สามารถช่วยเร่งการตกตะกอนทางชีวภาพ โดยการกรองแพลงก์ตอนและสารอินทรีย์ แล้วปล่อยออกมานอกร่างกายในรูปของมูลเทียม ซึ่งจากภาพแสดงไว้อย่างชัดเจนว่ามูลเทียมมีอัตราที่สูงกว่าการกรองกินอาหาร และการขับถ่ายของเสีย

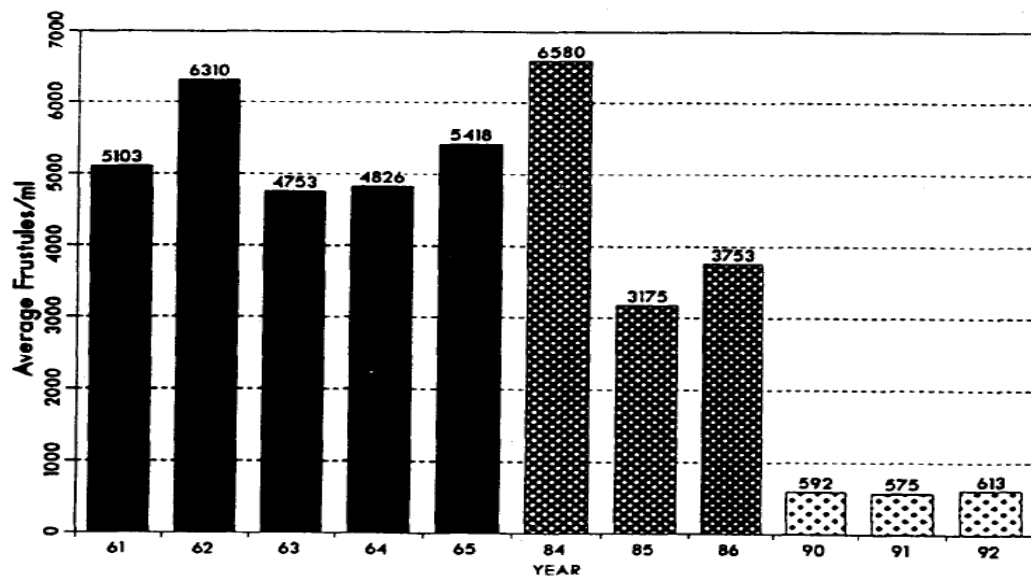
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพของหอยสองฝานิตต่างๆ

Kind	Ecosystem	Country	Biodeposition rate	Biodeposits contents	Bibliography
<i>Choromytilus chorus</i>	Estuary	southern Chile	271 g dry weight m ⁻² . Day ⁻¹	22% organic matter, 6.4% organic carbon, nitrogen	Jaramillo et al. (1992)
<i>Mytilus chilensis</i>	Coastal	Chile	-	17-27% organic matter	Navarro (1983)
<i>Crassostrea virginica</i>	Coastal	-	1.62 - 3.92 g dry weight per week	9 - 23% organic matter and 4 to 12% organic carbon.	Haven and Morales-Alamo (1966)

2. การควบคุมและกำจัดธาตุอาหารจากน้ำทิ้ง ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีส่วนประกอบของธาตุอาหารกลุ่มคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสสูง ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้มาจากเศษอาหารเหลือของเสียของสัตว์น้ำ และสารแขวนลอยต่างๆ เป็นต้น ปัจจุบันหลายๆ ประเทศนิยมนำหอยสองฝามาใช้ใน

การกำจัดแร่ธาตุอาหารเหล่านั้น เช่น ประเทศจีน ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศเดนมาร์ก (Jordan and Ivan, 1982; Hans Ulrik Riisgrd, 1996; Gao *et al.*, 2008a) เป็นต้น จากการศึกษาของ Gao *et al.* (2008a; 2008b) โดยให้นำหอยแมลงภู่มานำใส่ในวัสดุยึดเกาะที่ออกแบบขึ้นเอง จากนั้นนำวัสดุยึดเกาะดังกล่าวไปวางไว้บริเวณคลองส่งน้ำที่จากฟาร์มเลี้ยงปลากระจายตามพื้นที่ แล้วทำการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และคุณภาพน้ำต่างๆทุกๆ 2 เดือน ผลการศึกษาสรุปได้ว่า หอยแมลงภู่นาโตเต็มวัย (ขนาดประมาณ 70 มิลลิเมตร) สามารถกำจัดแร่ธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ออกจากน้ำที่จากฟาร์มปลาได้ในอัตรา 170.9, 18.6 และ 4.3 ไมโครกรัม/ชั่วโมง/ตัว และในรอบ 1 ปี หอยแมลงภู่นาโตเต็มวัยสามารถกำจัดแร่ธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ออกจากน้ำที่จากฟาร์มปลาได้ในปริมาณ 1476.9, 160.3 และ 36.7 มิลลิกรัม/ตัว/ปี และจากการตรวจวัดการสะสมของแร่ธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในดินตะกอน พบว่ามีการลดลงของการสะสมแร่ธาตุดังกล่าวในดินตะกอน

3. การควบคุมปริมาณการเกิดแพลงก์ตอน Holland (1993) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอมในพื้นที่อ่าว Hatchery ประเทศสหรัฐอเมริกา ในระหว่างปี 1961 – 1992 พบว่าในระหว่างปี 1961 – 1986 อ่าว Hatchery ยังไม่มีหอยมัลลาย (*Dreissena polymorpha*) เข้ามาอาศัย ระดับแพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอมมีปริมาณสูง แต่ภายหลังการเข้ามาอาศัยของหอยมัลลาย พบว่า แพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอมมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณแพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอมในช่วงปี 1990 – 1992 พบว่ามีปริมาณลดลงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนกลุ่มไดอะตอม ในพื้นที่อ่าว Hatchery ประเทศสหรัฐอเมริกา ในระหว่างปี 1961 – 1992 โดยระหว่างปี 1961 – 1986 ยังไม่มีการเข้ามาอาศัยของหอยมัลลาย และปี 1990 – 1992 หลังมีการเข้ามาอาศัยของหอยมัลลาย ที่มา : Holland (1993)

จากการวัดความโปร่งแสงของน้ำในพื้นที่ดังกล่าว ในระหว่างปี 1961 – 1992 พบว่าในระหว่างปี 1990 – 1992 อ่าว Hatchery ภายหลังการเข้ามาอาศัยของหอยมัลลายความโปร่งแสงของน้ำมีปริมาณมากขึ้นกว่าช่วงปี 1961 – 1986 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจกล่าวสรุปได้ว่าหอยสองฝาที่มีศักยภาพในการควบคุมปริมาณแพลงก์ตอน และความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ (Holland, 1993) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hwang (2001) ที่กล่าวว่าหอยสองฝาน้ำจืดสกุล *Corbicula* มีศักยภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำ

4. การลดปริมาณการเกิดโคโลนีและความเป็นพิษของ Cyanobacteria โดยหากมีปริมาณของ Cyanobacteria มากก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สัตว์ทั้งในธรรมชาติและในระบบการเพาะเลี้ยงตายในปริมาณมากได้ (Mass mortality) รวมทั้งผู้บริโภคในลำดับขั้นต่อไปอื่นๆ ที่บริโภคสัตว์น้ำที่มีการสะสมพิษของ Cyanobacteria เข้าไปก็จะได้รับการปนเปื้อนพิษเข้าไปในร่างกายด้วยเช่นกัน (Dionisio Pires *et al.*, 2005) เช่น การรายงานของ Carmichael *et al.* (2001) กล่าวว่าในปี 1996 เมือง Caruaru ประเทศบราซิล พบผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษของ Cyanobacteria ในกลุ่ม Microcystin จากแหล่งน้ำบริโภคในเมือง ซึ่งผู้ป่วยบางส่วนที่ได้รับพิษตายภายในเวลาไม่นาน และอีกประมาณ 50 คนตายหลังจากเข้ารักษาตัวเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งระหว่างปี 1996 - 1997 พบผู้เสียชีวิตจากพิษ Microcystin ในพื้นที่ดังกล่าวรวม 76 คน ความเป็นพิษของ Cyanobacteria จะสูงสุดในช่วงที่เกิดการสะพรั่งหรือมีความหนาแน่นสูง สารพิษของ Cyanobacteria ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ในกลุ่ม Microcystin จะส่งผลโดยตรงต่อดับ ในช่วงเวลาดังกล่าว Cyanobacteria มักจะรวมตัวกันเป็นโคโลนีขนาดใหญ่ หรืออาจมีลักษณะเป็นเส้นสายซึ่งมีผลทำให้แพลงก์ตอนสัตว์หลายชนิดไม่สามารถเข้าไปกิน Cyanobacteria ได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะส่งผลให้การควบคุมปริมาณของ Cyanobacteria ทั้งในธรรมชาติและในระบบการเพาะเลี้ยงเป็นไปได้ยาก (Lampert, 1987; สมบัติ และคณะ, มปป.)

ในปี 2005 นักวิจัยของ Netherlands Institute of Ecology ประเทศเนเธอร์แลนด์ Dionisio Pires *et al.* (2005) ได้ทดลองประยุกต์หลักการของ Biomanipulation โดยตั้งสมมุติฐานว่า การใช้สิ่งมีชีวิตจำพวกกรองกินโดยเฉพาะกลุ่มหอยสองฝามาช่วยลดปริมาณของธาตุอาหารในน้ำซึ่งคาดว่าจะไปมีผลให้ปริมาณของ Cyanobacteria ลดลง และสัตว์กรองกินโดยเฉพาะในกลุ่มหอยสองฝาน่าจะลดปริมาณการสะพรั่งของ Cyanobacteria ลงได้ นักวิจัยกลุ่มนี้จึงได้ทำการทดลองโดยการนำแบคทีเรีย 2 กลุ่มซึ่งเป็น Cyanobacteria ที่พบบ่อยมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ คือ (1) *Microcystis* เป็นกลุ่มที่เมื่อสะพรั่งหรือมีความหนาแน่นสูงจะรวมตัวกันเป็นโคโลนีซึ่งมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อน (Large colony) และ (2) *Planktothrix* ซึ่งเป็นกลุ่มที่เมื่อสะพรั่งหรือมีความหนาแน่นสูงจะรวมตัวกันเป็นโคโลนีซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นสาย (Filament) โดย Cyanobacteria ที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ยังแบ่งย่อยออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่

1. *Microcystis* stain ที่มีสารพิษ Microcystin (V40) ค่าความเป็นพิษ $76.6 \mu\text{g g DW}^{-1}$
2. *Microcystis* stain ที่ไม่มีสารพิษ Microcystin (V131) ค่าความเป็นพิษ $0 \mu\text{g g DW}^{-1}$

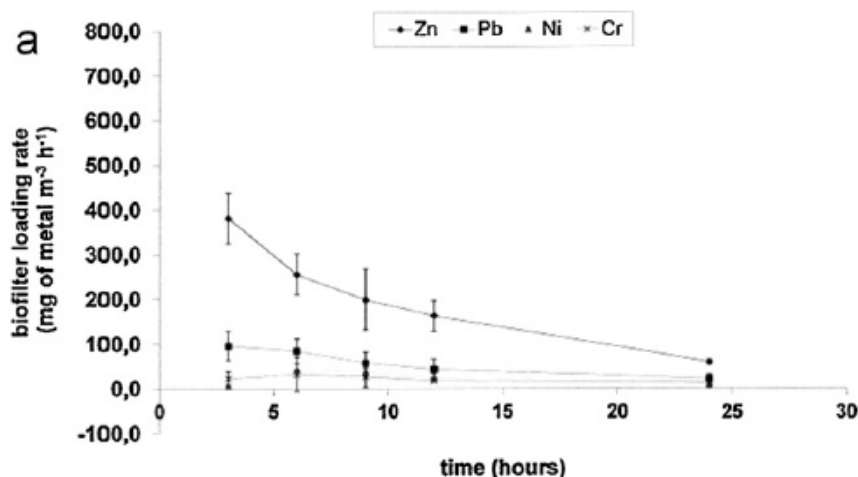
3. *Planktothrix* stain ที่มีสารพิษ Mycrosystin (CYA116) ค่าความเป็นพิษ 2581.7 $\mu\text{g DW}^{-1}$

4. *Planktothrix* stain ที่ไม่มีสารพิษ Mycrosystin (CYA126) ค่าความเป็นพิษ 0 $\mu\text{g g DW}^{-1}$

จากนั้นนำ Cyanobacteria กลุ่มต่างๆ ไปผ่านการกรองด้วยหอยมัลลาย (*Dreissena polymorpha*) ขนาดความยาวเปลือก 13 – 17 มิลลิเมตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นวิเคราะห์มวลชีวภาพ (Biomass) ของ Cyanobacteria ด้วยเครื่อง Phytoplankton - Analyzer และวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของ Chlorophyll จากมูลเทียมของหอยมัลลาย ผลการศึกษาพบว่าหอยมัลลายมีอัตรา Clearance rate ของโคโลนีในกลุ่ม *Planktothrix* ในปริมาณที่สูงกว่าโคโลนีของกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนโคโลนีอื่นๆ พบว่ามีอัตรา Clearance rate ที่ไม่แตกต่างกัน

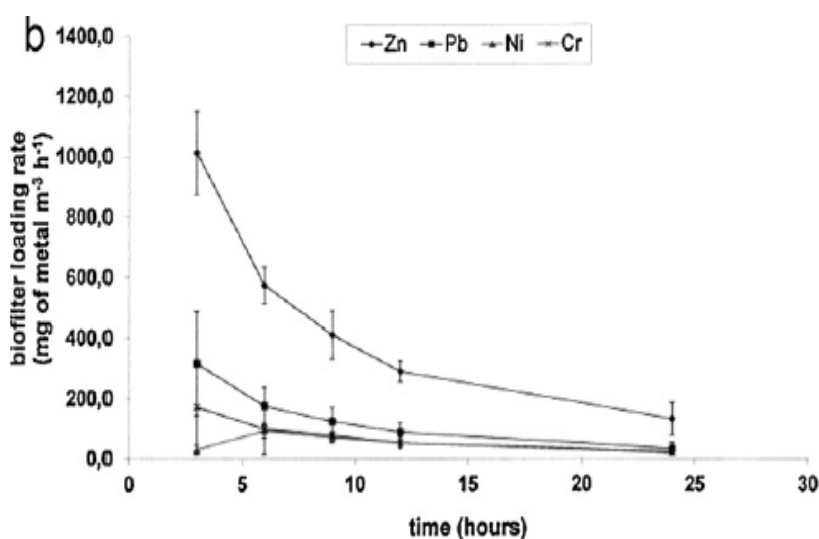
หากพิจารณาที่มูลเทียมของหอยมัลลายที่กรองโคโลนีต่างๆ ของ Cyanobacteria จะพบว่าในกลุ่มโคโลนีแบบเส้นสาย CYA126 มีปริมาณความเข้มข้นของ Chlorophyll มากที่สุด รองลงมาเป็นโคโลนีของ *Microcystis* ที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 60 ไมโครเมตร และพบว่าโคโลนีที่มีพิษ Microcystin จะถูกคัดแยกออกจากร่างกายของหอยมัลลายมากกว่าโคโลนีที่ไม่มีพิษ Microcystin (Dionisio Pires *et al.*, 2005) ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับการรายงานของ อุทัยวรรณ (2555) ที่กล่าวว่า อาหารที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ซึ่งไม่ผ่านการกรองจากซีเหงือกจะถูกส่งต่อเข้าไปในช่องแมนเทิลเพื่อขับออกจากร่างกาย

5. การลดปริมาณสารตกค้างกลุ่มโลหะหนัก Brzozowska *et al.* (2012) ศึกษาความสามารถของหอยสองฝาทะเลชนิด *Mytilus* sp. ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทะเลในด้านของการลดปริมาณโลหะหนัก ซึ่งการศึกษานี้เป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการโดยแบ่งหอยออกเป็น 2 กลุ่มตามขนาดของเปลือก คือ กลุ่ม a (ขนาดเปลือกเฉลี่ย 28 เซนติเมตร) ส่วนกลุ่ม b (ขนาดเปลือกเฉลี่ย 35 เซนติเมตร) และทดลองเป็นเวลาทั้งสิ้น 25 ชั่วโมง พบว่าหอยทะเลชนิด *Mytilus* sp. มีความสามารถในการกำจัดตะกั่ว สังกะสี และนิเกิล โดยที่หอยกลุ่ม b ที่มีขนาดเปลือกใหญ่กว่าจะมีความสามารถในการกำจัดโลหะหนักได้มากกว่า ส่วนโครเมียมเป็นโลหะหนักชนิดเดียวที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากผ่านการกรอง (ภาพที่ 4) และตั้งข้อสังเกตไว้ว่าหอยสองฝาจต้องใช้เวลาในการกรองโครเมียมมากกว่า 25 ชั่วโมง



ภาพที่ 4 ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการกำจัดโลหะหนักของหอยสองฝา กลุ่ม a มีขนาดเปลือกเฉลี่ย 28 เซนติเมตร และกลุ่ม b มีขนาดเปลือกเฉลี่ย 35 เซนติเมตร

ที่มา : Brzozowska *et al.* (2012)

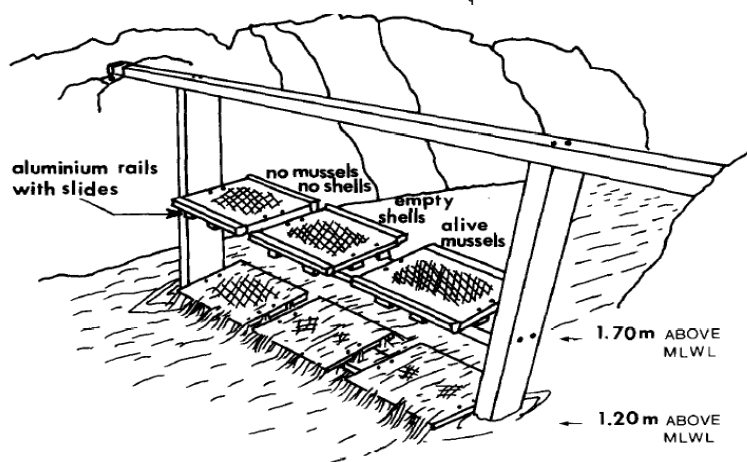


ภาพที่ 4 (ต่อ)

6. การควบคุมแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในระบบการเพาะเลี้ยงกุ้ง Tendencia (2007) รายงานว่า Luminous bacterial เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม *Vibrio* ที่ก่อให้เกิดโรค Luminous bacterial disease ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้ง สามารถควบคุมได้ด้วยการเลี้ยงกุ้งควบคู่ไปกับการเลี้ยงปลาบางชนิด เช่น Seabass, Snapper, Siganid, Srouper และ Tilapia แต่พรรณปลาเหล่านี้มีความสามารถในการทนทานต่อความเค็มได้ไม่เกิน 25 ส่วนในพันส่วน ในขณะที่การเลี้ยงกุ้งในบางพื้นที่ใช้ความเค็มมากกว่า 30 ส่วนในพันส่วน แต่ในขณะเดียวกัน Luminous bacterial สามารถเติบโต และแพร่เข้าสู่สัตว์น้ำเป้าหมายได้ที่ระดับความเค็มสูง ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาพัฒนาสัตว์น้ำ

ที่มีความสามารถทนต่อความเค็มสูงและมีความสามารถในการการควบคุมแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในระบบการเพาะเลี้ยงกุ้งได้ ผลการศึกษาพบว่าหอยสองฝา ได้แก่ หอยแมลงภู่ และหอยนางรม ซึ่งหอยแมลงภู่อัตราการความหนาแน่น 137 ตัว/ลูกบาศก์เมตร สามารถลดปริมาณของ Luminous bacterial ในระบบการเลี้ยงลงได้ต่ำกว่า 10^1 cfu/ml (cfu : Colony Forming Unit) ภายใน 5 วัน ส่วนหอยนางรมอัตราการความหนาแน่น 376 ตัว/ลูกบาศก์เมตร สามารถลดปริมาณของ Luminous bacterial ในระบบการเลี้ยงลงได้ต่ำกว่า 10^1 cfu/ml ภายใน 17 วัน จึงอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าหอยแมลงภู่ และหอยนางรมสามารถใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคได้

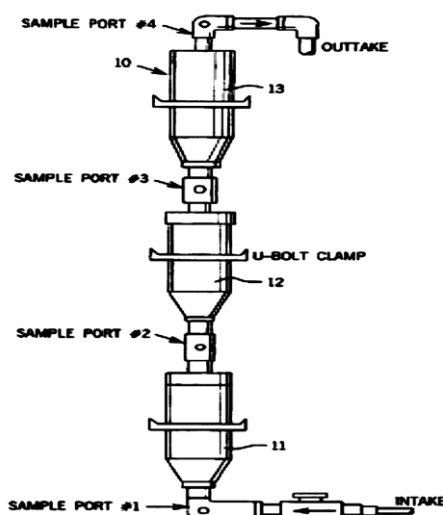
7. การลดปริมาณการเกิดสาหร่ายชนิดเกาะติดบริเวณพื้นท้องน้ำ (Settlement macroalgal) จากการศึกษาของ Santelices and Martinez (1988) พบว่าหอยสองฝามีศักยภาพในการช่วยลดอัตราการเกิดของสาหร่ายชนิดเกาะติดบริเวณพื้นท้องน้ำ ได้ทดลองทำแผ่นแปลงเลี้ยงหอยบริเวณทางน้ำไหลในบริเวณที่พบสาหร่ายชนิดเกาะติดมาก (ภาพที่ 5) จากนั้นนำตัวอย่างหอยมาศึกษาองค์ประกอบอาหารในทางเดินอาหาร ผลการศึกษาพบว่าทางเดินอาหารของหอยสองฝามีการกรองสปอร์ของสาหร่ายเกาะติดได้หลายชนิด และจากการประเมินความหนาแน่นของบริเวณที่เป็นแหล่งของสาหร่ายเกาะติดก็พบว่ามีความหนาแน่นลดลงได้ ดังนั้นหอยสองฝาก็มีศักยภาพในการควบคุมสาหร่ายชนิดเกาะติดได้



ภาพที่ 5 ภาพแสดงแปลงหอยสองฝาที่ใช้ในการกรองสปอร์ของสาหร่ายชนิด

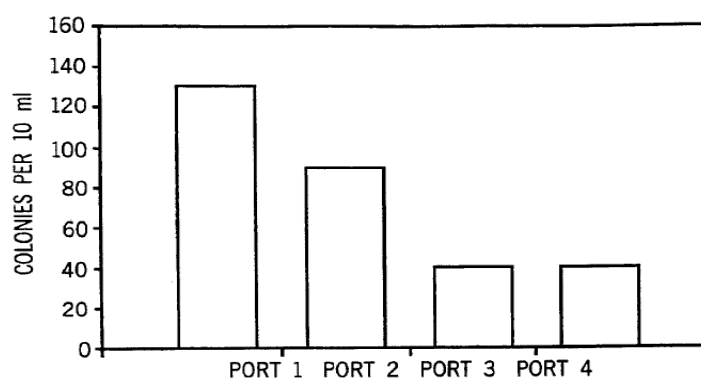
ที่มา : Santelices and Martinez (1988)

8. การประยุกต์ใช้ด้านนวัตกรรมเครื่องกรองน้ำเพื่อการบริโภค Guody and Kaster (1996) ได้ออกแบบเครื่องกรองน้ำสำหรับบริโภคโดยใช้หอยมัลลายที่มีชีวิตมาใช้ในการกรองน้ำ (ภาพที่ 6) โดยเครื่องกรองมีลักษณะคล้ายท่อหน้าที่ต่อเข้ากับระบบน้ำประปาในครัวเรือน หอยมัลลายที่มีชีวิตจะถูกบรรจุลงไปในส่วนของ Filtering chamber เพื่อทำการกรองน้ำที่ไหลผ่าน ซึ่งจากการทดสอบให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อัตราการไหล 1.8 ลิตร/นาที่ ผลการทดสอบพบว่าปริมาณแบคทีเรีย และแอมโมเนียในน้ำมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 7 - 8)



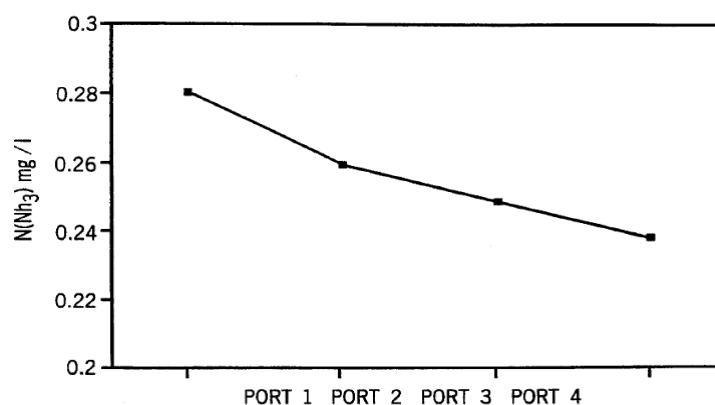
ภาพที่ 6 เครื่องกรองน้ำโดยใช้หอยม้ลาย (water filtering using zebra mussel)

ที่มา : Guody and Kaster (1996)



ภาพที่ 7 ปริมาณแบคทีเรียในน้ำในการทดสอบเครื่องกรองน้ำโดยใช้หอยม้ลาย

ที่มา : Guody and Kaster (1996)



ภาพที่ 8 ปริมาณแอมโมเนียในน้ำในการทดสอบเครื่องกรองน้ำโดยใช้หอยม้ลาย

ที่มา : Guody and Kaster (1996)

9. บทบาทของทรายจากเปลือกหอยตามแนวชายฝั่งในการเป็นวัสดุรองตามธรรมชาติ ทรายจากเปลือกหอยตามแนวชายฝั่งเป็นวัสดุรองตามธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งในหลายพื้นที่ที่ยังคงไม่คำนึงถึงคุณสมบัติเหล่านี้ จากการศึกษาของ Roseth (2000) รายงานว่าทรายจากเปลือกหอยบริเวณชายฝั่งของประเทศนอร์เวย์ถูกตักไปขายในปริมาณมากกว่า 1,000,000 ตัน ในแต่ละปีซึ่งส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตปูน แต่จากการศึกษาคุณสมบัติของทรายจากเปลือกหอยทางด้านกายภาพและเคมี พบว่ามีความเหมาะสมในการเป็นวัสดุรองของเสียตามธรรมชาติ โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส และสารอินทรีย์ (Organic matter) อีกทั้งบริเวณดังกล่าวยังเกิดปฏิกิริยา Nitrification ได้อย่างสมบูรณ์

สรุป

หอยสองฝาที่มีศักยภาพที่จะสามารถนำมาใช้ในการจัดการคุณภาพน้ำได้ ซึ่งจากการรวบรวมเอกสารทางวิชาการพบว่าการประยุกต์ใช้หอยสองฝาทั้งในการปรับปรุงคุณภาพน้ำและดินตะกอน การควบคุมคุณภาพน้ำ รวมทั้งการบำบัดคุณภาพน้ำ โดยแบ่งออกเป็น 9 ด้านใหญ่ๆ คือ (1) การเร่งอัตราการตกตะกอนทางชีวภาพ (2) การควบคุมและกำจัดธาตุอาหารจากน้ำทิ้ง (3) การควบคุมการเกิดแพลงก์ตอน (4) การลดปริมาณการเกิดโคโลนีและความเป็นพิษของ Cyanobacteria (5) การลดปริมาณสารตกค้างในกลุ่มโลหะหนัก (6) การควบคุมแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในระบบการเพาะเลี้ยงกุ้ง (7) การลดปริมาณการเกิดสาหร่ายชนิดเกาะติดบริเวณพื้นท้องน้ำ (8) การประยุกต์ใช้ด้านนวัตกรรมเครื่องกรองน้ำเพื่อการบริโภค และ (9) บทบาททรายจากเปลือกหอยตามแนวชายฝั่งในการเป็นวัสดุรองตามธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ยนต์ มุสิก ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่สำคัญยิ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

เพ็ญภา ทรัพย์เจริญ, ชไมพันธุ์ สันติกาญจน์, พรทิพย์ เต็มวิเศษ, รัชดา อรุพงศ์เศรษฐ์, วนิดา ศักดิ์สกุล และ พรเลิศ พิชาดา. การศึกษาภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย: หอยที่ใช้เป็นยารักษาโรค. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข. สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2548.

สมบัติ เขาวนพูนผล, ศิวรี เรืองรัตนกุล และ วีรชัย พุทธวงศ์. การศึกษาสภาวะความเป็นพิษของแหล่งน้ำโดยการวิเคราะห์ปริมาณไมโครซีสทินในสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวโดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 17 กันยายน 2556. เข้าถึงได้จาก <http://www.aseanenvironment.info/Abstract/43005348.pdf>

สาธิต โกวิทวที, อุทัยวรรณ โกวิทวที และ สนธิพันธ์ ผาสุกดี. การคัดเลือกหอยกาน้ำจืดวงศ์ Ambledidae ในประเทศไทยเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงไข่มุกน้ำจืด. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, 2548.

อุทัยวรรณ โกวิทวที. ชีววิทยาของหอยกาน้ำจืด. ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555.

ภาษาต่างประเทศ

Boominathan, M., Subash Chandran, M.D. and T.V. Ramachandra. “Economic Valuation of Bivalves in the Aghanashini Estuary, West Coast, Karnataka.” Sahyadri Conservation Series. 9 (2008): 33.

Brzozowska, R., Sui, Z. and Kyoung Ho Kang. “Testing the usability of sea mussel (*Mytilus* sp.) for the improvement of seawater quality - An experimental study.” Ecological Engineering 39, (2012): 133– 137.

Carmichael, W. W., Azevedo, S., An, J. S., Molica, R. J. R., Jochimsen, E. M., Lau, S., Rinehart, K. L., Shaw, G. R. and Geoff K. Eaglesham. “Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins.” Environ Health Perspect 109, 7 (2001): 663–668.

Dionisio Pires, L. M., Bontes, B. M., Van Donk, E. and B. W. Ibbelings. Grazing on colonial and filamentous, toxic and non-toxic cyanobacteria by the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. Journal of Plankton Research 27, 4 (2005): 331 – 339.

Gallardo, W. G., Siar S. V. and Vincent Encena II. “Exploitation of the window-pane shell *Placuna placenta* in the Philippines.” Biological Conservation 73, 1 (1995): 33 – 38.

Gao, Q - F., Shin, P. K.S., Xu, W. Z. and Siu Gin Cheung. “Amelioration of marine farming impact on the benthic environment using artificial reefs as biofilters.” Marine Pollution Bulletin 57, 6-12 (2008a): 652–661.

_____, Xu, W.-Z., Liu, X.-S., Cheung, S. G. and Paul K. S. Shin. “Seasonal changes in C, N and P budgets of green-lipped mussels *Perna viridis* and removal of nutrients from fish farming in Hong Kong.” Marine ecological progress series 353, (2008b): 137–146.

Guody, P.R. and Jerrey L. Kaster. “Water filtering using zebra mussel.” United States Patent No. 5520810, 1996.

- Hans Ulrik Riisgord, I. C. "Growth, filtration and respiration in the mussel *Mytilus edulis*: no evidence for physiological regulation of the filter-pump to nutritional needs." Marine ecological progress series 141, (1996): 37-45.
- Holland, R. E. "Changes in planktonic diatom and water transparency in Hatchery Bay, Bass Island Area, Western Lake Erie since the establishment of the zebra mussel." Journal of Great Lakes Research 19, 3 (1993): 617 – 624.
- Hwang, S. J., Kim, H. S. and Jin Koog Shin. "Biofiltering effects of a bivalve (*corbicula leana* prime) on phytoplankton in two lakes, Korea Republic." In 1st Asian Regional Conference, Seoul, Korea. 2001.
- Ingole, B.S. and S. Clermente. "Status of Windowpane oyster *Placuna placenta* (Linnaeus) population in Goa". In Glimpses of Marine Archaeology in India Proceedings of the Seventh Conference on Marine Archaeology of Indian Ocean Countries, India: 130 – 134. 2006.
- Jordan, T. E. and Ivan Valiela. "A nitrogen budget of the ribbed mussel, *Geukensiu demissa*, and its significance in nitrogen flow in a New England salt marsh." Limnol. Oceanogr 27, 1 (1982): 75 - 90.
- Kovitvadh, S., Kovitvadh, U., Sawangwong, P. and Joreg Machado. "A laboratory-scale recirculating aquaculture system for juvenile freshwater pearl mussel *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana* (Lea, 1856)." Aquaculture 275, 1-4 (2008): 169-177.
- _____, Kovitvadh, U., Sawangwong, P., Tongpan, A. and Jorge Machado. "Optimization of diet and culture environment for larvae and juvenile freshwater pearl mussel, *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana*." Invertebrate Reproduction and Development 49, 1-2 (2006): 61 – 70.
- Kovitvadh, U., Nagachinta, A. and K. Aungsirirut. "Species composition and abundance of plankton in the gut content of freshwater pearl mussel, *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana*." J. Med. Appl. Malacol 10, (2000): 203 – 209.
- Lampert, W. "Laboratory studies on zooplankton – cyanobacteria interactions." New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 21, 3 (1987): 483–490.
- Lopez, E., Berland, S. and A.L. Faou. "Mother of pearl can repair human skeleton." La Recherche 25, (1994): 208 – 210.

- Navarro, J. M. and R.J. Thompson. “Biodeposition by the horse mussel *Modiolus modiolus* (Dillwyn) during the spring diatom bloom.” Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 209, 1-2 (3 February 1997): 1 – 13.
- Roseth R. “Shell sand: A new filter medium for constructed wetlands and wastewater treatment.” Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering 35, 8 (2000): 1335 - 1355.
- Santelices, B. and E. Martinez. “Effects of filter-feeders and grazers on algal settlement and growth in mussel beds.” Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 118, 3 (1988): 281 - 306.
- Tendencia, E.A. Polyculture of green mussels, brown mussels and oysters with shrimp control luminous bacterial disease in a simulated culture system. Aquaculture 272, 1 - 4 (2007): 188–191.