๑ทศวรรษ สวทช.
วิสัยทัศน์ • พลงาน • ความสำเร็จ

เทคโนโลยีชีวภาพกับกุ้งไทย

ตอนที่ 2 : เทคโนโลยีการจัดการบ่อกุ้ง

สวทช.
ศช.8
0004
2543
ล.2 ฉ.4

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
7360-20-9

ศาสตราจารย์ ดร. ไพรัช ธัชยพงษ์
ผู้อำนวยการ สวทช.

ดร. มรกต ตันติเจริญ
ผู้อำนวยการศูนย์ไบโอเทค

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2534 เพื่อดำเนินการตามวัตถุประสงค์คือ ดำเนินการและให้การสนับสนุนด้านการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม รวมทั้งให้บริการทางเทคนิค การลงทุนและสนับสนุนภาคเอกชนในการลงทุนในกิจการที่นำไปสู่การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้างต้น สวทช. โดยศูนย์เฉพาะทาง อันได้แก่ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ได้ดำเนินกิจกรรมและโครงการต่างๆ ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาของประเทศชาติเพื่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์หรือสาธารณประโยชน์ เพิ่มคุณค่าทางวิชาการและนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนการสร้างโครงสร้างพื้นฐานของประเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารชุด “๑ ทศวรรษ สวทช.” จัดทำขึ้นในโอกาสที่ สวทช. ได้รับการจัดตั้งมาครบสิบปี (พ.ศ. ๒๕๓๔-๒๕๔๓) ซึ่งเป็นช่วงเวลาอันดีที่จะได้ประมวลผลการดำเนินงานที่ผ่านมา เพื่อทบทวนบทบาทและเป้าหมายของ สวทช. ให้ชัดเจนและเหมาะสมกับโลกปัจจุบันมากยิ่งขึ้น เพื่อให้การดำเนินงานของ สวทช. สามารถก่อเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาประเทศ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นอาชีพหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้เข้าประเทศอย่างมหาศาลในแต่ละปี แต่ผู้ประกอบอาชีพการเพาะเลี้ยงกุ้งก็ต้องประสบปัญหาต่างๆ นานัปการ ปัญหาสำคัญและส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งก็คือ การเกิดโรคระบาดของกุ้งและการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบ่อเลี้ยงกุ้ง จึงเป็นที่น่ายินดีอย่างยิ่งที่มีคณะนักวิจัยไทยกลุ่มหนึ่ง ได้ทุ่มเทเวลาและความสามารถในการวิจัยและพัฒนาเพื่อหาวิธีการป้องกันและบรรเทาปัญหาเหล่านี้จนเป็นผลสำเร็จ และได้มีการนำวิธีการดังกล่าวถ่ายทอดออกไปสู่ผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทยกันอย่างแพร่หลาย

“เทคโนโลยีชีวภาพกับกุ้งไทย ตอนที่ 2 : เทคโนโลยีการจัดการบ่อกุ้ง” เป็นการนำเสนอผลการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อพัฒนาการเลี้ยงกุ้ง เพื่อเผยแพร่แก่สาธารณชนทั่วไปได้รับทราบถึงความสามารถของนักวิจัยไทย ซึ่งได้สร้างผลงานในการแก้ไขปัญหาของประเทศจนเป็นผลสำเร็จและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติอย่างมหาศาล

ทศวรรษ สวทช.
วิสัยทัศน์ • พลงาน • ความสำเร็จ

ศูนย์บริการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
Science and Technology Knowledge Services

เทคโนโลยีชีวภาพกับกุ้งไทย

การส่งออกกุ้งกว่าสองแสนตันต่อปีเป็นโอกาสทองทางการค้าของประเทศไทย แต่ผู้เลี้ยงกุ้งต่างก็ทราบกันดีว่า อุปสรรคใหญ่ที่ทำให้ผลผลิตจากฟาร์มกุ้งไม่เป็นไปตามที่ต้องการนั้นมีหลายประการ นอกเหนือจากโรคระบาดต่างๆ ในกุ้งแล้ว สภาพแวดล้อมของบ่อเลี้ยงกุ้งก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มหรือลดผลผลิตกุ้งเลี้ยงไม่น้อยเลยทีเดียว "เทคโนโลยีการจัดการบ่อกุ้ง" จึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งในการช่วยปรับปรุงสภาพแวดล้อมของบ่อกุ้ง ซึ่งจะเป็นการเสริมประสิทธิภาพของการเลี้ยงกุ้งและเพิ่มคุณภาพของกุ้งเลี้ยงให้มากยิ่งขึ้น

• ทศวรรษ สวทช. เทคโนโลยีชีวภาพกับกุ้ง...
QR Code by
RFID Lab NECTEC, STKS

สวท.
ศ8
0004
2543
ล.2
ฉ.4

อุปสรรคใช่จะมีแค่เพียงโรคระบาด

ผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งของผู้ประกอบอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้ง ใช่ว่าจะมีแค่การแพร่ระบาดของโรคเท่านั้น ปัจจัยอื่นๆ ก็มีส่วนสำคัญในการเป็นตัวตัดสินว่าประเทศใดจะมีความสามารถเป็นผู้นำในการผลิตและส่งออกกุ้งกุลาดำ ซึ่งในปัจจุบันนานาประเทศก็ยังไม่สามารถสรุปวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการเลี้ยงกุ้ง ทั้งในด้านผลผลิตและผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในฐานะที่ "กุ้งกุลาดำ" เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยตลอดเวลาที่ผ่านมาจึงมีองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน รวมไปถึงนักวิจัยอีกเป็นจำนวนมากที่ได้เห็นความสำคัญและพยายามสร้างสรรค์งานวิจัยที่มีคุณค่า เพื่อส่งเสริมให้การเลี้ยงกุ้งในประเทศไทยมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล

หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล (Marine Biotechnology Research Unit : MBRU) ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือระหว่าง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความร่วมมือร่วมใจระหว่างหน่วยงานต่างๆ ในการส่งเสริมพัฒนางานวิจัย โดยมีเป้าหมายที่จะผลิตผลงานวิจัยและพัฒนาที่มีมาตรฐานสูงในระดับนานาชาติเพื่อตอบสนองความต้องการในการพัฒนาประเทศไปสู่การพึ่งตนเองทางเทคโนโลยี โดย MBRU จะมีพันธกิจในการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล และมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโทและปริญญาเอกที่มีคุณภาพ

หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ-ทางทะเล หรือ MBRU

ในส่วนของ “กุ้งกุลาดำ” MBRU ก็ได้ทำการวิจัยในหลายหัวข้อด้วยกัน อาทิ การผลิตโมโนโคลนอลแอนติบอดีสำหรับการตรวจวินิจฉัยโรคไวรัสในกุ้งกุลาดำ พันธุศาสตร์-ประชากรของกุ้งกุลาดำในประเทศไทย พัฒนาการผลิตอาหารสัตว์น้ำ (กุ้งกุลาดำ) ที่มีคุณภาพสูง และระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ

พัฒนาการของระบบเลี้ยงกุ้ง

สำหรับการเลี้ยงกุ้งนั้น ระยะเริ่มต้น (ประมาณปี พ.ศ. 2529-2533) ผู้เลี้ยงกุ้งใช้เทคนิคการเลี้ยงระบบเปิด (มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างเต็มที่) ซึ่งแม้จะทำให้สามารถรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งได้ แต่ก็มีผลเสียทำให้สภาพแวดล้อม (คุณภาพน้ำและดิน) เสื่อมโทรมลงอันเนื่องจากสารอินทรีย์และธาตุอาหารจากการเลี้ยงกุ้งได้ถูกถ่ายเทออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่มีการบำบัดที่ดี ระบบนิเวศแหล่งน้ำจึงมีความเสื่อมโทรมลงทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพสิ่งแวดล้อม

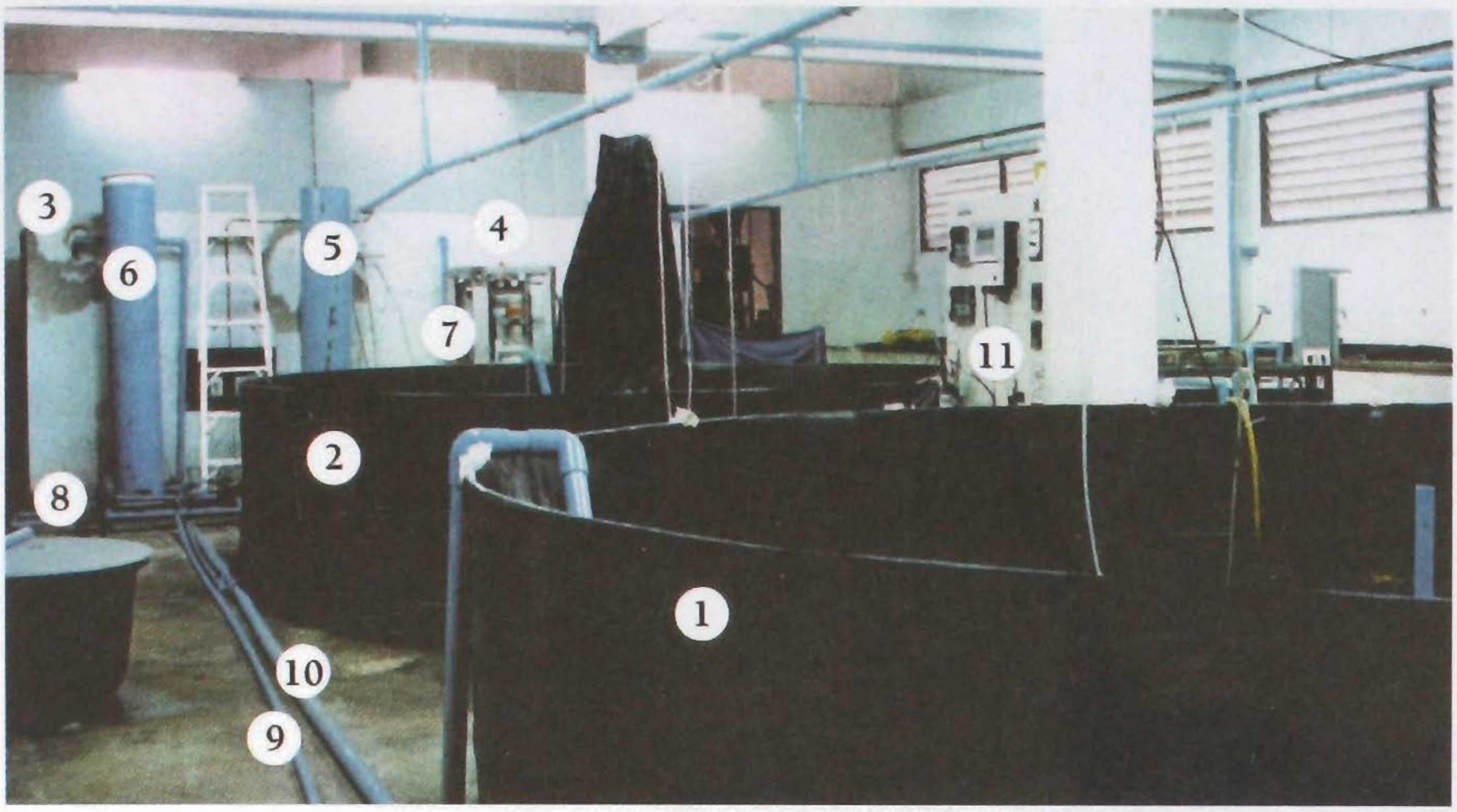
แหล่งน้ำเสื่อมโทรมจึงกลายเป็นต้นเหตุตัวหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตของกุ้งที่เลี้ยงในบ่อลดลง เกิดปัญหาโรคระบาดของกุ้ง ในขณะเดียวกันที่คุณภาพของน้ำที่จะนำเข้าไปใช้ในการเลี้ยงกุ้งก็ยังเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งจึงประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำคุณภาพดี รวมไปถึงความไม่มั่นใจในคุณภาพน้ำที่จะนำเข้าไปใช้ในการเลี้ยงกุ้ง เมื่อเป็นเช่นนี้การเลี้ยงกุ้งระบบเปิดจึงเป็นเทคนิคที่ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาการเลี้ยงและเพิ่มผลผลิตได้อีกต่อไป ผู้เลี้ยงกุ้งจำเป็นต้องลดการเปลี่ยนถ่ายน้ำหันมาเลี้ยงกุ้งในระบบกึ่งปิด (เติมน้ำจากแหล่งน้ำบ้างเพียงเล็กน้อย) หรือเลี้ยงกุ้งในระบบปิด (เติมจากบ่อพักน้ำ หรือไม่เติมน้ำเลย) หรือระบบปิดหมุนเวียน (หมุนเวียนน้ำที่ถ่ายออกจากบ่อเลี้ยงเข้าสู่ระบบบำบัดแล้วนำกลับไปใช้ใหม่)

ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดของ MBRU

การพัฒนาระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดนับเป็นงานวิจัยหนึ่งที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล หรือ MBRU ได้ทำมานานแล้ว โดยพัฒนามาจากความคิดดั้งเดิมของศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ผู้อำนวยการ MBRU ที่ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยการพัฒนาเกี่ยวกับพ่อแม่พันธุ์กุ้ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการเลี้ยงขึ้นมาควบคู่กัน ซึ่ง MBRU ได้พยายามพัฒนาระบบการหมุนเวียนน้ำสำหรับการเลี้ยงกุ้งมาอย่างต่อเนื่อง โดยมีผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติหลายเรื่องเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบของบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งที่มีระบบกำจัดของเสียจำพวกไนโตรเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งแอมโมเนีย (NH_3) และไนไตรท์ (NO_2^-) ที่บางส่วนเกิดมาจากการขับถ่ายของกุ้งโดยตรงและบางส่วนเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียในน้ำ ซึ่งไนโตรเจนในสองรูปแบบดังกล่าวมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

ในระยะแรกจะใช้วิธีการหมุนเวียนน้ำผ่านไปบำบัดในบ่อกรองชีวภาพที่มีแบคทีเรียธรรมชาติ เพื่อให้แบคทีเรียเปลี่ยนไนโตรเจนของแอมโมเนียให้กลายเป็นไนไตรท์และได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งมีความเป็นพิษต่ำ กระบวนการนี้เรียกว่า *ไนตริฟิเคชัน* (nitrification) ทั้งนี้การที่มีระบบบำบัดไนตริฟิเคชันมีข้อดีตรงที่จะช่วยยืดระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำออกไปได้

อย่างไรก็ตาม เมื่อหมุนเวียนน้ำที่ผ่านระบบบำบัดไนตริฟิเคชันกลับมาใช้เลี้ยงกุ้งเป็นระยะเวลานาน จะเกิดปัญหาอย่างหนึ่งคือปัญหาการสะสมของไนเตรท และถึงแม้ว่าไนเตรทที่เป็นผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการไนตริฟิเคชัน จะไม่ทำให้กุ้งหรือสัตว์น้ำตายทันที แต่ก็มีผลต่อความเครียดและการเจริญพันธุ์ของกุ้ง เพื่อแก้ไขปัญหานี้ คณะนักวิจัยของ MBRU จึงได้พัฒนาระบบให้ดียิ่งขึ้นไปอีก โดยใช้วิธี *ดีไนตริฟิเคชัน* (denitrification) เพื่อบำบัดไนเตรทออกจากระบบ ซึ่งทำได้โดยการใช้แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) เพื่อเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นแก๊สไนโตรเจน วิธีการนี้จะทำให้แก๊สถูกขับออกไปจากระบบในที่สุด



ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด (ชุดควบคุมและชุดทดลอง)

หมายเลข 1 คือ บ่อทดลอง (ชุดทดลอง)

หมายเลข 2 คือ บ่อทดลอง (ชุดควบคุม)

หมายเลข 3 คือ บ่อบำบัด*ไนตริฟิเคชัน* (ชุดทดลอง)

หมายเลข 4 คือ บ่อบำบัด*ไนตริฟิเคชัน* (ชุดควบคุม)

หมายเลข 5 คือ ท่อ (คอลัมน์) สำหรับลดออกซิเจน (ชุดทดลอง)

หมายเลข 6 คือ ท่อ (คอลัมน์) สำหรับบำบัดไนเตรทออกไปจากระบบ หรือ *ดีไนตริฟิเคชัน* (ชุดทดลอง)

หมายเลข 7 คือ ถังไนโตรเจนเหลวสำหรับเติมลงในท่อ (5)

หมายเลข 8 คือ ขวดเก็บเมทานอลสำหรับเติมลงในท่อ (6)

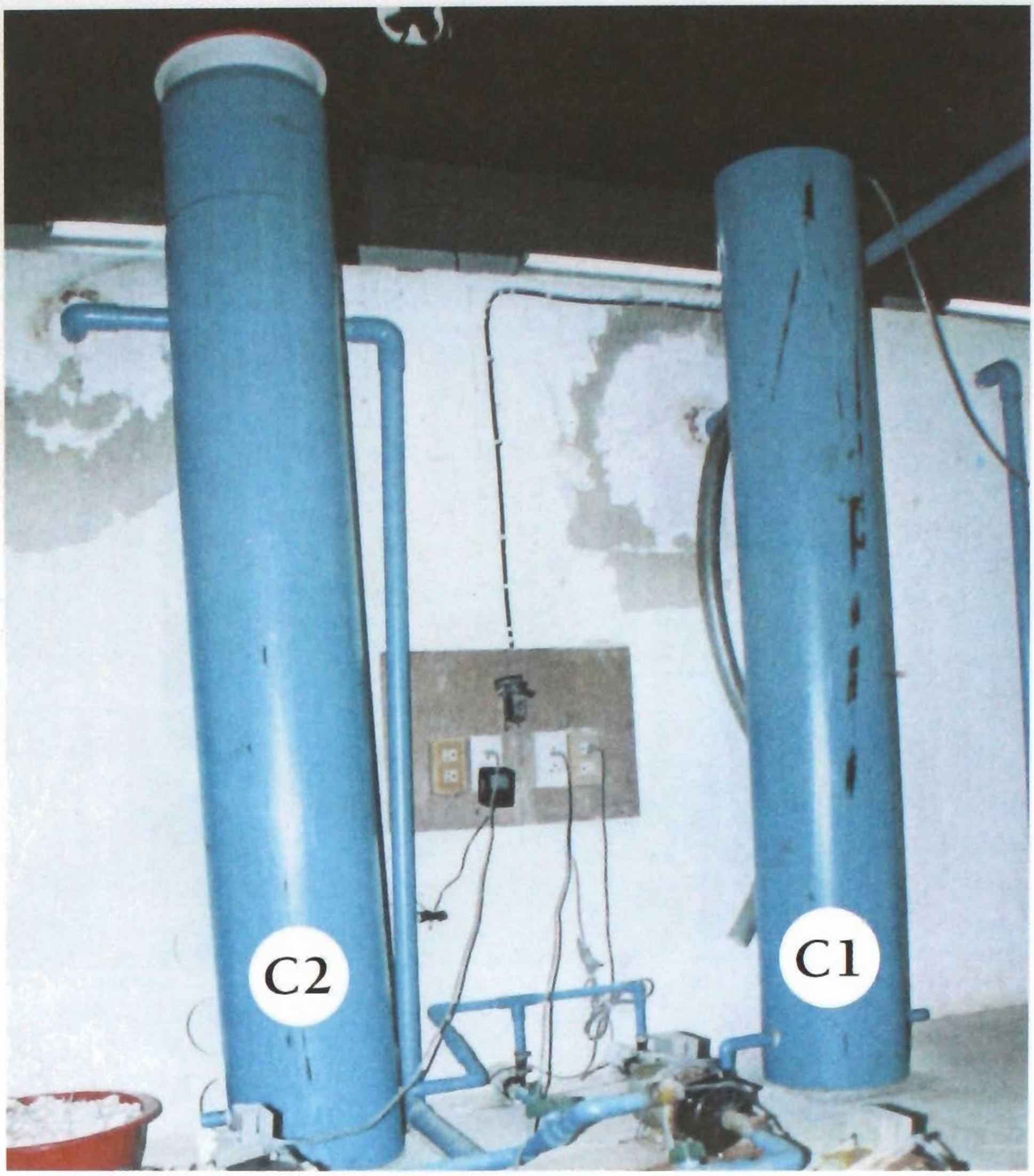
หมายเลข 9, 10 คือ ท่อน้ำเชื่อมระหว่างบ่อทดลองและบ่อบำบัด

หมายเลข 11 คือ อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ

400 วันไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำ

MBRU ได้สร้างบ่อทดลองที่มีระบบบ่อกรองทางชีวภาพเป็นบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งรูปกลมขนาดความจุน้ำ 10,000 ลิตร เชื่อมกับบ่อบำบัดไนตริฟิเคชันที่มีวัสดุเกาะเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์เพื่อให้แบคทีเรียเกาะและมีการให้อากาศอย่างแรง แบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำตามธรรมชาติในสภาวะที่มีออกซิเจน (aerobic) จะเป็นตัวการสำคัญในการกำจัดแอมโมเนียและไนไตรท์ นอกจากนี้ทีมงานยังได้เพิ่มส่วนบำบัดที่มีระบบดีไนตริฟิเคชันซึ่งมีความซับซ้อนกว่าเข้าไปด้วย เพราะต้องมีระบบที่จะลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำให้ลดลงเข้าใกล้สภาวะไร้ออกซิเจน (ต่ำกว่า 1.5 mg O_2/L) และต้องมีการเสริมแหล่งของคาร์บอนเพื่อให้แบคทีเรียกลุ่มดีไนตริฟาย (denitrifying bacteria) นำไปใช้ในการเจริญด้วย ดังนั้นสิ่งที่ยาก

เทคโนโลยีชีวภาพกับกุ้งไทย



ลักษณะการติดตั้งระบบกรองทางชีวภาพในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน

C1 คือ **คอลัมน์ลดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ**

C2 คือ **คอลัมน์ที่บรรจุวัสดุตรึงสำหรับการเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นแก๊สไนโตรเจน (ดีไนตริฟายอิ้ง) ของแบคทีเรีย**

ในระบบดีไนตริฟิเคชันคือ การที่จะทำให้ระบบอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน หรือที่เรียกกันว่า แอแนโรบิค (anaerobic) ซึ่งในปัจจุบันใช้วิธีการเป่าแก๊สไนโตรเจนลงไปในส่วนต้นของระบบ เพื่อให้ไนโตรเจนไปไล่ออกซิเจนในน้ำออก ทำให้ปริมาณออกซิเจนต่ำลงจนเข้าใกล้ศูนย์ จากนั้นแบคทีเรียกลุ่มดีไนตริฟายที่อยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนจะเปลี่ยนไนเตรทเป็นแก๊สไนโตรเจน

ระบบดีไนตริฟิเคชันที่ได้สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นท่อ (หรือคอลัมน์) 2 ท่อ วางในแนวตั้งที่ต่อจากบ่อกรองระบบไนตริฟิเคชัน โดยน้ำที่ผ่านเข้าสู่คอลัมน์แรกจะได้รับการเป่า

แก๊สไนโตรเจนตลอดเวลา เมื่อน้ำไหลผ่านไปยังคอลัมน์ที่สองซึ่งอยู่ติดกัน แบคทีเรียกลุ่มดีไนตริฟายก็จะทำหน้าที่กำจัดไนเตรทโดยเปลี่ยนไปเป็นแก๊สไนโตรเจน ระบบนี้ช่วยให้สามารถหมุนเวียนน้ำสำหรับใช้เลี้ยงกุ้งได้ยาวนานขึ้นกว่าระบบที่มีบ่อบำบัดไนตริฟิเคชันเพียงอย่างเดียวอีกหลายเท่าตัว จากผลการทดลองที่ผ่านมาก็แสดงให้เห็นว่าระบบที่ทาง MBRU สร้างขึ้นนี้สามารถหมุนเวียนน้ำให้มีคุณภาพน้ำเหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งได้นานกว่า 1 ปี หรือมากกว่า 400 วันโดยไม่ต้องมีการถ่ายและเติมน้ำทะเลเพิ่มเติมอีกเลย

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลของการทดลองระบบดีไนตริฟิเคชันที่กล่าวมาข้างต้นจะได้ผลดี แต่การลดปริมาณออกซิเจนโดยเป่าแก๊สไนโตรเจนลงในน้ำ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของระบบสูงมากจนอาจมองได้ว่าไม่คุ้มทุน ดังนั้นคณะนักวิจัยของ MBRU จึงได้พยายามพัฒนาระบบดีไนตริฟิเคชันขึ้นมาใหม่ เพื่อให้สามารถลดออกซิเจนได้โดยไม่ต้องมีการเป่าแก๊สไนโตรเจน ระบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้จะสามารถลดปริมาณไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีค่าใช้จ่ายต่ำและยังง่ายต่อการสร้างและการใช้งาน ซึ่งคณะนักวิจัยจะได้มีการทดลองใช้งานในระบบการเลี้ยงกุ้งในงานวิจัยที่จะได้ดำเนินการต่อไปในอนาคต

สาหร่ายทะเลกับการเลี้ยงกุ้ง

นอกเหนือไปจากระบบบำบัดโดยแบคทีเรียแล้ว MBRU ยังได้ศึกษาการใช้สาหร่ายมาช่วยบำบัดคุณภาพน้ำ เนื่องจากสาหร่ายจะดูดธาตุอาหารจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมาใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงมีผู้สนใจทดลองใช้สาหร่ายทะเลช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมาเป็นเวลานานแล้ว แต่เกือบทั้งหมดเป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นที่ไม่ได้มีการเก็บข้อมูลอย่างเพียงพอ นักวิจัยของ MBRU จึงได้ทำการศึกษาลึกลงไปในเรื่องของสรีรวิทยาการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และอัตราการนำไนโตรเจนเข้าสู่เซลล์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสาหร่ายสองชนิดที่นิยมใช้ในระบบบำบัดของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคือ สาหร่ายหนาม (*Acanthophora specifera*) และสาหร่ายเม็ดพริกไทยหรือสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*) ต้องการแสงที่ระดับความเข้มแสงประมาณหนึ่งในสี่ของความเข้มแสงแดดสูงสุดในเวลาเที่ยงวัน เพื่อให้เกิดการสังเคราะห์แสงสูงสุด ดังนั้นบ่อบำบัดที่ใช้สาหร่ายจึงควรมีการกรองแสงบางส่วนออกบ้าง

นอกจากนี้จากการศึกษาจลนพลศาสตร์ (kinetics) ในการนำสารอาหาร

ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียและไนเตรทเข้าสู่เซลล์ของสาหร่าย ทำให้สามารถประมาณค่าอัตราการนำเข้าสูงสุดและอัตราการนำเข้าที่ความเข้มข้นของไนโตรเจนต่างๆ มาใช้ในการออกแบบระบบบำบัดที่ใช้สาหร่ายให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถคำนวณปริมาณสาหร่ายและขนาดบ่อสาหร่ายให้เหมาะสมกับปริมาณของน้ำที่จะทำการบำบัด นอกจากนี้ผลผลิตสาหร่ายที่ได้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น ใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อหรือแม้กระทั่งนำมาหมักเป็นปุ๋ยได้อีกด้วย

เนื่องจากตระหนักถึงความจำเป็นของเทคโนโลยีการจัดการบ่อกุ้ง ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ จึงได้สนับสนุนโครงการวิจัยเรื่อง "การจัดการและกำจัดพิษของสารที่เกิดจากการเน่าสลายของสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล" โครงการนี้ดำเนินการวิจัยโดยรองศาสตราจารย์ ดร. ยนต์ มุสิก และคณะวิจัย จากคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การวิจัยครอบคลุมตั้งแต่การศึกษาการสะสมของสารอินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นบ่อ จนถึงการศึกษาวิธีการจัดการสารอินทรีย์และสารพิษที่เกิดจากการเน่าสลายของสารอินทรีย์

สารอินทรีย์ตกค้างคือปัญหาใหญ่

ปัญหาใหญ่ประการหนึ่งของการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลก็คือ ความเสื่อมโทรมของแหล่งเลี้ยงกุ้ง ทำให้พื้นที่เหล่านี้ไม่สามารถเลี้ยงกุ้งได้อีกต่อไป โดยเฉพาะการที่กุ้งตายยกบ่อในช่วงการเลี้ยง ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายด้านผลผลิตกุ้งอย่างรุนแรง ปัญหานี้นอกจากเกิดจากการระบาดของโรคกุ้งแล้ว ปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในบ่อยังเป็นสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้กุ้งเลี้ยงตายยกบ่อ

แม้ว่าที่ผ่านมาจะมีการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพน้ำในบริเวณแหล่งเลี้ยงเหล่านี้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ก็ได้ชี้ให้เห็นประเด็นปัญหาต่างๆ และได้มีการพัฒนาวิธีการจัดการคุณภาพน้ำเพื่อให้ได้คุณภาพน้ำในระดับที่เหมาะสมแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง ทำให้ต้องใช้อัตราอาหารในการเลี้ยงต่อพื้นที่สูง ส่งผลให้เมื่อคำนวณจากอัตราแลกเนื้อพบว่ามีสารอินทรีย์จำนวนมากที่ยังตกค้างอยู่ในระบบ ซึ่งอาจสะสมอยู่ที่ดินพื้นบ่อ ในแหล่งน้ำข้างเคียง หรือแม้แต่ในบ่อเลี้ยงกุ้ง อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ส่งผลต่อกุ้งที่เลี้ยงได้

แก้ได้ด้วยการจัดการบ่อที่มีประสิทธิภาพ

คณะวิจัยจึงได้เก็บตัวอย่างดินและน้ำจากบ่อเลี้ยงทั้งหมด 60 บ่อ โดยเป็นบ่อที่ยังมีการเลี้ยงกุ้งอยู่ 30 บ่อ (บ่อกุ้งอายุ 5 ปี 6 ปี และ 7 ปี กลุ่มละ 10 บ่อ) และบ่อที่ไม่สามารถเลี้ยงกุ้งได้แล้วหรือบ่อกุ้งร้าง 30 บ่อ (บ่อร้าง 3 ปี 5 ปี และ 6 ปี กลุ่มละ 10 บ่อ) เพื่อเก็บข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแหล่งเลี้ยงกุ้ง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าปัญหาที่ทำให้พื้นที่เลี้ยงกุ้งเก่าจำนวนมากไม่สามารถให้ผลผลิตได้อีกต่อไป น่าจะมาจากสาเหตุหลักคือ การขาดการจัดการที่ดีเกี่ยวกับสารอินทรีย์ในบ่อ ทำให้มีการสะสมสารอินทรีย์ในดินพื้นบ่อ และส่งผลให้คุณภาพน้ำเกิดความเป็นพิษจากสารอินทรีย์ที่เน่าสลาย (toxic metabolites) หรือทำให้กุ้งที่เลี้ยงอ่อนแอในสภาวะที่มีการแพร่ระบาดของโรค จนทำให้กุ้งตายยกบ่อ ทั้งนี้จากข้อมูลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างดินพื้นบ่อกุ้งร้างและดินเดิม พบว่าร้อยละ 90-100 ของบ่อเลี้ยงกุ้งที่ถูกทิ้งร้างมาเป็นระยะเวลา 3-6 ปี ยังมีค่า BOD ในระดับที่สูงกว่าดินเดิม และร้อยละ 80-100 ของบ่อกุ้งร้างมีปริมาณสารอินทรีย์สูงกว่าที่พบใน

ดินเดิม นอกจากนี้ในบ่อร้างส่วนใหญ่ยังพบการสะสมของเหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โปแตสเซียมและแคลเซียมมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณฟอสฟอรัส (available phosphorus) และโซเดียมลดลง อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแร่ธาตุที่พบในดินบริเวณนี้ส่วนใหญ่ยังอยู่ในช่วงปกติ

ขณะเดียวกันจากการวิเคราะห์ดินพื้นบ่อส่วนใหญ่ที่ยังคงมีการเลี้ยงกุ้งอยู่ ก็พบการสะสมของสารอินทรีย์เช่นกัน ซึ่งหมายความว่าบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำเหล่านี้ยังมีปัญหาในการจัดการบ่อที่มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอที่จะป้องกันการสะสมของสารอินทรีย์ได้ อย่างไรก็ดี ยังมีบ่อเลี้ยงกุ้งบางส่วน (ร้อยละ 20-30) ที่ปริมาณสารอินทรีย์ในดินไม่เพิ่มขึ้นและบางบ่อก็ลดต่ำลงกว่าระดับที่พบในดินเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าสามารถทำการจัดการบ่อเลี้ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะสามารถป้องกันการสะสมของสารอินทรีย์บริเวณพื้นบ่อได้

ความสัมพันธ์ของการจัดการบ่อกับอาหารกุ้ง

นอกจากนี้ในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารและคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำยังชี้ให้เห็นว่า การจัดการบ่อมีอิทธิพลมากต่อความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารที่ให้สะสม กับคุณภาพน้ำและการเน่าสลายของสารอินทรีย์ในบ่อ โดยในฟาร์มที่มีการจัดการอย่างจริงจัง ได้แก่ การเริ่มให้อากาศตั้งแต่ปล่อยกุ้ง เริ่มถ่ายเปลี่ยนน้ำตั้งแต่เดือนที่สองและมีความถี่และปริมาณการถ่ายเปลี่ยนน้ำสูง (2-4 ครั้ง/สัปดาห์ ปริมาณร้อยละ 10-25) เช่น กรณีของฟาร์มในจังหวัดสตูล ปรากฏว่าปริมาณอาหารที่ให้ถึงแม้มีการสะสมเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนไตรท์และไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำมีการสะสมเพิ่มขึ้น และถึงแม้การเพิ่มขึ้นของปริมาณอาหารที่ให้สะสมจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนและ

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ โดยทำให้ออกซิเจนลดปริมาณลงและเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ แต่ถ้ามีการจัดการบ่อกุ้งอย่างจริงจัง ก็จะสามารถควบคุมผลที่อาจมีต่อกุ้งที่เลี้ยงอันเนื่องมาจากความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำที่เกิดจากการเน่าสลายของสารอินทรีย์ในบ่อได้ ในขณะเดียวกันฟาร์มที่มีการจัดการบ่อกุ้งในระดับที่น้อยกว่า เช่น ในกรณีของฟาร์มในจังหวัดพังงา ซึ่งเริ่มให้อากาศและถ่ายเปลี่ยนน้ำตั้งแต่เดือนที่สาม (ถ่ายเปลี่ยนน้ำ 2-3 ครั้ง/สัปดาห์ ปริมาณร้อยละ 20-30) การเพิ่มขึ้นของปริมาณอาหารที่ให้สะสมจะแสดงอิทธิพลชัดเจนต่อการเพิ่มปริมาณการสะสมของแอมโมเนียไนไตรท์ และคาร์บอน-ไดออกไซด์ในน้ำ เช่นเดียวกับฟาร์มที่จังหวัดจันทบุรี ซึ่งเริ่มให้อากาศตั้งแต่เดือนที่สอง และเริ่มถ่ายเปลี่ยนน้ำตั้งแต่เดือนที่สาม (ถ่ายเปลี่ยน 1 ครั้ง/ สัปดาห์ ปริมาณร้อยละ 20-30)

ที่น่าสนใจคือข้อมูลจากการศึกษาในฟาร์มเลี้ยงกุ้งที่จังหวัดระยอง ซึ่งจะเริ่มให้อากาศและถ่ายเปลี่ยนน้ำตั้งแต่เดือนที่สาม แต่กุ้งที่เลี้ยงส่วนใหญ่ตายภายในระยะเวลาสองเดือนแรกที่ยังไม่มีการให้อากาศและถ่ายเปลี่ยนน้ำ เดิมเคยเข้าใจกันว่าเกิดจากโรคระบาด แต่จากการศึกษาข้อมูลโดยละเอียดพบว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงต่ำกว่าระดับ 5 มิลลิกรัม/ลิตร ภายในระยะเวลาสั้นๆ และมีการสะสมของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำในปริมาณสูงจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อกุ้งภายในระยะเวลาไม่กี่สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงมีการค้นพบว่าสาเหตุหลักของการตายของกุ้งเกิดจากความเป็นพิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไม่ใช่เกิดจากโรคระบาดที่มาจากเชื้อไวรัสอย่างที่เข้าใจกัน ปัญหากุ้งตายยกบ่อภายในระยะเวลาสองเดือนแรกของการเลี้ยงจะพบมากในบ่อเก่าที่เลี้ยงกุ้งมาแล้ว 3-4 ปีขึ้นไป

ดังนั้นหากมีการจัดการบ่ออย่างมีประสิทธิภาพแล้ว นอกจากจะลดปริมาณการเน่าสลายของสารอินทรีย์ในบ่อที่เกิดจากการสะสมของปริมาณอาหารที่ให้แล้ว หากมีการจัดการบ่อเลี้ยงกุ้งเพิ่มมากขึ้น จะยิ่งทำให้ปริมาณการเน่าสลายของสารอินทรีย์ในบ่อมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง นอกจากนี้ เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งที่ยังไม่ได้เริ่มการจัดการบ่อกุ้งในระยะเวลาสองเดือนแรกโดยคิดว่าคุณภาพน้ำยังดีอยู่นั้น ไม่น่าจะเป็นแนวทางการจัดการที่ถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบ่อเก่าที่มีการสะสมสารอินทรีย์ที่พื้นบ่อ เกษตรกรจึงควรให้ความสนใจในเรื่องนี้กันอย่างจริงจัง

การจัดการบ่อที่ดีเป็นอย่างไร?

ปัจจุบันยังไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าการจัดการบ่อที่ดีต้องทำอย่างไรบ้าง แต่สิ่งหนึ่งที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางคือ ความสำคัญของการให้อากาศในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะนอกจากจะเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้แก่น้ำแล้ว ยังมีประโยชน์เป็นอย่างมากในการปรับคุณภาพน้ำและดินในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยจะช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ป้องกันการเกิดสารพิษ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย เร่งการสลายตัวและลดการสะสมของสารอินทรีย์ และหากมีการติดตั้งระบบที่เหมาะสม ก็จะช่วยในการเคลื่อนย้ายหรือแขวนลอยตะกอนเลนในบ่อกุ้ง เพราะฉะนั้นการปรับใช้ระบบการให้อากาศจึงน่าจะเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถจัดการกับสารอินทรีย์และสารพิษที่เกิดจากการเน่าสลายของสารอินทรีย์ในระบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในระบบปิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สารเคมีและจุลินทรีย์มีความจำเป็นต่อการเลี้ยงกุ้งจริงหรือ?

ปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ใช้สารเคมีและจุลินทรีย์ในการจัดการคุณภาพน้ำและดินในบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นจำนวนมาก แต่ทว่าสารเคมีและจุลินทรีย์ที่เกษตรกรได้รับคำแนะนำให้ใช้เพื่อลดปริมาณสารพิษที่เกิดจากการเน่าสลายของสารอินทรีย์นั้นได้ผลจริงหรือไม่ ยังไม่มีคำยืนยันที่แน่ชัด ดังนั้นคณะวิจัยจึงได้ทำการทดลองในเรื่องนี้เพิ่มเติม โดยดำเนินการทดลองในบ่อคอนกรีตขนาดความจุ 5 ลูกบาศก์เมตร ระดับน้ำลึก 1 เมตร ปูพื้นด้วยดินหนา 15 เซนติเมตร หลังจากนั้นปล่อยกุ้งกุลาดำขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 9.4 และ 12.9 กรัม ระยะเวลาทดลอง 6 สัปดาห์ โดยทดสอบกับสารเคมี 7 ชนิด และจุลินทรีย์ 2 ชนิด

จากการทดลองโดยใช้ปูนขาวหว่านพื้นบ่อในอัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ ในบ่อที่มีดินปกติ การใช้ซีโอไลท์ชนิด mordenites ในอัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ โดยใส่ 15 วัน/ครั้ง การใส่ปุ๋ยฟอสเฟต (0-46-0) ในอัตรา 0.64 กิโลกรัม/ไร่ สัปดาห์ละครั้ง การใส่แคลเซียม-เปอร์ออกไซด์ในอัตรา 5 กรัม/ตารางเมตร ทุกๆ 2 สัปดาห์ การใส่เฟอรัสออกไซด์ในอัตรา 1 กิโลกรัม/ตารางเมตร ก่อนเริ่มปล่อยกุ้ง การใช้แบคทีเรียชนิดผง (แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus*) แบคทีเรียชนิดน้ำ (แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* และกลุ่มดีไนตริฟาย) พบว่าไม่มีผลต่อสารพิษที่เกิดจากการเน่าสลายของสารอินทรีย์ ยกเว้นกรณีของซีโอไลท์ซึ่งสามารถลดปริมาณแอมโมเนียลงได้ในช่วง 8-10 วันแรกของการเลี้ยง และการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตที่ทำให้แพลงก์ตอนพืชแพร่พันธุ์ได้เร็วและช่วยลดปริมาณแอมโมเนียได้ แต่ก็ได้ผลดีเฉพาะในช่วงแรกๆ เท่านั้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการใช้สารเคมีและจุลินทรีย์ทุกชนิดที่อ้างมาข้างต้นไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งกุลาดำ และการใส่คอปเปอร์ซัลเฟตและโปแตสเซียม-ไรซีโนลีเอทในอัตรา 2 มิลลิกรัม/ลิตร ทุกๆ 2 สัปดาห์ก็ไม่มีผลในการควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว จึงไม่มีผลต่อกุ้งที่เลี้ยงเช่นเดียวกัน

สรุป

การสนับสนุนให้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นสิ่งที่จำเป็นและคุ้มค่าต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทของศูนย์พันธุ-วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโยโลยีแห่งชาติ ในการดำเนินการและให้การสนับสนุนการวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพของกุ้ง ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาเพื่อป้องกันโรคระบาดในกุ้ง หรือเทคโนโลยีการจัดการบ่อกุ้ง ทั้งนี้เพื่อให้การเลี้ยง “กุ้งกุลาดำ” ในประเทศไทยมีประสิทธิภาพและคุณภาพเพิ่มมากขึ้น โดยที่การวิจัยในเรื่องกุ้งนี้ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน

และบทพิสูจน์หนึ่งที่เห็นได้อย่างชัดเจนก็คือ ในวันนี้ประเทศไทยยังคงสามารถครองตำแหน่งแชมป์ผู้ส่งออก “กุ้งกุลาดำ” ไว้มากที่สุดในโลกได้นั่นเอง

ศูนย์บริการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STKS)

วันที่ยืม	กำหนดคืน
12 ม.ค. 2553	26 ม.ค 2553