

ผลของ Extracellular Polymeric Substances (EPS) ต่อการลดระยะเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัด
ไนโตรเจนของระบบการเพาะเลี้ยงกุ้งขาว

The Effects of Extracellular Polymeric Substances (EPS) on Activation Time for Nitrogen
Treatment of the White Shrimp Culture System.

จารูวรรณ อินทรวัดนา (Jarawan Indrawattana)* ดร.วิมลศิริ ปรีดาสวัสดิ์ (Dr.Wimolsiri Pridasawas)**

ดร.วิวัฒน์ เรืองเลิศปัญญากุล (Dr.Wiwat Ruenglerpanyakul)***

บทคัดย่อ

Extracellular Polymeric Substances (EPS) เป็นสาร โพลีเมอร์จำพวกหนึ่งที่ถูกผลิตขึ้นในระบบบำบัดของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำระบบปิด โดยเชื้อแบคทีเรียจะผลิต EPS ขึ้นเพื่อช่วยในการยึดเกาะกับตัวกลาง ทำให้ระยะเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัดส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการยึดเกาะกับตัวกลางของแบคทีเรีย งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการเติม EPS ที่สกัดจาก Bio-media ที่ผ่านการใช้งานแล้วต่อประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนในระบบบำบัดที่ใช้ Bio-media ใหม่ รวมถึงผลกระทบต่ออัตราการ และการเจริญเติบโตของกุ้งขาวนาไม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเติม EPS จาก Bio-media ที่ใช้งานแล้ว สามารถลดเวลาในการกระตุ้นของระบบบำบัดได้ 70% เนื่องจากเมื่อพิจารณาค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาอันดับศูนย์ของการบำบัดไนโตรเจน (ไนไตรท์) พบว่าเมื่อเติม EPS ร่วมกับหัวเชื้อแบคทีเรียจะมีค่าเท่ากับ 0.447 - 0.698 ppm-Nitrogen/day ในขณะที่ค่าคงที่ของชุดควบคุมที่ไม่ได้เติมทั้ง EPS หรือหัวเชื้อแบคทีเรีย และชุดควบคุมที่เติมหัวเชื้อแบคทีเรียอย่างเดียวมีค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ 0.020 และ 0.161 ppm-Nitrogen/day ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า การเติม EPS ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งขาวนาไมได้ 18% เมื่อเทียบกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 80%

ABSTRACT

Extracellular polymeric substances (EPS) are ones of biopolymers produced by bacteria. In recirculation aquaculture system (RAS), EPS acts as a binder for bacteria to immobilize themselves on bio-media. Hence, this research aimed to study the effects of adding EPS extract from used bio-media on the efficiency of nitrogen treatment and the activation time of the treatment system, while considered the effects of the shrimp growth. The results showed that the 0.5% (v/v) EPS from used bio-media could reduce activation time about 70%. The reaction rate constant of nitrogen removal increased from 0.020 (control set w/o EPS nor bacteria) or 0.161 (control set with bacteria only) to 0.409 – 0.698 ppm-Nitrogen/day. The addition EPS also increased the shrimp growth rate by 18% at 80% CI ($p < 0.20$).

คำสำคัญ: สารโพลีเมอร์ การเพาะเลี้ยงระบบปิด กุ้งขาวนาไม

Key Words: Extracellular Polymeric Substances (EPS), Recirculation Aquaculture System, Shrimp

*นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

***รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทนำ

ในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมมักประสบปัญหาการสะสมของไนโตรเจนในบ่อเพาะเลี้ยง โดยพบว่าไนโตรเจนเกือบทั้งหมดมาจากอาหารที่ให้กุ้งที่ตกค้างเป็นเศษอาหาร และขี้กุ้งที่บริเวณก้นบ่อไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในบ่อจะมีการเปลี่ยนแปลงจากรูปที่สามารถเป็นอาหารของแบคทีเรีย และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Organic Nitrogen) ให้อยู่ในรูปของสารประกอบที่เป็นพิษกับกุ้ง (Ammonia และ Nitrite) (พุทธ, 2554) ซึ่งในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมในระบบปิดสามารถแก้ไขปัญหที่เกิดจาก Ammonia และ Nitrite ที่เกิดขึ้นได้ โดยอาศัยระบบบำบัดไนโตรเจน (Gerardi, et al. 2006)

การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมในระบบปิดนั้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไม และส่วนการบำบัดน้ำที่ใช้ในระหว่างการเพาะเลี้ยง ซึ่งปกติจะเป็นระบบบำบัดไนโตรเจนโดยทั่วไประบบนี้จะอาศัยเชื้อกลุ่ม Nitrifying bacteria ในการทำหน้าที่กำจัด Ammonia และ Nitrite ที่เกิดขึ้นผ่านกระบวนการ Nitrification (ดวงพร, 2545) โดยก่อนการเริ่มเพาะเลี้ยงจะต้องทำการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจนให้มีประสิทธิภาพในการกำจัด Ammonia และ Nitrite ให้ได้ตามที่กำหนด เพื่อให้ระบบบำบัดสามารถควบคุมปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการเพาะเลี้ยงได้ การกระตุ้นระบบบำบัดนี้เป็นการทำให้เชื้อ Nitrifying bacteria ยึดเกาะกับตัวกรองชีวภาพ (Bio-filter หรือ Bio-media) และมีปริมาณเพียงพอที่จะ Oxidize Ammonia และ Nitrite ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กษิธิศ, 2551) โดยทั่วไปเชื้อ Nitrifying bacteria สามารถพบได้ตามแหล่งธรรมชาติต่างทั้งในดิน และในน้ำ หรือแม้กระทั่งระบบเลี้ยงที่มีการเพาะเลี้ยงแล้วเป็นระยะเวลานาน แต่เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้เป็นเชื้อแบคทีเรียจำพวก Chemoautotrophic Bacteria ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลานานขึ้นในการเจริญเติบโตเมื่อเทียบกับจุลินทรีย์ในกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้แบคทีเรีย

กลุ่มดังกล่าวมีอัตราการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างมาก (Hagopian, et al. 1998) ดังนั้น ระยะเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัดจึงมักต้องใช้ระยะเวลาในการกระตุ้นระบบนาน (>45 วัน) ซึ่งทำให้รอบของการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมต่อปีนั้นน้อย

ในการศึกษานี้จึงมีแนวคิดเกี่ยวกับการลดระยะเวลาการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจนโดยอาศัยสารชีวภาพ ซึ่งจากการรายงานของ Bhasker, et al. (2005) และ Sheng, et al. (2010) ได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับ Extracellular Polymeric Substance (EPS) คือ สารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่รวมกันในลักษณะเป็นสารโพลีเมอร์จำพวกหนึ่งที่สามารถพบได้ในเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นทั้งเชื้อเดี่ยวๆ, Activated Sludge, Granular Sludge และ Biofilm ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการใช้เทคนิค Electron Microscopy EPS มีผลต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของการจับกับของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งในด้านโครงสร้าง, ประจุที่พื้นผิว, ลักษณะการตกตะกอน, คุณสมบัติการดึงน้ำออก และความสามารถในการดูดซับ การจับกันของ EPS กับเซลล์จุลินทรีย์ในลักษณะ Complex Interaction เป็นร่างแหขนาดใหญ่เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำของเซลล์ และอันตรายจากสารพิษในสิ่งแวดล้อม ส่วนหนึ่งของ EPS สามารถใช้เป็นแหล่ง Carbon หรือแหล่งพลังงานกับเชื้อจุลินทรีย์ในสภาวะที่ขาดแคลนสารอาหาร EPS ที่ถูกสร้างขึ้นอยู่บริเวณรอบๆ Cell เชื้อจุลินทรีย์ แบ่งเป็น Bound EPS (Sheaths, Capsular Polymer, Condensed Gel, Loosely Bound Polymers และ Organic Materials) และ Soluble EPS (Soluble Macromolecules, Colloids และ Slims) โดย Bound EPS เป็นส่วนของ EPS ที่อยู่ใกล้กับ cell ในขณะที่ Soluble EPS เป็นส่วนของ EPS ที่มีการยึดเกาะกันอย่างอ่อนๆกับ Cell หรือที่ละลายอยู่ในสารละลายได้ (Czaczyk, et al. 2007)

และจากผลการศึกษาวิจัยของ Run-lan, et al. (2011) ในเรื่องผลกระทบของ EPS ต่อการยึดเกาะของเชื้อแบคทีเรีย *Acidithiobacillus ferrooxidans* บนพื้นผิวของ chalcopyrite และ pyrite พบว่า EPS มีส่วนสำคัญ

ในการยึดเกาะบนพื้นผิวของเชื้อแบคทีเรีย การที่แบคทีเรียสูญเสีย EPS ไปจะทำให้เสียคุณสมบัติในการยึดเกาะไปด้วย และการเพิ่มปริมาณ EPS ยังช่วยให้เชื้อสามารถยึดเกาะได้มากขึ้นด้วย โดยวิธีการสกัด EPS แบ่งออกเป็น 3 วิธีหลัก ได้แก่ วิธีทางกายภาพ (Physical Method), วิธีการทางเคมี (Chemical Method) และวิธีการผสมระหว่างกายภาพ และเคมี (Physical-Chemical Method) (Comte, et al. 2006) แต่เนื่องจากการสกัด EPS ด้วยวิธีทางกายภาพจะไม่พบการปนเปื้อนของสารเคมีซึ่งสะดวกต่อการนำไปใช้ในงานวิจัยต่อไป ดังนั้นจึงได้เลือกการสกัด EPS ด้วยวิธีทางกายภาพ (Liang, et al. 2010) ในการดำเนินงานวิจัยนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

ศึกษาความเป็นไปได้ที่จะลดระยะเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจนที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาววามาไมโดยใช้ Extracellular Polymeric Substances (EPS) เพื่อให้เชื้อ Nitrifying Bacteria สามารถยึดเกาะกับตัวกรองชีวภาพ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดได้เร็วขึ้นกว่าการกระตุ้นโดยวิธีตามธรรมชาติ

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้แบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน โดยการทดลองขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาผลการใช้ Extracellular Polymeric Substance (EPS) จาก Bio-Media ที่ใช้แล้ว ในการเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของเชื้อ Nitrifying Bacteria บน Bio-media ใหม่ โดยทำการสกัด EPS จาก Bio-media ที่ใช้แล้ว (ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงกุ้งระบบปิด) ด้วยเทคนิค Ultrasonic (Model: MS-36170) และนำสารละลาย EPS ที่สกัดได้ไปแยกตะกอน และเชื้อแบคทีเรียออกโดยวิธีการปั่นเหวี่ยง และนำส่วนใสไปใช้ในการทดลอง โดยนำ Bio-media ใหม่ มาแช่ในสารละลายผสมของ EPS ที่ความเข้มข้น 100% (v/v) และ 50% (v/v) กับหัวเชื้อ Nitrifying Bacteria แช่นาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง (ตารางที่ 1) หลังจากนั้นนำ Bio-media ดังกล่าวมาล้าง EPS ส่วนเกินออก แล้วจึงนำ Bio-media มาทดสอบผลของการเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของเชื้อ Nitrifying

BMO2-3

Bacteria บน Bio-media ใหม่ โดยคำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจน

ตารางที่ 1: การใช้ EPS จาก Bio-media ที่ใช้แล้ว เพื่อเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของเชื้อ Nitrifying Bacteria บน Bio-media ใหม่

ชุดทดลอง	รายละเอียด			
	Nitrifying bacteria	EPS	น้ำความเค็ม 15 ppt	เวลาแช่
Control	-	-	500 ml	24 h
NOB-only	2.5 ml	-	500 ml	24 h
EPS-only	-	500 ml	-	24 h
NOB+EPS-24h	2.5 ml	500 ml	-	24 h
NOB+EPS/2-24h	2.5 ml	250 ml	250 ml	24 h
NOB+EPS-48h	2.5 ml	500 ml	-	48 h
NOB+EPS/2-48h	2.5 ml	250 ml	250 ml	48 h
NOB+EPS-72 h	2.5 ml	500 ml	-	72 h
NOB+EPS/2-72h	2.5 ml	250 ml	250 ml	72 h

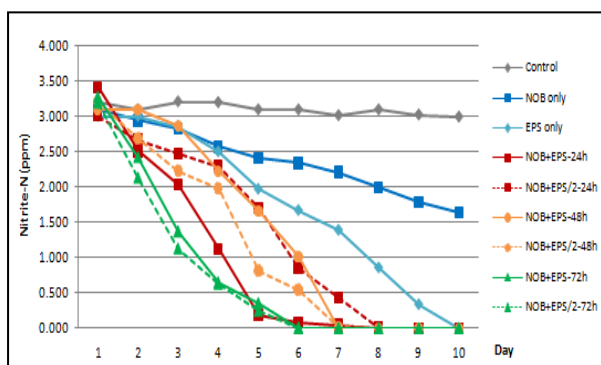
การทดลองขั้นตอนที่ 2 เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจนโดยใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria ในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาววามาไม ทำการเตรียมระบบการเพาะเลี้ยงระบบปิดหมุนเวียนน้ำ ขนาด 180L (Recirculation Aquaculture System, RAS) โดยลองที่น้ำความเค็ม 15 ppt การทดลองแบ่งเป็น 2 ชุด ดังตารางที่ 2 ทำการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจนด้วย Ammonia Chloride และ Sodium Nitrite เมื่อระบบบำบัดสามารถลด Nitrite-N ได้เท่ากับศูนย์แล้วจึงลงกุ้งขาววามาไม (ลูกกุ้งขาววามาไมจากบริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)) ขนาด 1 g ความหนาแน่น 180 pcs./m³ ทำการเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นระยะเวลา 60 วัน เปรียบเทียบผลการทดลองด้านระยะเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจน และด้านผลผลิตที่ได้หลังจากการเพาะเลี้ยงระหว่างชุดทดลอง

ตารางที่ 2: การศึกษาประสิทธิภาพในการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจนโดยใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria ในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไม

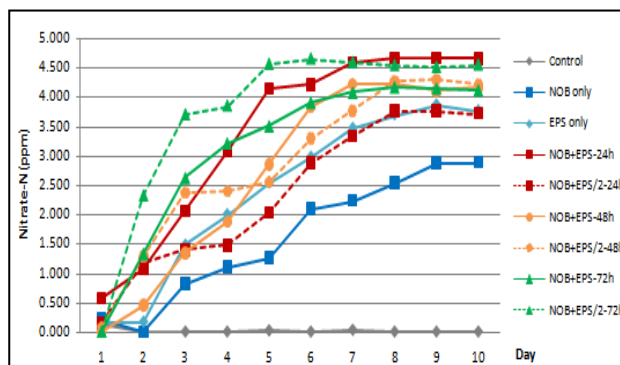
ชุดทดลอง (n=4)	รายละเอียด
NOB-1	เติมเชื้อ Nitrifying Bacteria จนความเข้มข้นของเชื้อในถัง Bio-media เป็น 0.5% (v/v)
NOB +EPS-1	เติมเชื้อ Nitrifying Bacteria จนความเข้มข้นของเชื้อในถัง Bio-media เป็น 0.5% (v/v) และเติม EPS 5 L ในถัง Bio-media

ผลการวิจัย

จากผลการทดลองขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาผลการใช้ Extracellular Polymeric Substance (EPS) จาก Bio-media ที่ใช้แล้ว ในการเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของเชื้อ Nitrifying Bacteria บน Bio-media ใหม่ พบว่าเมื่อพิจารณาจากการลดลงของค่า Nitrite-N (รูปที่ 1) และการเพิ่มขึ้นของ Nitrate-N (รูปที่ 2) แสดงว่าเกิดกระบวนการ Nitrification ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของเชื้อ Nitrifying Bacteria โดยชุดทดลองที่มีใช้ทั้ง EPS ผสมเชื้อ Nitrifying Bacteria สามารถลด Nitrite-N ได้ภายในระยะเวลา 6-8 วัน ซึ่งน้อยกว่าชุดทดลองที่ใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria เพียงอย่างเดียว (> 10 วัน) และชุดทดลองที่ใช้ EPS เพียงอย่างเดียว (10 วัน) ดังตารางที่ 3



รูปที่ 1: ความเข้มข้นของ Nitrite-N ในแต่ละชุดทดลอง



รูปที่ 2: ความเข้มข้นของ Nitrate-N ในแต่ละชุดทดลอง

ตารางที่ 3: ระยะเวลาที่ใช้ในการลด Nitrite-N, ค่า k และค่า R² จากปฏิกิริยาอันดับศูนย์ของแต่ละชุดการทดลอง

ชุดทดลอง	ระยะเวลาที่ใช้ลด NO ₂ ⁻ -N	ค่า k	ค่า R ²
Control	>10 วัน	0.020	0.652
NOB only	>10 วัน	0.161	0.992
EPS only	10 วัน	0.409	0.994
NOB+EPS-24h	7 วัน	0.698	0.975
NOB+EPS/2-24h	8 วัน	0.447	0.959
NOB+EPS-48h	7 วัน	0.616	0.969
NOB+EPS/2-48h	7 วัน	0.546	0.976
NOB+EPS-72h	6 วัน	0.663	0.949
NOB+EPS/2-72h	6 วัน	0.630	0.929

เมื่อพิจารณารูปที่ 1 พบว่ากราฟการลดลงของ Nitrite-N มีลักษณะเป็นเส้นตรงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งตรงกับลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (Zero order reaction) ทำให้สามารถคำนวณค่า $-k$ ได้จากการหาความชันของเส้นตรงของกราฟนั้น ซึ่งค่า k ที่ได้จะเป็นค่าคงที่ของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ตามตารางที่ 3 จากผลการทดลองพบว่าชุดทดลองที่ทำการแช่ EPS ผสมเชื้อ Nitrifying Bacteria จะมีค่า k อยู่ในช่วง 0.447 – 0.698 ซึ่งมากกว่าชุดทดลองที่แช่เฉพาะ EPS เพียงอย่างเดียว ($k = 0.409$) และชุดที่แช่เชื้อ Nitrifying

Bacteria เพียงอย่างเดียว ($k = 0.161$) และเมื่อพิจารณาชุดทดลองที่ใส่ใน EPS 50% ผสมเชื้อ Nitrifying Bacteria จะพบว่าระยะเวลาที่เพิ่มผลต่อค่า k โดยเมื่อเข้มข้นขึ้นจะส่งผลทำให้ค่า k สูงขึ้น

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าคงที่ของอัตราการเกิดปฏิกิริยาอันดับศูนย์มีค่าสูงขึ้น เมื่อเติม EPS ซึ่งหมายถึงการกำจัด Nitrite-N โดยเชื้อ Nitrifying Bacteria สามารถเกิดได้เร็วขึ้น

ผลการทดลองขั้นตอนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพในการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจนโดยใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria ในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไม พบว่าชุดทดลองที่มีการใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria ในการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจนนั้น จะทำให้ระยะเวลาในการกระตุ้นระบบสั้นกว่าชุดทดลองที่ใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังตารางที่ 4 โดยชุดที่มีการใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria จะใช้ระยะเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัด 5 วัน ในขณะที่ชุดที่ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria เพียงอย่างเดียว จะใช้ระยะเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัด 19 วัน โดยพิจารณาจากการลด Nitrite-N จนเท่ากับศูนย์ในขั้นตอนการกระตุ้นระบบบำบัดไนโตรเจน

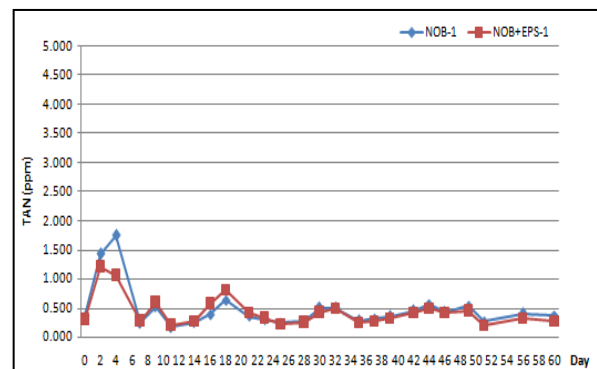
ตารางที่ 4: ระยะเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นระบบบำบัด

ไนโตรเจนของแต่ละชุดการทดลอง (ระยะเวลาที่ลด TAN และ Nitrite-N จนเท่ากับศูนย์)

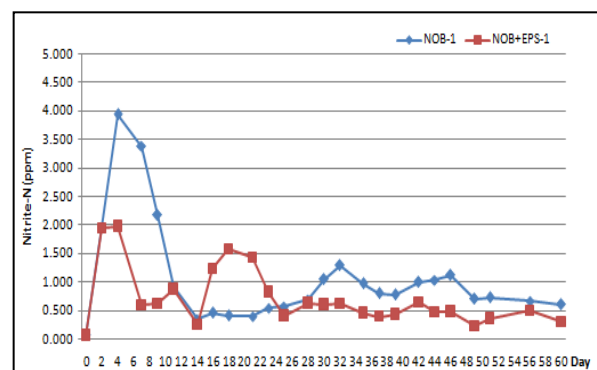
การทดลองที่	NOB-1 (วัน)		NOB+EPS-1 (วัน)	
	TAN	Nitrite-N	TAN	Nitrite-N
1	7	19	2	5
2	7	19	2	5
3	7	19	2	5
4	7	19	2	5
Mean	7	19	2	5

BMO2-5

และเมื่อทำการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมพบว่าตลอดระยะเวลาที่ทำการเพาะเลี้ยง ระบบบำบัดน้ำของชุดทดลองที่ใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria สามารถบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการเพาะเลี้ยงได้ อันได้แก่ TAN และ Nitrite-N ดีกว่าชุดทดลองที่ใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria เพียงอย่างเดียว โดยพิจารณาจากค่า Nitrite-N ในรูปที่ 4 ชุดที่ใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria เพียงอย่างเดียว จะมีปริมาณ Nitrite-N ที่สูงกว่าชุดทดลองที่ใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria แต่มีช่วงวันที่ 16 – 22 ของการเพาะเลี้ยงที่ชุดทดลองที่ใช้ EPS มีค่า Nitrite-N สูงกว่าอีกชุด ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงวันดังกล่าวมีอาหารเหลือทำให้เกิดเป็น Nitrite-N สะสมอยู่ในระบบ แต่หลังจากนั้นระบบสามารถกลับมาบำบัดได้เป็นปกติ



รูปที่ 3: ความเข้มข้นของ TAN ในระหว่างเพาะเลี้ยงกุ้ง



รูปที่ 4: ความเข้มข้นของ Nitrite-N ในระหว่างเพาะเลี้ยงกุ้ง

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ในด้านผลผลิตที่ได้หลังการเพาะเลี้ยงที่ระยะเวลา 60 วัน (ตารางที่ 5) พบว่าชุดทดลองที่ใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria มีค่า %Survival Rate (%SR) มากกว่าชุดทดลองที่ใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria เพียงอย่างเดียว โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 80% (P-value > 0.20) แต่พบว่าค่า Mean Body Weight (MBW), Average Daily Gains (ADG) และ Feed Conversion Ratio (FCR) ในชุดทดลองที่ใช้ EPS ร่วมกับการใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria มีค่ามากกว่าชุดทดลองที่ใช้เชื้อ Nitrifying Bacteria เพียงอย่างเดียว โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง ที่ระดับความเชื่อมั่น 80% (P-value < 0.20)

ตารางที่ 5: ผลการเพาะเลี้ยงที่ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง
กึ่ง 60 วันของแต่ละชุดทดลอง

Treat ment	การ ทดลองที่	ที่ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง 60 วัน			
		%SR	MBW (g/pcs)	ADG (g/day)	FCR
NOB-1	1	96.97	8.13	0.12	2.73
	2	100.00	11.77	0.18	1.83
	3	78.79	11.96	0.18	2.28
	4	81.82	10.96	0.16	2.40
	Mean	89.39 ^b	10.70 ^c	0.16 ^d	2.31 ^e
	SD	-	2.29	-	-
	%CV	-	21.00	-	-
NOB+ EPS-1	1	93.94	10.17	0.15	2.25
	2	96.97	13.51	0.21	1.64
	3	93.94	12.89	0.20	1.78
	4	87.88	14.22	0.22	1.72
	Mean	93.18 ^b	12.70 ^c	0.19 ^d	1.85 ^e
	SD	-	2.07	-	-
	%CV	-	15.49	-	-

หมายเหตุ : Super script a, A, b, c, d, e และ E คือผล

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความแตกต่างทางสถิติ

การใช้ Extracellular Polymeric Substance (EPS) จาก Bio-media ที่ใช้แล้ว (ที่ได้จากระบบการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมแบบปิด) จะสามารถเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของเชื้อ Nitrifying Bacteria บน Bio-media ใหม่ได้ โดยสามารถให้ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (k) เพิ่มขึ้นจากจาก 0.020 เป็น 0.409-0.698 เมื่อใช้ EPS 100% และหากลดปริมาณการใช้ EPS ลงเหลือ 50% ระยะเวลาในการแช่ Bio-media ในสารละลายจะมีผลโดยที่ระยะเวลาการแช่ 72 ชั่วโมงจะทำให้มีค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (k) สูงกว่าชุดทดลองที่ระยะเวลาการแช่ 24 และ 48 ชั่วโมง

และเมื่อนำมาใช้ร่วมกับการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมพบว่า การใช้ Extracellular Polymeric Substance (EPS) จาก Bio-media ที่ใช้แล้ว ที่ความเข้มข้น 0.5% (v/v) สามารถเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของเชื้อ Nitrifying Bacteria บน Bio-media ใหม่ได้ โดยสามารถลดระยะเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัดได้ประมาณ 70% ของระยะเวลาที่ใช้กระตุ้นระบบแบบเดิม และผลจากการเปรียบเทียบด้านผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมพบว่า แม้ว่าเปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งที่เลี้ยงไม่แตกต่างกัน แต่ค่าพารามิเตอร์อื่นๆ เช่น ADG, MBW และ FCR ของชุดทดลองที่เติม Extracellular Polymeric Substance (EPS) จะมีสูงกว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 80% ดังนั้น การเติม Extracellular Polymeric Substance (EPS) นอกจากจะช่วยลดเวลาในการกระตุ้นระบบบำบัดแล้วยังส่งผลให้กุ้งมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากระบบที่ใช้ Extracellular Polymeric Substance (EPS) สามารถบำบัดและควบคุมการเกิด TAN และ Nitrite-N ได้ดีกว่าระบบที่ไม่ได้ใช้ ซึ่งผลดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวนาไมในระบบปิดหมุนเวียนน้ำ โดยทำให้สามารถลดระยะเวลาในการเตรียมระบบบำบัดน้ำส่งผลทำให้สามารถเพิ่ม

รอบในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ และระบบบำบัดน้ำ
สามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณสำนักวิจัย
เทคโนโลยีชีวภาพ บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด
(มหาชน) ที่ได้เอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ และสถานที่ในการ
ทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กษิตศ หนูทอง, 2551, “การบำบัดในโตรเจนในระบบ
การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบปิด (Nitrogen
Treatment in Closed – System Aquaculture)”,
วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง, ปีที่ 16, ฉบับ
ที่ 1, เดือนเมษายน 2551.
- ดวงพร คันธโชติ, 2545, “นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์”,
พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,
กรุงเทพฯ, หน้า 184-192.
- พุทธ ส่องแสงจินดา, 2554, การจัดการสารประกอบ
ในโตรเจนในฟาร์มเลี้ยงกุ้งระบบปิด, กลุ่มวิจัย
วิศวกรรมและการเพาะเลี้ยงและสิ่งแวดล้อม,
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลฝั่ง
อ่าวไทย กรมประมง.
- Bhasker, P.V. and Bhosle, N.B., 2005, “Microbial
extracellular polymeric substances in marine
biogeochemical processes”, Current science,
Vol. 88, No. 1, pp. 45-53.
- Comte, S., 2006, “Relations between extraction
protocols for activated sludge extracellular
polymeric substances (EPS) and EPS
complexation properties Part I. Comparison of
the efficiency of eight EPS extraction
methods”, Enzyme and microbial technology,
Vol 38, pp. 237-245.

BMO2-7

- Czaczyk, K., 2007, “Biosynthesis of extracellular
polymeric substances (EPS) and its role in
microbial biofilm formation”, Polish J. of
Environ. Stud, Vol. 16, No. 6, pp. 799-806.
- Gerardi, M.H., 2006, Wastewater Bacteria. ISS
Institute: United States of America, pp. 75-77.
- Hagopian, D.S., 1998, “A closer look at the
bacteriology of nitrification”, Aquaculture
engineering, Vol. 18, pp. 223-244.
- Liang, Z., 2010, “Extraction and structural
characteristics of extracellular polymeric
substances (EPS), pellets in autotrophic
nitrifying biofilm and activated sludge”,
Chemosphere, Vol. 81, pp. 626-632.
- Run-lan, YU., 2011, “Effect of EPS on adhesion of
Acidithiobacillus ferrooxidans on chalcopyrite
and pyrite mineral surfaces”, Trans.
Nonferrous Met. Soc. China, Vol. 21, pp. 407-
412.
- Sheng, GP., 2010, “Extracellular polymeric substances
(EPS) of microbial aggregates in biological
wastewater treatment systems: A review”,
Biotechnology advances, Vol. 28, pp. 882-
894.