



ผลของการใช้ไรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

ต่อการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม

Effect of Enriched *Moina* sp. with Photosynthetic Bacteria on
Nursing of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Larva

มัศฐุรา ละใบเด็น

ธวัจน์ชัย งามศิริ

ทินวุฒิ ล่องพริก

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา

งบกองทุนส่งเสริมงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562

ชื่อเรื่อง ผลของการใช้ไรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงต่อการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม
 ผู้วิจัย นางสาวมัศฐรา ละใบเดิน
 นายธวัชชัย งามศิริ
 นายทินวุฒิ ล่องพริก
 แหล่งทุน งบกองทุนส่งเสริมงานวิจัย
 พ.ศ. 2562

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณค่าทางอาหารของไรแดงที่เสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลูกกุ้งขาวที่เลี้ยงด้วยไรแดงที่เสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลลากับอาร์ทีเมีย ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับคลอเรลล่า โดยเลี้ยงไรแดงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (1:1) เป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่าไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีผลผลิตมากที่สุด โดยมีผลผลิตเท่ากับ 13.23 ± 2.47 กรัม และมีคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีน และไขมัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณสูงสุด คือ 4.75 ± 0.85 มิลลิกรัม/กรัม การทดลองที่ 2 การศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความทนทานต่อสภาพการเครียดของลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่อนุบาลด้วยไรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสง พบว่าการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 15 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีการเจริญเติบโตด้านความยาวและอัตราการรอดตายดีที่สุด โดยมีความยาวเท่ากับ 1.43 ± 0.06 เซนติเมตร และมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 90.00 ± 5.00 เปอร์เซ็นต์ และลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียมีความทนทานต่อความเครียดได้ดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองอื่น ดังนั้นการใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงร่วมกับคลอเรลล่าในการเลี้ยงไรแดง มีแนวโน้มในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับไรแดงเพื่อนำไปใช้ออนุบาลลูกกุ้งได้

คำสำคัญ: แบคทีเรียสังเคราะห์แสง กุ้งขาวแวนนาไม ไรแดง

Title	Effects of Enriched <i>Moina</i> sp. with Photosynthetic Bacteria on Nursing of White Shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) Larva
Researcher	Miss. Matthura Labaiden Mr.Thawatchai Ngamsiri Mr.Tinnawut Longprig
Source of Fund	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
Year	2019

Abstract

The objectives of this study were evaluated the nutritional value of enriched *Moina* sp. with photosynthetic bacteria and comparison growth of white shrimp fed enriched *Moina* sp. with photosynthetic bacteria, *Chlorella* sp. and *Artemia* sp. The experiment was divided in to 2 parts. The first experiment was study of the production and nutrition value of enriched *Moina* sp. with photosynthetic bacteria, *Chlorella* sp. and photosynthetic bacteria mixed with *Chlorella* sp. (1:1) for 3 days. The results indicated that the production of *Moina* sp. was highest in cultured by using *Chlorella* sp. mixed with photosynthetic bacteria at 13.23 ± 2.47 g. The content of total proteins and total lipids were not significantly different ($p > 0.05$). Total carotenoid was highest in *Moina* sp. cultured using *Chlorella* sp. mixed with photosynthetic bacteria at 4.75 ± 0.85 mg/g. The second experiment was study on growth, survival rate and stress tolerance in enriched *Moina* sp. with photosynthetic bacteria nursing of white shrimp. The result indicated that growth rate in the length and survival rate of white shrimp fed enriched *Moina* sp. with photosynthetic bacteria mixed with *Chlorella* sp. was highest at 1.43 ± 0.06 cm and 90.00 ± 5.00 %. Stress tolerance of white shrimp fed *Artemia* sp. was highest but not significantly different with other treatments ($p > 0.05$). Consequently, cultivation of *Moina* sp. using *Chlorella* sp. mixed with photosynthetic bacteria can be applied to enhance nutrition value of *Moina* sp. for nursing of White Shrimp Larva.

Keywords: Photosynthetic Bacteria, White Shrimp, *Moina* sp.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้เป็นการดำเนินโครงการผลของการใช้โรแดงเสริมแบบคทีเรีย
สังเคราะห์แสงต่อการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม งบประมาณสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมงานวิจัย
งบประมาณ 2562 ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย 1 ปี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการ รศ.ดร.เจษฎา อีสหะระ ที่ปรึกษา
โครงการวิจัย และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างมากใน
การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจต่อไป

มัศฐุรา ละใบเต็น

ธวัณชัย งามศิริ

ทินวุฒิ ล่องพริก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กุ้งขาวแวนนาไม	4
2.1.1 การจำแนกทางอนุกรมวิธาน	4
2.1.2 ลักษณะทั่วไป	4
2.1.3 วงจรชีวิตและการสืบพันธุ์	5
2.1.4 สภาพแวดล้อมในการเลี้ยง	5
2.2 อาร์ทีเมีย	5
2.2.1 การจำแนกทางอนุกรมวิธาน	6
2.2.2 ลักษณะทั่วไป	6
2.3 ไโรแดง	7
2.3.1 การจำแนกทางอนุกรมวิธาน	7
2.3.2 รูปร่างและลักษณะของไโรแดง	7
2.3.3 อุปนิสัยการกินอาหารของไโรแดง	8
2.3.4 คุณค่าทางอาหารของไโรแดง	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	8
2.4.1 แหล่งที่อยู่อาศัยของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	9
2.4.2 คุณค่าทางอาหารของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	9
2.4.3 ประโยชน์ของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	13
3.1 วัสดุ อุปกรณ์	13
3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	13
3.2.1 การศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับคลอเรลล่า	13
3.2.2 การศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความทนทานต่อสภาพการเครียดของลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่อนุบาลด้วยไรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	15
3.3 สถานที่ทำการทดลอง	16
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย	17
4.1 การศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่ากับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	17
4.2 การศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความทนทานต่อสภาพการเครียดของลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่อนุบาลด้วยไรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	19
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	23
5.1 สรุปผลการวิจัย	23
5.2 ข้อเสนอแนะ	23
บรรณานุกรม	24
ประวัติคณะผู้วิจัย	31

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง <i>Rhodospirillum rubrum</i> กับสาหร่าย ยีสต์ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> และรา <i>Chaetomium cellulolyticum</i> (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	9
2.2 เปรียบเทียบกรดอะมิโนในเซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์แสง <i>Rhodospirillum rubrum</i> กับสาหร่าย <i>Chlorella vulgaris</i> และยีสต์ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	10
2.3 องค์ประกอบของวิตามินในเซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	11
3.1 สูตรอาหารในการเพาะเซลล์	14
3.2 สูตรอาหารในการเลี้ยงแบคทีเรียสังเคราะห์แสงปริมาณมาก	14
4.1 คุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 3 วัน	18
4.2 น้ำหนักของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน	19
4.3 ความยาวของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน	20
4.4 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน	20
4.5 ปริมาณคาร์บอนของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน	21
4.6 อัตราการรอดตายของลูกกุ้งขาวอนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน ที่ทดสอบความทนต่อสภาพความเค็มในน้ำเค็ม 30 พีพีที เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง	22
4.7 คุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งขาวด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน	22

สารบัญภาพประกอบ

ภาพ	หน้า
4.1 ผลผลิตของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่า ร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 3 วัน	17

สวพ. มทร. สุวรรณภูมิ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อาหารที่ใช้นุบาลลูกกุ้งที่สำคัญคือ อาร์ทีเมียแรกฟักที่เพาะฟักมาจากไข่อาร์ทีเมีย ปัจจุบันอาร์ทีเมียที่เก็บได้จากธรรมชาติมีปริมาณน้อยลง ทำให้ขาดแคลน ส่งผลให้ราคาของไข่อาร์ทีเมียเพิ่มขึ้น และทำให้ผู้ประกอบการโรงเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งมีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ทำให้มีความพยายามที่จะนำอาหารชนิดอื่นเช่น โคฟิพอด โรติเฟอร์ และไรแดง (Focken et al., 2006) มาทดแทนอาร์ทีเมียสำหรับการอนุบาลลูกกุ้ง ไรแดงเป็นอาหารมีชีวิตที่นิยมใช้นุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีน 68.1-74.0 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 12.5 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 9.1-10.9 เปอร์เซ็นต์ (นุกูล และคณะ, 2559) อย่างไรก็ตามการแทนที่อาร์ทีเมียด้วยไรแดง ยังไม่สามารถทดแทนอาร์ทีเมียได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาของสมประสงค์ และคณะ (2542) ที่ได้ทำการทดลองนำไรแดงมาอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ พบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยไรแดงมีอัตราการรอดตายสูง แต่มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไรแดงมีคุณค่าทางอาหาร เช่น รงควัตถุพวกคาโรทีนอยด์ กรดไขมันที่จำเป็น น้อยกว่าอาร์ทีเมียแรกฟัก โดยไรแดงมีกรดไขมันที่จำเป็น 4.22 มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัม น้ำหนักแห้ง ในขณะที่อาร์ทีเมียมีกรดไขมันที่จำเป็น 6.98 4.22 มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัม น้ำหนักแห้ง (Tamaru et al.,) การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับไรแดงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ที่มีสารอาหารหลายชนิดที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ เช่น โปรตีน 56.2 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันที่จำเป็น 10.3 มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัม น้ำหนักแห้ง (Getha et al., 1998) นั้นอาจทำให้ไรแดงมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น ดังนั้นการศึกษาถึงแนวทางในการใช้ไรแดงที่มีการเสริมคุณค่าทางอาหารด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง นับเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการขาดดุลของประเทศในการนำเข้าไข่อาร์ทีเมีย และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาทดแทนอาร์ทีเมียสำหรับนำไปใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อนต่อไปในอนาคต

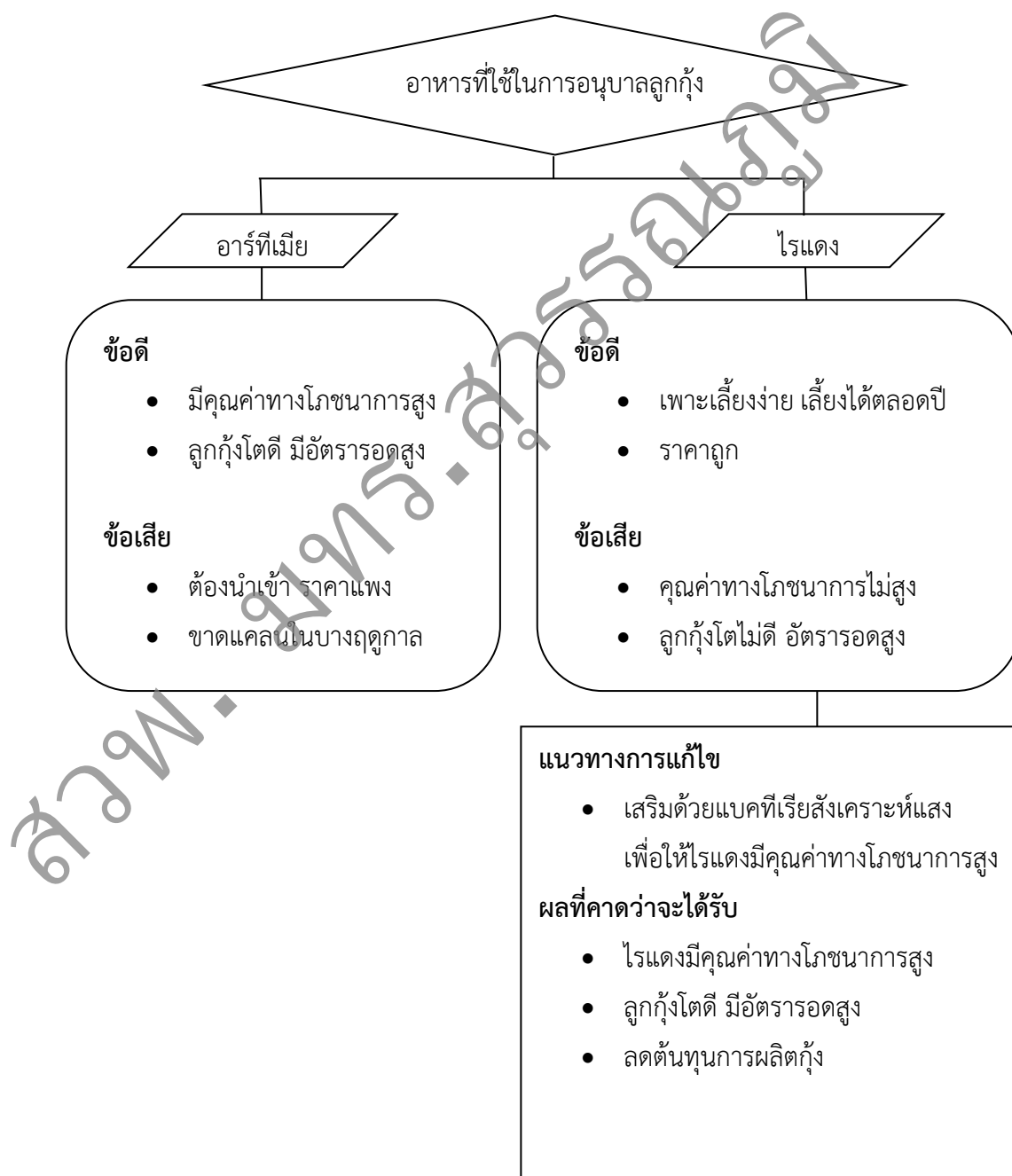
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาคุณค่าทางอาหารของไรแดงที่เสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลูกกุ้งขาวที่เลี้ยงด้วยไรแดงที่เสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่า กับอาร์ทีเมีย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาแนวทางการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในไรแดงโดยการเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าต่อการเจริญเติบโตในลูกกุ้งขาว

1.4. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลสำเร็จของโครงการวิจัยนี้ สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับไรแดงเพื่อนำไปใช้อาหารลูกกุ้ง และช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งลดต้นทุนการผลิตลูกกุ้งได้

สวพ. มทร. สุวรรณภูมิ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กุ้งขาวแวนนาไม

กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เป็นกุ้งทะเลเขตร้อนที่มีถิ่นกำเนิดมาจากชายฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก กุ้งชนิดนี้มีลำตัวและขาสีขาว หางและหนวดสีแดง ด้วยลักษณะภายนอกดังกล่าวนี้ทำให้ มีชื่อสามัญที่รู้จักโดยทั่วไปว่า Pacific white shrimp หรืออาจเรียกว่า White leg shrimp (ประจวบ, 2543) กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่มีการเจริญเติบโตเร็ว เลี้ยงได้หนาแน่น ต้องการโปรตีนจากอาหารต่ำ ทนต่อความเค็มและอุณหภูมิต่ำได้ดี รวมทั้งสามารถสมบูรณ์พันธุ์ได้ในบ่อดิน และตอบสนองต่อการปรับปรุงพันธุ์ได้ดี (Funge-Smith et al., 2003; Briggs et al., 2004; พิเชต, 2558) ปัจจุบันเกษตรกรไทยมีการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมกันอย่างแพร่หลาย และเป็นสินค้าส่งออกที่นำรายได้เข้าประเทศจำนวนมาก (FAO 2013)

2.1.1 การจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Phylum : Arthropoda

Class : Malacostraca

Order : Decapoda

Family : Penaeidae

Genus : *Litopenaeus*

Species : *vannamei*

2.1.2 ลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไปของกุ้งขาว แวนนาไม ลำตัวมี 8 ปล้องและมีสีขาว หน้าอกใหญ่การเคลื่อนไหวเร็ว ส่วนหัวมี 1 ปล้อง มีกรืออยู่ในระดับยาวประมาณ 0.8 เท่าของความยาวเปลือกหัวสันกริสุง ปลายกริแคบ ส่วนของกริมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมมีสีแดงอมน้ำตาล กริด้านบนมี 8 ฟัน กริด้านล่างมี 2 ฟัน ร่องบนกริมองเห็นได้ชัด เปลือกหัวสีขาวอมชมพูถึงแดง ขาเดินมีสีขาวเป็นลักษณะที่โดดเด่น หนวดแดง 2 เส้นยาว ตาแดงเข้ม ส่วนตัวมี 6 ปล้อง เปลือกตัวสีขาวอมชมพูถึงแดง เปลือกบาง ขาววายน้ำ 5 คู่ มีสีขาวข้างในที่ปลายมีสีแดง ส่วนหางมี 1 ปล้อง ปลายหางมีสีแดงเข้ม แพนหางมี 4 ใบ และ 1 กริหาง ขนาดตัวที่โตสมบูรณ์เต็มที่ของกุ้งสายพันธุ์นี้จะมีขนาดเล็กกว่ากุ้งกุลาดำ หากินทุก

ระดับความลึกของน้ำ ขอบว่ายล่องน้ำแก่ง ลอกคราบเร็วทุกสัปดาห์ ไม่หมกตัว (ชะลอ และพรเลิศ, 2547)

2.1.3 วงจรชีวิตและการสืบพันธุ์

ในธรรมชาติของกุ้งสายพันธุ์จะมีอายุขัยประมาณเกือบ 36 เดือน โดยจะวางไข่ที่ระดับน้ำลึกประมาณ 30-60 มิลลิเมตรใกล้พื้นทรายปกติแล้วแม่กุ้งขนาด 60-120 กรัม จะวางไข่ประมาณ 150,000 ถึง 250,000 ฟอง ส่วนแม่กุ้งขนาด 30-45 กรัม จะวางไข่ประมาณไม่เกิน 100,000 ฟอง โดยจะวางไข่ในตอนกลางคืนบนพื้น แม่กุ้งจะว่ายน้ำอย่างรวดเร็วอยู่ประมาณ 45-60 วินาที แล้วจึงเริ่มออกไข่ขณะที่ลดความเร็วลงอย่างช้าๆ เนื่องจากลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของกุ้งขาวแวนนาไม นี้จะมีลักษณะเป็นแบบปิด (opened thelycum) แตกต่างจากลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของกุ้งกุลาดำและกุ้งแชบ๊วย ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปิด (closed thelycum) ดังนั้นรูปแบบของการสืบพันธุ์และพฤติกรรมในการผสมพันธุ์จึงเป็นไปคนละลักษณะกับกุ้งกุลาดำและกุ้งแชบ๊วย (พรเลิศ, 2545)

2.1.4 สภาพแวดล้อมในการเลี้ยง

กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่เลี้ยงได้ทั้งระบบธรรมชาติ และระบบกึ่งหนาแน่น ลักษณะพิเศษของกุ้งสายพันธุ์นี้คือสามารถสร้างความคุ้นเคยหรือปรับลักษณะนิสัยภายใต้ระบบการเพาะเลี้ยงได้เช่นสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในน้ำที่มีระดับความเค็มที่ 5 -35 ส่วนในพันส่วน และระดับความเค็มต่ำ 0-5 ส่วน แต่ระดับความเค็มที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีคือ 10-22 ส่วนในพันส่วน ส่วนอุณหภูมิที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีคือ 26-29 องศาเซลเซียส แต่สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำควรมีค่า 4-9 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับค่าความเป็นกรดและด่างควรอยู่ระหว่าง 7.2-8.6 ซึ่งสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง หรือบริเวณพื้นที่ที่มีความเค็มต่ำ กุ้งชนิดนี้ชอบน้ำกระด้างที่มีความกระด้างรวม 120 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าอัลคาไลน์ในช่วง 80-150 มิลลิกรัมต่อลิตร มีนิสัยที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยง ตื่นตกใจง่าย (ธวัชชัย, 2546)

2.2 อาร์ทีเมีย

ไรทะเล หรือ อาร์ทีเมีย หรือ ไรน้ำเค็ม หรือ ไรน้ำสีน้ำตาล (อังกฤษ: Brine shrimp, Sea-monkey) เป็นสัตว์น้ำจำพวกครัสเตเชียนสกุลหนึ่ง ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการประมงและเพาะเลี้ยง

สัตว์น้ำ ไรทะเล เป็นครัสเตเชียน ในสกุล *Artemia* ถือกำเนิดในบริเวณเมดิเตอร์เรเนียนมานานกว่า 5.5 ล้านปี

2.2.1 การจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Phylum : Arthropoda

Class : Branchiopoda

Order : Anostraca

Family : Artemiidae

Genus : *Artemia*

2.2.2 ลักษณะทั่วไป

ลักษณะเป็นสัตว์น้ำตาลแดงหรือสีน้ำตาลส้ม ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว มีเพียงเนื้อเยื่อบาง ๆ เท่านั้นที่หุ้มตัว ว่ายน้ำเคลื่อนที่ในลักษณะหางท่อย ลำตัวเรียวยาวคล้ายใบไม้แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว แบ่งออกได้เป็น 6 ปล้อง ปล้องแรกเป็นที่ตั้งของตาเดียวและตารวม มีก้านตา 1 คู่ ปล้องที่ 2 เป็นที่ตั้งของหนวดคู่แรก ปล้องที่ 3 เป็นที่ตั้งของหนวดคู่ที่ 2 ปล้องที่ 4 เป็นกราม ปล้องที่ 5 เป็นพนักคู่แรก ปล้องที่ 6 เป็นพนักคู่ที่ 2 ส่วนอกแบ่งออกเป็น 11 ปล้อง แต่ละปล้องประกอบด้วย ระบายค์ เป็นอวัยวะทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ การหายใจและการกรองรวบรวมอาหาร ส่วนท้อง แบ่งออกได้ 8 ปล้อง ปล้องแรกเป็นที่ตั้งของอวัยวะเพศ ปล้องที่ 2-7 ไม่มีระบายค์ ปล้องที่ 8 มีแพนหาง 1 คู่ โดยปกติเมื่อโตเต็มวัย เพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย และจะมีหนวดคู่ที่ 2 ขนาดใหญ่กว่า รูปร่างคล้ายตะขอยใช้เกาะจับเพศเมีย บริเวณปล้องแรกของส่วนท้องของเพศผู้จะมีอวัยวะเพศผู้อยู่ 1 คู่ ในเพศเมียตัวเต็มวัย หนวดคู่ที่ 2 จะมีขนาดเล็กลง และเปลี่ยนมาทำหน้าที่รับความรู้สึก บริเวณ ปล้องแรกของส่วนท้องจะมีอวัยวะเพศเมียทำหน้าที่เก็บตัวอ่อนหรือเก็บไข่ (นพดล, 2550)

ในการอนุบาลลูกกุ้งนั้น อาร์ทีเมียเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากนิยมนำมาอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน ทั้งนี้เพราะอาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยตัวอ่อน อาร์ทีเมียประกอบด้วยโปรตีน 52.2 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 14.8 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 18.9 เปอร์เซ็นต์ (Philippe et al., 1987)

อย่างไรก็ตามปัจจุบันอาร์ทีเมียที่เก็บได้จากธรรมชาติมีปริมาณน้อยลง ทำให้ขาดแคลน ส่งผลให้ราคาของไซอาร์ทีเมียเพิ่มขึ้น และทำให้ผู้ประกอบการโรงเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งมีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ทำให้มีความพยายามที่จะนำอาหารชนิดอื่น เช่น โคพิพอด โรติเฟอร์ และไรแดง (Focken et al., 2006) มาทดแทนอาร์ทีเมียสำหรับการอนุบาลลูกกุ้ง

2.3 ไรแดง

ไรแดง *Moina macrocopa* (Straus) มีชื่อสามัญว่า Water Flea เป็นสัตว์จำพวก Crustacean ที่มีขนาดเล็ก อาศัยอยู่ในน้ำจืด เป็นอาหารธรรมชาติที่สำคัญและมีบทบาทมากในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กล่าวคือใช้อุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด อาทิเช่น ปลาตุ๊ก ปลาสรวย ปลาบู่ ปลาสรวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ทดแทนไรน้ำเค็ม (อาร์ทีเมีย) ในการอนุบาลกุ้งทะเลอีกด้วยไรแดงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเมื่อเทียบกับอาหารเลี้ยงลูกปลาชนิดอื่น ๆ เช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น อาหารปลาสูตรต่าง ๆ นอกจากนี้ไรแดงยังมีข้อดีอื่น ๆ ที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นอาหารเลี้ยงลูกปลาวัยอ่อนเป็นอย่างดีคือ เป็นอาหารที่มีขนาดพอดีกับปากของลูกปลาในระยะที่ลูกอาหารเพิ่งยุบเคลื่อนไหวได้เป็นอาหารของสัตว์น้ำที่การพัฒนางจรชีวิตในระยะแรกยังไม่สมบูรณ์ ไรแดงมีชีวิตไม่ก่อให้เกิดมลภาวะหรือทำให้น้ำเสียง่าย มีการเจริญเติบโตเร็ว จากตัวอ่อนจนเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลาเพียง 48-60 ชั่วโมง มีวงจรชีวิตสั้น ดำรงชีวิตเพียง 4-6 วัน (วิรัตน์, 2544)

2.3.1 การจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Phylum: Arthropoda

Class: Crustacea

Order: Cladocera

Family: Daphnidae

Genus: *Moina* (พิรุฬชัย และคณะ, 2540)

2.3.2 รูปร่างและลักษณะของไรแดง

ลักษณะภายนอกของไรแดง ลำตัวเป็นรูปไข่ มีสีเหลืองส้มหรือสีแดง ส่วนหัวกลมใหญ่ มีเปลือก (carapace) หุ้มลำตัวไว้แต่ไม่หมด ขอบด้านท้องของเปลือกปกคลุมด้วยขนแข็ง (setae) เป็นแนวยาวตลอด หัวมีขนาดใหญ่ มีตาประกอบใหญ่ 1 คู่ มีหนวด 2 คู่ หนวดคู่แรก (first antennules) เล็ก ประกอบด้วยปล้องเพียงปล้องเดียว อยู่ทางด้านท้องใต้ส่วนหัว หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่อยู่ด้านข้างของหัว ประกอบด้วยปล้องหลายปล้อง ปลายแยกเป็น 2 กิ่ง ส่วนท้ายของเปลือกหุ้มลำตัวมีรยางค์พิเศษ คือ post abdomen ซึ่งมีหนามเรียงกันเป็นแถว มีขาอก 5 คู่ ขาคู่ที่ 1 ของตัวเมียไม่มีกิ้งดำนอก (exopod) ขาทั้ง 5 คู่ทำหน้าที่ต่างกัน คู่ที่ 1 และ 2 ทำหน้าที่ทำความสะอาดเปลือกหุ้มตัว คู่ที่ 3 และ 4 ทำหน้าที่กรองอาหารจากน้ำ คู่ที่ 5 มีขนาดเล็กมากทำหน้าที่พยุน้ำ ส่วนประกอบของรยางค์ (maxillary process) พบเฉพาะบนขาคู่ที่ 2 เท่านั้น

2.3.3 อุปนิสัยการกินอาหารของไรแดง

ไรแดง กินอาหารได้หลากหลายพวก เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัว แพลงก์ตอน ยีสต์ทำขนมปัง ผสมกับน้ำเขียว *Chlorella* sp. และสาหร่ายสไปรูลิน่าผง ถ้าอาหารตกตะกอนที่พื้น ไรแดงจะกินไม่ได้ ไรแดงจะกินเฉพาะอาหารที่ลอยอยู่ในน้ำแบบน้ำเขียว (จารุวรรณ และคณะ, 2547)

2.3.4 คุณค่าทางอาหารของไรแดง

ไรแดงเป็นอาหารธรรมชาติที่มีความสำคัญในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีน 68.1-74.0 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 12.5 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 9.1-10.9 เปอร์เซ็นต์ (นุกูล และคณะ, 2559) แม้ว่าไรแดงจะมีคุณค่าทางอาหารที่สูงใกล้เคียงกับอาร์ทีเมีย แต่จากการศึกษาของสมประสงค์ และคณะ (2542) ที่ได้ทำการทดลองนำไรแดงมาอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ พบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยไรแดงมีอัตราการรอดตายสูง แต่มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย สอดคล้องกับ Matin และคณะ (2006) ที่พบว่า สามารถใช้ไรแดงแทนอาร์ทีเมียได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ในการอนุบาลกุ้ง *Litopenaeus schmitti* โดยไม่กระทบต่อการเจริญเติบโต ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไรแดงมีคุณค่าทางอาหาร เช่น รังควัตถุพิกคาโรทีนอยด์ กรดไขมันที่จำเป็น น้อยกว่าอาร์ทีเมียแรกฟัก

การเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (photosynthetic bacteria) ให้กับไรแดงจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับไรแดงได้

2.4 แบคทีเรียสังเคราะห์แสง

แบคทีเรียสังเคราะห์แสงเป็นแบคทีเรียที่มี อยู่ทั่วไปตามพื้นดิน แหล่งน้ำตามธรรมชาติแบ่งออกเป็นกลุ่มได้หลายกลุ่มตามคุณสมบัติด้านต่างๆ ที่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่มีผู้นำมาศึกษา และใช้ประโยชน์มากคือกลุ่ม Purple nonsulfur ซึ่งจัดอยู่ในแฟมิลี Rhodospirillaceae จินัส Rhodopseudomonas แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในกลุ่มนี้มีลักษณะเด่นหลายประการคือ มีผนังเซลล์ของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงอ่อนนุ่ม และย่อยได้ง่าย ไม่เป็นโรคหรือมีพิษกับสัตว์เลี้ยง สามารถเจริญได้ดีทั้งในสภาวะมีอากาศไม่มีแสงและในสภาพไม่มีอากาศ มีแสง ข้อดีของการนำเอาแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมาใช้เป็นโปรตีนเซลล์เดียวคือ สามารถใช้วัตถุดิบประเภทน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีอุตสาหกรรมเกษตร รวมทั้งของเสียพวกสารอินทรีย์อื่นๆ (ศิริลักษณ์, 2531)

2.4.1 แหล่งที่อยู่อาศัยของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

แบคทีเรียสังเคราะห์แสง พบทั่วไปในธรรมชาติ ทั้งในดิน แหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำเสีย ดำรงชีพอยู่ได้ทั้งใน สภาวะมีออกซิเจน และ ไร้ออกซิเจน โดยในสภาวะไร้ออกซิเจนนั้นมักจะพบ แบคทีเรียสังเคราะห์แสงที่อยู่ในกลุ่ม purple nonsulfur bacteria (PNSB) เช่น *Rhodobacter sphaeroides* และ *Rhodospseudomonas spallustris* สำหรับเงื่อนไขของการ สังเคราะห์แสงพบว่า ในสภาวะไม่มีแสงแบคทีเรียสังเคราะห์แสงทำหน้าที่เป็น chemoheterotroph โดยมีสารอินทรีย์เป็น แหล่งคาร์บอนและ ตัวจ่ายอิเล็กตรอนมีก๊าซออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอน ส่วนในสภาวะที่มีแสง แบคทีเรียสังเคราะห์แสงทำหน้าที่เป็นได้ทั้ง photoautotroph โดยมีก๊าซไฮโดรเจนเป็นตัวจ่าย อิเล็กตรอน และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวรับอิเล็กตรอนและแหล่งคาร์บอน 6, 10, 11 และ เป็น photoheterotroph โดยมีน้ำตาล และกรดอินทรีย์เป็นตัว จ่ายอิเล็กตรอนและแหล่งคาร์บอน (ธรรมบุญ และคณะ, 2559)

2.4.2 คุณค่าทางอาหารของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

แบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีคุณค่าทางอาหารต่างๆ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน แล้ เยื่อใย และกรดอะมิโนสูงกว่าในสาหร่าย ยีสต์ และรา (ตาราง 2.1)

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง *Rhodospseudomonas sphaeroides* กับสาหร่าย ยีสต์ *Saccharomyces anomalous* และรา *Chaetomium cellulolyticum* (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

	<i>R. Sphaeroides</i>	Algae	<i>S. anomalous</i>	<i>C. cellulolyticum</i>
โปรตีน	66.57	40.50	50.5	45.0
ไขมัน	0.92	2.15	1.1	10.0
คาร์โบไฮเดรต	25.94	10-15	39.3	35.0

ที่มา: ศิริลักษณ์ (2531)

สาหร่ายที่มีปริมาณโปรตีนสูงมักจะขาดกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่นเดียวกับยีสต์ ที่มีค่าเมทไธโอนีนต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมทไธโอนีนในยีสต์ *S. anomalous* มีค่า 0.51 กรัมต่อ 100 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง และในคอลเลลามีเมทไธโอนีนเพียง 0.27 กรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (ตาราง 2.2) (ศิริลักษณ์, 2531)

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบกรดอะมิโนในเซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์แสง *Rhodospirillum rubrum* sphaeroides กับสาหร่าย *Chlorella vulgaris* และยีสต์ *Seccheromyces snomalus* (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

	<i>R. sphaeroides</i>	<i>C. vulgaris</i>	<i>S. anomalus</i>
Lysine	2.57	2.71	3.76
Histidine	0.96	1.06	0.90
Arginine	3.55	3.24	2.50
Asparic acid	5.18	4.47	3.11
Threonine	2.87	2.28	2.65
Serine	2.33	2.12	2.75
Glutamic acid	6.22	4.62	6.21
Proline	2.02	2.12	1.77
Glycine	3.18	2.28	2.18
Alanine	5.06	2.98	2.86
Valine	2.68	3.02	3.20
Methionine	1.47	0.27	0.51
Isoleucine	1.78	2.44	2.63
Leucine	3.90	4.46	3.54
Tyrosine	1.70	0.96	1.30

ที่มา: ศิริลักษณ์ (2531)

นอกจากนี้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงยังมีปริมาณวิตามินในเซลล์สูงกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ (ตาราง 2.3) (ศิริลักษณ์, 2531)

ตาราง 2.3 องค์ประกอบของวิตามินในเซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์แสง

วิตามิน	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง
B2	13.0
B6	6.3
B12	72.7
E	210.7
Nissin	5.8
Folic acid	1.0

ที่มา: ศิริลักษณ์ (2531)

2.4.3 ประโยชน์ของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

แบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ไนโตรเจนเป็นแก๊สเฉื่อยที่มีปริมาณมากที่สุดในอาหารคือ 78.08 เปอร์เซ็นต์ จึงพบได้มากทั้งในน้ำจืด และน้ำเค็ม ซึ่งความสามารถในการละลายน้ำของไนโตรเจน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความดันอากาศ (Boyd, 1990; จันจิรา, 2544) ไนโตรเจนในน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบอื่นซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เช่น แอมโมเนีย (NH_3) และไนไตรท์ (NO_2) กระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในชั้นน้ำ หรือในตะกอนดินนั้น เกิดจากกิจกรรมของแบคทีเรียหลายชนิด เช่น แบคทีเรียที่ผลิตแอมโมเนีย (ammonifying bacteria) แบคทีเรียไนตริฟายเออร์ (nitrifier bacteria) และแบคทีเรียดีไนตริฟายเออร์ (denitrifier bacteria) (มันสิน และไพรรณ, 2538; จันจิรา, 2544) แบคทีเรียสังเคราะห์แสงบางสายพันธุ์ จัดอยู่ในกลุ่มแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรไนโตรเจน และแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสามารถเปลี่ยนไนไตรท์ และไนเตรทให้เป็นแก๊สไนโตรเจน โดยอาศัยกระบวนการ denitrification (Chin and Chen, 1987; จันจิรา, 2544) บางชนิดสามารถใส่ลงไปในน้ำเพื่อกำจัดฟอสฟอรัสที่ตกค้างในตะกอนดินจากการเลี้ยงหอยนางรม ได้ถึง 97 เปอร์เซ็นต์ เช่น *Rhodobacter sphaeroides* (Takeno et al., 1999; จันจิรา, 2544)

แบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

แบคทีเรียกลุ่มนี้ได้รับความสนใจด้านแหล่งโปรตีนทดแทนในอาหารสัตว์น้ำ วรรณ (2528) ทดลองใช้ *R. sphaeroides* P47 ผสมกับอาหารปลาเพื่อเลี้ยงปลานิล พบว่ามีผลทำให้อัตราการอยู่รอดสูงขึ้น อัตราการเจริญเร็วขึ้น และเร่งระยะการตั้งไข่

นอกจากนี้ Xu-E and Zhaoxing (1993) ได้ใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการอนุบาลลูกกุ้งโดยผสมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับอาหารสังเคราะห์ พบว่าลูกกุ้งมีการเจริญเติบโต และการพัฒนาที่ดีกว่าชุดควบคุม และช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำอีกด้วย

สอดคล้องกับรายงานของ Li *et al.* (1993) ที่พบว่า purple nonsulfur bacteria มีโปรตีนร้อยละ 62 และที่สำคัญมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญครบถ้วน คือ วิตามินบี 2, วิตามินบี 12, กรดโฟลิก และไบโอติน และเมื่อนำไปใช้เลี้ยงกุ้ง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราการรอดของลูกกุ้งวัยอ่อน (post larvae) ได้ ร้อยละ 30 นอกจากนี้ยังเพิ่มความต้านทานโรคอีกด้วย

ส่วน Zhexiong (1994) ได้ใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงเป็นอาหารเสริมให้แก่กุ้งกุลาดำ (*penaeus monodon*) และพบว่าช่วยให้กุ้งวัยรุ่น (juvenile) มีการลอกคราบ (molting) และการสร้างไข่ (seed rearing) เร็วขึ้น

D-Souza and Dias (1989) ได้ใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงที่แยกได้จากระบบบำบัดน้ำเสียผสมอาหารเพื่อใช้ในการเลี้ยงปลานิล (*Tilapia mossambica*) พบว่า ได้ผลผลิตสูงกว่าชุดควบคุม และเมื่อผสมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกลุ่ม *Rhodobacter capsulatus* ปริมาณ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเพื่อเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ (*Oncorhynchus mykiss*) พบว่าการเกิดสี และอัตราการเจริญดีกว่าชุดที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติ และอาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ (Pradal, 1994; จันจิรา, 2544)

สาวิตร (2530) ได้นำแบคทีเรีย สังเคราะห์แสงสายพันธุ์ *Rhodobacter gelatinosa* ซึ่งมีปริมาณโปรตีนอยู่ 57.93 เปอร์เซ็นต์ และยังมีวิตามินและกรดอะมิโนที่จำเป็นในปริมาณมาก เช่น เมไทโอนีน และไลซีน มาผสมในอาหารปลาทอง พบว่า ช่วยให้ปลาทองมีการเจริญดี มีอัตราการอยู่รอด 96.3 เปอร์เซ็นต์นอกจากนี้ ยังมีการนำแบคทีเรียสังเคราะห์แสง สายพันธุ์ *R. sphaeroides* ไปผสมในอาหารเลี้ยงปลาแฟนซีคาร์พ พบว่า ปลามีสีเข้ม ขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

Zhijum *et al.* (1996) ใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงผสมอาหารเพื่อเลี้ยงเต่าพาน้ำ (Soft shell turtle) เปรียบเทียบกับอาหารปกติ และอาหารสด พบว่ากลุ่มที่กินอาหารผสมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีอัตราการเจริญดีที่สุด

Yufeng *et al.* (1993) ใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการเลี้ยงหอยมุก (fish clam) พบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 11.99 เปอร์เซ็นต์ ต่อไร่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์

1. สวิง
2. ถังน้ำ
3. ดรอปปเปอร์
4. กล้องจุลทรรศน์
5. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
6. ถ้วยพลาสติก
7. ขวดน้ำขนาด 5 ลิตร
8. ตู้ทดลองขนาด 5 ลิตร
9. หัวทราย
10. สายยางสำหรับให้อากาศ
11. บั้มลมให้อากาศ ยี่ห้อ Resun รุ่น LP60
12. เครื่อง spectrophotometer รุ่น U2900 บริษัท Hitachi
13. เครื่อง Centrifuge รุ่น Z326K HERMLE บริษัท Labortechnik GmbH

3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

3.2.1 การศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับคอลเรลล่า

1) การวางแผนการทดลอง

เลี้ยงไรแดงด้วยอาหารต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลอง 1 ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคอลเรลล่า(สูตรกรมประมง)

ชุดการทดลอง 2 ไรแดงที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

ชุดการทดลอง 3 ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคอลเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (1:1)

2) การเตรียมคลอเรลล่า

ทำการเตรียมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน นำไปพักไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งสูตรอาหารดังตาราง 3.1 ละลายส่วนผสมที่เตรียมไว้จนหมด หมักส่วนผสมทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นเทส่วนผสมที่หมักไว้ลงในน้ำที่เตรียมไว้ พร้อมกับใส่หัวเชื้อคลอเรลล่าความเข้มข้น 2×10^7 เซลล์/มิลลิลิตร ทำการกวนน้ำเพื่อช่วยให้คลอเรลล่าได้รับแสงอย่างทั่วถึงทุกวัน วันละ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 4 วัน

ตาราง 3.1 สูตรอาหารในการเพาะคลอเรลล่า

ส่วนผสม	ปริมาณ/น้ำ 20 ลิตร
กากน้ำตาล	16 มิลลิลิตร
ปุ๋ยนา 16-20-0	1 กรัม
ยูเรีย 46-0-0	1 กรัม
หัวเชื้อคลอเรลล่า	2 ลิตร

3) การเตรียมแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

นำแบคทีเรียสังเคราะห์แสงจากศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เลี้ยงด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Glutamate malate (GM) ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร และทำการขยายเชื้อให้ได้ปริมาณมากในขวดขนาด 5 ลิตร ด้วยอาหารสูตร ดังตาราง 3.2 ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน แล้วปิดฝาขวดเพื่อไม่ให้สิ่งปนเปื้อนเข้าไป และนำไปวางให้โดนแสงแดด หลังจากนั้นเขย่าขวดทุกวันเป็นเวลา 14 วัน

ตาราง 3.2 สูตรอาหารในการเลี้ยงแบคทีเรียสังเคราะห์แสงปริมาณมาก

ส่วนผสม	ปริมาณ/น้ำ 5 ลิตร
หัวเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	2.5 ลิตร
ผงปรุงรส	1 ช้อนโต๊ะ
ไข่	1 ฟอง
เปลือกไข่บดละเอียด	1 ฟอง

4) การดำเนินการทดลอง

นำโรแดงมาเลี้ยงในถังขนาด 10 ลิตร ใส่โรแดง ถังละ 2 กรัม หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 3 วัน ทำการเก็บเกี่ยวซึ่งน้ำหนักรีดจากนั้นเก็บตัวอย่างโรแดงจากทุกถังๆ ละ 5 กรัม เพื่อนำไปตรวจหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตตามวิธีของ Hirayama *et al.* (1974) และคุณค่าทางอาหารของโรแดงปริมาณโปรตีน และไขมัน (AOAC, 1984)

การหาปริมาณสารคาร์โบไฮเดรต

เก็บข้อมูลการปริมาณสารคาร์โบไฮเดรตโดยการเก็บตัวอย่างของโรแดงในแต่ละซ้ำไปสกัดสารคาร์โบไฮเดรต นำตัวอย่างที่จะวิเคราะห์หาปริมาณรงควัตถุ ปริมาณ 0.5 – 1 กรัม ล้างตัวอย่างด้วย 0.9 เปอร์เซ็นต์โซเดียมคลอไรด์ นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 30 นาที นำตัวอย่างที่ล้างแล้วมาสกัดด้วยสารละลายผสมของ methanol และ acetone แล้วนำไปเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000-12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10-15 นาที เก็บ supernatant ไว้ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่หุ้มด้วย aluminium foil สกัดตัวอย่างด้วยสารละลายเดิมอีกจนกว่าจะไม่มีสีของรงควัตถุออกมาในสารละลายอีก รวม supernatant ทั้งหมดแล้ว นำสารละลายรงควัตถุที่สกัดได้มาวัด O.D. (optical density) ที่มีความยาวคลื่นแสง 480 และ 770 นาโนเมตรด้วยเครื่อง spectrophotometer ใช้สารละลายผสม methanol และ acetone เป็น blank (Hirayama *et al.*, 1974)

วิธีคำนวณ

$$(\text{มิลลิลิตร/กรัม}) = 0.385 \frac{(\text{OD}_{480} - 0.1 \text{OD}_{770})}{Z}$$

3.2.2 การศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความทนทานต่อสภาพการเครียดของลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่อนุบาลด้วยโรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

1) การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกกุ้งขาวระยะนอเพเลียส 5 จากฟาร์มเอกชนในจังหวัดนครปฐม จำนวน 4,000 ตัว มาเลี้ยงในถังขนาด 500 ลิตร ที่มีน้ำความเค็ม 5 ppt ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน เพื่อให้ลูกกุ้งปรับสภาพเป็นระยะเวลา 3 วัน ก่อนนำมาทดลอง

2) การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลองๆละ 3 ซ้ำ ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 อาร์ทีเมีย
- ชุดการทดลองที่ 2 โรแดงเลี้ยงด้วยคลอเรลล่า
- ชุดการทดลองที่ 3 โรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง
- ชุดการทดลองที่ 4 โรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า+แบคทีเรียสังเคราะห์แสง

3) การดำเนินการทดลอง

ทำการทดลองในตู้กระจกขนาด 5 ลิตร จำนวน 12 ตู้ ใช้ลูกกุ้งขาวระยะฟอสต์ล่าวา 8 ตู้ละ 200 ตัว โดยให้อาการตลอดเวลา เลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 วัน ให้อาหารวันละ 4 มื้อ ทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเฉลี่ยของลูกกุ้งทั้งก่อนเริ่มการทดลองและสิ้นสุดการทดลองเพื่อศึกษาเจริญเติบโต เปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 20% ตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยวัด pH ค่าอัลคาไลด์ และค่าแอมโมเนีย (นิคม และ ยงยุทธ, 2546) เมื่อสิ้นสุดการทดลองวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ตามวิธีของ Hirayama *et al.* (1974) และตรวจสอบความความทนทานต่อสภาพความเครียดของลูกกุ้ง โดยใช้กุ้งขาวจากการทดลองข้างต้น มาใส่ในตู้ ขนาด 5 ลิตร ตู้ละ 20 ตัว เปลี่ยนความเค็มอย่างเฉียบพลันจาก 5 ppt เป็น 30 ppt แล้วบันทึกการตายของลูกกุ้ง เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลอง โดยวิเคราะห์ อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการรอดตายหลังการทดสอบความเครียด โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

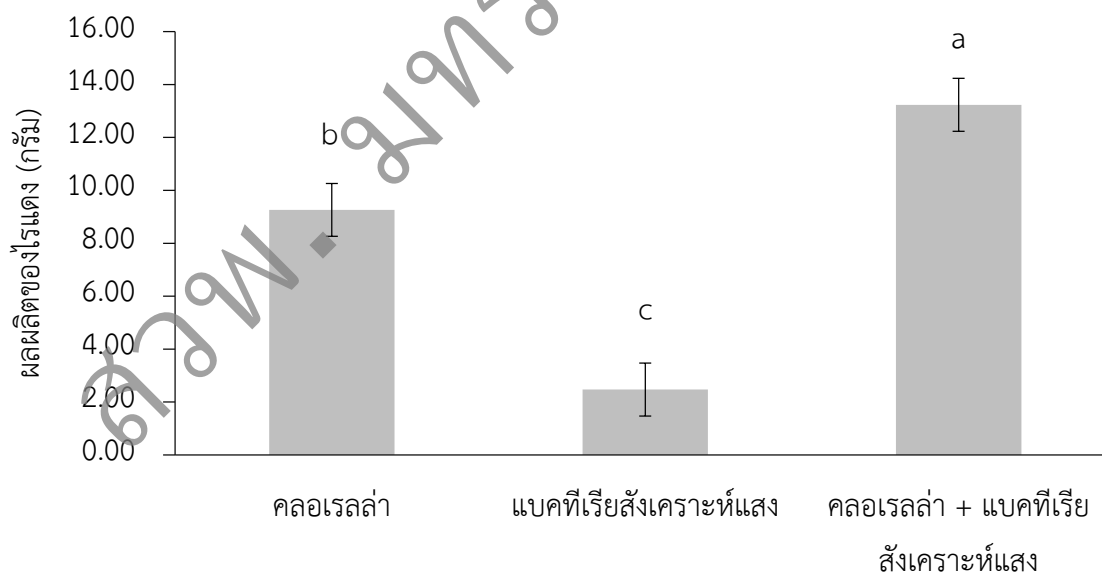
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

4.1 การศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่ากับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

จากการศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า และแบคทีเรียสังเคราะห์แสงเพียงอย่างเดียว โดยมีผลผลิตเท่ากับ 13.23 ± 2.47 , 9.26 ± 3.07 และ 2.47 ± 0.57 กรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาพ 4.1) สอดคล้องกับงานทดลอง Kobayashi (1995) ที่รายงานว่าแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตให้กับแพลงก์ตอนสัตว์โดยเฉพาะอโรทีเมีย นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับโรติเฟอร์ (*Brachionus plicatilis*) (Xu et al., 1992)



ภาพ 4.1 ผลผลิตของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 3 วัน

คุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีน และไขมัน ของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนปริมาณคาโรทีนอยด์ของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณสูงสุด คือ 4.75 ± 0.85 มิลลิกรัม/กรัม รองลงมาคือ ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า และ ไรแดงที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณ 2.82 ± 0.21 และ 1.87 ± 0.18 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ โดยปริมาณคาโรทีนอยด์ของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับไรแดงที่เลี้ยงคลอเรลล่าเพียงอย่างเดียวและเลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงเพียงชนิดเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตาราง 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับ Pradal (1994) พบว่า เมื่อผสมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงปริมาณ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเพื่อเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ (*Oncorhynchus mykiss*) พบว่าการเกิดสี และอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าชุดที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติ และอาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ นอกจากนี้ยังมีการใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และจุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น ยีสต์ ในการเลี้ยงไรแดงทำให้ไรแดงมีการเจริญเติบโตดี เนื่องจากมีคาโรทีนอยด์ และกรดไขมันสำหรับไรแดง (Khudiyi et al., 2018)

ตาราง 4.1 คุณค่าทางโภชนาการของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 3 วัน

ชุดการทดลอง	คุณค่าทางโภชนาการ		
	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	คาโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/กรัม)
คลอเรลล่า	4.65 ± 0.14^a	0.55 ± 0.02^a	2.82 ± 0.21^b
แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	4.83 ± 0.03^a	0.50 ± 0.01^a	1.87 ± 0.18^b
คลอเรลล่า + แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	4.80 ± 0.03^a	0.57 ± 0.02^a	4.75 ± 0.85^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.2 การศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความทนทานต่อสภาพการเครียดของลูกกุ้ง ขาวแวนนาไมที่อนุบาลด้วยไรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

จากการศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความทนทานต่อสภาพการเครียดของลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย คลอเรลล่า ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 ± 0.05 , 0.50 ± 0.10 , 0.53 ± 0.15 และ 0.54 ± 0.02 ตามลำดับ (ตาราง 4.2) โดยแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ส่วนการเจริญเติบโตด้านความยาว พบว่า ลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงเสริมด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีการเจริญเติบโตด้านความยาวมากที่สุด รองลงมาคือ ลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง อาร์ทีเมีย และไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า โดยมีความยาว 1.43 ± 0.06 , 1.37 ± 0.06 , 1.30 ± 0.00 และ 1.20 ± 0.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 4.3) ลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า และอาร์ทีเมีย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

อัตราการรอดตาย ของลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยลูกกุ้งขาวอนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีอัตราการรอดตายดีที่สุดที่เท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.4)

ตาราง 4.2 น้ำหนักของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน

ชุดการทดลอง	น้ำหนัก (กรัม)	
	เริ่มต้น	สิ้นสุดการทดลอง
อาร์ทีเมีย	0.29 ± 0.03^a	0.54 ± 0.05^a
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า	0.29 ± 0.02^a	0.50 ± 0.10^a
ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	0.28 ± 0.02^a	0.53 ± 0.15^a
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า+ แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	0.29 ± 0.02^a	0.54 ± 0.02^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตาราง 4.3 ความยาวของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน

ชุดการทดลอง	ความยาว (เซนติเมตร)	
	เริ่มต้น	สิ้นสุดการทดลอง
อาร์ทีเมีย	0.57 ± 0.06^a	1.30 ± 0.00^b
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า	0.57 ± 0.06^a	1.20 ± 0.00^c
ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	0.57 ± 0.06^a	1.37 ± 0.06^{ab}
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า+ แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	0.57 ± 0.06^a	1.43 ± 0.06^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตาราง 4.4 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน

ชุดการทดลอง	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
อาร์ทีเมีย	85.00 ± 8.66^a
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า	86.67 ± 5.77^a
ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	86.67 ± 5.00^a
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า+ แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	90.00 ± 5.00^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการศึกษาครั้งนี้ถึงแม้การเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก และอัตราการรอดตายของลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า และแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 15 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่กุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีแนวโน้มที่มีการเจริญเติบโตด้านความยาว และอัตราการรอดตายที่ดีกว่ากุ้งที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าเพียงชนิดเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีโปรตีนร้อยละ 62 และที่สำคัญมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญครบถ้วน คือ วิตามินบี 2, วิตามินบี 12, กรดโฟลิก และไบโอติน ในขณะที่คลอเรลลามีเมทไธโอนีนเพียง 0.27 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และเมื่อนำไปใช้เลี้ยงกุ้ง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราการรอดของลูกกุ้งวัยอ่อน (post larvae) ได้ร้อยละ 30 และยังเพิ่มความต้านทานโรคอีกด้วย (Li *et al.*, 1993) นอกจากนี้ Xu-E and Zhaoxing (1993) ได้ใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการอนุบาลลูกกุ้งโดยผสมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับอาหารสังเคราะห์ พบว่าลูกกุ้งมีการเจริญเติบโต และการพัฒนาที่ดีกว่าชุดควบคุม และช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในระหว่างการเลี้ยงให้มีคุณภาพดี

ตาราง 4.5 ปริมาณคาโรทีนอยด์ของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน

ชุดการทดลอง	คาโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/กรัม)
อาร์ทีเมีย	4.63 ± 0.42^a
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า	1.07 ± 0.13^c
ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	1.28 ± 0.51^c
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า+ แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	2.03 ± 0.28^b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

คาโรทีนอยด์มีบทบาทที่สำคัญกับสัตว์น้ำอย่างมาก เนื่องจากเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ มีผลในการมองเห็น เพิ่มสีตัวของสัตว์น้ำ ช่วยในการระบบสืบพันธุ์ในสัตว์น้ำ ช่วยในการเร่งการเจริญเติบโต พัฒนาการ และเพิ่มอัตราการรอดของสัตว์น้ำ คาโรทีนอยด์สามารถพบได้ในพืช สัตว์ จุลินทรีย์ และสาหร่ายขนาดเล็ก พนาร์ตัน (2549) ในการทดลองครั้งนี้ปริมาณคาโรทีนอยด์ของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่า ปริมาณคาโรทีนอยด์ของกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียมีปริมาณมากที่สุด คือ 4.63 ± 0.42 มิลลิกรัม/กรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ลูกกุ้งขาวอนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน โดยลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีปริมาณคาโรทีนอยด์รองลงมา คือ 2.03 ± 0.28 มิลลิกรัม/กรัม ส่วนลูกกุ้งขาวอนุบาลด้วยไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง กับไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.5) สอดคล้องกับการศึกษาของ Yamada และคณะ (1990) อ้างโดย พนาร์ตัน (2549) รายงานว่า ลูกกุ้งครุมาที่ได้รับอาหารผสมคาโรทีนอยด์ 100 พีพีเอ็ม มีอัตราการรอดตาย 91.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารผสมคาโรทีนอยด์มีอัตราการรอดเพียง 75-85 เปอร์เซ็นต์

การประเมินคุณภาพและความแข็งแรงของลูกกุ้ง เป็นสิ่งสำคัญในการคัดเลือกลูกกุ้งและช่วยสร้างความเชื่อมั่นด้านการเจริญเติบโตเมื่อปล่อยลูกกุ้งสู่บ่อเลี้ยง (ทรงทัพนธ์ และคณะ, 2551) จากการทดสอบความทนทานต่อการเพิ่มความเค็มอย่างเฉียบพลันจาก 5 พีพีที เป็น 30 พีพีที เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่า อัตราการรอดตายของลูกกุ้งขาวอนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย มีความทนทานต่อความเค็มได้ดีที่สุด โดยมีอัตราการรอดตาย 83.33 ± 2.89 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง และไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าเพียงชนิดเดียว โดยมีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 80.00 ± 5.00 , 80.00 ± 5.00 และ 76.67 ± 7.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 4.6) ทั้งนี้เนื่องจากลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วย

อาร์ทีเมีย มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุดจึงส่งผลให้มีความทนต่อสภาพความเครียดที่ดีที่สุด สอดคล้องกับงานทดลองของ Chien และคณะ (2003) รายงานว่า กุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแอตต้าแซนทิน 360 พีพีเอ็ม สามารถกำจัดอนุมูลอิสระและต้านทานต่อความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิและความเค็มที่เปลี่ยนแปลงได้

ตาราง 4.6 อัตราการรอดตายของลูกกุ้งขาวอนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน ที่ทดสอบความทนต่อสภาพความเครียดในน้ำเค็ม 30 พีพีที เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง

ชุดการทดลอง	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
อาร์ทีเมีย	83.33 ± 2.89 ^a
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า	76.67 ± 7.64 ^a
ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	80.00 ± 5.00 ^a
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า+ แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	80.00 ± 5.00 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

คุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งขาวด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า พารามิเตอร์ต่างๆ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกกุ้ง โดยมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 7.70 – 8.30 ค่าความเป็นด่างของน้ำอยู่ในช่วง 90 – 110 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณแอมโมเนียมีค่าอยู่ในช่วง 0.00 – 0.40 มิลลิกรัม/ลิตร (ตาราง 4.7)

ตาราง 4.7 คุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งขาวด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน

ชุดการทดลอง	คุณภาพน้ำ		
	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	แอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)
อาร์ทีเมีย	7.70 – 8.30	90 – 110	0.00 – 0.15
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า	7.70 – 8.30	90 – 110	0.00 – 0.15
ไรแดงเสริมด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง	7.70 – 8.10	90 – 105	0.00 – 0.40
ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า+ แบคทีเรียสังเคราะห์แสง	7.70 – 8.10	90 – 110	0.00 – 0.25

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา ผลของการใช้ไรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงต่อการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม พบว่า

1. ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีผลผลิตมากที่สุด โดยมีผลผลิตเท่ากับ 13.23 ± 2.47 กรัม และมีคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีน และไขมัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ปริมาณคาร์ทีนอยด์ของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีปริมาณสูงสุด คือ 4.75 ± 0.85 มิลลิกรัม/กรัม

2. การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย ไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เป็นระยะเวลา 15 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลล่าร่วมกับแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีการเจริญเติบโตด้านความยาว และอัตราการรอดตายดีที่สุด โดยมี ความยาว เท่ากับ 1.43 ± 0.06 เซนติเมตร และมีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 90.00 ± 5.00 เปอร์เซ็นต์ และความทนทานต่อสภาพการเครียดของลูกกุ้งขาวแวนนาไม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย มีความทนทานต่อความเครียดได้ดีที่สุด

ดังนั้นการใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงร่วมกับคลอเรลล่าในการเลี้ยงไรแดง มีแนวโน้มในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับไรแดงเพื่อนำไปใช้ออนุบาลลูกกุ้ง และช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งลดต้นทุนการผลิตลูกกุ้งได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการทดลองใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงเสริมในอาหารเม็ดต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง และคุณภาพน้ำเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

- เกตุณภัส ศรีไพโรจน์ รุ่งกานต์ กล้าหาญ พงศ์นรินทร์ เมฆขุนทด และ ทองอยู่ อุดเลิศ. 2556. การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของสายพันธุ์ ปลานิลที่เลี้ยงในจังหวัดพะเยา. วารสารเกษตร 29(2): 137-144.
- จันทร์จิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและการประยุกต์ใช้ในกุ้งกุลาดำ. วารสารวิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- จารุวรรณ วัฒนประสิทธิ์ อีระพล ชุนจินดา และบัวเงิน น้อยตั้ง. 2547. การเปรียบเทียบการให้อาการในการเพาะเลี้ยงไรแดง. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา. 28 น.
- ชลอ ลิ้มสุวรรณ และพรเลิศ จันทร์รัชกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สนับสนุนการพิมพ์โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติเพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม 2547. บริษัทเมจิฟับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ. 206 น.
- ทรงทรัพย์ อรุณกมล นนทวิทย์ อารีย์ชน วิเชียร ยงมานิตชัย สาวิตรี ลิ้มทอง และเดือนรัตน์ ชลอุดมกุล. 2551. การใช้สาหร่ายขาว *Schizochytrium limacinum* ในการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*, Boone) และผลที่มีต่อความทนทานต่อความเครียดและความต้านทานโรค ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. น. 138-146
- ธรรมบุญ ม้าวิเศษ ทรงยศ มงคลพิศ และเพชร เพ็งชัย. 2559. ผลของการเติมจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงในถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นที่มีต่อการบำบัด ซีโอดีในน้ำเสีย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฉบับที่ 36 (1) น. 29-36
- ธวัชชัย สันติกุล. 2546. ตรวจสอบความพร้อมก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม. มติชนบทเทคโนโลยีชาวบ้าน 304(15): 100-101.
- ธีรศักดิ์ สุนทรา. 2551. การใช้น้ำกากส่าในการเพาะเลี้ยงไรแดง. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์แวดล้อมบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. น. 29-86
- นพดล ภูวาณิช. 2550. การเพาะเลี้ยงการใช้ประโยชน์จากอาร์ทีเมีย. ข่าวสารเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 3 มิถุนายน-กันยายน.

นภาพรรณ นพรัตนราภรณ์ วรธนา วงศ์กรชาวลิต และสันทนา ดวงสวัสดิ์. 2557. ในการประชุมภาค
วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 22 สาขาวิทยาศาสตร์ 30 มกราคม-3
กุมภาพันธ์ 2557 ณ ศูนย์รวมวิทยาเขตบางเขนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพ. น.
1-15

นิคม ละอองศิริวงศ์ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2546. **วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ชายฝั่ง**. กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการ
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 211 น.

นุกูล แสงพันธุ์ และลออศรี เสนาะเมือง. 2547. **การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า**. ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธาน
ประยุกต์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 28 น.

นุกูล แสงพันธุ์ เอื้ออารี สุขสมนิตย์ และพิสมัย เฉลยศักดิ์. 2559. **การเพาะเลี้ยงไรแดงยุคใหม่: การ
เลี้ยงเพื่อผลิตไข่ไรแดง 4 ชนิด**. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
(สวทช.). ปทุมธานี, 48 น.

นุกูล แสงพันธุ์ เอื้ออารี สุขสมนิตย์ และพิสมัย เฉลยศักดิ์. 2559. **การเพาะเลี้ยงไรแดง**. สำนักงาน
พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 1 น.

นุกูล แสงพันธุ์เอื้ออารี สุขสมนิตย์ และพิสมัย เฉลยศักดิ์. 2559. **การเพาะเลี้ยงไรแดง**. สำนักงาน
พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

นุชนรี ทองศรี จุฑามาศ ชมพูนิช จูระดี พงศ์มณีรัตน์ และชเชนีกันต์ เชษฐสิงห์. 2551. **ผลของการ
เก็บรักษาไรแดงต่อการเจริญเติบโตของปลา**. สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจัดกรมประมง. 3 น.

ประจวบ หล้าอุบล. 2543. **อดีต-อนาคตกุ้งไทย ใน** เสวนาวิชาการเรื่องกุ้ง 2543 คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 1-66 น.

พนารัตน์ วีระพร. 2549. **ประสิทธิภาพของแคโรทีนอยด์ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย
การเพิ่มและสะสมสารสี ภูมิกัมกัน การต้านทานความเครียดในกุ้งขาวแอฟฟิกัน
(*Litopenaeus vannamei*)**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา

พิเชต พลายเพชร. 2558. **การจัดการทางโภชนาการสำหรับการอนุบาล และการเลี้ยงกุ้งขาว
แวนนาไม**. วารสารเกษตร 31(1): 89-105 น.

พิรุฬชัย จงรักภักดี พิสมัย ไหมโง อีรวรรณ ภิรมรักษ์ สุวัฒน์ ชูศรี และอนุชา ทัมกุล. 2540. **การ
เพาะเลี้ยงไรแดงในบ่อคอนกรีตที่ระดับน้ำต่างกัน**. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขต
พระนครศรีอยุธยา หันตรา. 22 น.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล สำรวัย เสรีจกิจ และทัศนีย์ วัชรกรโยธิน. 2549. **การเพาะเลี้ยงไรแดง**.
กรมประมง กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 28 น.

- มันลิน ตันทุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2538. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.; อ้างโดย จันทรจิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและการประยุกต์ใช้ในกึ่งอุตสาหกรรม. วารสารวิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น.1-127
- วนากานต์ เร่งเพียร. 2557. การสกัดน้ำมันจาก *Chlorella vulgaris* โดยใช้อัลตราซาวด์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 154 น.
- วรรณนา วงศ์กรเขาวลิต. 2528. การเจริญของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงในน้ำคั้นเปลือกและแกนสับประรดและศักยภาพในการใช้เป็นอาหารปลา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 15 น.
- วรลักษณ์ อรุณวรรณศิริ รุ่งตะวัน อรรถบุตร พุทธิชัย คล้ายจินดา และวิวัฒน์ ภูพร้อม. 2540. การใช้น้ำกากส่าเหลือในการเพาะเลี้ยงคลอเรลล่าในระดับห้องปฏิบัติการ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคณะเกษตรศาสตร์บางพระ (พระนครศรีอยุธยา หันตรา). 31 น.
- วิรัตดา สีตะสิทธิ์. 2543. วิเคราะห์และประมวลผลการศึกษาวิจัยเรื่องไรแดงในประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 207. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 66 น.
- วิรัตดา สีตะสิทธิ์. 2544. วิเคราะห์และประมวลผลการศึกษาวิจัยเรื่องไรแดงในประเทศ. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. 64 น.
- วีณา ชูโชติ. 2556. ผลของสารสกัดจากสาหร่าย *Chlorella* spp. ในการยับยั้ง การเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร. 103 น.
- ศิริภรณ์ ชื่นบาล และรูปน ชื่นบาล. 2553. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่มีประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากน้ำเสียโรงงานผัก และผลไม้. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 92 น.
- ศิริลักษณ์ จารุสมบัติ. 2531. การใช้เซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในอาหารเพื่อเร่งสีผิวของปลาแฟนซีคาร์พ (*Cyprinus carpio*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 130 น.
- สมประสงค์ ชันถม บัวคำลิมสุรินทร์ และวิชัย ชัยชนะกลสิกรรม. 2543. เปรียบเทียบการอนุบาลลูกกึ่งกุลาดำโดยใช้อาร์ทีเมียและไรแดงน้ำจืดเป็นอาหาร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2543. ศูนย์เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ 14 น.
- อนันต์ชัย เชื้อนธรรม, 2542. หลักการวางแผนการทดลองทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ. 348 น.

- AOAC.1984. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA. 1141 pp.
- Boyd, C.E. 1990. **Water quality in ponds for aquaculture**. Birmingham Publishing Co. Albama, USA. Aquaculture Society.6: 123-149.; อ้างโดย จันทรจิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและการประยุกต์ใช้ในกึ่งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- Briggs, M., S. Funge-Smith, R. Subasinghe and M. Phillips. 2004 **Introductions and movement of *Litopenaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and Pacific**. RAP Publication 2004/10. Regional office for Asia and Pacific, FAO, Bangkok. 79 p.
- Brock, T.D., M.T. Madigan, J. M. Martinko and J. Parker. 1994. **Biology of Microorganisms**. 7th ed., Prentice-Hall International, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 909 p.
- Chein, Y.H., Pand, C.H. and Hunter, B. 2003. **The resistance to physical stresses by *Penaeus monodon* juveniles fed diets supplemented with astaxanthin**. Aquaculture 216:177-191.
- Chin, T. S. and Chen, J. C. 1987. **Acute toxicity of ammonia to larvae of tiger prawn, *Penaeus monodon***. Aquaculture 66:247-253.; อ้างโดย จันทรจิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและการประยุกต์ใช้ในกึ่งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- D-Souza, J. and Dias, M. 1989. Use of phototrophic bacteria in sewage treatment and as fish feed *In* program of the First-International Marine-Biotechnology Conference IMBC-89. P 13.; อ้างโดย จันทรจิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและการประยุกต์ใช้ในกึ่งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- FAO. 2013. **Report of the FAO/MARD technical workshop on early mortality syndrome (EMS) or acute hepatopancreatic necrosis syndrome (AHPND)**

- of culture shrimp (under TCP/VIE/3304). Report No. 1053. Fisheries and Aquaculture Rome, Italy. 65p.
- Focken, U., C. Schlechtriem, M., Von Wuthenau, A., Garcia-Ortega, A. Puello-Cruz and K. Becker. 2006. *Panagrellus redivivus* mass produced on solid media as live food for *Litopenaeus vannamei* larvae. Aquaculture Research 37: 1429-1436 pp.
- Funge-Smith, S., M. Briggs and R. Subasinghe. 2003. **IS White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) a threat to Asian shrimp culture?**. FAO Aquaculture Newsletter 30: 19-23 p.
- Gervais, N. F. and T. R. Zeigler. 2013. **Synthetic product replaces live Artemia in shrimp larviculture**. Global Aquaculture Advocate May/June: 28-30.
- Getha K., Chong V.C. and Vikineswary S. 1998. **Potential use of the phototrophic bacterium, *Rhodopseudomonas palustris*, as an aquaculture feed**. Asian Fisheries Science. 10, 223-232 pp.
- Hirayama, O., E. Ando, K. Wamori and Hara, N. 1974. **Colorimetric method to measure bacterial pigment**. J.Agr. Chem. Soc. 48:97.; อ้างโดย จันทร์จิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและการประยุกต์ใช้ในกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- Imhoff, J. F. 1992. **Taxonomy, phylogeny, and general ecology of anoxygenic phototrophic bacteria**. In N. H. Mann, and N. G. Carr (ed.). Photosynthetic Prokaryotes. Vol.6. Plenum Press, New York and London. pp. 53-92
- Khudyia O., O. Kushnirykb , L. Khudac and M. Marchenkod. 2018. **Differences in Nutritional Value and Amino Acid Composition of *Moina macrocopa* (Straus) Using Yeast *Saccharomyces cerevisiae* and *Rhodotorula glutinis* as Fodder Substrates**. International Letters of Natural Sciences. 68:27-34
- Kobayashi, M. 1995. **Waste remediation and treatment using anoxygenic phototrophic bacteria**. In: Blenkinship, R.E., Madigan, M.T., Bauer, C.E. (Eds.) Anoxygenic phototrophic bacteria. Kluwer Academic, Dordrecht, 1272-1274 pp.; อ้างโดย จันทร์จิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและ

การประยุกต์ใช้ในกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

Levett, P.N. 1990. **Anaerobic Bacteria a Functional Biology**. St Edmunds bury Press Ltd. Philadelphia. 116 p.

Li, G., Yu,Y., jiang, Y. and Ding, M. 1993. **The test of photosynthetic bacteria used in prawn' S breeding as additive**. Mar. Sci. Haiyang Kexue. 1:52-54.; อ้างโดย จันทรจิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและการประยุกต์ใช้ในกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

Meyers, S. P. and T. Latscha. 1997. **Caotenoids**. In: L. A. D'Abramo, D.E. Conklin and D.M.Akiyama (editors).Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture World

Philippe L., David A.B., Patrick S., Kenneth L. S. and Allan D.B. 1987. **The nutritional value of Artemia:** a review. 356-372 pp. In Ecology, culturing Use in aquaculture. Universa press Wetteren, Belgium.

Pradal, M. 1994. **The photosynthetic bacteria *Rhodobacter capsulatus* as the food complement in the rainbow trout nutrition:** Effects on coloration and growth.Pupl.-Assoc.Dev. Aquault. Cestas Bordeaux-France Association-Pour-Le-Developpment-De-L-Aquaculture. 41:90 p.; อ้างโดย จันทรจิรา จอมสวัสดิ์. 2544. การคัดเลือกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงและการประยุกต์ใช้ในกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

Sachindra N.M., Bhaskar N., and Mahendrakar N.S. 2006. **Recovery of carotenoids from shrimp waste in organic solvents**. Waste Management. 26(10), 1092-1098 pp.

Tan, R. K. H. and W. G. Dominy. 1997. **Commercial pelleting of crustacean feeds**. pp. 520-549. In: L. R. D'Abramo, D. E. Conklin and D.M. Akiyama (eds). Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA.

- Xu B, M. Ding, J. Mao and H.S. Xu. 1992. **The food value of *Phodopseudomonas spheroides* for *Brachionus plicatilis*.** T Oceanol Limnol 2: 17-22. (in Chinese, Abstract in English).
- Yamada, S., Tanaka, Y., Sameshima, M. and Ito, Y. 1990. **Pigmentation of prawn (*Penaeus japonicas*) with carotenoids I.** Effect of dietary astaxanthin, β -carotene and canthaxanthin on pigmentation. Aquaculture 87:323-330

ศาสตราจารย์ ดร.สุรเดช งามใส

ประวัติคณะผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นางสาวมัธูรา ละไบเด็น
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)	MISS. MATTHURA LABAIDEN
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์
หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ต.หันตรา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000 โทรศัพท์ 035709096 โทรสาร 035709096 E-mail: matthura@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับการศึกษา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2557	ปริญญาเอก	Ph.D.	Marine Life Science	Hokkaido university	ญี่ปุ่น
2551	ปริญญาโท	วท.ม.	วิทยาศาสตร์การเกษตร	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	ไทย
2546	ปริญญาตรี	วท.บ.	เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
โรคสัตว์น้ำและการป้องกัน

ผลงาน บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

Labaiden M., Phatkaew S. and Direkbusrakom S. 2018. Effects of photosynthetic bacteria on *Moina macrocopa* production. In proceeding of The International Symposium on the Fusion of Science and Technologies (ISFT2018) 16 - 20 December Bangkok, Thailand

- Khoa H.V., Midorikawa Y., Uchino T., Nakai T., Kato G., Kondo H., Hirono I., Labaiden M., Direkbusarakom S., and Sano M. 2017. **Complete Genome Sequence of the Lytic Giant Bacteriophage pT24 Infecting *Tenacibaculum* spp., Isolated from a Shrimp Culture Pond.** Genome Announc. 5(27), e00081-17p.
- Labaiden M, Direkbusarakom S. and Wuthisuthimethavee S. 2017. **Effect of probiotic on immune gene expression after challenged with White Spot Syndrome Virus (WSSV) in white shrimp (*Litopenaeus vannameis*).** The 2nd International Symposium on Sustainable Agriculture and Agro-Industry (ISSAA2017) "Innovation for tomorrow's world" 28-29 March 2017 Walailak University
- Labaiden, M., Wuthisuthimethavee S., Direkbusarakom S., Chealoh N., Phoosamran K. and Wilaipun P. 2013. **Contamination of Norovirus genogroup I and II in tropical oysters (*Crassostrea belcheri*) from 2 major cultivation grounds of Thailand.** The Sixth International fisheries conference. December 4-6, 2013 Chiangmai, Thailand
- Labaiden, M., Kasai, H., Yoshimizu, M. and Direkbusarakom, S. 2013 **Elimination *Escherichia coli* from oysters using sodium bicarbonate,** Walailak Journal Science and Technology, 10(6)
- Kasai, H., Kawana, K., Labaiden, M., Namba, K. and Yoshimizu, M. 2011. **Elimination of *Escherichia coli* from oysters using electrolyzed seawater.** Aquaculture, 319;315-318.
- Labaiden, M., Saori, K., Saori, T., Hisae, K. and Yoshimizu, M. 2010. **Antiviral activity of traditional Chinese medicines against fish pathogenic viruses.** The JSPS-NRCT Joint Seminar 2010- Productivity techniques and effective utilization of aquatic animal resources to the new century. February 26-27, 2010, Tokyo, Japan.
- Kasai, H., M., Labaiden and M., Yoshimizu. 2009. **Survival of norovirus (NoV) and FCV in marine environments and predictions for elimination of NoV infectivity.** The JSPS-NRCT International Symposium Joint Seminar 2009- Fisheries Science Strengthening the Advancement in Fishery Research:

- Towards the Sustainable Cooperation, December 14- 15, 2009, Rayong, Thailand.
- Kasai, H., M., Labaiden and M., Yoshimizu. 2009. Survival of norovirus (NoV) and FCV in marine environments and predictions for elimination of NoV infectivity. At Taiwan National University, Taipei, Taiwan, November 2-4, 2009
- Direkbusarakom, S., M. Labaiden and M. Yoshimizu. 2008. **Antiviral activity of floc against white syndrome virus (WSSV) in black tiger shrimps (*Penaeus monodon*)**. At Fifth International Symposium of The Japanese Society for Fish Pathology. October 17-18, 2008, Tokyo, Japan.
- Direkbusarakom, S., Chinajariyawong A. and Labaiden M. 2008. **Regression analysis of carbon and nitrogen ratio on some microorganisms in brackish water**. At the 5th World Fisheries Congress. October 20-25, 2008, Yokohama, Japan.
- Labaiden, M, Direkbusarakom, S. and Yoshimizu, M. 2007. **Effect of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth performance and diseases control in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) via dietary administration**. The JSPS-NRCT International Symposium Joint Seminar 2007-Sufficiency Economy Philosophy for the Sustained Development of Fishery, December 17-18, 2007, Kasetsart University, Thailand.
- Labaiden, M, Direkbusarakom, S. and Yoshimizu, M. 2006. **Extracellular products of *Saccharomyces cerevisiae* enhanced resistance white spot syndrome virus (WSSV) in black tiger shrimps (*Penaeus monodon*)**. The JSPS-NRCT International Symposium Joint Seminar 2006-Innovation Technology for the Sustained Development of Fishery and Aquaculture, December 19-21 2006, Kasetsart University, Thailand.
- Direkbusarakom, S., S. Phomkong, M. Labaiden, S. Suwanpakdee and P. Chotipan. 2004. **Effect of floc for control of soil and water quality in shrimp cultured pond**. the JSPS-NRCT international symposium, at Kasetsart university, Thailand, December 20-21 2004.

ชื่อ (ภาษาไทย) นายธวัฒน์ชัย งามศิริ
 ชื่อ (ภาษาอังกฤษ) Mr.Thawatchai Ngamsiri
 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
 หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง
 คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. หันตรา
 อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000
 โทรศัพท์ 035709096
 โทรสาร 035709096
 E-mail: nngamsiri@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับการศึกษา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2550	ปริญญาเอก	PhD.	Agriculture Sciences	Tohoku University	Japan
2543	ปริญญาโท	วท.ม.	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2537	ปริญญาตรี	วท.บ.	ประมง	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 พันธุศาสตร์ทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ผลงาน บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

- Kamonrat, W and Ngamsiri T. 1998. Identification of Nile Tilapia by Isozyme analysis. Journal Fisheries of Fisheries Department of Thailand.
- Na-Nakorn, U. Kamonrat W and Ngamsiri T. 2004. Genetic diversity of walking catfish, *Clarias macrocephalus*, in Thailand and evidence of genetic introgression from introduced farmed *C. gariepinus*. Aquaculture. 240: 145-163.
- Ngamsiri, T. Ohashi Y, Sukumasavin N, Nakajima M, Na-Nakorn U and Taniguchi N. 2006. Characterization of microsatellite DNA markers in a critically endangered species, Mekong Giant catfish, *Pangasianodon gigas*. Molecular Ecology Note. 6:313-315.

- Ngamsiri, T. Nakajima M, Sukumasavin N, Na-Nakorn U and Taniguchi N. 2006. **Identification of Mekong catfishes using microsatellite DNA markers.** Proceeding of the International Workshop on Genetic Diversity of Mekong Fishes.
- Ngamsiri, T. Nakajima M, Sukmanomon S, Sukumasavin N, Kamonrat W, Na-Nakorn U and Taniguchi N. 2007. **Genetic diversity of the wild Mekong giant catfish, *Pangasianodon gigas* collected from Thailand and Cambodia.** Fisheries Science. In press.
- Na-Nakorn, U. Sripairoj S, Ngamsiri T, Poompuang S and Taniguchi N. 2006. **Gene-centromere mapping at four microsatellite and five isozyme loci in *Clarias macrocephalus* base on Meiotic gynogenetic offspring.** Aquaculture Science. 54(4) 505-513.

ชื่อ (ภาษาไทย) นายทินวุฒิ ล่องพริก
 ชื่อ (ภาษาอังกฤษ) Mr.Tinnawut Longprig
 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
 หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง
 คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.หันตรา
 อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000
 โทรศัพท์ 035709096
 โทรสาร 035709096

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับการศึกษา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2560	ปริญญาโท	วท.ม.	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2556	ปริญญาตรี	วท.บ.	ประมง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 คุณภาพน้ำทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการจัดการ

ผลงาน บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

- 1) ผลของการใช้ระบบน้ำหมุนเวียนในการอนุบาลลูกปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*) งานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54
- 2) ผลของการใช้ Tubular Settlers เพื่อกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำของการอนุบาลลูกปลานิลแดง(*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*) ด้วยระบบน้ำหมุนเวียน งานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55