วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

การใช้ประโยชน์จากแบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย

The utilization of photosynthetic bacteria in Thai fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*) culture

ธนบดี ปิ่นทศิริ[1], พีระพล คำหอม[1], สุรภี ประชุมพล[1], จอมสุดา ดวงวงษา[2] และ จามรี เครือหงษ์[1]*

Thanabodee Pintasiri[1], Pheeraphol Khamhom[1], Surapee Prachumpon[1], Jomsuda Duangwongsa[2] and Jamree Khrueahong[1]*

[1] *ภาคเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000*
[1] *Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Muang district, Nakhon Sawan Province 60000*
[2] *คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290*
[2] *Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resource, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 502901*

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากแบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย ประกอบด้วย 2 การทดลอง วัตถุประสงค์ คือ 1) ศึกษาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (PSB) 2) ศึกษาการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วย PSB 3) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วย PSB การทดลองที่ 1 การเจริญเติบโตของ PSB โดยการใช้ไข่ไก่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 มิลลิลิตรต่อลิตร เมื่อเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยเป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่าการใช้ไข่ไก่ 5 ความเข้มข้นที่เจริญเติบโตดีที่สุด ได้แก่ 45, 50, 25, 10 และ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ จึงนำผลดังกล่าวไปทำการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับสาหร่ายคลอเรลลา (ชุดควบคุม) พบว่าการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยสาหร่ายคลอเรลลาให้การเจริญเติบโตสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เทียบกับไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วย PSB แต่อัตราการรอดตายและผลผลิตของไรนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วย PSB ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตรต่อลิตรสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองอื่น เมื่อคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน พบว่า PSB ได้กำไรสุทธิสูงกว่าการเลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลา การใช้ PSB ความเข้มข้นของไข่ไก่ 10 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำให้กำไรและผลตอบแทนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยสามารถใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงเป็นอาหารทดแทนสาหร่ายคลอเรลลาได้

คำสำคัญ: ไรน้ำนางฟ้าไทย; แบคทีเรียสังเคราะห์แสง; สาหร่ายคลอเรลลา

ABSTRACT: This research aimed to study the utilization of photosynthetic bacteria (PSB) for *Branchinella thailandensis* culture. The research had 2 experiments. The objectives were to: 1) study the growth of PSB, 2) study *B. thailandensis* culture by PSB, and 3) study the costs and returns of *B. thailandensis* culture by PSB. For the first experiment, the growth of PSB was measured using chicken egg concentrations of 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, and 50 ml/L, for a period of 14 days. The result showed that the chicken eggs at 5 different concentrations showed the best growth curve at 45, 50, 25, 10, and 5 ml/L, respectively. Therefore, these results were used for the second experiment, comparing the growth of *B. thailandensis* with PSB and *Chlorella vulgaris* (control). It was found that *B. thailandensis* cultured by *Chlorella vulgaris* has a significantly ($P<0.05$) higher growth rate than PSB. However, *B. thailandensis* cultured with PSB 25 ml/L had the highest survival rates and biomass statistically significant differences with other treatments ($P<0.05$). The costs and returns found that using PB to feed *B. thailandensis* resulted in higher net profits than using *Chlorella vulgaris*, using 10 ml/L of

* Corresponding author: jamree.k@nsru.ac.th, Thanabodee.pi@nsru.ac.th

Received: date; April 17, 2024 Revised: date; June 19, 2024

Accepted: date; June 20, 2024 Published: date;

PSB had the highest profits and return on investment. Therefore, it concluded that the utilization of PSB replacement with *Chlorella vulgaris* for *B. thailandensis* culture was possible.
Keywords: Thai fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*); photosynthetic bacteria; *Chlorella vulgaris*

บทนำ

ไรน้ำนางฟ้า (Fairy shrimp) เป็นสัตว์น้ำจืดจำพวกครัสเตเชียนเช่นเดียวกับกุ้ง แต่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้ม ลักษณะคล้ายไรทะเลหรืออาร์ทีเมีย ในปัจจุบันนิยมนำมาใช้เป็นอาหารมีชีวิตสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำ ไรน้ำนางฟ้าไทย เป็น 1 ใน 3 ชนิดที่ถูกค้นพบในประเทศไทย ซึ่งแตกต่างจากไรน้ำนางฟ้าสิรินธรและไรน้ำนางฟ้าสยาม คือ ลำตัวมีสีส้มแดงตลอดทั้งตัวรวมถึงแพนหาง และมีขนาดใหญ่กว่าไรน้ำนางฟ้าสิรินธร (ละออศรี และคณะ, 2565) ไรน้ำนางฟ้าไทยนิยมเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์เนื่องจากใช้ระยะเวลาการเลี้ยงน้อยกว่าไรน้ำนางฟ้าสิรินธร จากการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยหากมีอาหารที่เพียงพอและสม่ำเสมอ จะใช้ระยะเวลาเพียง 7 วันเข้าสู่ตัวเต็มวัยและสามารถผสมพันธุ์ได้ ปัจจุบันสามารถเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย เพื่อเป็นอาหารมีชีวิตที่ใช้ในการอนุบาลและเลี้ยงสัตว์น้ำได้ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง ไรน้ำนางฟ้าไทยมีโปรตีนสูงถึง 66-77 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 7.08-9.48 เปอร์เซ็นต์ (จามรี และคณะ, 2559) นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนจำเป็นที่มีความต้องการของสัตว์น้ำ ซึ่งไรน้ำนางฟ้าไทย พบกรดอะมิโน 784.92 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง มีสารแคโรทีนอยด์สูงถึง 254.41 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (Dararat et al, 2012) ช่วยในการเร่งสีปลาสวยงาม เช่นเดียวกับจามรีและคณะ (2560) รายงานว่าไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนจากน้ำทิ้งบ่อปลา มีกรดอะมิโนรวมและกรดอะมิโนจำเป็นสูงถึง 779.10 และ 541.09 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว คือ มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีสารเร่งสี จึงนำไรน้ำนางฟ้าไทย เพื่อเลี้ยงปลาสวยงามได้แก่ ปลาทอง ปลาหมอสี ปลาคาร์ฟ เป็นต้น (นุกูล และคณะ, 2549; วิกิจ และคณะ, 2552; จิตรา และคณะ, 2559; จงดี และคณะ, 2560) ส่วนสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ได้แก่ ปลาทับทิม ปลานิล ปลากะพงขาว กุ้งก้ามกราม เป็นต้น การเลี้ยงด้วย ไรน้ำนางฟ้าทำให้สัตว์น้ำเหล่านี้เจริญเติบโตได้ดี (วิกิจ และคณะ, 2552; จามรี และคณะ, 2562, จามรี และคณะ, 2565)

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าจำเป็นต้องมีอาหาร คือ สาหร่ายคลอเรลลา ซึ่งเป็นสาหร่ายเซลล์เดียว แต่ในการเพาะขยายสาหร่ายคลอเรลลานิยมใช้ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยนา (16-20-0) ปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้จุลินทรีย์อีเอ็ม (EM) กากผลชูรส (อามิ-อามิ) กากน้ำตาล น้ำกากส่าเหล้าส่าเบียร์ รำละเอียด ยีสต์ขนมปัง กากถั่วเหลือง มูลสัตว์ต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อเพาะขยายสาหร่ายคลอเรลลา (ศิพร และและบานเย็น, 2548; สุธิรา, 2553; ธีรศักดิ์, 2551; ธนบดี และคณะ, 2566; Rottmann et al., 2003) ซึ่งปัจจัยที่ทำให้สาหร่ายคลอเรลลาเจริญเติบโตได้ดี คือ แสง อุณหภูมิ สภาพแวดล้อม สารอาหาร เป็นต้น (ลัดดา, 2542; Chittra and Benjamas, 2010) และในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลาจำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการผลิต มีการสร้างบ่อเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงคลอเรลลาทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูง แต่สำหรับแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสามารถเพาะเลี้ยงได้ในขวดพลาสติกเท่านั้น ทำให้ต้นทุนในการผลิตแบคทีเรียสังเคราะห์แสงน้อยกว่าการเพาะเลี้ยงคลอเรลลา

มีรายงานการใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการเพาะเลี้ยงไรแดงเพื่อใช้การอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม (มัสธูรา, และคณะ 2562) เนื่องจากแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสามารถขยายได้ง่าย เพียงใช้โปรตีนเป็นอาหารของเชื้อโดยใช้ไข่สดมาตีให้เข้ากันทั้งไข่แดงและไข่ขาวเท่านั้น (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2566) อีกทั้งยังพบโปรตีนสูงถึง 45–65 เปอร์เซ็นต์ (Sasikala and Ramana, 1995; Yang et al., 2017) ในขณะที่ Saejung and Thammaratana (2016) รายงานว่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีโปรตีน 40–60 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนจำเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Kuo et al. (2012) และ Meng et al. (2018) รายงานว่าแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีสารแคทีนอยด์ 0.024–0.25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงถูกนำมาใช้ในอาหารเพื่อเร่งสีผิวปลาแฟนซีคาร์พ (ศิริลักษณ์, 2531) นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Saejung et al. (2018) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของไรน้ำนางฟ้าสิรินธรด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงกับคลอเรลลา โดยการนำเอาแบคทีเรียสังเคราะห์แสงไปอบให้แห้งเป็นผงแล้วนำไปให้เป็นอาหารไรน้ำนางฟ้าสิรินธร พบว่าไรน้ำนางฟ้าสิรินธรมีอัตราการรอดตายและสามารถเจริญเติบโตได้ดีเช่นเดียวกับคลอเรลลา นอกจากนี้ปริมาณแอมโมเนียไนไตร์ทและไนเตรท ในน้ำมีปริมาณน้อย ทำให้คุณภาพน้ำเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า แต่ยังไม่พบการรายงานการเลี้ยง

ไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงแบบมีชีวิต จากคุณสมบัติของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงนอกจากมีโปรตีนสูง มีสารแคโรทีนอยด์ช่วยในการเร่งสีสัตว์น้ำ แล้วยังช่วยในเรื่องของคุณภาพน้ำอีกด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิต ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design; CRD) โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (Photosynthetic bacteria; PSB) แบ่งออกเป็น 10 ชุดการทดลอง โดยใช้ไข่ไก่ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 มิลลิลิตรต่อลิตร (PSB5, PSB10, PSB15, PSB20, PSB25, PSB30, PSB35, PSB40, PSB45, PSB50) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ทดลองในขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง จากการทดลองที่ 1 เลือกกลุ่มที่เจริญเติบโตดี 5 อันดับแรก มาเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม คือ สาหร่ายคลอเรลลา แบ่งออกเป็น 6 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ทดลองในกะละมังขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำ 20 ลิตร จากนั้นนำผลผลิตมาหาต้นทุน และผลตอบแทนการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงต่อไป

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

นำขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร มาล้างทำความสะอาดและปล่อยไว้ให้แห้ง ใส่หัวเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ในปริมาตร 200 มิลลิลิตร (จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการประมงน้ำจืดพิจิตร) ใส่ไข่ไก่โดยใช้ทั้งไข่ขาวและไข่แดงตีให้ละเอียดและใส่ตามชุดการทดลองที่กำหนด ใส่น้ำเปล่าให้ครบปริมาณ 1 ลิตร เขย่าให้เข้าด้วยกัน และนำไปตากแดดหรือกลางแจ้งจนครบ 14 วัน โดยทุก ๆ วัน ในเวลา 13.00 น. จะวัดค่าความทึบแสง (Optical Density; OD) ที่ความยาวคลื่นแสง 660 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (Mohammad, 2019)

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

การเตรียมการทดลอง

การเพาะสาหร่ายคลอเรลลา โดยเตรียมบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร เติมน้ำลงไปให้ได้ระดับ 20 เซนติเมตร (ปริมาตร 157 ลิตร) ทำการละลายสูตรอาหาร โดยใช้สูตรอาหารของนุกูล (2558) ประกอบด้วยยูเรีย 46-0-0 30 กรัม ปุ๋ย 16-20-0 15 กรัม รำ 50 กรัม ปูนขาว 9 กรัม ลงในบ่อที่เตรียมไว้กรองหัวเชื้อสาหร่ายคลอเรลลา 30 ลิตร นำหัวเชื้อสาหร่ายคลอเรลลามาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการประมงน้ำจืดอุทัยธานี คนทุกวันอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง และเติมอากาศตลอดเวลาเพื่อเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำ จนกระทั่งสาหร่ายคลอเรลลามีอายุประมาณ 4 วัน จึงกรองด้วยผ้าขนาดตา 60 ไมโครเมตร (ธนบดี และชนกันต์, 2561) ก่อนนำมาเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย โดยเตรียมสาหร่ายคลอเรลลาให้เพียงพอสำหรับการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยตลอดระยะเวลาที่ทดลอง

การเตรียมแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยเลือก 5 ลำดับแรกที่มีผลการเจริญเติบโตดี โดยใช้ค่า OD สูงที่สุดและมีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เพื่อมาดำเนินการต่อในการทดลองที่ 2

การเตรียมไรน้ำนางฟ้า

นำไข่ไรน้ำนางฟ้าไทยจากโรงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ปริมาณ 2 กรัม ใส่ในกะละมังสำหรับฟักไข่ เติมน้ำสะอาดที่ปราศจากคลอรีนลงไปประมาณ 3-4 เซนติเมตร ปล่อยไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง ไข่ไรน้ำนางฟ้าไทยจะเริ่มทยอยฟักออกเป็นตัวและจะฟักออกเป็นตัวหมดภายใน 48 ชั่วโมง ใช้แผ่นพลาสติกปิดให้พอมีที่แสงเข้าเล็กน้อย เนื่องจากไรน้ำนางฟ้าไทยวัยอ่อนจะชอบมาเล่นแสง ดูดออกโดยใช้สายยางดูดตัวอ่อนของไรน้ำนางฟ้าไทยออกจากกะละมังที่ฟัก ใส่ในกะละมังสำหรับอนุบาลขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำ 50 ลิตร อนุบาลไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยสาหร่ายคลอเรลลา ปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อวัน ให้อาหารวันละ 2 มื้อ ๆ ละ 50 มิลลิลิตร จนไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 5 วันจึงเริ่มการทดลอง

วิธีการทดลอง

เติมน้ำใส่กะละมังขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ใส่น้ำสูง 16 เซนติเมตร จะได้ปริมาตรน้ำ 20 ลิตร จำนวน 18 กะละมัง สุ่มนับไรน้ำนางฟ้าไทย จำนวน 30 ตัวต่อลิตร ใช้ไรน้ำนางฟ้าไทย 600 ตัวต่อกะละมัง วัดความยาวและชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของไรน้ำนางฟ้าไทย เท่ากับ 0.70 เซนติเมตรต่อตัว และ 0.07 กรัมต่อตัว ตามลำดับ การให้อาหารตามชุดการทดลอง ปริมาตร 100 มิลลิลิตรต่อวัน โดยแบ่งออกเป็น 2 มื้อ ๆ ละ 50 มิลลิลิตร เวลา 08.30 และ 17.00 น. เลี้ยงไรน้ำนางฟ้าเป็นเวลา 10 วัน (ไรน้ำนางฟ้าอายุ 15 วัน)

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ในทุกวันเวลา 8.00 น. วิเคราะห์คุณภาพน้ำได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) แอมโมเนียไนโตรเจนรวม (total ammonia nitrogen) ตามวิธีการของ APHA (1992) จากนั้นเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการเก็บผลผลิตไรน้ำนางฟ้าไทยโดยใช้กระชอนกรองเอาเฉพาะตัว ซับด้วยผ้าชุปน้ำบิดให้หมาดก่อนวัดความยาวและชั่งน้ำหนักทุกตัว ทุกชุดการทดลอง นับจำนวนตัวไรน้ำนางฟ้าไทยที่เหลือ เพื่อหาอัตราการรอดตาย หาค่าเฉลี่ยความยาวและน้ำหนักของทุกชุดการทดลอง แล้วนำมาคำนวณหาเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย ดังต่อไปนี้

ความยาวเฉลี่ย (average length; cm/ind)

= ความยาวของไรน้ำนางฟ้ารวมทั้งหมด/จำนวนตัว

น้ำหนักเฉลี่ย (average weigth; g/ind)

=น้ำหนักของไรน้ำนางฟ้ารวมทั้งหมด/จำนวนตัว

ความยาวเพิ่ม (length gain; cm/ind)

= ความยาวของไรน้ำนางฟ้าไทยสุดท้าย - ความยาวของไรน้ำนางฟ้าไทยเริ่มต้น

น้ำหนักเพิ่ม (Weight gain; g/ind)

= น้ำหนักตัวของไรน้ำนางฟ้าไทยสุดท้าย - น้ำหนักตัวของไรน้ำนางฟ้าไทยเริ่มต้น

อัตราการเจริญเติบเติบจำเพาะ (specific growth rate; %/day)

$$= \frac{ln \text{ น้ำหนักไรน้ำนางฟ้าเฉลี่ยสุดท้าย} - ln \text{ น้ำหนักไรน้ำนางฟ้าไทยเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลา (วัน)}} \text{ X 100 (เปอร์เซ็นต์)}$$

อัตรารอดตาย (survival rate; %)

$$= \frac{\text{จำนวนไรน้ำนางฟ้าไทยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนไรน้ำนางฟ้าเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \text{ X 100 (เปอร์เซ็นต์)}$$

ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ใช้การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ตามวิธีของสมศักดิ์ (2530) และ Kay (1986) ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่

ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่

ต้นทุนผันแปร = ค่าอาหาร + ค่าไข่ไรน้ำนางฟ้า + ค่าจ้างแรงงาน+ ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน

ต้นทุนคงที่ = ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ + ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน

ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน = ค่าเสียโอกาสในการนำเงินทุนไปประกอบกิจการอื่น ๆ โดยคำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ร้อยละ 1.8 บาท ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ ปี 2565

ค่าเสื่อมราคา = มูลค่าซื้อหรือสร้าง/อายุการใช้งาน

ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์คิดค่าเสื่อมราคาแบบวิธีเส้นตรง (straight-line depreciation method) โดยกำหนดให้มูลค่าซากเป็นศูนย์เมื่อหมดอายุการใช้งานตามประเภทเครื่องมืออุปกรณ์

รายได้ทั้งหมด = จำนวนผลผลิต (กรัม) x ราคาผลผลิตที่จำหน่ายได้ (บาท)

รายได้สุทธิ = รายได้ทั้งหมด-ต้นทุนผันแปร

กำไรสุทธิ = รายได้ทั้งหมด-ต้นทุนทั้งหมด

ผลตอบแทนต่อการลงทุน (เปอร์เซ็นต์) = (รายได้สุทธิX100)/ ต้นทุนทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และผลผลิตในแต่ละชุดการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-Way ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลในแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษา

ศึกษาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงวัดโดยใช้ค่า OD เมื่อขยายด้วยไข่ไก่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 มิลลิลิตรต่อลิตร เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่าทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเจริญเติบโตสูงขึ้น แต่ใช้ไข่ไก่ความเข้มข้น 45 มิลลิลิตรต่อลิตร มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ 50, 25, 10 และ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ (**Figure 1**) จึงได้เลือก PBS 5 ความเข้มข้นนี้ไปใช้ในการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยในการทดลองที่ 2

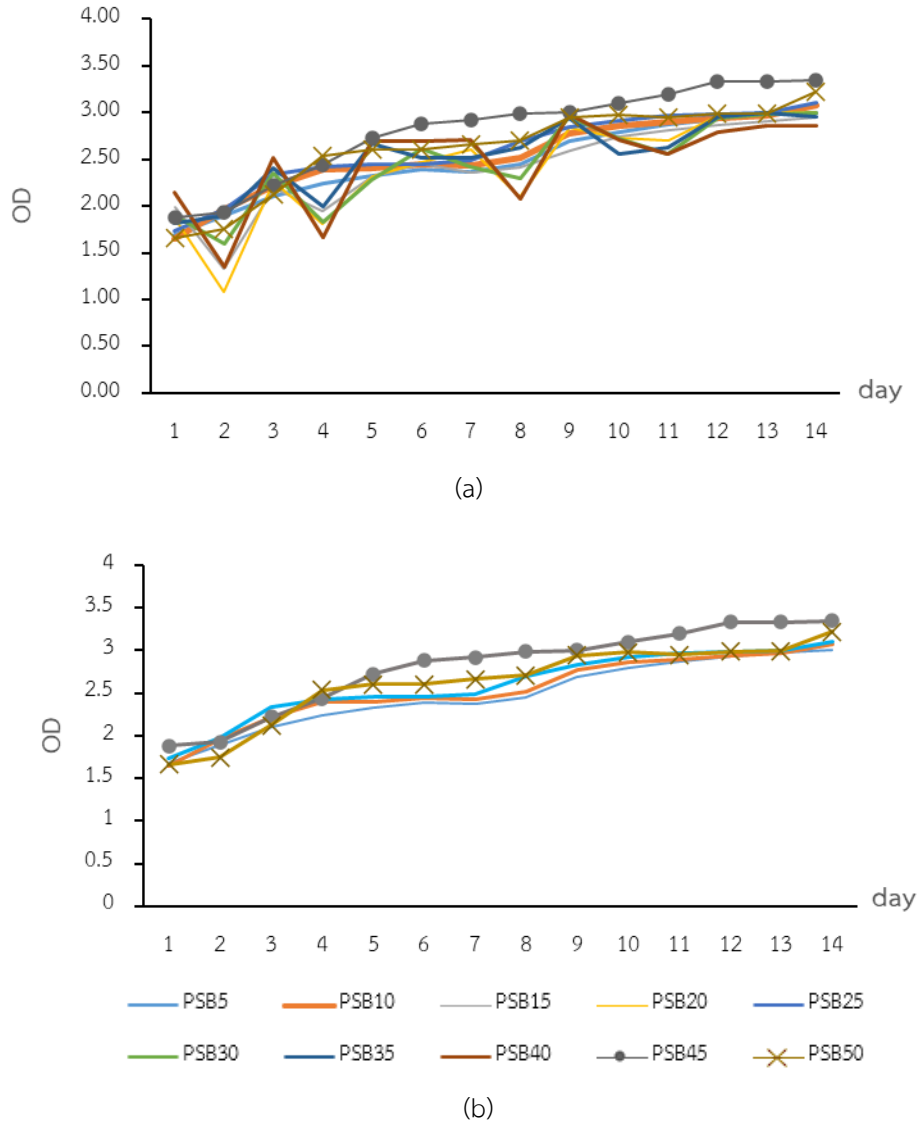

Figure 1 Growth curve of photosynthetic bacteria (a) all treatments (b) top 5 best groups

ศึกษาการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

การเจริญเติบโตทั้งความยาวและน้ำหนักของไรน้ำนางฟ้าไทยมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลา (ชุดควบคุม) ให้การเจริญเติบโตด้านความยาวสุดท้าย น้ำหนักสุดท้าย ความยาวเพิ่ม น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ส่วนอัตราการรอดตายของไรนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงที่ใช้ไข่ไก่ 25 มิลลิลิตรต่อลิตร มีค่าสูงที่สุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกชุดการทดลอง (P<0.05) จึงส่งผลให้ผลผลิตของไรนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงที่ใช้ไข่ไก่ 25 มิลลิลิตรต่อลิตร สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) **(Table 1; Figure 2)**

Table 1 Growth rate, Biomass, and Survival rate of Thai fairy shrimp cultured for 10 days (age 15 days)

Parameter	Treatment						*P*-value
	Control	PSB5	PSB10	PSB25	PSB45	PSB50	
Initial average length (cm/ind)	0.70± 0.00	0.70± 0.00	0.70± 0.00	0.70± 0.00	0.70± 0.00	0.70± 0.00	0.124
Final average length (cm/ind)	1.93± 0.001[a]	1.68± 0.001[f]	1.70± 0.001[e]	1.88± 0.001[b]	1.74± 0.003[c]	1.71± 0.001[d]	0.001
Length gain (cm/ind)	1.23± 0.001[a]	0.98± 0.001[f]	1.00± 0.001[e]	1.18± 0.001[b]	1.04± 0.001[c]	1.01± 0.001[d]	0.001
Initial average weight (g/ind)	0.070± 0.000	0.070± 0.000	0.070± 0.000	0.070± 0.000	0.070± 0.000	0.070± 0.000	0.112
Final average weight (g/ind)	0.126± 0.001[a]	0.103± 0.000[d]	0.111± 0.000[c]	0.123± 0.000[b]	0.111± 0.000[c]	0.111± 0.000[c]	0.001
Weight gain (g/ind)	0.055± 0.001[a]	0.033± 0.001[d]	0.041± 0.001[c]	0.053± 0.001[b]	0.041± 0.001[c]	0.041± 0.001[c]	0.001
Specific growth rate (%/day)	0.373± 0.003[a]	0.220± 0.000[d]	0.273± 0.003[c]	0.353± 0.003[b]	0.273± 0.003[c]	0.273± 0.003[c]	0.001
Biomass (g)	52.20± 0.057[b]	38.37± 0.033[e]	52.23± 0.088[b]	53.03± 0.033[a]	45.43± 0.033[c]	44.37± 0.088[d]	0.001
Biomass/L (g)	2.61± 0.015[a]	1.92± 0.034[c]	2.16± 0.068[b]	2.65± 0.032[a]	2.27± 0.013[b]	2.22± 0.010[b]	0.001
Survival rate (%)	69.20± 0.11[b]	62.30± 1.06[e]	64.70± 2.12[d]	71.70± 0.67[a]	68.10± 0.48[bc]	66.40± 0.48[cd]	0.000

Note: Values are mean±SD. Values in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

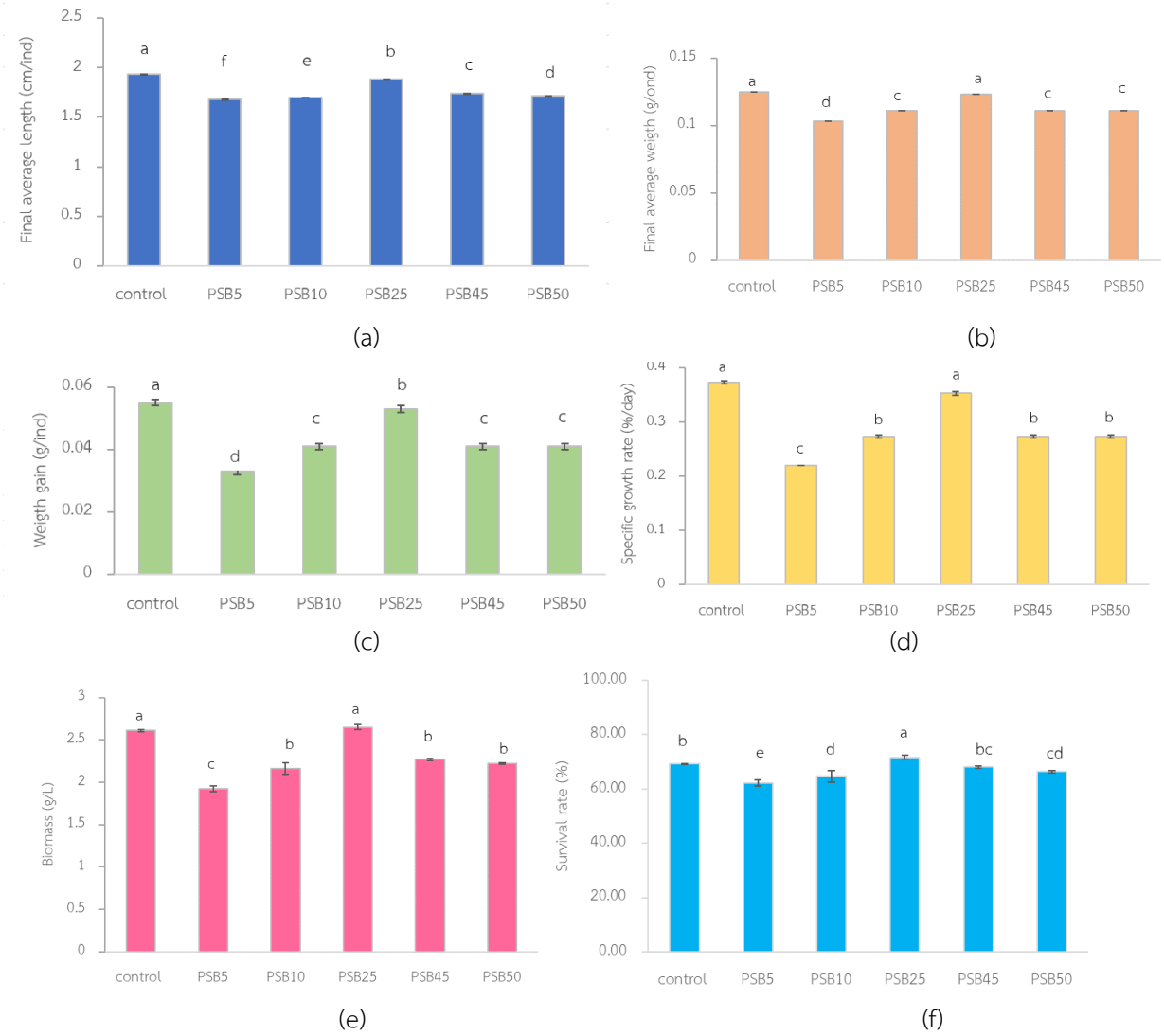

Figure 2 Final average length (a), Final average weight (b), Weight gain (c), Specific growth rate (d) Biomass (e), and Survival rate (f) of Thai fairy shrimp

ส่วนคุณภาพน้ำพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลองโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P> 0.05) โดยค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 26.00±0.83-28.00±0.41 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 1.80±0.63-2.20±0.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 7.55±0.47-8.46±0.54 และค่าแอมโมเนียไนโตรเจนรวมอยู่ระหว่าง 0.50±0.29-1.20±0.77 มิลลิกรัมต่อลิตร **(Table2)**

Table 2 Water quality parameters in basin of Thai fairy shrimp experiment

Water quality	Treatment						*P*-value
	Control	PSB5	PSB10	PSB25	PSB45	PSB50	
Temperature (°C)	26.00±0.83	28.00±0.41	27.00±0.15	27.00±0.22	27.00±0.38	26.00±0.88	0.154
Dissolved oxygen (mg/l)	1.80±0.63	1.90±0.42	2.00 ±0.98	1.90±0.62	1.90±0.88	2.20±0.55	0.223
pH	8.46±0.54	7.83±0.69	8.39±0.82	8.40±0.77	7.60±0.59	7.55±0.47	0.173
Tatal amonia nitrogen (mg/l)	0.50±0.29	0.80±0.51	0.80±0.66	1.00±0.74	1.00±0.69	1.20±0.77	0.129

ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

ต้นทุนการผลิตไรน้ำนางฟ้าไทยต่อ 1 กะละมัง (20 ลิตร) มีต้นทุนผันแปรได้แก่ ค่าไข่ไรน้ำนางฟ้าคิดเป็น 1,000 ฟอง 0.3 บาท (อ้างอิงจากเว็บไซต์ขายออนไลน์ 1 กรัม 120 บาท มีประมาณ 400,000 ฟอง) น้ำเลี้ยงจากประปาส่วนภูมิภาค 1 ลิตร เท่ากับ 0.01 บาท ใช้ทั้งหมด 20 ลิตร จึงเท่ากับ 0.20 บาท ค่าเสียโอกาสในการลงทุนเมื่อฝากธนาคาร 1.8 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ค่าสาหร่ายคลอเรลลาขยาย 150 ลิตร ประกอบด้วย หัวเชื้อสาหร่ายคลอเรลลา 20 ลิตร ลิตรละ 50 บาท ปุ๋ย 46-0-0 กิโลกรัมละ 35 บาท ใช้ 30 กรัม เท่ากับ 1.05 บาท ปุ๋ยนา 18-20-0 กิโลกรัมละ 30 กรัม ใช้ 15 กรัม เท่ากับ 0.45 บาท รำละเอียดกิโลกรัมละ 20 บาท ใช้ 15 กรัม คิดเป็น 0.30 บาท ปูนขาวกิโลกรัมละ 15 บาท ใช้ 9 กรัม คิดเป็น 0.14 บาท น้ำ 130 ลิตร คิดเป็น 1.30 บาท รวมต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 1,003.24 บาท ดังนั้น ต้นทุนในการขยายสาหร่ายคลอเรลลาเท่ากับ 6.69 กรัมต่อลิตร ส่วนหัวเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง 200 มิลลิลิตร เท่ากับ 4 บาท ไข่ไก่ 1 ฟอง เฉลี่ย 40 มิลลิลิตร ราคา 4 บาท หากมีหัวเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสงจะทำให้ลดต้นทุนไปได้อีก คำนวณต้นทุนผันแปร เท่ากับ 7.32, 5.09, 5.60, 7.13, 9.16 และ 9.67 บาท เมื่อเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าด้วยสาหร่ายคลอเรลลา และแบคทีเรียสังเคราะห์แสงที่ขยายไข่ไก่ 5, 10, 25, 45 และ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมกะละมังคิด 20 บาทใช้งานได้ 5 ปี ค่าเสียโอกาสในการลงทุนเมื่อฝากธนาคารคิดเป็น 1.8 เปอร์เซ็นต์ต่อปี จึงคิดต้นทุนคงที่เท่ากับ 0.13 บาทในทุกชุดการทดลอง เมื่อคำนวณต้นทุนต่อกะละมังทดลองเท่ากับ 7.45, 5.22, 5.73, 7.26, 9.29 และ 9.80 บาทตามลำดับ **(Table 3)** เมื่อคำนวณรายได้จากผลผลิตไรน้ำนางฟ้าไทยโดยขายกิโลกรัมละ 400 บาท ได้เท่ากับ 20.88, 15.36, 20.88, 21.20, 18.16 และ 17.76 บาท มีกำไรสุทธิเท่ากับ 13.43, 10.14, 15.15, 13.94, 8.87 และ 7.96 บาท ผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ 182.01, 196.74, 266.67, 193.80, 96.88 และ 82.55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยสาหร่ายคลอเรลลา และแบคทีเรียสังเคราะห์แสงที่ขยายด้วยไข่ไก่ปริมตร 5, 10, 25, 45 และ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ในการคำนวณดังกล่าวไม่ได้คิดค่าแรง จะเห็นได้ว่าการใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยให้กำไรสูงกว่าเลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลา เมื่อเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงขยายด้วยไข่ไก่ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มีผลกำไรสูงและผลตอบแทนสูงสุด รองลงมา คือ การเลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงขยายด้วยไข่ไก่ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ตามลำดับ

Table 3 Cost and return on investment of of *B. thailandensis* culture by photosynthetic bacteria

Total cost	**Treatment**					
(Baht/ Basin)	**control**	**PSB5**	**PSB10**	**PSB25**	**PSB45**	**PSB50**
Variable cost						
Egg of fairy shrimp	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Water	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Chlorella vulgaris	6.69	-	-	-	-	-
PSB	-	4.50	5.00	6.50	8.50	9.00
Opportunity cost	0.13	0.09	0.1	0.13	0.16	0.17
Total variable cost	7.32	5.09	5.6	7.13	9.16	9.67
Fixed cost						
Depreciation of basin	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Opportunity cost	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Total fix cost	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Total cost	**7.45**	**5.22**	**5.73**	**7.26**	**9.29**	**9.80**
Biomass (g)	52.20± 0.057^{b}	38.37± 0.033^{e}	52.23± 0.088^{b}	53.03± 0.033^{a}	45.43± 0.033^{c}	44.37± 0.088^{d}
Gross income (baht)	20.88± 0.02^{b}	15.35± 0.01^{e}	20.89± 0.04^{b}	21.21± 0.01^{a}	18.17± 0.01^{c}	17.75± 0.04^{d}
Net income (baht)	13.56± 0.02^{c}	10.27± 0.02^{d}	15.28± 0.04^{a}	14.07± 0.02^{b}	9.00± 0.02^{e}	8.09± 0.04^{f}
Profit (baht)	**13.43± 0.02^{c}**	**10.14± 0.02^{d}**	**15.15± 0.04^{a}**	**13.94± 0.02^{b}**	**8.87± 0.02^{e}**	**7.96± 0.04^{f}**
Return on Investment (%)	**182.01± 0.31^{c}**	**196.74± 0.26^{d}**	**266.67± 0.61^{a}**	**193.80± 0.18^{b}**	**96.88± 0.14^{e}**	**82.55± 0.36^{f}**

Note: Values are means±S.D. in the same low with different superscripts significantly different (P<0.05)

วิจารณ์

จากศึกษาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงเมื่อขยายด้วยไข่ไก่ โดยวัดจากค่า OD มีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากแบคทีเรียสังเคราะห์แสงได้รับสารอาหารจากไข่ไก่ ตามรายงานของ Stefanova et al. (2021) พบโปรตีนจากไข่ขาวสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Patthawaro et al. (2020) ได้ขยายแบคทีเรียสังเคราะห์แสงจากของเสียโรงงานน้ำตาล สามารถทำให้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงเจริญเติบโตได้ดี และจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบโปรตีนสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าสิรินธร Saejung et al. (2018) พบว่าไรน้ำสิรินธรเลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังคราะห์แสงอายุ 5 วัน มีอัตราการรอดตายสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และมีการเจริญเติบโตด้านความยาวสูงกว่าการใช้สาหร่ายคลอเรลลา เมื่อไรน้ำนางฟ้าสิรินธรอายุ 30 วัน แต่มีอัตราการรอดตายเหลือเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากงานวิจัยนี้พบอัตราการรอดตายของไรน้ำนางฟ้าไทย เมื่อเลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสูงถึง 71.7 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้เนื่องจากการใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสง วิธีการเลี้ยงและชนิดของไรน้ำนางฟ้าแตกต่างกัน

ส่วนคุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลองและอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 26.00-28.00 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 7.55-8.46 และแอมโมเนียไนโตรเจนรวมอยู่ระหว่าง 0.50-1.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับสอดคล้องกับนุกูล และคณะ (2549) กล่าวว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 25–35 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.5-9.0 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนรวมในน้ำไม่ควรเกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียไนไตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงความเข้มข้นสูงขึ้น ทั้งนี้ไข่ไก่มีส่วนประกอบของโปรตีนสูง เมื่อไรน้ำนางฟ้ากินแบคทีเรียสังเคราะห์แสงเข้าไป มีการขับถ่ายของเสียออกมา จึงทำให้มีปริมาณแอมโมเนียไนไตรเจนรวมสูงขึ้นตามความเข้มข้นของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ทั้งนี้ในการทดลองดังกล่าวมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่าปกติเพราะไม่มีการให้อากาศในกะละมังทดลอง แต่ได้มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในทุกวันจึงทำให้ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไรน้ำนางฟ้าไทย

การเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยเมื่อเลี้ยงด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงในงานวิจัยนี้ให้ผลผลิตสูงสุดถึง 2.65 กรัมต่อลิตร หรือ 2.65 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่า การรายงานของ จามรี และคณะ (2559) เลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยจุลินทรีย์ EM ร่วมกับยีสต์มีชีวิต ที่ความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร ให้ผลผลิต 1.55±0.04 กรัมต่อลิตร (คิดเป็น 1.55 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) แต่น้อยกว่ารายงานของ โฆษิต และ ละออศรี (2550) เลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยสาหร่ายคลอเรลลา ยีสต์และน้ำหมักชีวภาพที่พบผลผลิตตัวเฉลี่ยสูงที่สุด 3.204±0.435 กรัมต่อลิตร (คิดเป็น 3.204 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เมื่อเลี้ยงด้วยความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร และให้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตรต่อลิตร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณอาหารที่ให้และวิธีการให้อาหารที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับรายงานของนุกูล และคณะ (2549) ที่รายงานว่า สามารถผลิตไรน้ำนางฟ้าได้ 1,538.0 - 2,021.8 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร ส่วนต้นทุนและผลตอบแทนการลงทุนพบว่ามีการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าใช้สาหร่ายคลอเรลลาทั้งนี้เนื่องจากการขยายแบคทีเรียสังเคราะห์แสงนี้ใช้เพียงไข่ไก่ที่มีราคาถูกกว่าปุ๋ยเคมี ที่ต้องใช้ในการขยายสาหร่ายคลอเรลลาต้นทุนการใช้ไข่เพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อนำมาคำนวณผลตอบแทนการลงทุน พบว่า การใช้ไข่ไก่ 10 มิลลิลิตรต่อการขยายแบคทีเรียสังเคราะห์แสง 1 ลิตรให้ผลตอบแทนการลงทุนสูงที่สุด 266.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลตอบแทนการลงทุนดังกล่าวสูงกว่ารายงานของจามรี และคณะ (2558) เลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยยีสต์มีชีวิตมีผลตอบแทนการลงทุนเพียง 92.07 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากการขยายยีสต์มีชีวิตมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าการขยายแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

สรุป

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงขยายโดยใช้ไข่ไก่ 45 มิลลิลิตรต่อลิตรมีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ รองลงมาคือ 50, 25, 10 และ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ นำไปเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยสามารถเจริญเติบโตได้ดีและมีอัตราการรอดตายสูง เมื่อนำมาคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน การใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงขยายโดยใช้ไข่ไก่ 10 มิลลิลิตรต่อลิตร ได้กำไรและผลตอบแทนสูงที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสามารถใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงขยายโดยใช้ไข่ไก่ทดแทนสาหร่ายคลอเรลลาในการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยได้ ซึ่งสามารถใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงขยายโดยใช้ไข่ไก่ 10 มิลลิลิตรต่อลิตร จะทำให้ผลิตไรน้ำนางฟ้าไทยได้กำไรและผลตอบแทนสูงที่สุด ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่ง

การอนุญาตวิจัยในสัตว์

งานวิจัยนี้ได้รับอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ตามเอกสารเลขที่ NSRU-IACUC No. 202111

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดพิจิตรสำหรับหัวเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการประมงน้ำจืดอุทัยธานีสำหรับหัวเชื้อคลอเรลลา สาขาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่สนับสนุนสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการทาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

โฆษิต ศรีภูธร และละออศรี เสนาะเมือง. 2550. การเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยโดยใช้น้ำหมักชีวภาพและยีสต์เป็นอาหาร. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์. 6(ฉบับพิเศษ): 369-375.

จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน, จามรี เครือหงษ์ และสุรภี ประชุมพล. 2560. ผลของการเสริมไรน้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*) ต่อการเจริญเติบโตและสีผิวของปลาทอง (*Carassius auratus*). วารสารเกษตรพระวรุณ. 14(1): 22-29.

จามรี เครือหงษ์, จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน สุรภี ประชุมพล และปริญญา พันบุญมา. 2558. ผลผลิตต้นทุนและผลตอบแทนการลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยยีสต์มีชีวิตร่วมกับจุลินทรีย์ EM. น. 107–114. ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านเศรษฐศาสตร์เกษตร เศรษฐศาสตร์ทรัพยากร เศรษฐศาสตร์อาหาร และธุรกิจเกษตร ครั้งที่ 4 ภูมิคุ้มกันของเกษตรกรและภาคการเกษตรไทย 17 กรกฎาคม 2558, สงขลา.

จามรี เครือหงษ์, จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน, สุรภี ประชุมพล และปริญญา พันบุญมา. 2559. การเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยยีสต์มีชีวิตร่วมกับจุลินทรีย์ EM. วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ): 636–642.

จามรี เครือหงษ์, จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน และสุรภี ประชุมพล. 2559**.** ผลของระยะเวลาการเสริม คลอเรลลาต่อคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทนอยด์ของไรน้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลา. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 10(1): 49-56.

จามรี เครือหงษ์, จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน และสุรภี ประชุมพล**.** 2560. เปรียบเทียบกรดอะมิโนและกรดไขมันของไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำบ่อปลาสวายเสริมด้วยคลอเรลลา. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 22(ฉบับพิเศษ): 386-399.

จามรี เครือหงษ์, จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน, สุรภีประชุมพล, จิดาภา มงคลแสง, คงกฤช ยิ้มเครือทอง และนางสาวลัทวรรณ พรมกล่ำ. 2562. การใช้ไรน้ำนางฟ้าไทยเพื่อทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารปลาทับทิม. วาสารวิชาการคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 1(1): 1-5.

จามรี เครือหงษ์, สุรภี ประชุมพล และศิริภรณ์ โคตะมี. 2565. การทดแทนปลาป่นด้วยไรน้านางฟ้าป่น (*Branchinella thailandensis*) ในอาหารสำหรับลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus)*. น. 1-7. ใน: การประชุมระดับชาติทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการประชุมระดับชาติงานประจำสู่งานวิจัย 17-18 พฤษภาคม 2565**.** คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, อุดรธานี.

จิตรา สิมาวัน, นิศาชล ฤาแก้วมา และโฆษิต ศรีภูธร. 2559. ผลของการใช้ไรน้ำนางฟ้าไทยในอาหารต่อความเข้มของสีผิวปริมาณแคโรทีนอยด์รวมและการเจริญเติบโตของปลาทอง. แก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 1): 682-687.

ธนบดี ปิ่นทศิริ และชนกันต์ จิตมนัส. 2561. การนำจุลินทรีย์ (EM) มาประยุกต์ใช้การเพาะเลี้ยงไรแดง (*Moina macrocopa).* วารสารแม่โจ้ปริทัศน์. 19(3): 16-22.

ธนบดี ปิ่นทศิริ, อัญชิสา ปั้นชูศรี, สุรภี ประชุมพล, จอมสุดา ดวงวงษา และจามรี เครือหงษ์. 2566. ผลผลิตของไรแดง (*Moina macrocopa*) ที่เลี้ยงด้วยจุลินทรีย์ (EM) ในปริมาตรที่ต่างกัน. วารสารสัตวศาสตร์. 4(ฉบับพิเศษ 1): 748-754.

ธนบดี ปิ่นทศิริ, สุรภี ประชุมพล และจามรี เครือหงษ์. 2566. ชีววิทยาของไรแดง (*Moina macrocopa*) จากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยง. น. 2-8. ใน: การประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 23-24 มีนาคม 2566. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

ธีรศักดิ์ สุนทรา. 2551. การใช้น้ำกากส่าในการเพาะเลี้ยงไรแดง. รายงานการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

นุกูล แสงพันธุ์, โฆษิต ศรีภูธร และละออศรี เสนาะเมือง. 2549. ไรน้ำนางฟ้า: จิ๋วแต่แจ๋ว. ศูนย์อนุกรมวิธานประยุกต์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

นุกูล แสงพันธุ์. 2558. คู่มือการเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า. วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี, สุพรรณบุรี.

มัสธูรา ละใบเด็น, ธวัฒน์ชัย งามศิริ และทินวุฒิ ล่องพริก. 2562. ผลของการใช้ไรแดงเสริมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงต่อการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม. รายงานวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศูนย์พระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.

ละออศรี เสนาะเมือง, วิภาวี ไทเมืองพล, บรรเจิด สอนสุภาพ, สายรุ้ง สอนสุภาพ, โฆษิต ศรีภูธร และประภัทศร ดาบสีพาย. 2565. การจัดการและการถ่ายทอดความรู้ด้านการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดและไรน้ำนางฟ้าเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชนภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างยั่งยืน. รายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.), กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิกิจ ผินรับ, ทัศนภา ว่องสนั่นศิลป์ และดำรงค์ โลหะลักษณาเดช. 2552. การใช้ไรน้ำนางฟ้าเพื่อเป็นอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจในจังหวัดตรัง. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, ตรัง.

ศิพร หล้าสุวงษ์ และบานเย็น นวลศรี. 2548. การเพาะไรแดงโดยใช้กากน้ำตาล. เอกสารวิชาการเลขที่ 22/2548 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดนครราชศรีมา กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศิริลักษณ์ จารุสมบัติ. 2531. การใช้เซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในอาหารเพื่อเร่งสีผิวของปลาแฟนซีคาร์ฟ (*Cyprinus carpio*)**.** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ เพียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ.

สุธิรา แสงงาม. 2553. การใช้ประโยชน์น้ำกากส่าในการเพาะเลี้ยงคลอเรลลาและไรแดง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2566. แบคทีเรียสังเคราะห์แสง (Photosynthetic bacteria : PSB). กองนโยบายเทคโนโลยีเพื่อการเกษตรและเกษตรกรรมยั่งยืน สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

APHA. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater.18th ed. Washington D.C. American Public Health Association, USA.

Chittra, Y., and C. Benjamas. 2010. Effect of nitrogen, salt, and iron content in the growth medium and light intensity on lipid production by microalgae isolated from freshwater sources in Thailand. Bioresource Technology. 102: 3034-3040.

Dararat, W., K. Lomthaisong, and L. Sanoamuang. 2012. Biochemical composition of three species of fairy shrimp (Branchiopoda: Anostraca) from Thailand. Journal of Crustacean Biology. 32(1): 81-87.

Kay, R. D. 1986. Farm management : planning, control and implementation. Mc Grow Hill Book Co., Singapore.

Kobayashi, M., and M. Kobayashi. 2000. Waste remediation and treatment using anoxygenic phototrophic bacteria. In: Blankenship, R. E., Madigan, M. T. and Bauer, C. E. (eds): Anoxygenic Photosynthetic Bacteria: 1269-1282.

Kuo, F. S., Y. H. Chien, and C. J. Chen. 2012. Effects of light sources on growth and carotenoid content of photosynthetic bacteria *Rhodopseudomonas palustris.* Bioresource Technology. 113: 315-318.

Meng, F., A. Yang, H. Wang, G. Zhang, X. Li, Y. Zhang, and Z. Zou. 2018. One-step treatment and resource recovery of high-concentration non-toxic organic wastewater by photosynthetic bacteria. Bioresource Technology. 251: 121-127.

Mohammad, A. A. 2019. Optimizing of culture medium for photosynthetic bacteria (PSB). International Journal of Advance Research and Innovative Ideas In Education. 5(4): 2395-4396.

Patthawaro, S., K. Lomthaisong, and C. Saejung. 2020. Bioconversion of agro-industrial waste to value-added product lycopene by photosynthetic bacterium *Rhodopseudomonas faecalis* and its carotenoid composition. Waste Biomass. 11: 2375–2386.

Rottmann, R. W., S. J. Graves, C. Watson, and R. P. E. Yanong. 2003. Culture Techniques of *Moina* sp. Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Saejung, C., and T. Thammaratana. 2016. Biomass recovery during municipal wastewater treatment using photosynthetic bacteria and prospect of production of single cell protein for feedstuff. Environmental Technology. 37: 3055-3061.

Saejung, C., A. Chaiyarat, and L. Sanoamuang. 2018. Effects of algae, yeast and photosynthetic bacteria diets on survival and growth performance in the fairy shrimp, *Streptocephalus sirindhornae* (Branchiopoda, Anostraca). Crustaceana. 91: 1505–1522.

Saejung, C., and P. Salasook. 2018. Recycling of sugar industry wastewater for single-cell protein production with supplemental carotenoids. Environmental Technology. 41(1): 59-70.

Sasikala, C., and C.V. Ramana. 1995. Biotechnological potentials of anoxygenic phototrophic bacteria. I. Production of single-cell protein, vitamins, ubiquinones, hormones, and enzymes and use in waste treatment. Advances in Applied Microbiology. 41: 173-226.

Stefanova, I. L., A. Yu. Klimenkova, L. V. Shakhnazarova, and V. Mazo. 2021. Chicken egg white characteristics of its properties and the prospects for functional foods development. Theory and Practice of Meat Processing. 6(2): 163-173.

Yang, A., G. Zhang, G. Yang, H. Wang, F. Meng, H. Wang, and M. Peng. 2017. Denitrification of aging biogas slurry from livestock farm by photosynthetic bacteria. Bioresource Technology. 232: 408-411.