ศึกษาการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยโดยอาหารผงสำหรับทดแทนสาหร่ายคลอเรลลา

The Study on Culture of Thai Fairy Shrimp, *Branchinella Thailandensis* by Dry Diet for *Chlorella* sp. Replacement

โฆษิต ศรีภูธร[1]

Received: September, 2011; Accepted: December, 2012

บทคัดย่อ

ศึกษาการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยด้วยอาหารผงเปรียบเทียบกับสาหร่ายคลอเรลลา ซึ่งปัจจุบันพบว่าเป็นอาหารที่เหมาะสมที่สุดสำหรับไรน้ำนางฟ้า สูตรอาหารผงที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย สาหร่ายสไปรูลินาผง 50 % ปลาป่น 40 % เบตากลูแคน 9 % และ วิตามินซี 1 % วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ สำหรับเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าเริ่มต้นที่อายุ 5 วัน ด้วยอาหาร 3 สูตร ได้แก่ 1) สาหร่ายคลอเรลลา $2x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร 2) อาหารผง 1.0 มิลลิกรัมต่อตัว 3) อาหารผง 0.5 มิลลิกรัมต่อตัว: สาหร่ายคลอเรลลา 1 x 106 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำการทดลองเลี้ยง 15 วันในถังพลาสติกบรรจุน้ำประปาปราศจากคลอรีน 2 ลิตร จำนวน 3 ซ้ำ ที่ระดับความหนาแน่นของไรน้ำนางฟ้า 30 ตัวต่อลิตร ผลการทดลองพบว่าความยาวลำตัวของไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 สูตร เท่ากับ 1.770 ± 0.139 1.792 ± 0.118 และ 1.949 ± 0.078 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) มีน้ำหนัก เท่ากับ 0.032 ± 0.004 0.041 ± 0.008 และ 0.047 ± 0.005 กรัม และอัตรารอด เท่ากับร้อยละ 54.66 ± 4.50 50.00 ± 5.00 และ 62.00 ± 3.00 ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คุณภาพน้ำในการทดลองพบว่าทุกการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอาหารผสมระหว่างอาหารผง : สาหร่ายคลอเรลลาไรน้ำนางฟ้ามีการเจริญเติบโตและอัตรารอดดีที่สุด ซึ่งเป็นไปได้ที่จะใช้อาหารผงสำเร็จรูปร่วมกับสาหร่ายคลอเรลลาในการเลี้ยงเชิงพาณิชย์

คำสำคัญ : ไรน้ำนางฟ้าไทย, สาหร่ายคลอเรลลา, อาหารผง

[1] *คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร*
E - mail : kosit_fish@yahoo.com

Abstract

Thos article presmts the study on culture of Thai fairy shrimp by using dry fairy shrimp diet in comparison with *Chlorella* sp. which so far is the most suitable food for fairy shrimp. The dry diet using for this experiment consists of *Spirulina* powder 50%, fish meal 40 %, betaglucan 9 % and vitamin C 1 %. The experiment completely randomized for cultures of initial 5 day-old fairy shrimp were treated with 3 different foods; 1) *Chlorella* sp. at a concentration of 2 x 10^6 cells mL^{-1}; 2) dry diet 1.0 mg dry weight $individual^{-1}$; and 3) dry diet 0.5 mg dry weight $individual^{-1}$ mixed with *Chlorella* sp. at a concentration of 1 x 10^6 cells mL^{-1}. Experiments were conducted for 15 days in circular black plastic containers containing 2 L of dechlorinated tap water with 3 replicates. Each stocking density of fairy shrimp was 30 individuals L^{-1}. The results showed that the average length of *B. thailandensis* fed with the 3 above-mentioned foods were 1.770 ± 0.139, 1.792 ± 0.118 and 1.949 ± 0.078 cm, respectively ($P>0.05$). The average weight were 0.032 ± 0.004, 0.041 ± 0.008 and 0.047 ± 0.005 g, and the survival percentages were 54.66 ± 4.50, 50.00 ± 5.00 and 62.00 ± 3.00%, respectively ($P<0.05$). The water quality of all treatments was suitable to culture of *B. thailandensis*. The present results indicate that the mixed dry diet with Chlorella sp. shows best growth performance and survival for *B. thailandensis*, thus this mixed food combination can be used for commercial application.

Keywords : *Branchinella thailandensis*, *Chlorella* sp., dry diet

Introduction

ประเทศไทยนำเข้าไข่อาร์ทีเมียเพื่อนำมาเลี้ยงลูกกุ้ง ลูกปลา รวมทั้งสัตว์น้ำวัยอ่อน จำนวนปีละไม่ต่ำกว่า 200 - 600 ตัน รวมมูลค่ากว่า 500 ล้านบาท ทำให้ไทยขาดดุลการค้าจากการนำเข้าไข่อาร์ทีเมีย เนื่องจากยังไม่สามารถผลิตได้เองในประเทศ แต่ปัจจุบันสามารถเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าสำหรับใช้เป็นแหล่งอาหารมีชีวิตเพื่อลดการนำเข้าของไข่อาร์ทีเมียได้ (ละออศรีและนุกูล, 2547)

จากการพัฒนาเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis* ; Sanoamuang, Saengphan & Murugan, 2002) พบว่ามีศักยภาพในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากเป็นชนิดที่โตเร็วกว่าไรน้ำนางฟ้าชนิดอื่นและมีอัตราการรอดตายสูง และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยมีโปรตีนถึงร้อยละ 64.94 ของน้ำหนักแห้ง เมื่อเทียบกับอาร์ทีเมียมีโปรตีนเพียงร้อยละ 56

ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากไรน้ำนางฟ้าไทยสำหรับเป็นอาหารสัตว์น้ำทั้งในรูปตัวสด แช่แข็ง และผสมในอาหารเม็ด โดยเฉพาะอาหารปลาสวยงาม และปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งปลาน้ำจืด และน้ำเค็ม มีการทดลองใช้ไรน้ำนางฟ้าเป็นอาหารคุณภาพสูงสำหรับเร่งสี ในการผลิตปลาหมอสีครอสบรีด เพื่อการส่งออกและยังมีการทดลองใช้ไรน้ำนางฟ้าเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามกราม พบว่ามีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูง ทำให้ขณะนี้ ได้มีการพัฒนา การเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากไรน้ำนางฟ้า เพื่อใช้ทดแทนอาร์ทีเมียในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทย (ละออศรี, 2549)

จากการศึกษาอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า พบว่าสาหร่ายคลอเรลลาที่เป็นอาหารที่มีชีวิตที่เหมาะสมที่สุดในปัจจุบัน แต่สาหร่ายคลอเรลลาก็มีข้อจำกัดบางประการ คือ ไม่สามารถเลี้ยงได้ในช่วงที่มีแสงน้อย มีฝนตกหนัก และมีอากาศเย็น ทำให้การเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าประสบปัญหาในช่วงดังกล่าว ดังนั้นการศึกษาการใช้อาหารผงสำเร็จรูปเพื่อทดแทนสาหร่ายคลอเรลลา หรือใช้อาหารผงสำเร็จรูปร่วมกับสาหร่ายคลอเรลลาในการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า น่าจะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลา อาหารผงสำเร็จรูป และอาหารผงสำเร็จรูปร่วมกับสาหร่ายคลอเรลลา

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไป

ไรน้ำนางฟ้า (fairy shrimps) เป็นสัตว์น้ำจืดขนาดเล็กอยู่ใน Phylum Arthropoda, Subphylum Crustacea, Class Branchiopoda, Order Anostraca พบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดที่มีน้ำขังชั่วคราว (temporary pond) ลักษณะโดยทั่วไปของไรน้ำนางฟ้า คือ ตัวใสคล้ายกุ้ง หางแดง ลำตัวยาว 1.3 - 3.0 เซนติเมตร ไม่มีเปลือกแข็ง (carapace) หุ้มตัวลำตัว ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

1. ส่วนหัว (head) มีตาที่มีก้านยาว 1 คู่ มีหนวด 2 คู่หนวดคู่ที่ 2 ของตัวผู้ยาวกว่าตัวเมีย เนื่องจากเปลี่ยนแปลงไปเพื่อใช้เกาะกับตัวเมียขณะผสมพันธุ์

2. ส่วนอก (thorax) แบ่งเป็น 11 ปล้อง แต่ละปล้องมีขาว่ายน้ำ 1 คู่ ทำหน้าที่กรองอาหาร หายใจ และว่ายน้ำ ขณะมีชีวิตจะว่ายน้ำหงายท้องโดยใช้ขาช่วยกรรเชียงน้ำ

3. ส่วนท้อง (abdomen) แบ่งเป็น 8 ปล้อง ปล้องแรกเป็นที่อยู่ของอวัยวะเพศในตัวผู้มี penis 1 คู่ ส่วนตัวเมียมีถุงไข่ 1 ถุง ปล้องที่ 2 - 7 ไม่มีระยางค์ ปล้องที่ 8 มีหางแยกออกเป็น 2 แฉก มีสีแดงเข้ม ทำหน้าที่ช่วยควบคุมทิศทางในการว่ายน้ำ (ละออศรี และคณะ, 2543)

แหล่งที่อยู่อาศัย

ไรน้ำนางฟ้าทุกชนิดพบอาศัยในที่ที่มีน้ำขังชั่วคราว (temporary pond) ได้แก่ บ่อหรือคลองข้างถนนที่น้ำไม่ลึกนักมักพบในบ่อที่มีน้ำขุ่นแอ่งตามทุ่งนา หนองขนาดเล็กที่มีน้ำขังในช่วงฤดูฝนและน้ำแห้งในฤดูแล้ง ไม่พบไรน้ำนางฟ้าในแหล่งน้ำที่มีน้ำท่วมขังตลอดปี แหล่งน้ำที่พบไรน้ำนางฟ้ามีทั้งแหล่งน้ำตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นที่มีขนาดพื้นที่ไม่จำกัด สามารถกักเก็บน้ำได้ในระดับตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป และจะต้องแห้งในบางฤดูกาล เป็นแหล่งน้ำที่ผิวน้ำไม่มีวัชพืชปกคลุมหรืออาจปกคลุมเพียงบางส่วน โดยธรรมชาติจะเป็นแหล่งน้ำนิ่งมากกว่าแหล่งน้ำไหล ในช่วงที่มีฝนตกหนักและน้ำท่วม

จะพบไรน้ำนางฟ้าแพร่กระจายไปตามแหล่งน้ำท่วม ซึ่งอาจแพร่ออกไปโดยการว่ายจากแหล่งน้ำเดิม หรือการพัดพาของกระแสน้ำ ถ้าแหล่งน้ำใหม่ที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของไรน้ำนางฟ้าก็เป็นที่อยู่อาศัยแหล่งใหม่ต่อไป

พื้นที่ในประเทศส่วนใหญ่เหมาะสมที่จะเป็นแหล่งที่อาศัยของไรน้ำนางฟ้าโดยเฉพาะพื้นที่แห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับพื้นที่ในภาคใต้ไม่เหมาะสมที่จะเป็นที่อยู่อาศัยของไรน้ำนางฟ้า ดังนั้นจึงพบไรน้ำนางฟ้าในภาคใต้จำนวนน้อย (ละออศรี และคณะ, 2543)

Watanabe et al., (1983) กล่าวว่า มีความเป็นไปได้ที่จะใช้ไรน้ำนางฟ้ามาเป็นอาหารของปลาที่เลี้ยงแบบพัฒนาและตัวเต็มวัยของไรน้ำนางฟ้ามีขนาดใหญ่กว่าอาร์ทีเมียและยังมีระดับของสารอาหารใกล้เคียงกับอาร์ทีเมีย

ลักษณะทั่วไปของไรน้ำนางฟ้าไทย

มีลักษณะร่วมกันระหว่าง *B. kugenumaensis* และ *B. madurai* Raj, 1951 (Sanoamuang et al., 2002) ตัวเมียมีสีส้มแดงตลอดทั้งตัว ตัวผู้มีสีส้มอ่อน ลำตัวยาว 1.5 - 4.0 เซนติเมตร ตัวผู้มีลำตัวยาวกว่าตัวเมียเล็กน้อย ตัวผู้มีหนวดยาวและมีงวงอยู่ตรงกลางมีขนาดใหญ่ ส่วนของ penis ยาว มีหนามเรียงเป็นแถวทางด้านข้าง ถุงไข่ของตัวเมียค่อนข้างสั้นเมื่อเทียบกับลำตัวอยู่ที่ปล้องท้องปล้องที่ 5 ไข่มีลักษณะกลมและเว้าลึกอยู่โดยรอบ ทำให้มีหลายเหลี่ยมคล้ายกับไข่ของไรน้ำนางฟ้าสิรินธร แต่มีขนาดใหญ่กว่า 1 - 2 เท่า พบในเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวม 11 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด นครราชสีมา ชัยภูมิ ลพบุรี ชัยนาท กาญจนบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี และอุทัยธานี (สุพัสตรา, 2545)

วงชีวิตและนิเวศวิทยาไรน้ำนางฟ้าไทย

ไรน้ำนางฟ้าไทย (Thai Fairy Shrimp) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Branchinella thailandensis;* Sanoamuang, Saengphan & Murugan, 2002 มีวงจรชีวิตประมาณ 25 - 30 วัน นับจากที่ฟักออกจากไข่ หลังจากลูกไรน้ำนางฟ้าไทยฟักออกจากไข่จะมีถุงไข่แดงติดมาด้วย ดังนั้นจะยังไม่กินอาหารในระยะ 6 - 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะสามารถกินอาหารที่มีขนาดเล็กกว่าปากได้ โดยอาหารที่เหมาะสมที่สุด คือ สาหร่ายคลอเรลลา เมื่อลูกไรน้ำนางฟ้าอายุ 2 - 3 วัน จะมีการพัฒนาร่างกายโดยการลอกคราบและเจริญเติบโต มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย และมีขนาดประมาณ 0.5 - 1.0 เซนติเมตร เมื่อลูกไรน้ำนางฟ้าอายุ 5 - 10 วัน จะมีขนาดประมาณ 1.3 - 1.5 เซนติเมตร เมื่อลูกไรน้ำนางฟ้าอายุ 10 - 30 วัน จะมีขนาดประมาณ 1.5 - 3.5 เซนติเมตร

ไรน้ำนางฟ้าจะอาศัยในแหล่งน้ำชั่วคราว ซึ่งเป็นนิเวศวิทยาแหล่งน้ำนิ่ง (lentic water) บทบาทของไรน้ำนางฟ้าในระบบนิเวศ พบว่าเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในระบบห่วงโซ่อาหาร (food chain) สายใยอาหาร (food web) ในการเป็นผู้บริโภคปฐมภูมิ (primary consumer) และผู้บริโภคทุติยภูมิ (secondary consumer) ของระบบนิเวศวิทยาในแหล่งน้ำจืด (freshwater ecosystem) ซึ่งจะสามารถเชื่อมโยงถึงมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม (นุกูล และคณะ, 2549)

ความสำคัญและการใช้ประโยชน์จากไรน้ำนางฟ้าไทย

ไรน้ำนางฟ้าไทยเป็นแหล่งโปรตีนชนิดใหม่ที่ค้นพบในประเทศไทย สามารถนำมาใช้เป็นอาหารมีชีวิตเพื่อทดแทนอาหารโปรตีนชนิดต่าง ๆ ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้โดยสัตว์น้ำที่ได้รับไรน้ำนางฟ้า

เป็นอาหารสามารถเติบโตเช่นเดียวกับที่เลี้ยงด้วยอาหารที่นิยมใช้กันทั่วไป (Pasarth et al., 1994; Velu, 2001; Velu and Munuswamy, 2003; Munuswamy, 2005) เนื่องจากไรน้ำนางฟ้ามีโปรตีนและมีกรดอะมิโน ทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็นในปริมาณสูง รวมทั้งยังมีสารเร่งสีประเภทคาโรทีนอยด์ที่สูงอีกด้วย จึงสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต อัตรารอด และสีของสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดการสะสมของอาหารสำเร็จรูปในบ่อเลี้ยง และยังช่วยในการบำบัดน้ำด้วย เนื่องจากไรน้ำนางฟ้าสามารถกรองกินสารอินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ (นุกูล และคณะ, 2549)

ประโยชน์ของไรน้ำนางฟ้า พบว่ามีศักยภาพที่ใช้ทดแทนอาร์ทีเมียในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ผลิตเป็นอาหารเม็ดของสัตว์สวยงามน้ำจืดที่มีราคาแพงเลี้ยงเป็นสัตว์สวยงาม ใช้เป็นสัตว์ทดลองในการศึกษาด้านพิษวิทยา (toxicology) ใช้ในการสอนวิชาแพลงก์ตอนวิทยา อาหารและการให้อาหารปลา เป็นอาหารของคนอีสาน (ละออศรี, 2548) ซึ่งในอนาคตน่าจะเป็นแหล่งอาหารมีชีวิตที่มีคุณภาพในอุตสาหกรรมสัตว์น้ำเศรษฐกิจของประเทศ

สาหร่ายคลอเรลลา

สาหร่ายคลอเรลลา *Chlorella* sp. เป็นสาหร่ายในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว มีขนาดเล็กมาก เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่า เป็นสาหร่ายเซลล์เดียว เป็นแพลงก์ตอนพืชที่มีขนาด 2-3 ไมครอน มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ถ้ามีอยู่เป็นจำนวนมากจะทำให้เห็นน้ำเป็นสีเขียว คลอเรลลาใช้เป็นอาหารของโรติเฟอร์และไรน้ำกร่อย รวมทั้งใช้ทำสีน้ำในบ่ออนุบาลลูกสัตว์น้ำ ซึ่งจะช่วยลดการเกิดเชื้อเรืองแสงได้ คลอเรลลาชอบแสงแดดแต่ไม่ชอบอากาศร้อนเกิน 30 องศาเซลเซียส ถ้าครึ้มฝนหรือแสงน้อยจะตายได้ง่าย (กาญจนภาชน์, 2527)

คลอเรลลาเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวสีเขียวที่พบได้ทั่วไป เป็นสาหร่ายที่ได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์มาก เนื่องจากมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 50 - 60 หรือ 3 เท่าของโปรตีนจากเนื้อสัตว์ ซึ่งช่วยเสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ จึงถูกนำไปใช้เป็นอาหารเสริมของคนถ้ามีการผลิตที่ดีและมีคุณภาพสูง แต่ถ้ามีคุณภาพรองลงมาก็จะนำไปใช้ในอาหารเสริมของสัตว์ คลอเรลลาเป็นที่ประกอบด้วยสารคลอโรฟิลล์ในปริมาณที่สูงกว่าพืชชนิดอื่น จึงให้ธาตุเหล็ก เสริมสร้างเม็ดโลหิตแดง และขจัดสิ่งมีพิษออกจากร่างกาย (วิสัย, 2536)

วัตถุดิบในอาหารสำเร็จรูป

ส่วนประกอบของอาหารสำเร็จรูปมีวัตถุดิบดังนี้ สาหร่ายสไปรูลิน่าผง, ปลาป่น, เบต้า-กลูแคน และวิตามินซี โดยพบว่าในสูตรอาหารผงที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ สามารถใช้เลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยได้ เนื่องจากทุกชนิดละลายน้ำได้ดี มีขนาดเล็ก และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงตรงตามความต้องการของไรน้ำแตกต่างกันออกไป

สาหร่ายสไปรูลิน่า (spirulina algae) เป็นสาหร่ายที่มีขนาดใหญ่ จะม้วนตัวเป็นเกลียวและเป็นสิ่งมีชีวิตที่สมบูรณ์แบบในเซลล์เซลล์เดียว ถูกจำแนกให้อยู่ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์และพืช แต่ค่อนข้างจะมีความคล้ายไปทางพืชมากกว่าสัตว์ อาศัยอยู่ในน้ำ มีทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย จะจำแนกจากลักษณะของสีซึ่งมีสีเขียว สีแดง สีน้ำตาล และสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นต้น สาหร่ายสไปรูลิน่า เป็นสายพันธุ์สีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งเมื่อทำให้แห้งแล้วจะมีสีค่อนข้างไปทางเขียวเข้มเกือบเขียวคล้ำ น้ำที่เหมาะที่สุดจะมีลักษณะเป็นเบส ทำให้สาหร่ายสไปรูลิน่ามีคุณสมบัติพิเศษในการปรับความสมดุลของน้ำได้เป็นอย่างดี (ลัดดา, 2542)

คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่ถูกเลือกมาใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ เนื่องจากสาหร่ายสไปรูลิน่า มีปริมาณโปรตีนต่อน้ำหนักแห้งสูงถึงร้อยละ 50 - 70 นอกจากสาหร่ายชนิดนี้จะอุดมไปด้วยโปรตีนแล้วยังประกอบไปด้วยสารอาหารอื่น ๆ อีกมากมาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ กรดไขมันไม่อิ่มตัวกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย และซัลโฟลิปิดในกลุ่ม sulfoquinovosyl diacylglycerol รวมทั้งมีรงควัตถุที่มีคุณค่าหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเบต้าแคโรทีนซึ่งมีคุณสมบัติเป็น provitamin A และไฟโคไซยานินซึ่งรงควัตถุสองชนิดนี้มีฤทธิ์เป็นสารป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ อีกทั้งโครงสร้างผนังเซลล์สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่มนุษย์สามารถย่อยได้

ปลาป่น เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ ให้โปรตีนสูงและมีคุณภาพดี ทำมาจากปลาเป็ดเศษปลาเล็กปลาน้อย หรือหัวปลาที่เหลือ จากโรงงานทำปลากระป๋อง ทำให้ปลาป่นที่ผลิตได้มีคุณภาพหลากหลาย ดังนั้นในการซื้อขายปลาป่นจึงมีการแบ่งเกรด ตามเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลาป่น โดยปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 1 จะมีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 2 มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 และปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 3 มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 คุณสมบัติของปลาป่น มีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 50 - 60 ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาและขั้นตอนการผลิต ปลาป่นมีกรดอะมิโน ไลซีน และเมทไธโอนีนสูง มีธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง และมีวิตามินบีสูง โดยเฉพาะวิตามินบี 12 และ บี 2 (วีรพงศ์, 2536)

เบต้า-กลูแคน เป็นโพลีแซคคาไรด์ (น้ำตาล) ชนิดหนึ่ง ซึ่งพบได้ในผนังเซลล์ของยีสต์ สาหร่ายและเห็ด เบต้า-กลูแคนมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวที่นำมาเพาะเลี้ยงทำให้ได้เบต้า-กลูแคน ที่มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน เมื่อร่างกายได้รับสารเบต้า-กลูแคนแล้ว สารตัวนี้จะไปกระตุ้นการทำงานของเซลล์ไมโครเฟจ (microphage) ที่ทำหน้าที่ในการสร้างภูมิคุ้มกันและป้องกันสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ให้ตื่นตัวอยู่ตลอดเวลาพร้อมที่จะทำงานอยู่เสมอ ซึ่งโดยปกติแล้วเซลล์ชนิดนี้จะอยู่นิ่ง ๆ จะทำงานก็ต่อเมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เบตา-กลูแคน มีความสามารถในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ยับยั้งการอักเสบของแผลติดเชื้อ ระงับการเจริญของเซลล์มะเร็ง ลดคลอเรสเตอรอล ช่วยป้องกันในเรื่องโรคภูมิแพ้ โรคหัวใจและโรคต่าง ๆ ได้ผลเป็นอย่างดี ประโยชน์ของเบต้า-กลูแคนที่มีต่อสัตว์เลี้ยง คือ เป็นสารสำคัญที่ช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่าย กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ลดอาการผื่นแพ้ผิวหนังของสัตว์เลี้ยง และช่วยในการทำงานของระบบประสาทให้มีประสิทธิภาพดีมากขึ้น มักนำมาเป็นส่วนผสมของอาหาร ใช้ในประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงเป็นสาเหตุให้สัตว์เลี้ยงที่ได้รับเบต้า-กลูแคนมีสุขภาพที่แข็งแรง (มลฤดี, 2543; สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549)

วิตามินซี หรือกรดแอล-แอสคอร์บิก เป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำร่างกายไม่สามารถที่จะสร้างขึ้นเองได้ จึงจำเป็นต้องได้รับจากการรับประทานเข้าไป วิตามินซีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ช่วยเพิ่มภูมิชีวิตได้เป็นอย่างดี เพราะสามารถป้องกันและรักษาการอักเสบอันเนื่อง มาจากแบคทีเรียและไวรัสได้ ประโยชน์ของวิตามินซี เป็นตัวสร้างคลอลาเจนซึ่งเป็นเส้นใยเชื่อมเนื้อเยื่อต่าง ๆ ไว้ด้วยกันทั้งยังเป็นตัวสร้างกระดูก ฟัน เหงือกและเส้นเลือด ช่วยดูดซึมธาตุเหล็กดีขึ้น ซึ่งเป็นการสร้างเม็ดเลือดทางอ้อม ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงเซลล์ ช่วยลดคลอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยคลายเคลียด (นิตยสารชีวจิต, 2550)

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์ทดลอง

1. ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 5 วัน
2. กะละมังสีดำทึบแสงขนาด 5 ลิตร
3. ชุดทดสอบค่าคุณภาพน้ำ pH, Alkalinity และ Ammonia
4. เวอร์เนีย (vernier)
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
6. น้ำประปาปราศจากคลอรีน
7. สาหร่ายคลอเรลลา
8. อาหารสำเร็จรูปประกอบด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่า ปลาป่น เบต้า-กลูแคน และวิตามินซี
9. ถังไฟเบอร์กลาส
10. บีกเกอร์
11. กระชอนตักไรน้ำนางฟ้า

วิธีการทดลอง

การฟักไข่และการอนุบาลลูกไรน้ำนางฟ้าไทย

การฟักไข่ไรน้ำนางฟ้าไทย นำไข่ไรน้ำนางฟ้าไทยแห้งพร้อมฟักที่ได้รับความอนุเคราะห์จากสาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสกลนคร มาฟักในน้ำกะละมังสีดำขนาด 20 ลิตร ปริมาตรน้ำ 15 ลิตร สามารถฟักไข่ไรน้ำนางฟ้าไทยได้ถึง 2 แสนฟอง ตั้งทิ้งไว้ในร่มประมาณ 1 - 2 วัน ตรวจดูถ้ามีลูกไรน้ำฟักออกมามากสามารถใช้สายยางขนาดเล็กดูดมาใส่ภาชนะสำหรับอนุบาล เติมสาหร่ายคลอเรลลาสำหรับเป็นอาหารอนุบาลทุกวัน จนได้ลูกไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 5 วัน

การอนุบาลไรน้ำนางฟ้าไทย ลูกไรน้ำนางฟ้าไทยวัยอ่อนแรกฟักจะมีลักษณะทึบแสง เมื่อมีการพัฒนาจะมีลักษณะโปร่งแสงขึ้น ลูกไรน้ำนางฟ้าไทยที่ฟักออกจากไข่ควรมีการอนุบาลในภาชนะที่ไม่ใหญ่มากนัก เช่น ในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 500 - 1,000 ลิตร ทำการอนุบาลเป็นเวลา 5 วัน นับจากที่แยกออกมาจากถังฟักไข่ โดยไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำซึ่งสามารถให้อาหารสาหร่ายคลอเรลลาได้เต็มที่จนน้ำมีสีเขียวอ่อน เนื่องจากไรน้ำนางฟ้ายังหาอาหารไม่เก่งต้องให้อาหารกระจายทั่วภาชนะจะทำให้ลูกไรน้ำนางฟ้าไทยแข็งแรงและมีอัตราการรอดสูง หลังจากนั้นใช้กระชอนตาถี่ตักลูกไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 5 วัน และใช้ช้อนพลาสติกตักนับไรน้ำนางฟ้าลงในภาชนะสำหรับทดลองในอัตรา 30 ตัวต่อลิตร

เตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับทดลอง

1. เตรียมน้ำที่ใช้ฟักและอนุบาลน้ำประปาที่นำมาใช้ในการทดลองมาจากระบบประปาในคณะทรัพยากรธรรมชาติ วิทยาเขตสกลนคร เปิดน้ำลงในถังไฟเบอร์กลาส และพักทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดคลอรีนก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

2. เตรียมถังพลาสติกสีดำทึบแสงขนาด 5 ลิตร บรรจุน้ำประปา 2 ลิตร ปราศจากคลอรีน จำนวน 9 ใบ เพื่อนำมาใช้ในการทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย

วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยใช้อาหารทดลอง 3 สูตร จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 15 วัน (รวมอายุลูกไรน้ำนางฟ้า 20 วัน) เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไรน้ำนางฟ้าไทย ดังนี้

ตารางที่ 1 สูตรอาหารสำหรับการทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย 3 สูตร

การทดลอง	ชนิดของอาหาร
T1 =	สาหร่ายคลอเรลลา 2 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ให้ปริมาณ 10 % ของน้ำในภาชนะเลี้ยงต่อวัน)
T2 =	อาหารสำเร็จรูป 1.0 มิลลิกรัมต่อตัวต่อวัน(สาหร่ายสไปรูลินาผง 50 % ปลาป่น 40 % เบตากลูแคน 9 % และวิตามินซี 1 %)
T3 =	อาหารผงสำเร็จรูป 0.5 มิลลิกรัมต่อตัวต่อวัน : สาหร่ายคลอเรลลา 1 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ให้ในปริมาณ 10 % ของน้ำในภาชนะเลี้ยงต่อวัน)

การเตรียมอาหารทดลอง

สูตรอาหารสำเร็จรูปประกอบด้วยสาหร่ายสไปรูลิน่าผงร้อยละ 50 ปลาป่นร้อยละ 40 เบต้า-กูลแคนร้อยละ 9 และวิตามินซีร้อยละ 1 ซึ่งอาหารผสมดังกล่าวจะมีโปรตีนเฉลี่ยร้อยละ 60 โดยน้ำหนักแห้ง และพบว่ามีคุณสมบัติที่เหมาะสำหรับเป็นอาหารไรน้ำนางฟ้า เนื่องจากสามารถละลายน้ำได้ดี มีขนาดเล็ก ไรน้ำนางฟ้าอายุ 5 วันขึ้นไปสามารถกินได้ และที่สำคัญส่วนประกอบของอาหารจะมีคุณสมบัติเด่นที่แตกต่างกันไป คือ สาหร่ายสไปรูลิน่าและปลาป่นเป็นแหล่งกรดอะมิโนที่ดี เบต้ากูลแคนเป็นแหล่งสร้างภูมิคุ้มกันโรค และวิตามินซีมีสารช่วยสร้างเปลือกไรน้ำได้

การนำอาหารผงมาคำนวณปริมาณที่ใช้จากน้ำหนักรวมของไรน้ำนางฟ้าไทยทั้งหม้อในภาชนะทดลอง ตามแผนการทดลอง ทำการชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง และนำอาหารไปละลายน้ำ และกรองผ่านผ้ากรองขนาด 3 ไมโครเมตร นำลายละลายอาหารที่ได้ไปให้ไรน้ำนางฟ้ากิน และทำการปรับน้ำหนักอาหารตามน้ำหนักของไรน้ำนางฟ้าทุก 5 วัน

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลาในปริมาตร 100 ลิตร มีขั้นตอนดังนี้ เตรียมน้ำปราศจากคลอรีนใส่ในภาชนะโดยการกรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาด 100 ไมโครเมตร ปริมาตรน้ำ 100 ลิตร ชั่งสูตรปุ๋ยดังนี้ ปุ๋ยสูตร 46 - 0 - 0 จำนวน 30 กรัม ปุ๋ยสูตร 16 - 20 - 0 จำนวน 15 กรัม รำข้าวจำนวน 50 กรัม และปูนขาวจำนวน 9 กรัม ละลายปุ๋ยกับน้ำที่เตรียมไว้ นำหัวเชื้อคลอเรลลาที่มีอายุ 7 วันใส่ในปริมาตร 20 ลิตร ใส่หัวทรายสำหรับให้ฟองอากาศประมาณ 7 วัน นำน้ำสาหร่ายคลอเรลลาอายุ 7 วัน กรองผ่านผ้ากรองขนาด 100 ไมโครเมตร สำหรับใช้เลี้ยงลูกไรน้ำนางฟ้าและสามารถนำไปเป็นหัวเชื้อสำหรับขยายได้ต่อไป ซึ่งพบว่าสาหร่ายคลอเรลลาอายุ 7 วัน จะมีปริมาณแอมโมเนียต่ำที่สุด (นุกูล, 2548; โฆษิต, 2550) โดยทั่วไปสาหร่ายคลอเรลลาจะมีความหน่าแน่นของเซลล์ประมาณ 2 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยทำการตรวจสอบความเข้มข้นของเซลล์สาหร่ายเพื่อทำการเจือจางและปรับใช้ตามแผนการทดลอง

การเก็บข้อมูล

ให้อาหารไรน้ำนางฟ้าไทยวันละ 2 ครั้ง คือ เช้า - เย็น เวลา 08.00 น. และ 16.00 น. สุ่มชั่งน้ำหนัก วัดความยาว อัตรารอดของไรน้ำนางฟ้าไทย และวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุก 5 วัน โดยวิธีชุดวัดภาคสนาม และ American Pubic Health Association (1981) จนเสร็จสิ้นการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลความยาว น้ำหนัก อัตรารอด และคุณภาพน้ำ หาความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ One-Way

ANOVA ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (ระพินทร์, 2549) และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญ $p = 0.05$ ตามวิธี Duncan' s multiple range test (Duncan, 1955)

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่อาคารปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ระยะเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่ วันที่ 13 พฤศจิกายน 2552 ถึง วันที่ 7 ธันวาคม 2552

ผลการทดลอง

ความยาวของไรน้ำนางฟ้าไทย

จากการทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย อายุ 20 วัน ด้วยอาหารสูตรต่างๆ ดังนี้ สาหร่ายคลอเรลลา อาหารสำเร็จรูป และสาหร่ายคลอเรลลาร่วมกับอาหารสำเร็จรูป พบว่าไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 กลุ่มมีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยกลุ่มที่เลี้ยงด้วยสูตรสาหร่ายคลอเรลลาร่วมกับอาหารสำเร็จรูปมีความยาวเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.949 ± 0.078 เซนติเมตร ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความยาวของไรน้ำนางฟ้าไทย (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ อายุ 5 – 20 วัน

อายุไรน้ำนางฟ้าไทย (วัน)	ความยาวของไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร		
	T1 (คลอเรลลา)	T2 (อาหารผง)	T3 (อาหารผง: คลอเรลลา)
5	$1.176^{a} \pm 0.275$	$1.100^{a} \pm 0.050$	$1.201^{a} \pm 0.069$
10	$1.428^{a} \pm 0.095$	$1.403^{a} \pm 0.117$	$1.401^{a} \pm 0.047$
15	$1.672^{a} \pm 0.260$	$1.485^{a} \pm 0.135$	$1.760^{a} \pm 0.164$
20	$1.770^{a} \pm 0.139$	$1.792^{a} \pm 0.118$	$1.949^{a} \pm 0.078$

หมายเหตุ : อักษร ^{a} ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

น้ำหนักของไรน้ำนางฟ้าไทย

จากการทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 20 วัน ด้วยอาหารสูตรต่างๆ ดังนี้ สาหร่ายคลอเรลลา อาหารสำเร็จรูป และสาหร่ายคลอเรลลาร่วมกับอาหารสำเร็จรูป พบว่าไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยกลุ่มที่เลี้ยงด้วยสูตรสาหร่ายคลอเรลลาร่วมกับอาหารสำเร็จรูป มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.047 ± 0.005 กรัม ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของไรน้ำนางฟ้าไทย (กรัม) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ อายุ 5 – 20 วัน

อายุไรน้ำนางฟ้าไทย (วัน)	น้ำหนักของไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร		
	T1 (คลอเรลลา)	T2 (อาหารผง)	T3 (อาหารผง: คลอเรลลา)
5	$0.013^{a} \pm 0.030$	$0.008^{a} \pm 0.001$	$0.012^{a} \pm 0.004$
10	$0.022^{a} \pm 0.002$	$0.020^{a} \pm 0.005$	$0.017^{a} \pm 0.003$
15	$0.026^{a} \pm 0.005$	$0.023^{a} \pm 0.003$	$0.028^{a} \pm 0.006$
20	$0.032^{b} \pm 0.004$	$0.041^{ab} \pm 0.008$	$0.047^{a} \pm 0.005$

หมายเหตุ : อักษร $^{a \text{ และ } b}$ ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

อัตรารอดของไรน้ำนางฟ้าไทย

จากการทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย อายุ 20 วัน พบว่าอัตรารอดของไรน้ำนางฟ้าไทยที่อายุ 5 – 15 วัน ในทุกการทดลองแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่วันที่ 20 พบว่าอัตรารอดของไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลาร่วมกับอาหารสำเร็จรูปแตกต่าง จากสูตรอาหารอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งมีอัตรารอดสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 62.00 ± 3.00 ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 อัตรารอดของไรน้ำนางฟ้าไทย (ร้อยละ) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ อายุ 5-20 วัน

อายุไรน้ำนางฟ้าไทย (วัน)	อัตรารอดของไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร		
	T1 (คลอเรลลา)	T2 (อาหารผง)	T3 (อาหารผง: คลอเรลลา)
5	$100^{a} \pm 0.00$	$100^{a} \pm 0.00$	$100^{a} \pm 0.00$
10	$89.16^{a} \pm 3.61$	$81.50^{b} \pm 2.29$	$92.00^{a} \pm 1.80$
15	$63.66^{a} \pm 6.02$	$58.16^{a} \pm 7.00$	$67.83^{a} \pm 5.50$
20	$54.66^{ab} \pm 4.50$	$50.00^{b} \pm 5.00$	$62.00^{a} \pm 3.00$

หมายเหตุ : อักษร $^{a \text{ และ } b}$ ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ค่าคุณภาพน้ำของไรน้ำนางฟ้าไทย

จากการทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย อายุ 5 – 20 วัน ด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุก 5 วัน พบว่าค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยได้แก่ความเป็นกรดด่างและค่าความเป็นด่างในบ่อที่เลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยทุกการทดลองอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า สอดคล้องกับ (นุกูล และลออศรี, 2547)

แต่พบว่าการทดลองมีค่าแอมโมเนียที่แตกต่างกัน โดยการเลี้ยงที่ใช้คลอเรลลาเป็นอาหารมีค่าเฉลี่ยแอมโมเนียต่ำที่สุด 0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากเป็นอาหารมีชีวิตซึ่งไม่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย ส่วนการเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 0.45 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากมีเศษอาหารตกค้างมากที่สุด แต่พบว่าการเลี้ยงที่ใช้อาหารทั้งสองชนิดร่วมกันมีค่าแอมโมเนียอยู่ในระดับปานกลาง 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทุกการทดลองมีระดับของแอมโมเนียเฉลี่ยที่เหมาะสมกับการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย สอดคล้องกับ (นุกูล และละออศรี, 2547) ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ อายุ 5 – 20 วัน

อายุไรน้ำนางฟ้าไทย (วัน)	คุณภาพน้ำเฉลี่ยของไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร		
	T1 (คลอเรลลา)	T2 (อาหารผง)	T3 (อาหารผง: คลอเรลลา)
ความเป็นกรดด่าง (pH)	7.0 – 7.6 (7.2)	7.0 – 8.2 (7.3)	7.0 – 8.2 (7.5)
แอมโมเนียรวม (mg L^{-1})	0.2 – 0.5 (0.28)	0.2 – 1.0 (0.45)	0.2 – 0.5 (0.35)
ความเป็นด่าง (mg L^{-1} as $CaCO_3$)	30 – 50 (40.6)	30 – 50 (42)	30 – 50 (42)

หมายเหตุ : ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บหมายถึงค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย

สรุปและวิจารณ์ผล

สรุปผลการทดลอง

1. ไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลาร่วมกับอาหารสำเร็จรูปมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและน้ำหนักดีกว่าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลาและอาหารสำเร็จรูปอย่างเดียว

2. ไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ จะมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงอยู่ในช่วงการทดลองเลี้ยงที่อายุ 5 – 20 วัน ร้อยละ 50 – 62 และเป็นช่วงที่ไรน้ำนางฟ้าเพศเมียมีไข่ที่สมบูรณ์สามารถเริ่มเก็บไข่ได้ตั้งแต่ไรน้ำนางฟ้าไทยมีอายุประมาณ 15 วัน ขึ้นไป

3. สามารถนำอาหารสำเร็จรูปมาใช้เลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยในช่วงที่ผลิตสาหร่ายคลอเรลลาไม่ได้หรือผลิตได้น้อยโดยเฉพาะในบางช่วงของฤดูฝนและฤดูหนาว

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าไรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลาร่วมกับอาหารสำเร็จรูปมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาและอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการนำอาหารผงสำเร็จรูปมาเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยร่วมกับสาหร่ายคลอเรลลาน่า อาจใช้ทดแทนได้ทั้งหมดในช่วงการเลี้ยงสั้น ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลาได้ และใช้เสริมร่วมกับสาหร่ายคลอเรลลาสำหรับการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยในเชิงพาณิชย์ในอนาคต

สอดคล้องกับ (โฆษิต และละออศรี, 2550; โฆษิต, 2552) ได้ทำการศึกษาแหล่งอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยเพื่อทดแทนสาหร่ายคลอเรลลา พบว่าสามารถใช้ยีสต์และน้ำหมักชีวภาพทดแทนสาหร่ายคลอเรลลาได้ โดยสูตรอาหารที่ใช้ร่วมกันทั้ง 3 ชนิด (ยีสต์ น้ำหมักชีวภาพและสาหร่ายคลอเรลลา) ไรน้ำนางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโตและอัตรารอดสูงที่สุดในช่วงอายุ 5 – 15 วัน

ปัญหาและอุปสรรค

เกิดปัญหาช่วงที่ทำการทดลองในฤดูหนาว ไรน้ำนางฟ้ามีความต้านทานต่อโรคต่ำเป็นโรคและติดเชื้อได้ง่าย ทำให้มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายที่ต่ำกว่าการเลี้ยงทั่วไป

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยทำการทดลองระดับความเหมาะสมของอาหารผงสำเร็จรูปที่สามารถใช้ทดแทนสาหร่ายคลอเรลลาที่ละเอียดมากกว่านี้ เพื่อพัฒนาผลิตอาหารผงสำเร็จรูปจำหน่ายร่วมกับไข่ไรน้ำนางฟ้าไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2553 และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยให้แก่เกษตรกรในปีงบประมาณ 2555

บรรณานุกรม

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. (2527). **สาหร่าย**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 156 หน้า.

โฆษิต ศรีภูธร และละออศรี เสนาะเมือง. (2550). การเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยโดยใช้น้ำหมักชีวภาพและยีสต์เป็นอาหาร. **วารสารวิทยาศาสตร์ (Section T) 6 (พิเศษ 1)**: 369-375.

โฆษิต ศรีภูธร. (2552). **การพัฒนาการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยและไรน้ำนางฟ้าสิรินธรในเชิงพาณิชย์และการเป็นอาหารกุ้ง**. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิตยสารชีวจิต. (2550). **วิตามินซี**. ฉบับวันที่ 1 พฤษภาคม 2550

นุกูล แสงพันธุ์ และละออศรี เสนาะเมือง. (2547). **การเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า**. ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นุกูล แสงพันธุ์. (2548). **การเพาะไรน้ำนางฟ้าเพื่อการค้าในประเทศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นุกูล แสงพันธ์ โฆษิต ศรีภูธร และละออศรี เสนาะเมือง. (2549). **ไรน้ำนางฟ้า: จิ๋วแต่แจ๋ว**. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น.

มลฤดี สิทธิพันธ์, อรัญ หันพงศ์กิตติกูล และกิจการ ศุภมาตย์. (2543). สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันและการใช้วัคซีนในกุ้งกุลาดำ: I การสกัดสารบีต้ากลูแคนจากยีสต์ และการประยุกต์ใช้ในกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius). **วารสารสงขลานครินทร์ วทท**. 22 (ฉบับพิเศษ) : 653-662.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2549). **สถิติเพื่อการวิจัย**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2547). **แพลงก์ตอนพืช**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสาตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร, 225 หน้า.

ละออศรี เสนาะเมือง นุกูล แสงพันธุ์ นิวัฒ เสนาะเมือง และราเมศ ชูสิงห์. (2543). **ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของไรน้ำในประเทศไทย**. รายงานผลงานวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ BRT (BRT 14207).

ละออศรี เสนาะเมือง และนุกูล แสงพันธุ์. (2547). **ไรน้ำนางฟ้าสัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่**. หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ วันที่ 17 พฤษภาคม 2547, หน้า 17.

ละออศรี เสนาะเมือง. (2548). ไรน้ำนางฟ้าทดแทนอาร์ทีเมีย: ขอนแก่นเร่งผลิตมือเพาะ. **วารสารสัตว์น้ำ**. 196 : 131-140.

ละออศรี เสนาะเมือง. (2549). ไรน้ำนางฟ้าเพื่อคุณภาพชีวิต. **วารสารการประมง**. 59(1): 59-66.

วิสัย วงศ์สายปิ่น. (2536). **สาหร่ายเซลล์เดียว สารอาหารจากแสงตะวัน (เน้นคลอเรลลา).** พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์รวมทรรศน์, กรุงเทพมหานคร, 138 หน้า.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. (2536). **อาหารปลา.** พิมพ์ครั้งที่1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สุพัสตรา เหล็กงาน. (2545). **ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของไรน้ำนางฟ้าในเขตจังหวัดมหาสารคามและร้อยเอ็ด.** การเสนอผลงานวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 4 กลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. หน้า 147-156.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2549). **ยีสต์คุณประโยชน์ในอุตสาหกรรม.** กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

American Pubic Health Association. (1981). **Standard Method for the Examination of Water and Westewater.** Washington, D.C.

Duncan, V.B. (1955). Multiple range and multiple F-tests. **Biometrics.** 11: 1-42.

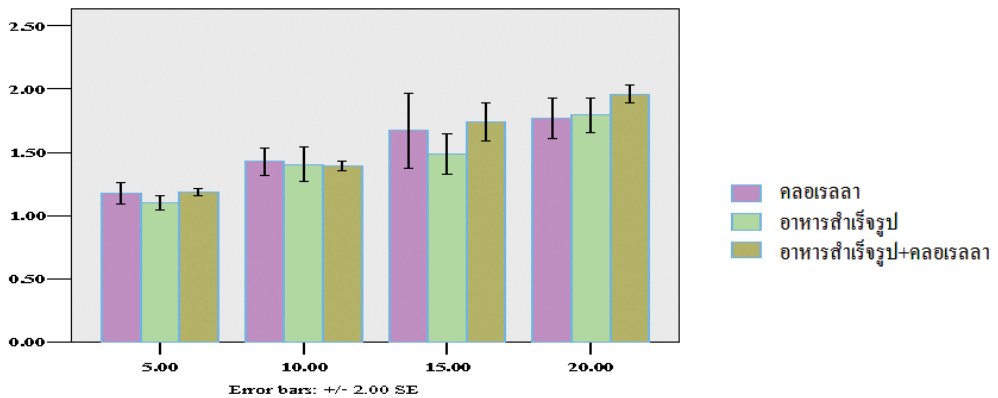
Munuswamy, N. (2005). Fairy shrimp as live food in aquaculture. **Aqua Feeds: Formulation and Beyond.** 2(1) : 10-12.

Prasath, E.B., Munuswamy, N. and NaZar, A. K. (1994). Preliminary studies on the suitability of a fairy shrimp *Streptocepharus dichotomus* as live food in aquaculture. **Journal of World Aquaculture Society.** 25 : 204-207.

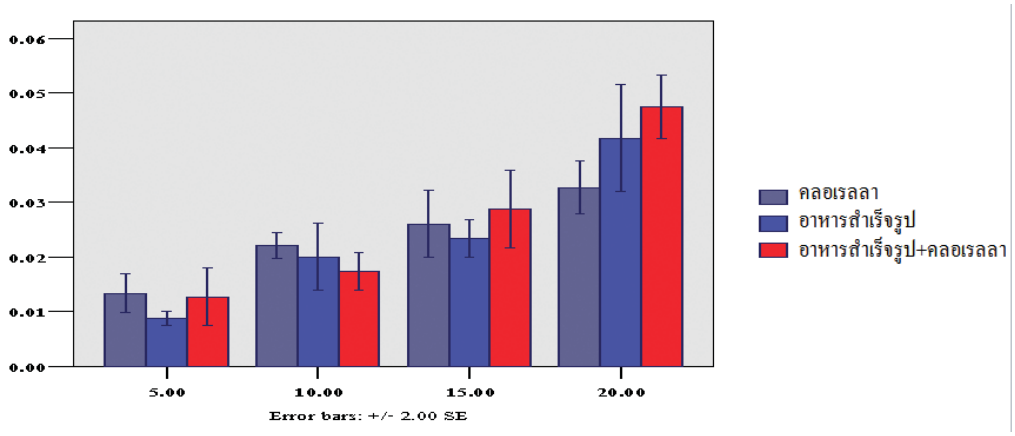
Velu, S.C. (2001). **Studies on Biodiversity, Taxonomy and Aquaculture of Indian Fairy Shrimps.** Ph.D. thesis. University of Madras, India.

Velu, C.S., Czeczuga, B. and Munuswamy, N. (2003). Carotenoprotein complexes in entomostracan crustaceans (*Streptocephalus dichotomus and Moina micrura*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part B.** 135 : 35-42.

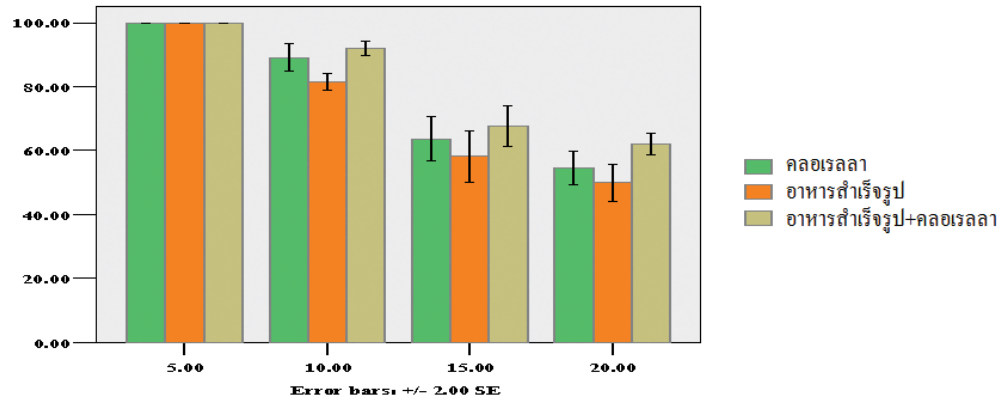
Watanabe,T.,C. Kitajima, and S. Fujita. (1983). Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish : areview. **Aquaculture.** 34 : 115-143.



รูปที่ 1 ความยาวของไรน้ำนางฟ้าไทย (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ อายุ 5 - 20 วัน



รูปที่ 2 น้ำหนักของไรน้ำนางฟ้าไทย (กรัม) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ อายุ 5 - 20 วัน



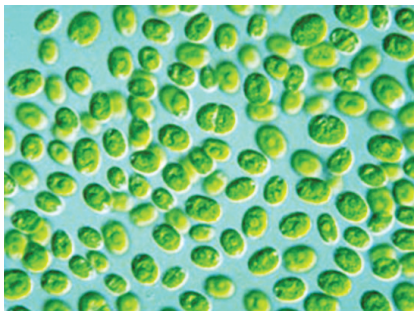
รูปที่ 3 อัตรารอดของไรน้ำนางฟ้าไทย (ร้อยละ) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ อายุ 5 - 20 วัน

รูปที่ 4 ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 20 วัน

รูปที่ 5 ถังพลาสติกที่ใช้สำหรับทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยขนาด 2 ลิตร

รูปที่ 6 การชั่งน้ำหนักไรน้ำนางฟ้าไทย

รูปที่ 7 การวัดความยาวไรน้ำนางฟ้าไทย



รูปที่ 8 เซลล์สาหร่ายคลอเรลลา

รูปที่ 9 อาหารผงสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย