

ผลของการอนุบาลปูนา (*Sayamia bangkokensis*) ด้วยการเสริมสาหร่ายอาร์โธรสไปร่า
ต่อการเจริญเติบโตและต้นทุนในการอนุบาล

Effects of Nursing Rice-field Crab (*Sayamia bangkokensis*) with *Spirulina*
(*Arthrospira*) *platensis* Supplemented Diets on Growth Performance and Cost

ธนบดี ปิ่นทศิริ จงกล พรหมยะ* ชนกกันต์ จิตมนัส และสุตาพร ตงศิริ

Thanabodee Pintasiri, Jongkorn Promya*, Chanagun Chitmanat and Sudaporn Tongsi

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resource, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: jongkolp@mju.ac.th

Received: February 25, 2020

Revised: July 08, 2020

Accepted: August 06, 2020

Abstract

Effects of *Spirulina* (*Arthrospira*) *platensis* supplemented diets on growth performance and cost of rice-field crab (*Sayamia bangkokensis*) nursing were investigated. Four treatments with three replications, four experimental diets were T1 control (Pellets feed; PF) T2, T3 and T4 pellet feed mixed with dry *Arthrospira* 3, 5 and 10% (PFA 3%, PFA 5%, and PFA 10%), respectively. The initial average weight was 0.0082 ± 0.0002 g/crab. Nursing was conducted in round plastic basin, 25 crab/unit or 385 crab/m² give some information how to feed the crab 60 days. Growth performance in terms of weight, length and carapace width were collected every 10 days. Results showed that juvenile crab fed with PFA 5% had average weight gain (1.2900 ± 0.2011 g/crab) average daily growth (0.021 ± 0.0033 g/crab/day), specific growth rate ($2.1500 \pm 0.3351\%$), feed conversion rate (0.9200 ± 0.2007), protein efficiency rate (0.0342 ± 0.0053), and survival rate ($87.33 \pm 1.2018\%$) better than other experimental groups ($p < 0.05$). Water qualities and cost of rearing (2.0320 ± 0.4351 - 3.4998 ± 0.2356 Baht/crab), respectively were not significantly different ($p > 0.05$) in all treatments. Therefore, nursing rice-field crab with 5% of *A. platensis* provided the highest growth performances and its development including acceptable production cost which will be a suitable feed for nursing rice-field in the future.

Keywords: nursing, rice-field crab, *Sayamia bangkokensis*, *Spirulina* (*Arthrospira*) *platensis*

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสาหร่ายอาร์โธรสไปราในอาหารต่อการเจริญเติบโตและต้นทุนการอนุบาลลูกปูนา (*Sayamia bangkokensis*) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design; CRD) แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) อาหารเม็ดสำเร็จรูป (Pellet feed; PF) ชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปราผง 3, 5 และ 10% (Pellet feed mixed with dry *Arthrospira*; PFA 3%, PFA 5% and PFA 10%) ตามลำดับ ลูกปูนามีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.0082 ± 0.0002 กรัม/ตัว อนุบาลในกะละมังทรงกลม ความหนาแน่น 25 ตัว/กะละมัง หรือ 385 ตัว/ตรม. โดยอนุบาลเป็นระยะเวลา 60 วัน เก็บข้อมูลโดยการชั่งน้ำหนักวัดความยาว และความกว้างกระดอง (Carapace) ของลูกปูนาทุกๆ 10 วัน พบว่าลูกปูนาที่อนุบาลด้วยอาหารผสมอาร์โธรสไปราผง 5% (PFA 5%) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.2900 ± 0.2011 กรัม/ตัว อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน 0.021 ± 0.0033 กรัม/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ $2.1500 \pm 0.3351\%$ อัตราการแลกเนื้อ 0.9200 ± 0.2007 ประสิทธิภาพในการใช้โปรตีน 0.0342 ± 0.0053 และอัตราการรอด $87.33 \pm 1.2018\%$ ดีกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คุณภาพน้ำ และต้นทุนการผลิตลูกปูนาทั้ง 4 ชุดการทดลองอยู่ระหว่าง 2.0320 ± 0.4351 - 3.4998 ± 0.2356 บาท/ตัว ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) สรุปได้ว่าการอนุบาลลูกปูนาด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปราผง 5% ช่วยให้มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รวมถึงต้นทุนการอนุบาลที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาไปใช้เป็นสูตรอาหารในการอนุบาลลูกปูนาต่อไป

คำสำคัญ: การอนุบาล ปูนา อาร์โธรสไปรา

คำนำ

ปูนามีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศ สามารถพบได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะปูนา *Sayamia bangkokensis* ที่แพร่กระจายและขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว เป็นแหล่งโปรตีนสูงที่มีราคาถูก หาง่าย และนำมาประกอบอาหารได้หลากหลาย จึงเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ปูนายังสามารถทำเป็นอาชีพประมงขนาดเล็กในครัวเรือนเกษตรกรได้ ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งในปัจจุบันแหล่งน้ำธรรมชาติรวมถึงนาข้าว ปริมาณปูนามีแนวโน้มลดน้อยลงมาก (Pachanawan and Khampuch, 2008; Thaiso and Wongmaniprathip, 2012) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีในนาข้าว และแหล่งน้ำ ทำให้จำนวนปูนาลดน้อยลง ประกอบกับการเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม และการคุกคามจากการขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และชุมชน ทำให้ปูนาถูกกำจัดไปทั้งทางตรงและทางอ้อม (Dulyachindachabaporn *et al.*, 2001; Phakdinarong *et al.*, 2009.) จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกษตรกรมีแนวคิดที่จะเพาะเลี้ยงปูนาเพื่อจำหน่าย แต่ขาดข้อมูลและเอกสารวิชาการในการเพาะ อนุบาล และเลี้ยงปูนา ทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จ Cannicci (1996) กล่าวว่าปัจจัยที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงปูนาให้ประสบผลสำเร็จและยั่งยืน คือ การอนุบาล และการเลือกใช้อาหารในการอนุบาล เนื่องจากอาหารมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอด รวมถึงการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำกลุ่ม Crustacean จากการศึกษาที่ผ่านมามีการใช้สาหร่าย *Spirulina (Arthrospira) platensis* มาเสริมและเป็นส่วนผสมอาหารให้กับสัตว์น้ำหลายชนิด (Hangsapreuke, 2013) ส่งผลให้การเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย การเจริญพันธุ์ รวมถึงภูมิคุ้มกันต่างๆ มีประสิทธิภาพ และส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วย Promkunthong and Pipattanwattankhul (2005) พบว่า *A. platensis* ทำให้กุ้งทะเลที่ได้รับอาหาร

ผสม *A. platensis* มีการเจริญเติบโตดี มีภูมิคุ้มกันโรค มีอัตราการรอดสูง ลอกคราบได้ง่าย และลำตัวใสสะอาด Pintasiri and Promya (2019) ใช้ *A. platensis* ผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูป 3-5% เลี้ยงปูนาส่งผลให้มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความยาว และอัตราการรอดเพิ่มขึ้น และดีที่สุด นอกจากนี้ Promya *et al.* (2005) ใช้ *A. platensis* ผสมในอาหารกุ้งก้ามกราม 1-3% สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน และยังช่วยทำให้กุ้งมีสีเข้มขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจนำสาหร่าย *A. platensis* มาเสริมในอาหารเม็ดสำเร็จรูป เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและต้นทุนในการอนุบาลลูกปูนาสายพันธุ์กำแพงเพชร เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับเกษตรกรและผู้สนใจ และเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการเพาะอนุบาล และเลี้ยงปูนา เพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีคุณภาพและปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของตลาดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design; CRD) แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ อนุบาลลูกปูนาเป็นระยะเวลา 60 วัน ซึ่งแบ่งชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูป (Pellet Feed; PF) ชุดควบคุม

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปราผง 3% (Pellet feed mixed with dry *Arthrospira*; PFA 3%)

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปราผง 5% (Pellet feed mixed with dry *Arthrospira*; PFA 5%)

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปราผง 10% (Pellet feed mixed with dry *Arthrospira*; PFA 10%)

ก่อนทำการทดลองนำอาหารทุกสูตรวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และความชื้นตามวิธี AOAC (2000) (Tabel 1)

Table 1 Proximate composition of experimental diets

Treatment	%Proximate composition (dry weight on basis)				
	Protein	Lipid	Fiber	Ash	Moisture
PF (Control)	35.10±0.05	13.56±0.03	2.26±0.05	2.26±0.05	9.43±0.20
PFA 3%	36.70±0.10	13.20±0.11	1.30±0.17	1.60±0.45	9.26±0.20
PFA 5%	37.70±0.05	13.46±0.06	1.26±0.15	1.26±0.15	9.26±0.28
PFA 10%	39.60±0.05	14.10±0.23	1.56±0.05	1.56±0.05	8.26±0.20

วิธีการทดลอง

การเตรียมลูกปูนา นำลูกปูนาที่เพาะพันธุ์จากพ่อแม่เดียวกันจากคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีน้ำหนักเริ่มต้นอยู่ระหว่าง 0.0082-0.0083 กรัม/ตัว ความกว้างและความยาวกระดองเริ่มต้นอยู่ระหว่าง 2.6875-3.3090 มม./ตัว และ 2.3643-2.9073 มม./ตัว ตามลำดับ (Table 2) อนุบาลในกะละมังทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม. ปริมาตร 5 ลิตร หลังจากนั้นปล่อยลูกปูนาลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 25 ตัว/กะละมัง หรือ 385 ตัว/ตร.ม. (Thaiso and Wongmaniprathip, 2012; Pinthasiri and Srinaunsom, 2019) โดยให้อาหาร 5% ของน้ำหนักตัววันละ 2 มื้อ คือ 08.00-08.30 น. และ 17.00-17.30 น. เปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50% ทุกวันในช่วงเย็นก่อนให้อาหาร นอกจากนี้ยังมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกๆ 10 วัน อนุบาลลูกปูนาเป็นระยะเวลา 60 วัน

การศึกษากาการเจริญเติบโต โดยการชั่งน้ำหนัก

วัดความยาว ความกว้างของกระดองปูนา (Carapace) (Figure 1) และนับจำนวนลูกปูนาทั้งหมดของการทดลองทุกๆ 10 วัน เป็นเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำค่าที่ได้มาคำนวณหาน้ำหนักเฉลี่ย (Weight average) ความยาวกระดองเฉลี่ย (Length average) ความกว้างของกระดองเฉลี่ย (Width average) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Weight gain) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily growth) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate) อัตราการแลกเนื้อ (Feed conversion rate) ประสิทธิภาพในการใช้โปรตีน (Protein Efficiency Rate) อัตราการรอด (Survival rate) และต้นทุนการผลิตลูกปูนา (Production cost of crab)

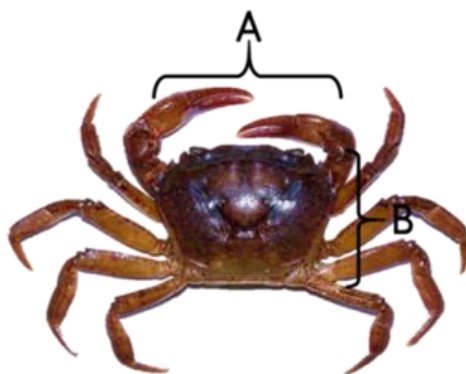


Figure 1 Bio metric rice-filled crab nursing

Thaiso and Wongmaniprathip (2012); Pintasiri and Promya (2019)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลในแต่ละชุดการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way Analysis of Variance; One-Way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลในแต่ละชุดการทดลอง โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัย

จากการทดลองอนุบาลลูกปูนาด้วยการเสริมสาหร่ายอาร์โธรสไปราฟงในอาหาร โดยมีน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 0.0082 ± 0.0001 - 0.0083 ± 0.0002 กรัม/ตัว

ความกว้างและความยาวกระดอง (Carapace) เริ่มต้นเท่ากับ 2.6708 ± 0.1269 - 3.3090 ± 0.3397 มม./ตัว และ 2.2745 ± 0.0840 - 2.5739 ± 0.1503 มม./ตัว ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 2) ลูกปูนามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการอนุบาล โดยลูกปูนาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปราฟง 3% (PFA 3%) และ 5% (PFA 5%) มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (PF) ชุดควบคุม และอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปราฟง 10% (PFA 10%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่ 10 วันแรกของการอนุบาลจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (Figure 2)

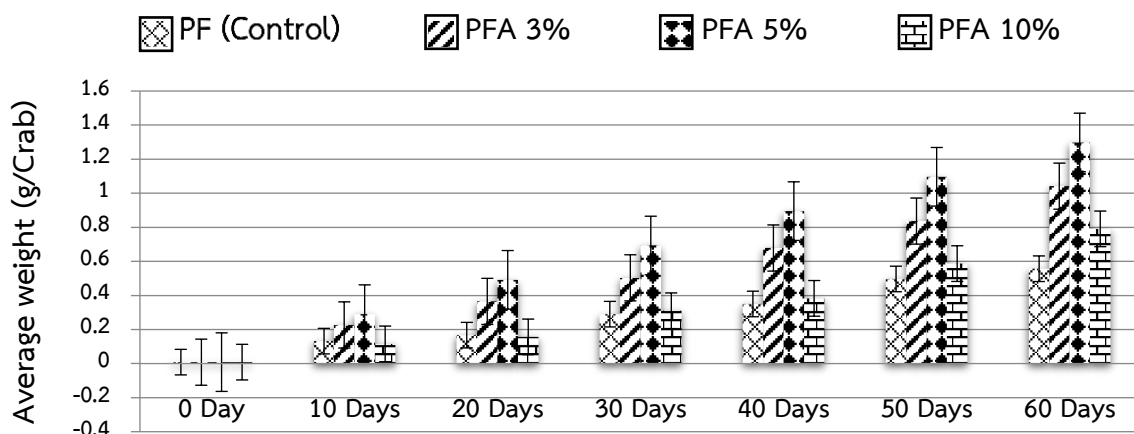


Figure 2 Average weight of rice-field crab fed with different levels of *A. platensis* for 60 days

Table 2 Initial average weight (g/crab), Length (mm/crab.) and Width (mm/crab.) of rice-field crab fed with different diets

Growth performance	Treatment				P-value
	PF (Control)	PFA 3%	PFA 5%	PFA 10%	
Initial average weight, g/crab	0.0083±0.0003 ^{ns}	0.0082±0.0001 ^{ns}	0.0083±0.0003 ^{ns}	0.0083±0.0002 ^{ns}	0.971
Initial average length, mm/crab	2.6875±0.0533 ^{ns}	2.6903±0.0846 ^{ns}	2.6708±0.1269 ^{ns}	3.3090±0.3397 ^{ns}	0.111
Initial average width, mm/crab	2.2985±0.0470 ^{ns}	2.2745±0.0840 ^{ns}	2.3643±0.0221 ^{ns}	2.5739±0.1503 ^{ns}	0.115

Values are means±S.E., letters ns=no significantly differen (P>0.05)

ด้านการเจริญเติบโตลูกปูนาที่อนุบาลด้วยสาหร่ายอาร์โธรสไปร่าผง 5% ในชุดการทดลองที่ 3 (PFA 5%) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการแลกเนื้อ ประสิทธิภาพในการใช้โปรตีนดีที่สุดเท่ากับ 1.2900±0.2011 กรัม/ตัว 0.0215±0.0033 กรัม/ตัว/วัน

2.1500±0.3351%, 0.9200±0.2007 และ 0.0342±0.0053 ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) (Table 3) และอัตราการรอดลูกปูนาที่อนุบาลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปร่าผงทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มให้อัตรารอดดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) (Figure 3)

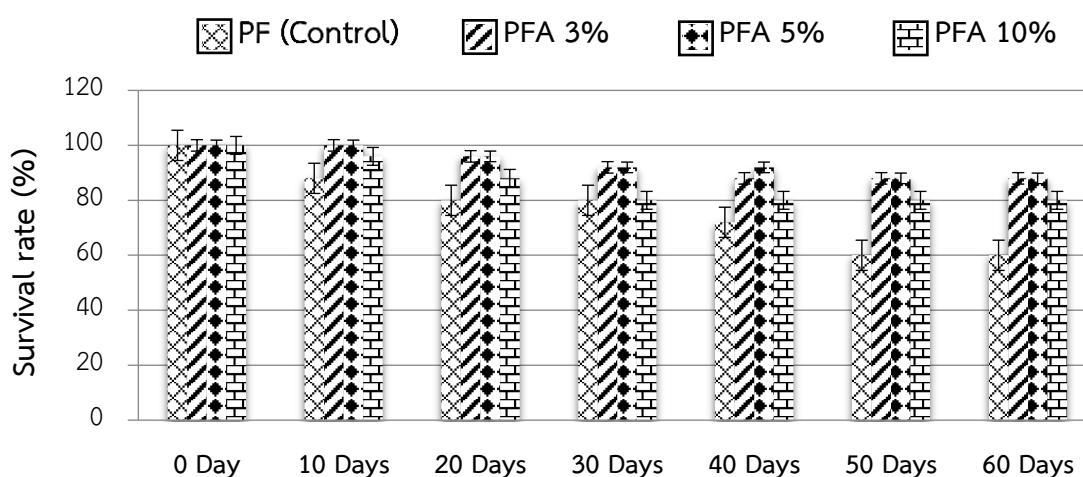
**Figure 3** Survival rate of rice-field crab fed with different diets for 60 days

Table 3 Growth performance, production cost of rice-field crab fed with different diets for 60 days

Growth performance	Treatment				P-value
	PF (Control)	PFA 3%	PFA 5%	PFA 10%	
Initial average weight, g/crab	0.0083±0.0003 ^{ns}	0.0082±0.0001 ^{ns}	0.0083±0.0003 ^{ns}	0.0083±0.0002 ^{ns}	0.971
Final average weight, g/crab	0.5566±0.1246 ^b	1.0416±0.2085 ^a	1.2983±0.2009 ^a	0.6937±0.0505 ^b	0.289
Maximum length, mm/crab	3.3398±0.2025 ^a	4.5283±0.7577 ^a	4.7911±0.0735 ^a	4.0482±0.3448 ^a	0.550
Maximum width, mm/crab	2.7075±0.1623 ^b	4.4475±0.8596 ^{ab}	4.8850±0.2707 ^a	3.2434±0.5029 ^{ab}	0.660
Weight gain, g/crab	0.5483±0.1249 ^b	1.0334±0.2087 ^{ab}	1.2900±0.2011 ^a	0.6853±0.0507 ^b	0.041
Average daily growth, g/crab/day	0.0091±0.0020 ^b	0.0172±0.0034 ^{ab}	0.0215±0.0033 ^a	0.0114±0.0008 ^b	0.040
Specific growth rate, %	0.9138±0.2082 ^b	1.7224±0.3478 ^{ab}	2.1500±0.3351 ^a	1.1422±0.0846 ^b	0.041
Feed conversion rate, units	1.3000±0.1126 ^{ns}	1.1433±0.1155 ^{ns}	0.9200±0.2007 ^{ns}	1.1333±0.0973 ^{ns}	0.344
Protein Efficiency rate, units	0.0156±0.0035 ^b	0.0281±0.0056 ^{ab}	0.0342±0.0053 ^a	0.0238±0.0029 ^b	0.046
Survival rate, %	61.0±0.5773 ^c	85.33±1.4529 ^a	87.33±1.2018 ^a	78.0±1.5275 ^b	0.290
Production Cost of Crab; PC, Baht/crab	2.0320±0.4351 ^{ns}	3.4297±0.8122 ^{ns}	3.4807±0.8714 ^{ns}	3.4998±0.2356 ^{ns}	0.347

Values are means±S.E. in the same row with different superscripts significantly different (P<0.05). ns=no significantly different

ด้านคุณภาพน้ำของการอนุบาลลูกปูนาด้วยการเสริมสาหร่ายอาร์โธรสไปราผงในอาหาร มีค่าใกล้เคียงกัน และอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ซึ่งค่าอุณหภูมิอากาศเท่ากับ 29.00±0.577°ซ. ค่าอุณหภูมิน้ำเท่ากับ 27.66±0.333°ซ. ค่าออกซิเจนละลายในน้ำอยู่

ระหว่าง 5.540±0.124 - 5.810±0.257 มก./ลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 7.393±0.0829 - 7.463±0.0696 และค่าแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.015±0.0011 - 0.017±0.0003 มก./ลิตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4)

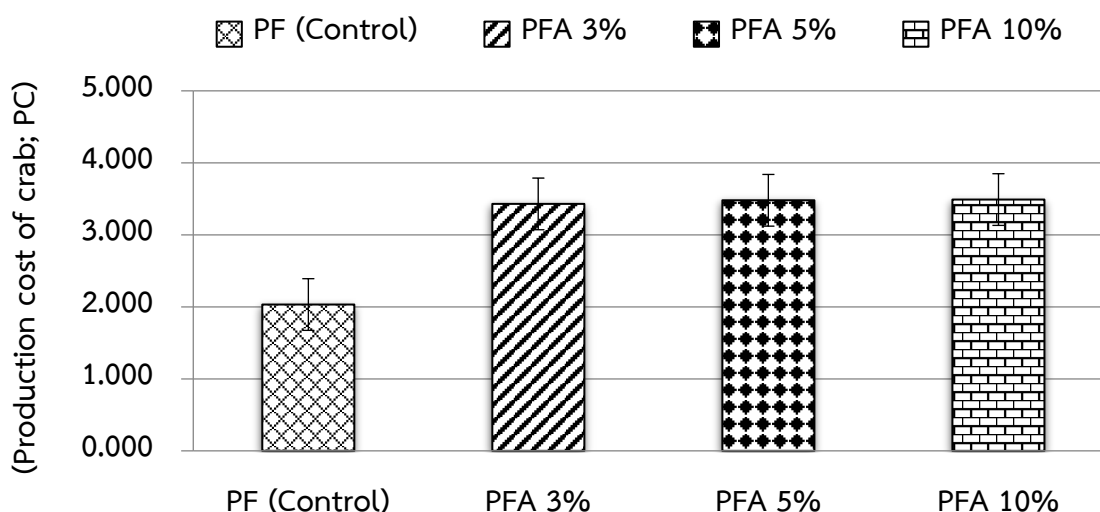
Table 4 Water quality parameters of rice-field crab

Parameter	Treatment				P-value
	PF (Control)	PFA 3%	PFA 5%	PFA 10%	
Air temperature (°C)	29.00±0.577 ^{ns}	29.00±0.577 ^{ns}	29.00±0.577 ^{ns}	29.00±0.577 ^{ns}	1.00
Water temperature (°C)	27.66±0.333 ^{ns}	27.66±0.333 ^{ns}	27.66±0.333 ^{ns}	27.66±0.333 ^{ns}	1.00
DO (mg/l)	5.81±0.257 ^{ns}	5.54±0.124 ^{ns}	5.75±0.098 ^{ns}	5.65±0.123 ^{ns}	0.303
pH	7.43±0.0554 ^{ns}	7.43±0.0669 ^{ns}	7.39±0.0829 ^{ns}	7.46±0.0696 ^{ns}	0.520
Ammonia (mg/l)	0.017±0.0003 ^{ns}	0.016±0.0010 ^{ns}	0.015±0.0011 ^{ns}	0.015±0.0014 ^{ns}	0.135

Values are means±S.E., letters ns=no significantly different (P>0.05)

ด้านต้นทุนการผลิตของการอนุบาลลูกปูนาด้วยการเสริมสาหร่ายอาร์โธรสไปราผงในอาหาร ทั้ง 4 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(p>0.05) ซึ่งมีต้นทุนการอนุบาลอยู่ระหว่าง 2.0320±0.4351 - 3.4998±0.2356 บาท/ตัว (Figure 4 และ Table 3)

**Figure 4** Production Cost of rice-field crab fed with different diets for 60 days

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการทดลองอนุบาลลูกปูนาเป็นระยะเวลา 60 วัน ด้วยการเสริมสาหร่ายอาร์โธรสไปราผง โดยมีน้ำหนักเริ่มต้นอนุบาลอยู่ระหว่าง 0.0082-0.0083 กรัม/ตัว พบว่าลูกปูนาในทุกชุดการทดลอง มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะชุดการทดลองที่ 3 (PFA 5%) มี

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการแลกเนื้อ ประสิทธิภาพในการใช้โปรตีน และอัตราการรอดดีที่สุด เท่ากับ 1.2900±0.2011 กรัม/ตัว, 0.0215±0.00033 กรัม/ตัว/วัน, 2.1500±0.3351%, 0.9200±0.2007, 0.0342±0.0053 และ 87.33±1.2018% ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เพราะมีคุณค่า

ทางโภชนาการอาหารโปรตีน ถึง 37-38% จึงเหมาะสม และเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของลูกปูนา (Figure 2, 3 และ Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับ Pintasiri and Promya (2019) รายงานการเลี้ยงปูนาสายพันธุ์กำแพงเพชรด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมอาร์โธรสไปร่าที่ 3-5% ส่งผลให้การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก ความยาว ความกว้าง กระดอง และอัตราการสูงและดีกว่าชุดการทดลองอื่น โดย Lee (1971) และ Pintasiri and Promya (2019) กล่าวว่าสัตว์น้ำกลุ่ม Crustacean ต้องการโปรตีนในอาหารแตกต่างกันตามขนาดตัว รวมถึงคุณภาพของโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกลุ่ม Crustacean การเจริญเติบโตและอัตราการของปูจะดีขึ้น ต้องใช้อาหารเสริมมาช่วย เพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แข็งแรง และจะต้องขึ้นอยู่กับการเลือกใช้แหล่งโปรตีน รวมถึงอาหารที่ใช้ในการอนุบาลต้องเพียงพอเหมาะสม จึงจะส่งผลให้มีการเจริญเติบโต อัตราการรอดได้ดีที่สุด (Thaiso and Wongmaniprathip, 2012; Promya and Chitmanat, 2011; Dulyachindachabaporn *et al*, 2001; Hemanon *et al*, 2004)

สอดคล้องกับ Hangsapreuke (2013) รายงานว่าการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าในไข่ตุนทำให้ลูกกุ้งมีอัตราการรอดสูงขึ้นเพราะสาหร่ายสไปรูลิน่ามีโปรตีนสูงถึง 70% อีกทั้งยังมีวิตามิน เกลือแร่ และรงควัตถุที่สำคัญอีกหลายชนิดที่สามารถช่วยด้าน Immunoassays microscopy จึงทำให้ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน แข็งแรง และมีอัตราการรอดสูง Promya (2009) กล่าวว่า *A. platensis* มีโปรตีนสูงถึง 64-72% ซึ่งมีกรดอะมิโน วิตามิน เกลือแร่ต่างๆ ที่สำคัญมีรงควัตถุ ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ แคโรทีนอย และไฟโคบิลิน (สารต้านอนุมูลอิสระ) ที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกัน รวมถึงไขมันในสาหร่ายอาร์โธรสไปร่า ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไลโนลิก (Linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อสัตว์น้ำจำพวก ปลา กุ้ง ปู ทำให้มีการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์

และช่วยให้ร่างกายเผาผลาญได้ดีขึ้น (Choubert, 1979; Venkataraman, 1983; Nakamura, 1982; Liulimon, 1986; Pornchalermping and Rattanapanon, n.d.) ส่วนด้านคุณภาพน้ำของปูนาไม่ใกล้เคียงกัน และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (Boyd and Tucker, 1992) ซึ่งมีค่าอุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 28-32°C. อุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 26-28°C. ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.3-7.5 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 5.0-5.8 มก./ลิตร และค่าแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.015-0.02 มก./ลิตร เนื่องจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกๆ วัน ทำให้คุณภาพน้ำไม่แตกต่างกัน และด้านต้นทุนในการอนุบาลลูกปูนาด้วยสาหร่ายอาร์โธรสไปร่าผง มีต้นทุนไม่แตกต่างกับการอนุบาลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป สอดคล้องกับ Pintasiri and Promya (2019) การเลี้ยงปูนาด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีต้นทุนไม่แตกต่างกับการเสริมสาหร่ายอาร์โธรสไปร่าในอาหาร ซึ่งการเสริมสาหร่ายอาร์โธรสไปร่าในอาหารที่เหมาะสม เพื่อพัฒนามาใช้เป็นสูตรอาหารในการอนุบาลลูกปูนาต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ลูกปูนาที่อนุบาลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปร่าผง 5% มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต อัตราการรอดดีที่สุด และนอกจากนี้ลูกปูนาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายอาร์โธรสไปร่าผงทุกชุดการทดลอง มีอัตราการรอดสูงกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมสาหร่ายอาร์โธรสไปร่าผงช่วยสร้างความแข็งแรงในการพัฒนาการเจริญเติบโต เพิ่มอัตราการรอดให้กับลูกปูนาได้ และมีต้นทุนไม่แตกต่างกับการอนุบาลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป ซึ่งเหมาะสมเพื่อพัฒนามาใช้เป็นสูตรอาหารในการอนุบาลลูกปูนาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์และความร่วมมือจากหลายฝ่าย ซึ่งทางผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ “ทุนศิษย์ก้นกุฏิ ประจำปีการศึกษา 2561” ที่ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยแนะนำ และให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis**. 17th edition. Maryland: AOAC. 2200 p.
- Boyd, D. and C. Tucker. 1992. **Water Quality and Pond Soil Analysis for Aquacult.** Alabama: Auburn University. 183 p.
- Cannicci, S. 1996. Natural diet and feeding habits of *Thalamita crenata*. **J. Crustacean Biol** 16(4): 678-683.
- Choubert, G. 1979. Tentative utilization of *Spirulina* algae as a source of carotenoid pigments for rainbow trout. **International J. AGR. Biol** 18: 135-143.
- Dulyachindachabaporn, S., P. Charuratchamorn, K. Somnai and T. DunchindaChabaporn. 2001. Study of the age and growth of Natural food. pp. 260-265. *In* **Proceedings of The 39th Kasetsart University Annual Conference (Abstract)**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Hangsapreuke, K. 2013. **Nursing of giant freashwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) using spirulina in a closed recirculating system**. 49 p. *In* Research Report. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]
- Hemanon, P., M. Kanarong., S. Trikheet and I. Hemanon. 2004. **Effects of *Arthrospira platensis* in prawn (*Penaeus merguensis*) post larva range**. 10 p. *In* Research Report. Nakhon Si Thammarat: Inland Aquaculture Research and Department Center, Nakhon Si Thammarat Department of Fisheries. [in Thai]
- Lee, D. 1971. Studies on the protein utilization related to growth of *Penaeus monodon* Fabricius. **International J. AGR. Biol.** 1: 1-13.
- Liulimon, K. 1986. Algae research in Thailand. **Kasetsart J. Sci. Technol.** 3(3):144-148. [in Thai]
- Nakamura, H. 1982. ***Spirulina: Food for a Hungry World, A Pioneer's Story in Aquaculture***. Boulder Cheek, California: University of the Trees Press. 215 p.
- Pachanawan, A. and S. Khampuch. 2008. Effects of sex on growth and molting of rice-field crabs. **Fisheries J. Sci. Technol.** 2(1): 88-92. [in Thai]
- Phakdinarong, N., P. Chantirikul and A. Chantirikul. 2009. Natural diet of the rice-field crab, *Esantheiphusa dugasti* Rathbun, 1902 in rainy season. **Khon Kaen J. AGR.** 37(1): 49-55. [in Thai]

- Pintasiri, T. and J. Promya. 2019. Effects of *Arthrospira platensis* supplemented diets on growth performance of rice-field crabs (*Sayamia bangkokensis*). **Khon Kaen J. AGR.** 47(Suppl.2): 7-14. [in Thai]
- Pinthasiri, T. and K. Srinaunsom. 2019 Using spirulina (*Arthrospira*) to be supplemented diets the cultivation of rice-field crabs (*Sayamia bangkokensis*). **Maejo J. Review** 20(3): 32-36. [in Thai]
- Pornchalermpong, P. and N. Rattanapanon. (n.d.). **Full food information network center.** [Online]. Available <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1647/linoleic-acid.com> (7 February 2020). [in Thai]
- Promkunthong, W. and A. Pipattanwattankhul. 2005. Results of *Arthrospira* alga on growth and antibody levels in mixed breed pellets feed (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus* (Burchell)). **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 27: 115-132.
- Promya, J., N. Wangchai and T. Ungsethaphan. 2005. Increase the Production of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) the Earthen Pond by Rising together with Artificial Materials to Increase the Safe Area while the Molting Shrimp. pp. 29-41. **In Proceedings of The 6th Maejo University Conference (Oral).** Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]
- Promya, J. 2009. **Culture of algae.** 228 p. *In* Research Report. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]
- Promya, J. and C. Chitmanat. 2011. The effects of *Arthrospira platensis* and *Cladophora* algae on the growth performance meat quality and immunity stimulating capacity of the African sharp tooth pellets feed (*Clarias gariepinus*). **International J. AGR. Biol.** 13: 77-82.
- Thaiso, K. and S. Wongmaniprathip. 2012. Effects of different protein sources on growth and survival rates of rice field crab (*Esanthelphusa dugasti*) nursing. **Khon Kaen J. AGR.** 40(Suppl.): 123-128. [in Thai]
- Venkataraman, L. 1983. **A Monograph on *Spirulina platensis*.** Mysore: Central Food Technological Research Institute. 100 p.