

ผลของการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารต่อความเข้มสีในกุ้งกุลาดำ

Penaeus monodon

Effect of marigold petal supplementation in commercial diet on pigmentation in Black Tiger Shrimp *Penaeus monodon*

ชลี ไพบูลย์กิจกุล¹, ชัยชนินทร์ เบี้ยวเหล็ก¹, รชนิมุข หิรัญสัจจาเลิศ¹ และ เบญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล^{1*}

Chalee Paibulkichakul¹, Chaichanin Biaolek¹, Rachanimuk Hiransuchalert¹

and Benjamas Paibulkichakul^{1*}

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารสำเร็จรูปต่อความเข้มสีของกุ้งกุลาดำ การเจริญเติบโต และการรอดตายของกุ้งกุลาดำ ทำการเปลี่ยนแปลงปริมาณกลีบดอกดาวเรืองที่ผสมลงในอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำและอัตราการรอดทุก 15 วัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อกุ้ง ข้อมูลที่รวบรวมนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการศึกษาพบว่า กุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีบดอกดาวเรืองที่ระดับ 0, 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนักและความยาวไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่มีอัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนักและความยาวน้อยกว่ากุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีบดอกดาวเรือง 4 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) อัตราการรอดตายพบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีบดอกดาวเรืองทุกระดับมีอัตราการรอดไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) กุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีบดอกดาวเรืองที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์สะสมสูงสุดแตกต่างจากกลุ่มอื่น ($P<0.05$) การเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารมีผลทำให้กุ้งมีการสะสมแคโรทีนอยด์ในเนื้อมากขึ้น

คำสำคัญ: กุ้งกุลาดำ, ดอกดาวเรือง, อาหาร, ความเข้มสี, แคโรทีนอยด์

ABSTRACT: The objective of this study was to consider the effect of marigold addition in artificial feed on pigmentation, growth and survival rate of black tiger shrimp *Penaeus monodon*. Four levels of marigold petal, 0, 2, 4 and 6 percent, had been added in to shrimp feed. Three replications were conducted for the study. Growth and survival rate of shrimp had been collected every 15 day during the 60 days of experiment. At the end of experiment, shrimp flesh was collected for carotenoid analysis. Data were analyzed with ANOVA and Duncan's new multiple range test at 95 percent confidential level. Result demonstrated that shrimp fed diet containing 0, 2 and 6 percent of marigold petal had not significantly different on growth ($P>0.05$) in both of weight and length but the growth of these treatments had significantly lower weight and length ($P<0.05$) than shrimp fed diet containing 4 percent of marigold petal. Shrimp fed all diet had not significantly different on survival rate ($P>0.05$). Shrimp fed diet containing 6 percent of marigold petal was significantly highest carotenoid content ($P<0.05$) than the other. The addition of marigold petal in artificial feed could improve the cumulative carotenoid content in shrimp.

Keywords: black tiger shrimp, marigold, feed, pigmentation, carotenoids

¹ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

Faculty of Marine Technology, Burapha University, Chanthaburi Campus

* Corresponding author: benjamas@buu.ac.th

บทนำ

การเลี้ยงกุ้งเพื่อจำหน่ายสู่ตลาดนั้น คุณลักษณะทางกายภาพของกุ้ง เช่น ขนาด รูปร่าง สีสัน เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อของผู้บริโภค กุ้งที่มีสีบริเวณผิวที่สวยงามนั้นจะได้รับสารสีมาจากอาหารที่กุ้งกินเข้าไป การเพาะเลี้ยงกุ้งระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าสีที่ผิวของกุ้งจะมีสีที่ซีดลง ผิวกุ้งมีสีฟ้าเพิ่มมากขึ้น (Menasveta et al., 1993) เนื่องจากกุ้งได้รับอาหารที่มีสารสีไม่เพียงพอต่อความต้องการ การเสริมสารสีในอาหารเพื่อการสะสมสารสีจึงจำเป็นในอาหารกุ้ง สุกิจ และ พูนสิน (2538) พบว่า การเสริมเพิ่มดอกดาวเรืองในอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำช่วยปรับปรุงสีของกุ้งกุลาดำได้ดีกว่าการเพิ่มสไปรูไลนาในอาหาร การเสริมดอกดาวเรือง 85 g/kg อาหาร เป็นเวลา 1 เดือน เพียงพอที่จะช่วยให้กุ้งกุลาดำมีสีได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ และ Mondal et al. (2014) รายงานว่า การเสริมสำหรับ *Enteromorpha intestinalis* สามารถเพิ่มการสะสม astaxanthin ในเนื้อกุ้งได้

สารสีที่พบในกลีบดอกดาวเรือง ได้แก่ lutein กลีบดอกดาวเรืองมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารเร่งสีในสัตว์บกค่อนข้างมากโดยเฉพาะในไก่ (สุภาพร และคณะ, 3538; สุวรรณ และคณะ, 2543) ในขณะที่ในสัตว์น้ำพบว่า มีการศึกษาการใช้สารสีจากดอกดาวเรืองบ้าง (สุกิจ และพูนสิน, 2538; Boonyaratpalin and Unprasert, 1989) อาจเนื่องจากในอาหารสัตว์น้ำมีการใช้ สารเร่งสีในกลุ่มของสาหร่าย (Boonyaratpalin et al., 2001; Arredondo-Figueroa et al., 2003) รวมถึงการใช้สารสีสังเคราะห์ (Negre-Sadargues et al., 1993; Okada et al., 1994) กุ้งกุลาดำสามารถเปลี่ยนสารสีหลายชนิดในกลุ่มคาร์โรทีนอยด์ให้กลายเป็น astaxanthin (Paibulkichakul et al., 2008) ในขณะที่การใช้สารสีจากดอกดาวเรืองมีข้อดีหลายประการ เช่น วัตถุดิบมีปริมาณมาก หาได้ง่าย ราคาต่อหน่วยไม่แพง และมีวัตถุดิบตลอดปี ถ้ามีการพัฒนาการใช้สารสีจากกลีบดอกดาวเรืองให้สามารถเร่งสีใน สัตว์น้ำได้จะทำให้ช่วยลดการนำเข้าสารสีสังเคราะห์จากต่าง

ประเทศ และยังช่วยเพิ่มความต้องการใช้ดอกดาวเรืองเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับดอกดาวเรือง ดังนั้นในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมดอกดาวเรืองในอาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งกุลาดำเพื่อเพิ่มความเข้มสีของกุ้งกุลาดำ และศึกษาผลกระทบของการเสริมดอกดาวเรืองในอาหารสำเร็จรูปต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งกุลาดำ

วิธีการศึกษา

การทดลองนี้ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) ทำการเปลี่ยนแปลงปริมาณกลีบดอกดาวเรืองที่ผสมอาหารเพื่อเพิ่มสีในสัตว์ทดลอง 4 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4 และ 6% ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ระยะเวลาในการทดลอง 60 วัน จัดชุดทดลองและซ้ำโดยการสุ่ม

การเตรียมน้ำทะเล การทดลองนี้ใช้น้ำทะเลที่มีความเค็มเท่ากับ 15 ppt ให้อากาศด้วย หัวทราย ทำการกรอง สิ่งสกปรกแขวนลอยออกด้วยผ้ากรอง กำจัดสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น และโปรโตซัวในการทดลองออกโดยใช้คลอรีนที่ความเข้มข้น 10 ppm ให้อากาศจนคลอรีนสลายตัวหมด

สัตว์ทดลองที่ใช้ ได้แก่ กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 3 g ทำการเลี้ยงกุ้งที่ระดับความหนาแน่น 40 ตัว/m² ทำการเลี้ยงในถังพลาสติก ขนาด กว้าง 41 cm ยาว 63 cm สูง 37 cm แล้วเติมน้ำที่เตรียมไว้สูง 30 cm ปริมาณน้ำที่ใช้เท่ากับ 50 l ติดตั้งระบบกรองน้ำในถังเลี้ยง

อาหารที่ใช้ในการทดลองได้แก่ อาหารสำเร็จรูป ทำการเตรียมอาหารทดลองเพื่อใช้ ทดสอบ 4 สูตรอาหาร โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณดอกดาวเรือง 4 ระดับ ส่วนประกอบอาหาร แสดงดัง Table 1 การเตรียมกลีบดอกดาวเรืองสำหรับผสมอาหารทำโดยนำกลีบดอกดาวเรืองอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 °C จนแห้ง นำไปบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาดตา 500 µm

Table 1 Ingredients of *P. monodon* feed.

Ingredients (%)	Marigold petal (%)			
	0	2	4	6
Fish meal	57	57	57	57
Tuna protein	14.40	14.40	14.40	14.40
Wheat flour	14.50	14.50	14.50	14.50
Squid oil	5.3	5.3	5.3	5.3
Cholesterol	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitamin and mineral mixture ¹	1.0	1.0	1.0	1.0
Marigold petal ²	0	2	4	6
Cellulose ³	6.3	4.3	2.3	0.3
Binder	1	1	1	1
Total	100	100	100	100

¹100 g of vitamin and mineral mixture contains: Retinol 650 IU, Calciferol 130 IU, α -Tocopherol 5 mg, Menaquinone 3.5 mg, Thiamine 7 mg, Riboflavin 1.32 mg, Pyridoxine 3.5 mg, Cyanocobalamin 0.27 mg, Niacin 2.7 mg, Folic acid 0.1 mg, Biotin 3.5 mg, Choline 0.065 mg, Pantothenic acid 1 mg, Selenium 0.7 mg, Iodine 1 mg, Zinc 13.125 mg, Manganese 8.58 mg, Iron 1.7 mg, Potassium 30 mg, Calcium 0.7 mg, Copper 3.5 mg, Magnesium 2.5 mg, Lysine 6.7 mg, Citric acid 0.5 mg, Ethoxyquin 0.17 mg, BHT 0.08 mg, Yucca 3.5 mg, Vet superior aquaculture Co., LTD.

²as dry weight

³Arbocel Tpye RC, J. Rottenmaier & Sohne.

การทำอาหารทำการชั่งน้ำหนักของวัตถุดิบหลัก ตามที่คำนวณตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ ผสมวัตถุดิบหลักให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอาหารประมาณ 10 min ทำการผสมวิตามินและแร่ธาตุรวม เยื่อใย คอเลสเตอรอล ที่มีปริมาณน้อย และกลีบบดดอกดาวเรือง ตาม ทำการผสมใช้เวลา 30 min จากนั้นนำวัตถุดิบอาหารที่ผสมเรียบร้อยแล้วมาเข้าเครื่องอัดเม็ดให้ได้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 mm แล้วนำเข้าเตาอบเป็นเวลา 30 min เพื่อไล่ความชื้นออก นำอาหารที่ได้มา ปรับอุณหภูมิให้ได้อุณหภูมิห้อง แล้วแยกอาหารที่เป็น ผงฝุ่นออก จากอาหารที่เม็ดที่จับตัวกันเป็นก้อนออก จากอาหารเม็ดที่ดี นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 °C ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

การดำเนินการทดลอง ทำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำใน แต่ละชุดทดลองทำการให้อาหารวันละ 3 มื้อ ที่เวลา 0700, 1200 และ 1800 hr ที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ตัว ปรับปริมาณการให้อาหารทุก 15 day ทำการ

เปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน ดูดตะกอน และเก็บเศษอาหาร ออกให้หมดหลังจากให้อาหารมื้อแรก 3 hr ทำการวัด อัตราการ เจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนัก และความยาว และอัตรารอดทุก 15 day ทำการวัดปริมาณคาร์โรทีน ออยด์ในกึ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ตรวจสอบคุณภาพน้ำ ระหว่างการทดลองทุกสัปดาห์ โดยทำการตรวจสอบ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณ แอมโมเนีย และไนไตรท์ ทำการตรวจสอบคุณค่าทาง โภชนาการของอาหารทดลอง (AOAC, 1996) และ ปริมาณคาร์โรทีนออยด์ในกึ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลองนำ ตัวอย่างอบแห้ง 30 mg บดให้ละเอียด สกัดด้วย acetone 10 ml เก็บไว้ในตู้เย็น 4 °C เป็นเวลา 3 day นำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ 5000 rpm 5 min วัดความยาวคลื่นที่ 474 nm นำค่าการดูดกลืนแสงมา คำนวณตามสมการ $E(1\%, 1\text{ cm}) = 1900$ สำหรับกุ้ง และ $E(1\%, 1\text{ cm}) = 1900$ สำหรับกลีบบดดอกดาวเรือง (Foss et al., 1984)

การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการเปรียบเทียบผลของการเสริมดอกดาวเรืองต่อของน้ำหนัก ความยาว อัตรารอด และปริมาณคาร์โบไฮเดรตด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Cody and Smith, 1997)

ผลการศึกษา

คุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองแสดงดัง Table 2 คุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงดัง Table 3 ปริมาณโปรตีนในอาหารมีค่าระหว่าง 39.47-40.52 และไขมันมีค่าอยู่ระหว่าง 7.79- 8.02 เปอร์เซ็นต์

Table 2 Water quality of the experiment.

Parameters	Range
Salinity (ppt)	30±1
Temperature (°C)	28±1
pH	7.5-8.5
Ammonia (mg/l)	0-0.5
Nitrite (mg/l)	0-0.3

Table 3 Nutritional value of experimental diets.

Compositions	Marigold petal (%)			
	0	2	4	6
Moisture (%)	15.27 ± 0.10*	11.80 ± 0.02	12.72 ± 0.02	17.69 ± 0.14
Ash (%)	20.61 ± 0.10	20.87 ± 0.03	20.74 ± 0.04	17.47 ± 0.08
Lipid (%)	7.79 ± 0.17	8.02 ± 0.05	7.87 ± 0.18	7.86 ± 0.12
Protein (%)	40.18 ± 0.13	39.47 ± 0.27	40.52 ± 0.03	40.37 ± 0.17

*mean ± sd

การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาดำทั้งน้ำหนักและความยาวตลอดระยะเวลาทดลอง 60 day แสดงดัง Figure 1 (a) และ Figure 2 (a) น้ำหนักและความยาวเริ่มต้นของกึ่งกุลาดำประมาณ 3 g และ 6.5 cm ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองกึ่งที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีบดอกดาวเรือง 4 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนัก

และความยาวมากที่สุด ในขณะที่กึ่งที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีบดอกดาวเรือง 0, 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยของกึ่ง แสดงดัง Figure 1 (b) และ Figure 2 (b)

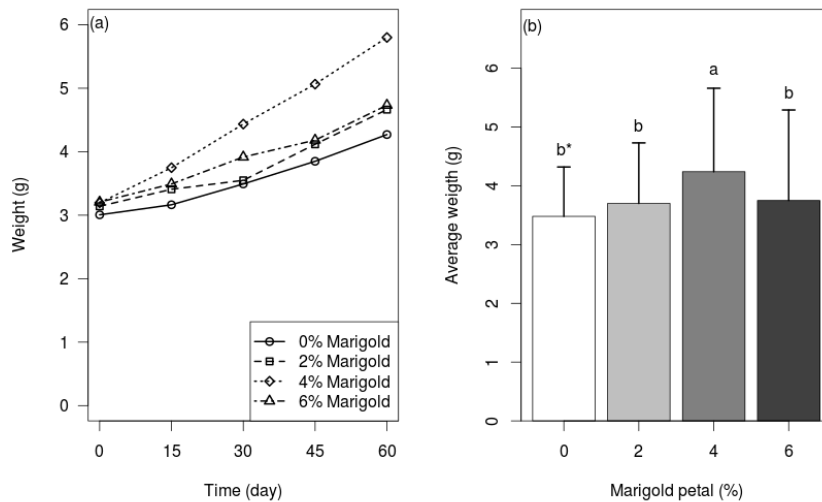


Figure 1 Weight (a) and average weight (b) of shrimp fed diet with marigold petal.

*The same letter above the bar are not significantly different.

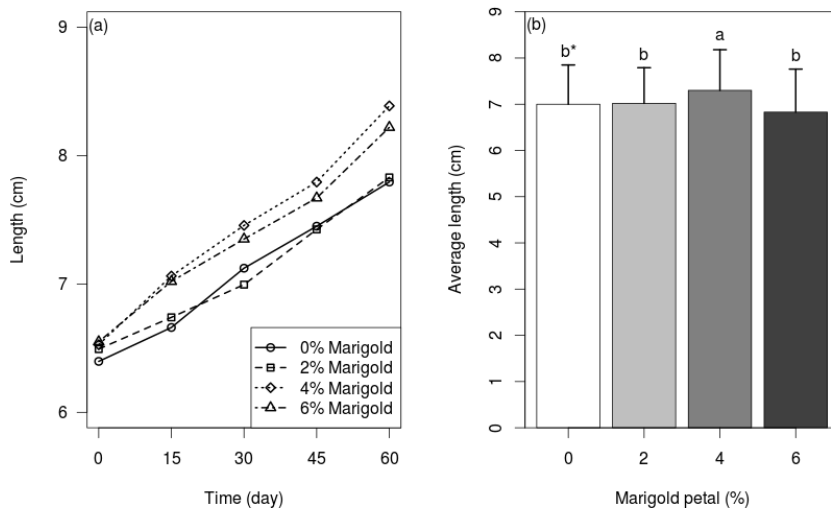


Figure 2 Length (a) and average length (b) of shrimp fed diet with marigold petal.

*The same letter above the bar are not significantly different.

อัตราการผลิตเฉลี่ยของกุ้งกุลาดำมีค่าระหว่าง 66-74 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงดัง Figure 3 เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โรทีนอยด์ในเนื้อเยื่อกุ้งพบว่า กุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีบดอกดาวเรือง 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคาร์โรทีนอยด์สะสมในเนื้อเยื่อสูงที่สุดเท่ากับ

34.07 ± 13.24 mg/kg แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับชุดทดลองอื่น กุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีบดอกดาวเรือง 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคาร์โรทีนอยด์สะสมในเนื้อเยื่อแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่มีปริมาณคาร์โรทีนอยด์มากกว่ากุ้งที่ได้รับอาหารที่ไม่ผสมกลีบดอกดาวเรืองอย่างมีนัยสำคัญ แสดงดัง Figure 4 ปริมาณคาร์โรทีนอยด์ในเนื้อเยื่อกุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสม

กลีบดอกดาวเรือง 4, 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 23.28 ± 6.90 , 21.50 ± 4.74 และ 10.66 ± 4.86 mg/kg ตามลำดับ

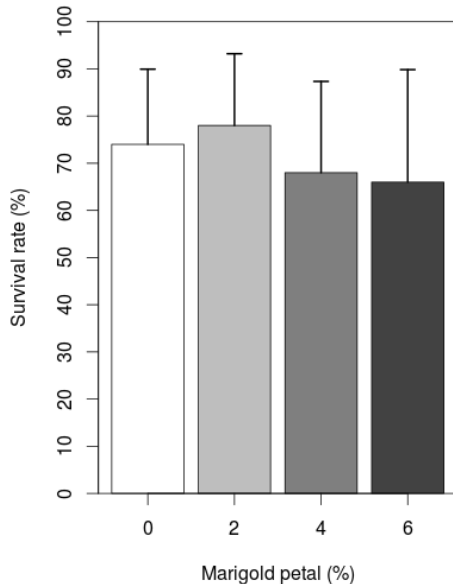


Figure 3 Effect of marigold petal on survival rate of *P. monodon*.

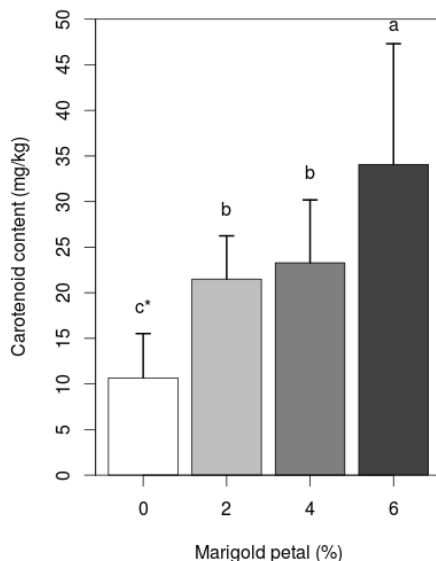


Figure 4 Carotenoid content (mg/kg) in *P. monodon* at the end of experiment.

*The same letter above the bar are not significantly different.

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งสัตว์น้ำเชิงเศรษฐกิจและสัตว์น้ำสวยงามต่างมีการใช้สารเร่งสีเพิ่มเข้าในอาหารทั้งสารสีจากธรรมชาติและสารสังเคราะห์ สารเร่งสีที่นิยมเสริมมีหลายชนิด เช่น astaxanthin, β -carotene, canthaxanthin, zeaxanthin และ lutein (อรพินท์ และคณะ, 2548; Foss et al., 1984; Paripatananont et al., 1999; Boonyaratpalin et al., 2001; Gocer et al., 2006) สารสีจากธรรมชาติที่นำมาเสริมเพื่อเร่งสีสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่จะใช้สาหร่ายที่มีการสะสมสารสีไว้ในเซลล์ เช่น *Spirulina* sp., *Dunaliella* sp. และ *Haematococcus* sp. (Chien and Jeng, 1992; Boonyaratpalin et al., 2001, Sun et al., 2012) รวมถึงผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติอื่นๆ ที่มีการสะสมของสารสีเช่น กลีบดอกไม้ แครอท และ พริก เป็นต้น (Arredondo-Figueroa, et al., 2003; Gocer et al., 2006; Yanar et al., 2007)

จากผลการทดลองที่มีการเสริมกลีบดอกดาวเรืองซึ่งเป็นการเสริม lutein ในอาหารพบว่า การเสริมกลีบดอกดาวเรืองไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย การเสริมกลีบดอกดาวเรืองไม่ได้เปลี่ยนแปลงการกินอาหารของกุ้ง ผลการศึกษาที่พบสอดคล้องกับรายงานหลายชิ้นที่ระบุว่า การเสริมสารกลุ่มคาร์โรทีนอยด์ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ทดลอง Gocer et al. (2006) พบว่า การเสริมสารกลุ่มคาร์โรทีนอยด์ในอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง *Penaeus semisulcatus* ขณะที่ Yamada et al. (1990) พบว่า การเพิ่มสารคาร์โรทีนอยด์ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้ง *Penaeus japonicus* ส่วนรายงานการศึกษาของ Boonyaratpalin et al. (2001) กล่าวว่า การเสริมสารสี β -carotene หรือ astaxanthin ในอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งกุลาดำ และ Chien and Jeng (1992) รายงานว่าการเสริมสารสี β -carotene หรือสารสีจากสาหร่าย *Dunaliella salina* มีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดตายของกุ้งในทางบวก และมีส่วนช่วยให้กุ้งมีอัตราการรอดตายเพิ่มขึ้น การเสริมสารสี astaxanthin ในปริมาณ 100 mg/kg จะช่วยเพิ่มเม็ดสีที่ผิวของกุ้งกุลาดำ (Wade, et al., 2015)

การเสริมกลีบดอกดาวเรืองเพื่อเร่งสีในกุ้งมีการศึกษาในกุ้งขาว *Penaeus vannamei* พบว่า การใช้สารสกัดจากกลีบดอกดาวเรืองผสมอาหารให้กุ้งกินสามารถช่วยเพิ่มสีในกุ้งได้ และสามารถใช้ทดแทนสารสีสังเคราะห์ (Vernon-Carte et al., 1996) เช่นเดียวกับการใช้วัตถุดิบธรรมชาติอื่นก็สามารถช่วยเร่งสีได้อย่างมีประสิทธิภาพเทียบเท่าสารสีสังเคราะห์ โดย Sun et al. (2012) พบว่า สามารถใช้สาหร่าย *Spirulina platensis* ผสมอาหารเพื่อเร่งสีในปลา koi (*Cyprinus carpio* L.) ได้มีประสิทธิภาพเทียบเท่าสารสีสังเคราะห์

ผลการทดลองพบว่าสารสีจากกลีบดอกดาวเรืองช่วยเพิ่มสีในกุ้งกุลาดำได้ การเสริมกลีบดอกดาวเรืองในปริมาณมากขึ้นมีผลทำให้กุ้งกุลาดำสะสมคาร์โรทีนอยด์ในเนื้อเยื่อมากขึ้น แต่การเสริมกลีบดอกดาวเรืองในปริมาณมากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ อาจทำให้ส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของกุ้ง เนื่องจากปริมาณกลีบดอกดาวเรืองที่เพิ่มขึ้นอาจมีผลต่อคุณภาพอาหารอัดเม็ด เนื่องจากถ้ามีการใช้ปริมาณกลีบดอกดาวเรืองในสัดส่วนที่สูงจะทำให้อาหารมีความฟามมาก อาหารมีความแข็งแรงลดลงและละลายน้ำได้ง่ายขึ้น อาจมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ การพัฒนาการใช้ดอกดาวเรืองเพื่อเพิ่มสารสีในสัตว์น้ำในการศึกษาต่อไปอาจใช้สารสีที่สกัดจากดอกดาวเรืองผสมในอาหารแทน

สรุป

การเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารกุ้งไม่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดตายแต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ การเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารช่วยเพิ่มการสะสมสารสีในเนื้อเยื่อกุ้ง ปริมาณการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหาร กุ้งควรใช้ในปริมาณ 4 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณ

แผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 82/2556

เอกสารอ้างอิง

- สุกิจ รัตนวิจิตรกุล และ พูนสิน พานิชสุข. 2538. ผลการเสริมสไปรูไลน่าและดอกดาวเรืองในอาหารต่อสีของกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2538. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดนครราชสีมา กรมประมง.
- สุภาพร อธิวิโยตม, ประทีป ราชแพทยาคม, ครวญ บัวศิริ และ วิไล สันติโสภาคย์. 2538. การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่ไข่. น. 34-38. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33.
- สุวรรณณี แสนทวีสุข, อุทัย คันโธ, สุภัตญา จัดุดพรพงษ์ และ เสกสม อาตมากร. 2543. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสีจากดอกดาวเรืองในอาหารไก่ไข่. น. 256-269. ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38.
- อรพินท์ จินตสถาพร, บัณฑิต ยวงสร้อย, Gary Robert Stoner, ประเสริฐ สมิตธิวงศ์ และ Jacques Gabaudan. 2548. ระดับเหมาะสมของคาร์โรทีนอยด์รวมต่อความเข้มสีปลาคาร์ป (*Cyprinus carpio*). ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1996. Official method of analytical of association of official analytical. 16th ed. AOAC International.
- Arredondo-Figueroa, J.L., R. Pedroza-Islas, J.T. Ponce-Palafox, and E.J. Vernon-Carter. 2003. Pigmentation of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) with esterified and saponified carotenoids from red chili (*Capsicum annuum*) in comparison to astaxanthin. Revista Mexicana de Ingenieria Quimica. 2: 101-108.
- Boonyaratpalin, M., S. Thongrod, K. Supamattaya, G. Britton, and L.E. Schlipalius. 2001. Effects of β -carotene source, *Dunaliella salina* and astaxanthin on pigmentation, growth, survival and health of *Penaeus monodon*. Aquacult. Res. 32: 182-190.
- Boonyaratpalin, M., and N. Unprasert. 1989. Effects of pigments from different sources on colour changes and growth of red *Oreochromis niloticus*. Aquaculture. 79: 375-380.
- Chien, Y.H., and S.C. Jeng. 1992. Pigmentation of kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate, by various pigment sources and levels and feeding regimes. Aquaculture. 102: 333-346.

- Cody, R.P., and J.K. Smith. 1997. Applied statistics and the SAS programming language. New Jersey: Simon & Schuster / A Viacom Company.
- Foss, P., T. Storebakken, K. Schiedt, S. Liaaen-Jensen, E. Austreng, and K. Streiff. 1984. Carotenoids in diets for salmonids 1. Pigmentation of rainbow trout with the individual optical isomers of astaxanthin in comparison with canthaxanthin. *Aquaculture*. 41: 213-226.
- Gocer, M., M. Yanar, M. Kumlu, and Y. Yanar. 2006. The effects of red pepper, marigold flower, and synthetic astaxanthin on pigmentation, growth, and proximate composition of *Penaeus semisulcatus*. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 30: 359-365.
- Menasveta, P., W. Worawattanamateekul, T. Latscha, and J.S. Clark. 1993. Correction of black tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricius) coloration by astaxanthin. *Aquacultural Engineering*. 12: 203-213.
- Mondal, K., S.B. Bhattacharyya, and A. Mitra. 2014. Improving the quality of tiger shrimp *Penaeus monodon* through dietary incorporation of algae as a source of natural pigment.
- Negre-Sadargues, G.R., H. Castillo, H. Petit, S. Sonces, R.G. Martinez, J.C.G. Milicua, G. Choubert, and J.P. Trilles. 1993. Utilization of synthetic carotenoids by the prawn *Penaeus japonicus* reared under laboratory conditions. *Aquaculture*. 110: 151-159.
- Okada, S., S.A. Nur-E-Borhan, and K.Y. Yamaguchi. 1994. Carotenoid composition in the exoskeleton of commercial black tiger prawn. *Fisheries Science*. 60: 213-215.
- Paibulkichakul, C., S. Piyatiratitivorakul, P. Sorgeloos, and P. Menasveta. 2008. Improved maturation of pond-reared, black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) using fish oil and astaxanthin feed supplements. *Aquaculture*. 282: 83-89.
- Paripatananont, T., J. Tangtrongpaioj, A. Sailasuta, and N. Chansue. 1999. Effect of astaxanthin on the colouring of goldfish *Carassius auratus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 30: 454-460.
- Sun, X., Y. Chang, Y. Ye, Z. Ma, Y. Liang, T. Li, N. Jiang, W. Xing, and L. Luo. 2012. The effect of dietary pigments on the coloration of Japanese ornamental carp (koi, *Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*. 342-343: 62-68.
- Vernon-Carter, E.J., J.T. Ponce-Palafox, and R. Pedroza-Islas. 1996. Pigmentation of Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) using Aztec marigold (*Tagetes erecta*) extracts as the carotenoid source. *Arch Latinoam Nutr.* 46: 243-246.
- Wade, N.M., A. Budd, S. Irvin, and B.D. Glencross. 2015. The combined effects of diet, environment and genetics on pigmentation in the Giant Tiger Prawn, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. 449: 78-86.
- Yanar, Y., H. Buyukcapar, M. Yanar, and M. Gocer. 2007. Effect of carotenoids from red pepper and marigold flower on pigmentation, sensory properties and fatty acid composition of rainbow trout. *Food Chemistry*. 100: 326-330.