ผลของการใช้สาหร่าย *Haematococcus pluvialis* ต่อการแสดงออกของสีของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุก

Effect of *Haematococcus pluvialis* supplement on coloration of *Macrobrachium rosenbergii* after cooking

คคนางค์ รัตนานิคม[1*], อมรรัตน์ กนกรุ่ง[2] และ ศิวาพร สีดาบุตร[3]

Khakhanang Ratananikom[1*], Amonrat Kanokrung[2] and Siwaporn Sidabud[3]

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis* ในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามต่อการแสดงออกของสีของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุก จากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารที่มีการเสริมแอสตาแซนทินในอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0, 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร นาน 3 เดือน พบว่าสีของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุกมีความเข้มสีแดง (redness, a*) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความเข้มสีแดงจะเข้มขึ้นตามระดับของแอสตาแซนทิน ที่เสริมลงไปในสูตรอาหาร โดยมีค่าเท่ากับ 11.781, 13.047, 13.212, 15.081 และ 16.981 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมแอสตาแซนทิน ในสูตรอาหารยังเพิ่มความเข้มสีเหลือง (yellowness, b*) ของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุกด้วย โดยการเสริมแอสตาแซนทิน ในอาหารกุ้งก้ามกรามที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ส่งผลให้กุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุกมีความเข้มสีเหลืองสูงที่สุดและแตกต่างกับความเข้มสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความเข้มสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุกในแต่ละกลุ่มมีค่า 16.878, 19.284, 18.717, 19.734 และ 20.433 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าการเสริมแอสตาแซนทิน ในอาหารทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (lightness, L*) ของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุก ข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis* สามารถปรับปรุงคุณภาพด้านสีของกุ้งก้ามกรามให้สูงขึ้นได้

คำสำคัญ: แอสตาแซนทิน, กุ้งก้ามกราม, การแสดงออกของสี

ABSTRACT: The objective of this study was to examine the effect of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* on coloration of *Macrobrachium rosenbergii* after cooking. *Macrobrachium rosenbergii* were cultured with different levels of astaxanthin , including 0, 50, 100, 150 and 200 mg/kg feed. After 3 months of cultivation, shrimps from each experimental group were randomly selected and boiled, their colorations were checked by chromameter with the system ClE L*, a* and b*. It was found that a* values of each experimental group were significantly different (P<0.01). They were 11.781, 13.047, 13.212, 15.081 and 16.981, respectively. In addition, the highness b* value was found in the experimental group, fed with 200 mg/kg feed, indicating that astaxanthin supplementation levels up the yellowness of shrimps. Yellowness values were 16.878, 19.284, 18.717, 19.734 and 20.433, respectively. However, astaxanthin supplementation had no impact on L* values. This information indicated that astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* could help improve the color of shrimps.
Keywords: astaxanthin, *Macrobrachium rosenbergii*, coloration

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University
[2] สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา
The Institute of Marine Science, Burapha University
[3] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
Faculty of Agriculture Technology, Kalasin University
* Corresponding author: khakhanang_r@yahoo.com

บทนำ

กุ้งก้ามกรามเป็นหนึ่งในสัตว์เศรษฐกิจที่มีความต้องการในการบริโภคมากขึ้นเรื่อยๆทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังสถิติการส่งออกกุ้งก้ามกรามของไทยไปยังตลาดต่างประเทศในช่วง 6 เดือนแรกของปี พ.ศ.2560 ที่มีปริมาณสูงถึง 1,035.6 ตัน คิดเป็นมูลค่า 322.0 ล้านบาท โดยทั้งปริมาณและมูลค่าเพิ่มขึ้นมากถึง 1.6 และ 2 เท่า ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสถิติในช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน ทั้งนี้เนื่องจากกุ้งก้ามกรามมีรสชาติดี ถูกปากผู้บริโภค และสามารถนำไปแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด ด้วยเหตุนี้เองจึงส่งผลให้การผลิตกุ้งก้ามกรามมากขึ้นในแต่ละปี มีการประมาณการว่าในปี พ.ศ.2560 มีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามประมาณ 16,693 ตัน ซึ่งเพิ่มสูงถึง 3.8 เมื่อเปรียบเทียบกับสถิติของปีที่ผ่านมา และคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 5,133 ล้านบาท (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง อ้างถึงใน จันทิมา, 2560)

อย่างไรก็ตามไม่สามารถปฏิเสธได้เลยว่าการที่กุ้งก้ามกรามจะมีราคาสูงและเป็นที่ต้องการของตลาดนั้น นอกเหนือจากเรื่องของน้ำหนักและความสดใหม่ของกุ้งก้ามกรามแล้ว หนึ่งในปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการกำหนดราคาของกุ้งก้ามกราม คือ เรื่องของสีสันของกุ้งก้ามกราม พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วผู้บริโภคจะนิยมซื้อและรับประทานกุ้งก้ามกรามที่มีสีส้มแดงหลังปรุงสุก เพราะสีสันเหล่านี้จะทำให้อาหารมีลักษณะดึงดูดใจและน่ารับประทาน (Wade et al., 2014) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสีที่แสดงออกของกุ้งก้ามกรามจะมาจากสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ แอสตาแซนทิน (Yunar et al., 2004) เป็นหลัก ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงเพื่อที่จะให้ได้กุ้งก้ามกรามที่ตรงกับต้องการของตลาดผู้เพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจึงมักมีการเสริมสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ไปในอาหาร อย่างไรก็ตามพบว่าปัจจัยหนึ่งที่สำคัญอย่างมากในการเสริมสารสีลงไปอาหารกุ้ง คือ เรื่องของความปลอดภัยของผู้บริโภคเมื่อรับประทานกุ้งก้ามกรามที่มีการเสริมสารสีต่างๆเข้าไป ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ การเลือกแหล่งของสารสีในการเสริมในอาหารสัตว์จึงถือเป็นเรื่องที่สำคัญและต้องคำนึงถึงอย่างมาก

สาหร่าย *Haematococcus pluvialis* เป็นสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กที่มีปริมาณของแคโรทีนอยด์โดยเฉพาะแอสตาแซนทินสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชนิดอื่นๆ โดยสาหร่ายชนิดนี้สามารถสร้างแอสตาแซนทินสะสมไว้ภายในเซลล์ในสภาวะไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตอย่างปกติ เช่น กรณีที่มีแสงสว่าง มีเกลือสูง และภาวะที่มีธาตุอาหารต่างๆไม่สมบูรณ์ ซึ่งจากสภาวะเหล่านี้เองจะกระตุ้นทำให้เซลล์สาหร่ายสามารถสร้างแอสตาแซนทินสะสมไว้ได้ภายในเซลล์ทำให้มีสีแดงปรากฏเด่นชัด โดยปริมาณแอสตาแซนทินที่สะสมอาจจะมากถึงประมาณ 0.2-2.0% ของน้ำหนักแห้ง (Lorenz and Cysewski, 2000) ซึ่งแอสตาแซนทินที่พบจะมีประโยชน์อย่างมากในการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำและเครื่องสำอาง จึงถือได้ว่าสาหร่ายชนิดนี้เป็นแหล่งที่ดีของสารสีแอสตาแซนทินจากแหล่งธรรมชาติซึ่งมีความปลอดภัยสูงในการบริโภค (Laurent et al., 2005) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสกัดแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ต่อการปรับปรุงสีของกุ้งก้ามกราม

วิธีการศึกษา

1. วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) โดยเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (เปอร์เซ็นต์โปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์) ที่มีการผสมแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ที่แตกต่างกัน 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีความเข้มข้นแอสตาแซนทิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีความเข้มข้นแอสตาแซนทิน 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีความเข้มข้นแอสตาแซนทิน 150 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร

ชุดการทดลองที่ 5 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มี

ความเข้มข้นแอสตาแซนทิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร

2. วิธีการทดลอง

เตรียมอาหารที่มีความเข้มข้นของแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ที่ระดับต่างๆ โดยการนำอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมาเกลี่ยบนถาดอะลูมิเนียม จำนวน 5 ถาด ผสมกับแอสตาแซนทินสกัดจากจากสาหร่าย *H. pluvialis* (AstaReal, บริษัท โปรโนวา แลบบอราทอรีส์ จำกัด, ประเทศไทย)โดยการสเปรย์แอสตาแซนทินให้กระจายทั่วบนอาหาร และคลุกเคล้าให้เข้ากับอาหารเม็ดจนทั่วนำอาหารทุกสูตรไปผึ่งลมในที่ร่ม เป็นเวลา 1 วัน ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทเมื่ออาหารแห้งบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกเพื่อลดการสัมผัสอากาศและนำเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 อาศาเซลเซียส

ทำการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพกุ้งก้ามกราม หลังจากนั้นทำการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยสูตรอาหารที่แตกต่างกันโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 3 เดือนให้อาหารกุ้งก้ามกรามวันละ 5% ของน้ำหนักกุ้งก้ามกราม โดยให้วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และ 15.00 น. โดยเลี้ยงกุ้งในบ่อซีเมนต์ขนาด 2x3 เมตร จำนวน 150 ตัวต่อบ่อ ที่ระดับน้ำสูง 30 เซนติเมตร โดยมีการปล่อยน้ำพ่นผ่านตลอดเวลาจากถังพักน้ำและผ่านตัวกรองด้วยใยฟองน้ำพลาสติก และภายในบ่อจะมีการใส่วัสดุหลบซ่อนของกุ้งก้ามกรามด้วย ทำการดูดตะกอนก้นบ่อทุก 2 วันและทำการสุ่มตรวจติดตามคุณภาพน้ำทุก 7 วัน

เมื่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามแผนการทดลองครอบ 3 เดือน จึงทำการสุ่มกุ้งก้ามกรามมาเพื่อต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 1 นาทีและทำการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี (chromameter) ในระบบ CIE L* a* b* (Hunter Lab รุ่น UltraScan Pro) โดยวัดที่บริเวณส่วนกลางของลำตัวกุ้งก้ามกรามทั้ง 2 ด้าน ด้านละ 6 ครั้ง (ดัดแปลงจาก Parisenti et al., 2011)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Lest significant different (LSD)

ผลการศึกษา

1. ค่าความสว่าง (L*) ของกุ้งก้ามกราม

เมื่อทำการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารสูตรต่างๆที่มีความเข้มข้นของแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ที่แตกต่างกันทั้ง 5 ระดับตามสูตรอาหาร และทำการเก็บข้อมูลค่าความสว่างของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุก พบว่าค่าความสว่างของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยความสว่างของกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารที่มีระดับแอสตาแซนทิน 0, 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีค่า 59.792, 56.421, 53.409, 59.437 และ 59.064 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

2. ค่าความเข้มสีแดง (a*) ของกุ้งก้ามกราม

เมื่อทำการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารสูตรต่างๆที่มีความเข้มข้นของแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ที่แตกต่างกันทั้ง 5 ระดับตามสูตรอาหาร และทำการเก็บข้อมูลค่าความเข้มสีแดงของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุก พบว่าค่าความเข้มสีแดงของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยค่าเฉลี่ยความเข้มสีแดงของกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารที่มีระดับสารสกัดแอสตาแซนทิน 0, 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีค่า 11.781, 13.047, 13.212, 15.081 และ 16.981 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีผลทำให้ระดับความเข้มสีแดงของกุ้งก้ามกรามสูงที่สุดและแตกต่างอย่างกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) (ตารางที่ 1)

3. ค่าความเข้มสีเหลือง (b*) ของกุ้งก้ามกราม

เมื่อทำการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารสูตรต่างๆที่มีความเข้มข้นของแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ที่แตกต่างกันทั้ง 5 ระดับตามสูตรอาหาร และทำการเก็บข้อมูลค่าความเข้มสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุก พบว่าค่าความเข้มสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตรมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยค่าเฉลี่ยความเข้มสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารที่มีระดับแอสตาแซนทิน 0, 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีค่า 16.878, 19.284, 18.717, 19.734 และ 20.433 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีผลทำให้ระดับความเข้มสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามสูงที่สุดและแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ซึ่งจะสังเกตได้ว่าข้อมูลความเข้มสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามนี้สอดคล้องกับความเข้มสีแดงของกุ้งก้ามกราม (ตารางที่ 1)

Table 1 Coloration of Macrobrachium rosenbergii cultured with different levels of astaxanthin in diets

Level of astaxanthin (mg/kg feed)	Color value (Hunter Lab)		
	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
0	59.792±4.40	11.781±4.40^{c}	16.878±3.32^{c}
50	56.421±5.21	13.047±4.21^{c}	19.284±3.69^{ab}
100	53.409±4.46	13.212±5.19^{c}	18.717±3.95^{b}
150	59.437±6.09	15.081±5.39^{b}	19.734±4.38^{ab}
200	59.064±4.93	16.981±5.05^{a}	20.433±4.78^{a}
F-test	NS	**	**

Remark: NS means no significant difference
** means significant difference
Means with different letter within a column of each group are significantly different (P<0.01)

วิจารณ์

1. ค่าความสว่าง (L*) ความเข้มสีแดง (a*) และความเข้มสีเหลือง (b*) ของกุ้งก้ามกราม

ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการเสริมแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ในสูตรอาหารมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มระดับความเข้มสีแดงและสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุก โดยจะสังเกตเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มสีแดงและสีเหลืองจะสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของแอสตาแซนทินที่เสริมไปในสูตรอาหาร ซึ่งการเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีผลทำให้ระดับความเข้มสีแดงและสีเหลืองสูงที่สุดและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งข้อมูลนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของชลี และคณะ (2559) ที่ทำการศึกษาความเข้มสีของกุ้งกุลาดำโดยการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหาร จากผลการศึกษาระบุว่าการเสริมกลีบดอกดาวเรืองซึ่งเป็นแหล่งของสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ลูทีนมีผลทำให้กุ้งมีการสะสมแคโรทีนอยด์ในเนื้อมากขึ้นตามระดับการเสริมในอาหาร ซึ่งการเสริมกลีบดอกกาวเรืองที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์สะสมสูงสุดถึง 34.07±13.24 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจากการศึกษาของ Chien and Shiau (2005) พบว่าการเสริมสารสีแอสตาแซนทินทั้งในรูปแบบจากธรรมชาติและการสังเคราะห์นอกจากจะมีอิทธิพลต่อการสะสมเม็ดสีที่ส่วนต่างๆของกุ้ง *Marsupenaus laponicus* แล้วยังส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิตและอัตราการเจริญของกุ้งอีกด้วย โดยการสะสมเม็ดสี อัตราการรอดและอัตราการเจริญของกุ้งกลุ่มที่ได้รับการเสริมสารสีแอสตาแซนทินมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้พบว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ว่าระดับความเข้มสีแดงเหลืองของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุกมีระดับการเพิ่มขึ้นจากอิทธิพลของการเสริมแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ในสูตรอาหารนั้น ยังสอดคล้องการผลการศึกษาของวีรเทพ และคณะ (2554) ที่ศึกษาผลของการใช้สาหร่ายผมนาง (*Gracilaris fisheri*) เสริมในอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่าสีของกุ้งกุลาดำกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ผสมสาหร่ายผมนางอัตราส่วนร้อยละ 3.0 หลังต้ม มีสีที่เด่นชัดมากขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมสาหร่ายผมนาง (L*=55.80±2.18 และ a*=25.03±2.31) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกเหนือจากสีที่เด่นชัดขึ้นแล้ว พบว่ากุ้งกุลาดำกลุ่มที่ได้รับการเสริมสาหร่ายผมนางในสูตรอาหารมีการ

เจริญเติบโตดีที่สุดทุกด้าน คือ มีน้ำหนัก ความยาว อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการเจริญต่อตัวต่อวัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่รายงานว่าการใช้สาหร่าย *Thalassiosira weissflogii* และ *Nannochloropsis* ในกุ้งขาว (*Litopanaeus vannamei*) มีผลทำให้ที่กุ้งขาวกลุ่มที่ได้รับการเสริมสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม และยังมีผลให้การสะสมของแอสตาแซนทินและไขมันในเนื้อกุ้งสูงขึ้นและแตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเสริมสาหร่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Ju et al., 2009)

ข้อมูลจากการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่ากุ้งก้ามกรามสามารถนำแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ไปใช้ประโยชน์ในการสะสมเกิดสีแดงส้มได้ ซึ่งนอกเหนือจากการพัฒนาทางด้านสีของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุกแล้ว พบว่าการเสริมแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ในสูตรอาหารอาจจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นในด้านอื่นๆของกุ้งก้ามกรามด้วย เช่น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตอย่างจำเพาะ และอัตราการรอดตาย แต่เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาผลของการเสริมแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ในสูตรอาหารต่อการพัฒนาด้านสีของกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุกเท่านั้น จึงไม่ได้รายงานผลการเปลี่ยนแปลงในด้านอื่นๆ ซึ่งหากทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนที่กล่าวไปข้างต้น ทั้งเรื่องของอัตราการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตอย่างจำเพาะและอัตราการรอดตายก็จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์ทางวิชาการมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* เป็นแหล่งสารสีแคโรทีนอยด์ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อการเร่งสีกุ้งก้ามกรามหลังปรุงสุก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกุ้งก้ามกรามและสัตว์น้ำอื่นๆจะไม่สามารถสังเคราะห์แอสตาแซนทินได้เองโดยตรง หากแต่ได้รับไปจากอาหารและผ่านกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงและสะสมแอสตาแซนทินไว้ตามส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นลำตัว หัว เปลือก และหางของกุ้ง ทำให้ส่วนที่มีการสะสมแอสตาแซนทินเหล่านี้ปรากฏเป็นสีส้มแดงเมื่อปรุงสุก (Wade et al., 2015) และความสามารถในการนำสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ชนิดต่างๆไปสะสมผ่านกระบวนการการย่อย ดูดซึมและเมตาบอลิซึมภายในสัตว์น้ำแต่ละชนิดนั้น อาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสารสีและกระบวนการเมตาบอลิซึมของสัตว์น้ำชนิดต่างๆด้วย (Ezhil and Narayanan, 2013) นอกจากนี้ยังพบว่าการแสดงออกของสีบนผิวปลาและสัตว์น้ำต่างๆ นอกจากได้รับอิทธิพลมาจากแหล่งอาหารและวยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น เรื่องของพันธุกรรม ที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวและความหนาแน่นของเม็ดสี (Fujii, 2000)

สรุป

การเสริมแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีผลทำให้ระดับความเข้มสีแดงและสีเหลืองของกุ้งก้ามกรามเพิ่มขึ้นสูงที่สุดและแตกต่างกับกลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) แสดงให้เห็นว่าแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *H. pluvialis* ที่ผสมในอาหารเป็นแหล่งของสารสีที่เหมาะสมที่กุ้งก้ามกรามสามารถนำไปใช้สะสมและแสดงออกหลังปรุงสุกได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากเงินงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

เอกสารอ้างอิง

จันทิมา เพียรผล. 2560. สถานการณ์กุ้งก้ามกราม 6 เดือนแรก ปี 2560. http://www.fisheries.go.th/strategy/fisheconomic/pdf. ค้นเมื่อ.25 กุมภาพันธ์ 2561.

ชลี ไพบูลย์กิจกุล, ชัยชนินทร์ เบี้ยวเหล็ก, รชนิมุข หิรัญสัจจาเลิส และ เบ็ญจมาศ ไพบูลกิจกุล. 2559. ผลของการเสริมกลีบดอกดาวเรืองในอาหารต่อความเข้มสีในกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon*. แก่นเกษตร. 44(3): 461-468.

วีรเทพ ศรีปราชญ์, วิโรจน์ กิติคุณ, ภัคพงศ์ ปวงสุข และ ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ 2011. การใช้สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) เป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำ. แก่นเกษตร. 39: 159-170.

Chien, Y.W. and W.C. Shiau. 2005. The effects of dietary supplementation of algae and synthetic astaxanthin on body astaxanthin, survival, growth and low dissolved oxygen stress resistance of kuruma prawn (*Marsupenaeus japonicus*) Bate. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 318: 201-211.

Ezhil, J. and M. Narayanan. 2013. Enhancement of pigmentation in blue Morph, Pseudotropheus lombardoi through feeding different carotenoids sources. World Jour. of Fish and Mar. Sci. 5(6): 655-659.

Fujii, R. 2000. The regulation of motile activity in fish chromatophores. Pigment Cell Research. 13: 300-319.

Ju, Z.Y., I.P. Forter and W.G. Dominy. 2009. Effects of supplementing two species of marine algae or their fraction to a formulated diet on growth, survival and composition of shrimp (*Litopenaeus vannnamei*). Aquaculture. 292: 237-243.

Laurent, D., P. Galaup, A. Yaron, S.M. Arad, P. Blanc, K.N. Murthy and G.A. Ravishakar. 2005. Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a science oddity or an industrial reality. Trends in Food SciTech. 16: 289-406.

Lorenz, R.T. and G.R. Cysewski. 2000. Commercial potential for Haematococcus microalgae as a natural source of astaxanthin. Trends in Biotechnol. 18: 160-167.

Parisenti, J., L.H. Beirao, J.L. Mourino, F.N. Vieera, C.C. Buglione and M. Maraschim. 2011. Effect of background color in shrimp pigmentation. Bol. Inst. Pesca, 37(2): 177–182.

Wade, N., J. Gabaudan and B. Glencross. 2015. A review of carotenoid utilization and function in crustacean aquaculture. Aquaculture. 0: 1-16.

Wade, N., C. Paula, J. Goodall, M. Fischer, S. Poole and D. Glencross. 2014. Quantitative methods to measure pigmentation variation in farmed giant tiger prawns, *Penaeus monodon* and the effects of different harvest methods on cooked colour. Aquaculture. 433: 513-519.

Yunar, Y., M. Celik and M. Yanar. 2004. Seasonal changes in total carotenoid contents of wild marine shrimps (*Penaeus semisucatus* and *Metapenaus monoceros*) inhabiting the eastern Mediterranean. Food Chem. 88: 267-269.