

ผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ ต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนะ สมรรถภาพการผลิต และคุณภาพของไข่ไก่

Effects of *Schizochytrium* sp. Supplementation in Laying Hen Diets on Apparent Nutrient Digestibility, Productive Performance and Egg Quality

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี^{1/*} อณัญญา ปานทอง^{2/} และวารางคณา กิจพิพิธ^{1/}
Manatsanun Nopparatmaitree^{1/}, Anunya Panthong^{2/} and Warangkana Kitpipit^{1/}*

(Received: 19 March 2014; Accepted: 12 December 2014)

Abstract: The experiment was conducted to examine the utilization of *Schizochytrium* sp. in laying hen diets. One hundred and eighty laying hens (Hisex Brown[®]), 30 weeks of age were raised under ambient temperature and assigned in a completely randomized design (CRD) with four dietary treatments and three replications per treatment. Each treatment contains different levels of *Schizochytrium* sp. as 0, 5, 10, and 20 g/kg. All birds were fed with diets containing 18% of crude protein and 2,850 kcal/kg (ME) of laying hen diets to meet nutrient requirements of poultry according to NRC (1994). Diets were restricted (110 g/h/d) throughout the study in 3 periods (28 day per period) and drinking water was offered *ad libitum* to the birds. The results showed that nutrients digestibility were not significantly different among levels of *Schizochytrium* sp. Also, yolk color score of egg was increased ($P<0.05$) with increasing dietary *Schizochytrium* sp. In addition, supplementing *Schizochytrium* sp. resulted in increased but different PUFA and LC- PUFA in egg yolk, mainly linoleic acid (C18:2n6), linolenic acid (C18:3n3), arachidonic acid (C20 : 4n6), eicosapentanoic acid (EPA) (C20:5n3), docosahexaenoic acid (DHA) (C22:6n3), docosapentaenoic acid (DPA) (C22:5) enrichment ($P<0.01$). The highest amounts of n-3 fatty acid and n3 per n6 ratio in egg yolks were obtained with 20 g/kg *Schizochytrium* sp on diets. Furthermore, the results also shows that four levels of *Schizochytrium* sp. has no effect on lipid oxidation (TBARS). The results implied that *Schizochytrium* sp. could be used as suitable alternative feedstuffs

^{1/} คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 76120

^{1/} Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi 76120, Thailand

^{2/} คณะสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 76120

^{2/} Faculty of Animal Science, Petchaburi Collage of Agriculture and Technology, Phetchaburi 76120, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: Nopparatmaitree_m@su.ac.th

in laying hen diets and 20 g/kg of *Schizochytrium* sp. has the potential enhance omega-3 fatty acid enrich in egg qualities.

Keywords: *Schizochytrium* sp., performance, digestibility, laying hen, egg quality

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Hisex Brown® จำนวน 180 ตัว อายุ 30 สัปดาห์ เลี้ยงในโรงเรือนเปิดภายใต้สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ 3 ซ้ำ ดังนี้ การเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัม โดยไก่ไข่จะได้รับอาหารแบบจำกัด 110 กรัมต่อตัวต่อวันที่มีค่าโภชนาโปรตีนหยาบเท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2,850 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (ME) ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 3 ช่วง ช่วงละ 28 วัน และให้น้ำสะอาดแบบเต็มที่ ผลการทดลองพบว่าการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อค่าการย่อยได้ของโภชนาในอาหารไก่ไข่รวมถึงไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตของไข่ไก่ ($P>0.05$) การเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มค่าคะแนนสีของไข่แดง ($P<0.05$) อีกทั้งการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อน (PUFA และ LC-PUFA) คือ linoleic acid (C18:2n6), linolenic acid (C18:3n3), arachidonic acid (C20:4n6), eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5n3), docosa-hexaenoic acid (DHA) (C22:6n3), docosapentaenoic acid (DPA) (C22:5) ในไข่แดง ($P<0.01$) โดยการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 20 กรัมต่อกิโลกรัม ทำให้มีการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ในไข่แดงและช่วยเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ต่อโอเมก้า 6 สูงสุด ($P<0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ทุกระดับไม่มีผลต่อเสถียรภาพออกซิเดชันของไขมันในไข่ไก่ (TBARS) ($P>0.05$) การทดลองนี้สรุปว่าการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 20 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารไก่ไข่มีศักยภาพในการผลิตไข่ไก่ที่มีการสะสมของกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3

คำสำคัญ: สาหร่าย *Schizochytrium* sp. สมรรถนะการผลิต การย่อยได้ ไก่ไข่ คุณภาพไข่ไก่

คำนำ

ประเทศไทยมีการผลิตปศุสัตว์เพื่อใช้บริโภคในประเทศและการส่งออกจำนวนมาก ปัจจุบันการผลิตปศุสัตว์ได้พัฒนาก้าวหน้าอย่างมากสู่การผลิตปศุสัตว์อุตสาหกรรม หากแต่ผลผลิตปศุสัตว์ยังประสบปัญหาด้านราคาผลผลิตต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์คุณภาพสูงจากต่างประเทศ ดังนั้นภาคการผลิตปศุสัตว์ของไทยจะต้องปรับตัวโดยการนำความรู้และนวัตกรรมต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการผลิตปศุสัตว์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และราคาผลผลิตที่เพิ่มขึ้น จากภาวะการณ์ที่ประชากรของโลกตื่นตระหนกกับปัญหาด้านสุขภาพและให้ความสนใจในการบริโภคอาหารเพื่อบำรุงร่างกายมากขึ้น จึงเป็น

แรงผลักดันให้ทีมงานวิจัยเกี่ยวกับการเสริมสารกระตุ้นการเจริญเติบโตธรรมชาติ (natural growth promoter) (วรรณพร, 2557) อาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (healthy food) รวมถึงสารที่มีประโยชน์หลากหลายชนิดลงในอาหารสัตว์เพื่อให้มีการเก็บสะสมสารสำคัญต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์อื่นนำไปสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ (functional food) (Van Elswyk, 1997) โดยไขมันเป็นโภชนะหลักชนิดหนึ่งที่นักโภชนาการให้ความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันสายยาวไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (long chain polyunsaturated fatty acid: LC-PUFA) ชนิดโอเมก้า -3 (n3 LC-PUFA) และ โอเมก้า 6 (n6 LC-PUFA) (Baucell *et al.*, 2000; Li *et al.*, 2009) เนื่องจากเป็นกรดไขมันที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย คือ สามารถลดระดับของคอเลสเตอรอล ป้องกันการเกิด

โรคหัวใจ (Gogus and Smith, 2010; Trautwein, 2001) บำรุงและพัฒนาสมอง (Gogus and Smith, 2010; Jordan, 2010; Yashohara *et al.*, 2009) ในปัจจุบันได้มีการค้นพบสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ซึ่งจัดเป็น Marine unicellular algae ที่มีคุณสมบัติเด่นคือมีโปรตีนประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ (อนุสรณ์ และคณะ, 2556) อีกทั้งยังมีการสะสมของน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (LC-PUFA) (Herber and Van Elswyk, 1996.) ทั้ง n3-LC-PUFA และ n6-LC-PUFA เช่น alpha-linoleic acid (ALA), eicosapentanoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA), และกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) อื่น ๆ (Barclay and Zeller, 1996; Fraeye *et al.*, 2012; Yamasaki *et al.*, 2007) ดังนั้นสาหร่าย *Schizochytrium* sp. จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในอาหารไก่ไข่เพื่อผลิตไข่ไก่ที่มีการสะสม n3-LC-PUFA และ n6-LC-PUFA อันจะนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และผลิตเป็นไข่ไก่สุขภาพ

การทดลองครั้งนี้ทำการศึกษาถึงผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่เป็นแหล่งของกรดไขมัน โอเมก้า-3 ภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์การค้า DHA-gold® ต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถนะการผลิต คุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ องค์ประกอบกรดไขมัน และเสถียรภาพออกซิเดชันของไขมัน เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่เพื่อผลิตไข่ไก่สุขภาพ ซึ่งสามารถจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สัตว์ อาหาร และแผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Hisex Brown® อายุประมาณ 30 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว โดยเลี้ยงบนกรงตบขังเดี่ยวขนาด 50 x 40 x 40 เซนติเมตร ภายใต้การจัดการและแสงธรรมชาติในโรงเรือนแบบเปิด ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 สุ่มไก่ไข่ทดลองเข้าแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomize design: CRD) ทั้งหมด

4 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 12 หน่วยทดลอง หน่วยทดลองละ 15 ตัว โดยทำการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ทางการค้า DHA-gold® ของบริษัท มารีนลีดเดอร์ จำกัด ลงในอาหารไก่ไข่ระยะให้ไข่การค้าที่มีข้าวโพดกากถั่วเหลืองเป็นพื้นฐานและไม่เติมสารสังเคราะห์ มีค่าโปรตีนหยาบ 18 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,850 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ดังนี้

- ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารควบคุมที่ไม่เติมสารสังเคราะห์
- ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารควบคุมที่ไม่เติมสารสังเคราะห์+สาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 5 กรัมต่อกิโลกรัม
- ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารควบคุมที่ไม่เติมสารสังเคราะห์+สาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 10 กรัมต่อกิโลกรัม
- ทรีทเมนต์ที่ 4 อาหารควบคุมที่ไม่เติมสารสังเคราะห์+สาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 20 กรัมต่อกิโลกรัม

2. การวัดค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่

วัดค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ภายในตัวสัตว์ (*In vivo* digestibility) ด้วยวิธีการทดสอบการย่อยได้ปรากฏ (apparent nutrient digestibility) โดยใช้สารบ่งชี้ (indicator marker) คือ โครมิกซัลไฟด์ (Cr_2O_3) ที่ระดับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีของ Fenton and Fenton (1979) ผสมลงในอาหารไก่ไข่ทดลอง ให้อาหารไก่ไข่วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) วันละประมาณ 110 กรัมและน้ำสะอาดอย่างเต็มที่ โดยการทดสอบการย่อยได้จะใช้เวลา 15 วัน แบ่งออกเป็น 2 ช่วงการทดลองดังนี้ ช่วงที่ 1 คือ 10 วันแรกเป็นช่วงปรับตัว (adaptation period) และช่วงที่ 2 คือ 5 วันสุดท้ายเป็นช่วงเก็บตัวอย่างทดลอง (experimental period) โดยทำการสุ่มเก็บมูลของไก่ไข่ในแต่ละหน่วยทดลองลงในถุงที่มี H_2SO_4 ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ แล้วรวบรวมตัวอย่างมูลในแต่ละหน่วยทดลองมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างมูลที่ได้มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และทำการบดแล้วเก็บใส่ถุงกันความชื้นเพื่อรอวิเคราะห์

ต่อไป โดยวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบโภชนาในอาหารไก่ไข่ ทดลอง คือค่าวัตถุแห้ง (dry matter, DM), โปรตีน (crude protein, CP), ไขมัน (ether extract, EE), เยื่อใยหยาบ (crude fiber, CF) และ พลังงานรวม (gross energy, GE) ตามวิธีของ AOAC (1990) รวมถึงวิเคราะห์ค่า องค์ประกอบโภชนาในมูลไก่ไข่ทดลอง คือค่าวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใยหยาบ และ พลังงานรวม ตามวิธีของ AOAC (1990) และวิเคราะห์ค่าโครมิกซ์ออกไซด์ (Cr_2O_3) ในอาหารและมูลไก่ไข่ทดลอง ตามวิธีของ AOAC (1990) แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาคำนวณหาการย่อย ได้ของโภชนาปรากฏ (*In vivo* apparent nutrient digestibility) ตามวิธีของ (สาโรช, 2547) โดยใช้สูตร คำนวณ ดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{การย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้ง (\%)} \\ & (\text{Apparent dry matter digestibility (\%)}) \\ & = \\ & \frac{(\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในมูล} - \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในอาหาร}) \times 100}{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในมูล}} \\ & \text{การย่อยได้ปรากฏของโภชนา (\%)} \\ & (\text{Apparent nutrient digestibility (\%)}) = 100 - \\ & \left\{ 100 \times \frac{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ in diet}}{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ in feces}} \times \frac{\% \text{nutrient in feces}}{\% \text{nutrient in diet}} \right\} \end{aligned}$$

3. การวัดสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่

ทำการเลี้ยงไก่ไข่บนกรงตับขังเดี่ยวเพื่อวัด สมรรถนะการผลิตโดยใช้เวลาทั้งหมด 84 วัน แบ่งเป็น 3 ช่วงการทดลอง ช่วงละ 28 วัน โดยให้อาหารไก่ไข่วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) วันละประมาณ 110 กรัม และให้ไก่ไข่ได้รับ น้ำสะอาดอย่างเต็มที่ จดบันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ จำนวนผลผลิตไข่ และน้ำหนักไข่ในแต่ละวันตลอดช่วง การทดลอง แล้วนำปริมาณการไข่มาคำนวณหาอัตราการ ไข่ (hen-day production) น้ำหนักไข่เฉลี่ย (average egg weight) น้ำหนักไข่รวมเฉลี่ย (egg mass) $\{(\text{egg mass} = \text{average egg weight} \times \text{hen-day production})/100\}$ ตามวิธีของ Zhao *et al.* (2003) และ Ragab *et al.* (2012)

รวมถึงนำปริมาณอาหารที่กินได้มาคำนวณหาปริมาณ การกินได้ (feed intake) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เป็นไข่ 1 กิโลกรัม (feed conversion ratio per 1 kg of egg) (FCR = feed intake/egg mass) ตามวิธีของ Nopparatmaitree *et al.* (2014)

4. การวัดคุณภาพของไข่ไก่และองค์ประกอบของ กรดไขมันในไข่ไก่

วัดคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ในช่วง 5 วัน สุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างไข่ไก่ใน จำนวน 5 ฟองต่อวันในแต่ละหน่วยทดลองมาวิเคราะห์ คุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ คือ น้ำหนักไข่ (egg weight), ความหนาของเปลือกไข่ (egg shell thickness) (หาค่าเฉลี่ย 3 ด้านของเปลือกไข่ คือด้านแหลม ด้านข้าง และด้านป้าน) ด้วย micrometer (Mitumotoya, No. 044N, 0.01-5 mm), ความสูงไข่ขาว (albumin height), ค่าคะแนนสีของไข่แดง (yolk color) ด้วยพัดสีที่มีค่า คะแนน 10-15 (Hoffman-la Roche Ltd, Basal, Switzerland) และคำนวณหาค่า Haugh Unit (H. U. = $100 \log \{ \text{Albumen height in millimeter} + 7.57 \times 1.7 \text{ Weight of egg in gram}^{0.37} \}$) ตามวิธี Laudadio and Tufarelli (2011) และ Uganbayar *et al.* (2005) จากนั้น ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างไข่แดงมาเก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เพื่อวัดองค์ประกอบของกรด ไขมันในไข่ไก่ โดยการนำตัวอย่างไข่แดงในแต่ละหน่วย ทดลองมาวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (Individual fatty acid content: GLC) ตามวิธีของ Lepage and Roy (1986)

5. การวัดเสถียรภาพออกซิเดชันของไขมัน

ในช่วงวันสุดท้ายของการทดลองสุ่มเก็บตัวอย่าง ไข่ไก่ในแต่ละหน่วยทดลอง โดยสุ่มเก็บไข่ไก่จำนวน 9 ฟองต่อหน่วยทดลอง จากนั้นทำการเก็บรักษาตัวอย่าง ไข่ไก่ที่อุณหภูมิห้อง 32 ± 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน เมื่อครบกำหนดระยะเวลาในการเก็บ รักษาแล้ว นำตัวอย่างของไข่แดงจำนวน 3 ฟองต่อหน่วย ทดลองไปวิเคราะห์ค่า TBARS เพื่อบ่งชี้ถึงคุณภาพหลัง การเก็บรักษาด้วยวิธี Spectrophotometrically ตามวิธี

ของ Buege and Aust (1978) และ Yang *et al.* (2006) คำนวณค่าของ TBARS โดยใช้กราฟของมาตรฐานความเข้มข้นของ malondialdehyde (MDA) และแปลผลให้อยู่ในหน่วย mg MDA/kg ของตัวอย่างตามวิธีของ Marshall *et al.* (1994) และ Atchariya *et al.* (2011)

6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1992) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Excel เวอร์ชัน 2007 กำหนดค่านัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบที่ $P < 0.05$

ผลและวิจารณ์

1. ผลการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ต่อการย่อยได้ของโภชนะ

การศึกษาศักยภาพการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 5, 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุมต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหารไก่ไข่ พบว่า การเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ทุกระดับไม่มีผลต่อการย่อยได้ปรากฏของสิ่งแห้ง เยื่อใย ไขมันรวม พลังงานรวม และโปรตีนรวม ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

2. ผลการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิต

การศึกษาศักยภาพการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 5, 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุมต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่ พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารทุกระดับไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตคือ น้ำหนักฟองไข่เฉลี่ย เปอร์เซ็นต์การไข่ต่อวัน มวลไข่ และ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัมที่ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2 จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ไม่ได้ส่งผลต่อระบบการผลิตโดยรวม เนื่องมาจากการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ระดับต่ำในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองอื่น รวมถึงการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ทุกระดับไม่มีผลต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหารไก่ไข่ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ มาชะเพ็ญและคณะ (2556) ที่ทดลองเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 0, 0.5, 0.75 และ 1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ที่มีปลายข้าวเป็นพื้นฐาน พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีปริมาณการกินได้ เปอร์เซ็นต์ผลผลิต และ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัมที่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) นอกจากนี้ยังมีอีกหลายงานวิจัยที่มีการทดลองเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารสัตว์ชนิดอื่น เช่น ปลานิลรุ่น กุ้งก้ามกราม และ กระจ่ายเป็นต้น สุดซาดา

Table 1 The effect of dietary *Schizochytrium* sp. supplementation on apparent nutrient digestibility of laying hens

apparent nutrient digestibility (%)	level of <i>Schizochytrium</i> sp. supplementation in diets (g/kg)				SEM	P-value
	0	5	10	20		
dry matter	86.38	87.00	86.48	86.11	0.34	0.06
crude fiber	44.20	46.31	48.52	42.33	1.41	0.11
ether extract	88.91	90.02	90.84	87.89	0.64	0.43
gross energy	77.36	77.31	77.15	79.05	1.03	0.36
crude protein	84.20	86.31	88.52	82.33	0.78	0.10

และคณะ (2556) ได้ทำการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในสูตรอาหารปลานิลรุ่น คือ 0, 2.5, 5.0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ทั้ง 3 ระดับมีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. 7.5 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) หากแต่การเสริม *Schizochytrium* sp. ทุกระดับในอาหารปลานิลรุ่นไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร ($P>0.05$) ส่วนผลการทดลองในกึ่งก้ามกรามโดยการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับสูง คือ 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร พบว่ากึ่งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. 7.5 และ

10 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับกึ่งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. 2.5 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) (อนุสรณ์ และคณะ, 2556) นอกจากนี้ยังมีผลการทดลองของ Mordenti *et al.* (2010) ที่ได้ทำการทดลองเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารกระต่าย พบว่ากระต่ายที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. 4 กรัมต่อกิโลกรัม มีค่าปริมาณการกินได้ น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากที่ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) แต่กระต่ายที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. 4 กรัมต่อกิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

Table 2 The effect of dietary *Schizochytrium* sp. supplementation on productive performance of laying hens

productive performance	level of <i>Schizochytrium</i> sp. supplementation in diets (g/kg)				SEM	P-value
	0	5	10	20		
hen day production %						
period 1	82.72	82.39	82.47	83.13	0.74	0.98
period 2	94.82	94.00	93.00	94.07	0.73	0.85
period 3	93.40	95.02	91.88	92.59	0.48	0.20
overall	90.31	90.47	89.12	89.90	0.40	0.64
average egg weight (g)						
period 1	59.47	59.96	59.79	59.27	0.24	0.22
period 2	59.12	60.36	60.02	59.56	0.31	0.55
period 3	59.72	60.66	63.88	60.06	1.63	0.41
overall	58.77	60.33	62.23	59.63	0.61	0.29
egg mass (g)						
period 1	47.53	49.40	49.31	49.27	0.42	0.37
period 2	56.04	60.36	60.02	59.56	0.53	0.93
period 3	56.38	56.61	56.84	55.60	1.73	0.80
overall	53.32	53.92	55.00	53.63	0.79	0.88
feed conversion ratio (g of feed/g of egg mass)						
period 1	2.31	2.22	2.23	2.23	0.05	0.93
period 2	1.96	1.94	1.97	1.96	0.05	0.85
period 3	1.95	1.98	2.03	1.98	0.05	0.31
overall	2.08	2.05	2.08	2.06	0.05	0.78

3. ผลการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่

การศึกษามูลการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 5, 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุมต่อคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ พบว่าการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ทุกระดับในอาหารไก่ไข่ทุกระดับไม่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ คือ น้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว ความสูงของไข่ขาว ค่า Haugh unit และ ความหนาเปลือกไข่ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 สอดคล้องกับการทดลองของ Lemahieu *et al.* (2013) ที่ได้ทดลองเสริม micro algae 4 ชนิด คือ *Phaeodactylum*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis* และ *Chorella* ในอาหารไก่ไข่ พบว่าไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ในด้าน น้ำหนักไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง และความหนาเปลือกไข่ ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Tallarico *et al.* (2013) ที่รายงานว่าการเสริม Heterotrophic microalgae ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักไข่ไก่ ($P>0.05$) อีกทั้งการเสริม Heterotrophic microalgae ที่มีระดับ DHA ในระดับสูงนั้นสะสมนั้นไม่ส่งผลต่อผลผลิตไข่ของไก่ไข่ ($P>0.05$) (Cahaldora *et al.*, 2005; Cheng *et al.*, 2004) นอกจากนี้จากการวิจัยนี้จะสังเกตได้ว่าการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. อาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อค่าคะแนนสีของไข่แดงแปรผันตรงต่อระดับการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ดังแสดงในตารางที่ 3 เนื่องจากสาหร่าย *Schizochytrium* sp. มีรงควัตถุ คือ คาร์โรทีนอยด์ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Parpinello *et al.*, 2006; Fraeye *et al.*, 2012) โดยการเสริม Heterotrophic microalgae ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณของคาร์โรทีนอยด์สะสมในไข่แดงด้วย (Fredriksson *et al.*, 2006; Bruneel *et al.*, 2013) ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พบว่าการเสริม micro algae ที่เสริมลงในอาหารจะส่งผลต่อการเพิ่มค่าคะแนนสีของไข่แดงแปรผันตรงกับระดับ micro algae ที่เพิ่มขึ้น ($P<0.05$) (Bruneel *et al.*, 2013) โดยการเสริม micro algae ในระดับ 5, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการเพิ่มค่าคะแนนสีของไข่แดง รวมถึงค่าความสว่าง (lightness:

L*) ค่าสีแดง (redness: a) และ ค่าสีเหลือง (yellowness: b) ของไข่แดง ($P<0.05$) (Fredriksson *et al.*, 2006; Lemahieu *et al.*, 2013; Bruneel *et al.*, 2013)

4. ผลการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ต่อองค์ประกอบกรดไขมันในไข่แดง

การศึกษามูลการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 5, 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุมต่อองค์ประกอบกรดไขมันในไข่แดง พบว่าไก่ไข่ในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ทุกระดับมีระดับกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid, SFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid, MUFA) ในไข่แดงไม่แตกต่างกันกับไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) แต่พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ทุกระดับ มีระดับกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid, PUFA) และ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสายยาว (long chain polyunsaturated fatty acid, LC-PUFA) ในไข่แดงสูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 หากพิจารณาค่ากรดไขมัน PUFA และ กรดไขมัน LC-PUFA แต่ละชนิด พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่า linolenic acid (C18:3n3) ในไข่แดงสูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และมีค่า alpha-linolenic acid: ALA (C18:2n6), arachidonic acid (C20:4n6), eicosapentanoic acid: EPA (C20:5n3), docosahexaenoic acid: DHA (C22:6n3), docosapentaenoic acid: DPA (C22:5) ในไข่แดงสูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยไก่ไข่ที่ได้รับการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 5, 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัมมีระดับของ ALA, EPA, DHA, และ DPA ในไข่แดงเพิ่มขึ้นแปรผันตรงต่อระดับการเสริมการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่เพิ่มขึ้นในอาหาร เนื่องจากสาหร่าย *Schizochytrium* sp. มีปริมาณกรดไขมันจำเป็นสะสมอยู่มาก ดังนั้นเมื่อไก่ไข่ได้รับสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่มีการสะสมไขมัน

Table 3 The effect of dietary *Schizochytrium* sp. supplementation on egg quality of laying hens

egg quality	level of <i>Schizochytrium</i> sp. supplementation in diets (g/kg)				SEM	P-value
	0	5	10	20		
whole egg weight (g)						
period 1	57.14	58.69	58.97	57.84	0.37	0.34
period 2	60.01	59.70	60.76	59.96	0.46	0.85
period 3	60.76	60.56	60.81	59.59	0.25	0.32
overall	59.30	59.65	60.18	59.13	0.31	0.66
shell weight (g)						
period 1	7.66	7.40	7.64	7.41	0.05	0.23
period 2	8.03	7.81	7.91	7.89	0.01	0.08
period 3	7.89	7.79	8.08	7.91	0.06	0.40
overall	7.86	7.67	7.88	7.74	0.04	0.27
yolk weight (g)						
period 1	15.01	15.12	15.73	15.10	0.10	0.09
period 2	15.55	15.41	15.98	15.55	0.08	0.12
period 3	15.94	15.89	16.00	15.43	0.09	0.17
overall	15.50	15.48	15.91	15.36	0.07	0.11
albumen weight (g)						
period 1	34.48	36.17	35.59	35.33	0.26	0.22
period 2	36.34	35.84	36.86	36.52	0.45	0.87
period 3	34.60	34.44	34.43	34.00	0.27	0.85
overall	35.14	35.48	35.63	35.27	0.22	0.85
albumen height (mm)						
period 1	10.11	10.26	9.80	10.28	0.12	0.50
period 2	9.11	9.38	8.86	9.11	0.17	0.26
period 3	11.07	11.14	11.31	11.24	0.23	0.98
overall	10.35	10.26	9.99	10.21	0.13	0.80
haugh unit						
period 1	99.51	99.81	99.70	98.07	0.50	0.98
period 2	96.35	94.37	94.79	93.85	0.48	0.34
period 3	98.62	98.57	97.08	99.11	1.03	0.90
overall	99.16	99.25	98.86	99.01	0.51	0.99
egg yolk color score						
period 1	12.11 ^b	12.48 ^{ab}	12.67 ^a	12.63 ^a	0.06	0.03
period 2	12.09 ^b	12.39 ^{ab}	12.48 ^a	12.61 ^a	0.05	0.04
period 3	11.86	11.95	11.98	11.43	0.70	0.07
overall	12.02 ^b	12.27 ^a	12.37 ^a	12.23 ^{ab}	0.04	0.04
egg shell thickness (mm)						
period 1	0.33	0.34	0.34	0.33	0.01	0.23
period 2	0.35	0.35	0.35	0.36	0.01	0.60
period 3	0.33	0.36	0.36	0.36	0.01	0.45
overall	0.34	0.35	0.35	0.35	0.01	0.48

Table 4 The effect of dietary *Schizochytrium* sp. supplementation on fatty acid composition of egg

fatty acid composition of egg (g/100 g total fat)	level of <i>Schizochytrium</i> sp. supplementation in diets (g/kg)				SEM	P-value
	0	5	10	20		
Myristic acid (C14:0)	0.47 ^C	0.67 ^B	0.69 ^B	0.76 ^A	0.010	0.010
Palmitic acid (C16:0)	29.81	28.19	29.72	29.92	0.424	0.982
Margaric acid (C17:0)	0.15	0.16	0.16	0.17	0.003	0.588
Stearic acid (C18:0)	6.87	7.07	7.07	7.43	0.100	0.387
total SFA ¹	37.90	38.42	38.67	38.76	0.536	0.699
Myristoleic acid (C14:1)	0.11 ^c	0.16 ^b	0.18 ^a	0.19 ^a	0.003	0.020
Palmitoleic acid (C16:1n7)	3.22 ^{BC}	3.18 ^C	3.55 ^B	4.11 ^A	0.051	0.003
Oleic acid (C18:1n9)	46.62	44.99	44.25	44.85	0.665	0.789
Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.15 ^C	0.16 ^{CB}	0.17 ^{BA}	0.18 ^A	0.003	0.002
total MUFA ²	50.16	48.28	48.45	47.68	0.720	0.171
Linoleic acid (C18:2n6)	9.82 ^b	10.86 ^a	10.30 ^{ab}	10.17 ^{ab}	0.152	0.013
GLA (C18:3n6)	0.08 ^B	0.07 ^B	0.07 ^B	0.09 ^A	0.002	0.010
Linolenic acid (C18:3n3)	0.13 ^C	0.16 ^B	0.18 ^A	0.18 ^A	0.003	0.004
(C20:2n6)	0.07 ^B	0.10 ^A	0.10 ^A	0.11 ^A	0.002	0.010
DGLA (C20:3n6)	0.06 ^B	0.09 ^A	1.00 ^A	1.00 ^A	0.002	0.008
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.83 ^D	0.95 ^C	1.14 ^B	1.38 ^A	0.015	0.004
Eicosapentanoic acid: EPA (C20:5n3)	0.03 ^D	0.04 ^C	0.06 ^B	0.09 ^A	0.001	0.001
Docosahexaenoic acid: DHA (C22:6n3)	1.62 ^D	2.67 ^C	3.05 ^B	4.50 ^A	0.044	0.009
DPA (C22:5)	0.07 ^C	0.10 ^B	0.11 ^B	0.14 ^A	0.002	0.010
total PUFA ³	13.99 ^b	15.44 ^a	15.85 ^a	16.66 ^a	0.216	0.045
total n3 ⁴	1.88 ^D	2.87 ^C	3.29 ^B	4.76 ^A	0.367	0.010
total n6 ⁵	12.03	12.87	12.06	11.76	0.123	0.287
n3/n6 ratio	0.16 ^A	0.23 ^B	0.27 ^{BC}	0.41 ^D	0.002	0.005

a, b, c Mean the significant difference among the same row ($P < 0.05$), A, B, C Mean the significant difference among the same row ($P < 0.01$), ¹ SFA = Saturated fatty acids, ² MUFA = Monounsaturated fatty acid, ³ PUFA = Polyunsaturated fatty acid, ⁴ n3 = Total omega 3 fatty acid, ⁵ n6 = Total omega 6 fatty acid

อยู่ไขมันจะถูกย่อยด้วย pancreatic lipase ให้แตกตัวเป็น
กลีเซอรอลและกรดไขมัน จากนั้นทั้งกลีเซอรอลและกรด
ไขมันชนิดต่าง ๆ ถูกซึมผ่านผนังลำไส้เล็กแล้วจึง
สังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ขึ้นมาใหม่และจะถูกขนส่งไปสู่
เซลล์ต่าง ๆ โดยมี chylomicrons เป็นตัวพา ซึ่ง
Chylomicrons จัดเป็น lipoprotein ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่

ขนส่ง Triacylglycerol ไปสู่เซลล์ต่าง ๆ โดยผ่านระบบท่อน้ำ
เหลืองและเข้าสู่กระแสเลือดที่บริเวณเส้นเลือดฝอย
(capillary vessel) ที่ผนังด้านในเส้นเลือดฝอยของเซลล์
เป้าหมายจะมี Lipoprotein lipase ซึ่งจะย่อย
Chylomicron และ Triacylglycerol ที่ขนส่งมาได้ผลิตผล
เป็น Fatty acids และ Glycerol จากนั้นจะถูกดูดซึมเข้าสู่

เซลล์เพื่อเกิด Metabolism ต่อไป (พจน์ และคณะ, 2543) ซึ่งปกติแล้วสารอาหารที่สำคัญชนิดต่าง ๆ จะถูกส่งไปสะสมในไข่แดงมากกว่าเซลล์อื่น ๆ เนื่องจากไข่แดงจะเป็นแหล่งอาหารของตัวอ่อนในขณะที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตในฟองไข่ ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงเห็นผลที่ค่อนข้างชัดเจนเมื่อเสริมลงในอาหารสัตว์จะทำให้มีการสะสมไขมันในไข่แดงในปริมาณเพิ่มขึ้น

โดยไข่ไก่จากไข่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริม micro algae ที่มีกรดไขมัน PUFA และ กรดไขมัน LC-PUFA สะสมอยู่สูงนั้นมีการสะสมกรดไขมันสูงคล้ายคลึงกันกับไข่ไก่ที่ได้รับน้ำมันปลาในอาหาร (Melzzi *et al.*, 2001) Herber and Van Elswyk (1996) ได้ทดลองเสริม menhaden oil 1.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ micro algae ที่มีกรดไขมันสะสมสูงที่ระดับ 2.4 และ 4.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเสริม micro algae ทั้งสองระดับร่วมกับ menhaden oil 1.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีการสะสมของ n3-PUFA และ n3-LC-PUFA ในไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) แต่การเสริมสาหร่ายทั้งสองระดับให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ Lemahieu *et al.* (2013) ที่ได้เสริม micro algae 4 ชนิด คือ *Phaeodactylum*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis* และ *Chorella* ในอาหารไก่ไข่ พบว่าสามารถเพิ่มการสะสมของ n3-LC-PUFA ในไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และมาฆะเพ็ญ และคณะ (2556) ทดลองเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 0, 0.5, 0.75 และ 1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ที่มีปลายข้าวเป็นพื้นฐาน พบว่าสามารถเพิ่มการสะสมของ n3-LC-PUFA ชนิด DHA ในไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังมีการทดลองเสริม micro algae ชนิด *Nannochloropsis gaditana* ที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (Bruneel *et al.*, 2013) และ 20 เปอร์เซ็นต์ (Fredriksson *et al.*, 2006) พบว่าสามารถเพิ่มการสะสมของ n3-LC-PUFA ในไข่แดง

สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ส่วนการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0.75 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มระดับ DHA ในไข่แดงได้ ($P<0.05$) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองของ Li *et al.* (2009) ที่ได้เสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารปลาคอดอเมริกัน (channel catfish) พบว่า การเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารที่ระดับ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีการสะสมของ n3-PUFA และ n3-LC-PUFA ในเนื้อปลาสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

5. ผลการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ต่อเสถียรภาพออกซิเดชันของไขมันในไข่แดง

การศึกษาลักษณะการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 5, 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุมต่อเสถียรภาพออกซิเดชันของไขมันในไข่ไก่ที่ผ่านการเก็บรักษาไข่ไก่เป็นระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน แล้วนำไข่ไก่ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาค่าเสถียรภาพออกซิเดชันของไขมันในไข่แดง พบว่า ผลการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ทุกระดับไม่มีผลต่อค่าเสถียรภาพออกซิเดชันของไขมันในไข่ไก่ทุกช่วงเวลาเก็บรักษาไว้คือ 0, 7 และ 14 วัน ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งผลการทดลองข้างต้นนี้ สามารถยืนยันได้ว่าแม้มีการสะสมของไขมันทั้งกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อนในไข่แดงที่เพิ่มมากขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในไข่ไก่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจากวันที่ 0, 7 และ 14 วัน จากรายงานของ Cahaldora *et al.*, 2005 กล่าวว่า การเสริม Heterotrophic microalgae ช่วยลดการออกซิเดชันของไขมัน เนื่องจากสาหร่ายนั้นมีรงควัตถุคือ คาร์โรทีนอยด์ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Parpinello *et al.*,

Table 5 The effect of dietary *Schizochytrium* sp. supplementation on TBARS content in egg

TBARs (mg MDA/kg)	level of <i>Schizochytrium</i> sp. supplementation in diets (g/kg)				SEM	P-value
	0	5	10	20		
0 day	0.33	0.23	0.22	0.30	0.05	0.81
7 day	6.68	6.61	6.46	6.26	0.06	0.17
14 day	10.60	9.51	9.28	9.41	0.18	0.11

2006; Fraeye *et al.*, 2012) โดยการเสริม Heterotrophic microalgae ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณของคาร์โรทีนอยด์ สะสมในไข่แดงด้วย (Fredriksson *et al.*, 2006; Bruneel *et al.*, 2013)

สรุป

การเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อการย่อยได้ปรากฏของ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และพลังงานรวม ในอาหารไก่ไข่ รวมถึงสมรรถนะการผลิตของไข่ไก่ แต่การเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่มีผลต่อการเพิ่มค่าคะแนนสีของไข่แดงและการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนและการเพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อนชนิด คือ ALA, EPA และ DHA ในไข่แดง โดยไม่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในไข่ไก่ระหว่างกลุ่มทดลองที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ จากการทดลองครั้งนี้แนะนำให้เสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 20 กรัมต่อกิโลกรัม เพื่อผลิตไข่ไก่ที่มีการสะสมของกรดไขมันโอเมก้า-3 ทั้ง ALA, EPA และ DHA ในไข่ไก่อันจะนำไปสู่การผลิตเป็นไข่ไก่สุขภาพ การเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของสินค้าปศุสัตว์ไทยในอนาคตต่อไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัท มารีน ลีดเดอร์ จำกัด ที่สนับสนุนทุนวิจัยและอนุเคราะห์ผลิตภัณฑ์สาหร่าย *Schizochytrium* sp. ภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์การค้า DHA-gold® ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณฟาร์มทดลอง หมวดสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรีที่อนุเคราะห์สถานที่เลี้ยงไก่ไข่ทดลอง ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการไข่ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เชื้อเพื่อสถานที่วิเคราะห์ ขอขอบคุณนักศึกษาช่วยวิจัย 3 ท่าน คือ นางสาวปิยาภรณ์ นาคประสิทธิ์

นางสาวศศิญา โอภาศรี และ นางสาวสาวิตรี พูลพันธ์ ที่ช่วยเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารอ้างอิง

- พจน์ ศรีบุญลือ โสพิศ วงศ์คำ และพัชรี บุญศิริ. 2543. ตำราชีวเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มาชะเพ็ญ ทรงอาจ ยุวเรศ เรืองพานิช และเสกสม อาตมางกูร. 2556. ผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ต่อสมรรถภาพการผลิตของไข่ไก่และปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในไข่แดง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 1 (พิเศษ): 87-90.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อการวิจัยทางสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 324 หน้า.
- วรรณพร ทะพิงค์แก. 2557. ทางเลือกในการทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตสำหรับปศุสัตว์. วารสารเกษตร 30(2): 201-212.
- สาโรช คำเจริญ. 2547. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 669 หน้า.
- สุดชาติ ไชยแสง บัณฑิต ยวงสร้อย และสุธี วงศ์มณี-ประทีป. 2556. ผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายในปลานิลรุ่น. เกษตร 41(ฉบับพิเศษ 1): 129-134.
- อนุสรณ์ ศรีสูงศักดิ์ ชลล ลิมสุวรรณ นิตี ชูเชิด และสุธี วงศ์มณีประทีป. 2556. ผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายในกุ่มก้ามกราม. เกษตร 41(ฉบับพิเศษ 1): 123-138.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. off Anlysis chemistry, Gaithhersburg, MD, USA.

- Atchariya, C., S. Wattanachant and S. Benjakul. 2011. Quality characteristics of raw and cooking spent hen *Pectoralis major* muscle during chilled storage: Effect of tea catechins. *International Journal of Poultry Science* 10(1): 12-18.
- Barclay, W. and S. Zeller. 1996. Nutritional enrichment of n-3 and n-6 fatty acid in rotifer and *Artemia nauplii* by feeding spray-dried *Schizochytrium* sp. *Journal of the World Aquaculture Society* 27: 314-322.
- Baucell, M. D., N. Crespo, A. C. Barroeta, S. Lopez-Ferrer, and M. A. Grashorn. 2000. Incorporation of different polyunsaturated fatty acid into egg. *Poultry Science* 79: 51-59.
- Bruneel, C., C. Lemahieu, I. Fraeye, E. Ryckebosch, K. Muylaert, J. Buyse, and I. Foubert 2013. Impact of food microalgae supplementation on omega-3 fatty acid enrichment of hen eggs. *Journal of Functional Foods* 5: 897-904.
- Buege, J. A. and S. D. Aust, 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Method in Enzyme*. 52: 302-304.
- Cahaldora, P., J. C. De Blas, P. Garria-Rebollar, C. Alvarez, and J. Mendez. 2005. Short communication. Effects of type and level of supplementation with dietary n-3 fatty acid on yolk fat composition and n-3 fatty acid retention in hen eggs. *Spanish Journal of Agricultural Research* 3: 209-212.
- Cheng, C. H., T. F. Shen, W. L. Chen, and S. T. Ding. 2004. Effects of dietary algal docosahexaenoic acid oil supplementation on fatty acid deposition and gene expression in laying Leghorn hen. *Journal of Agricultural Science* 142: 638-690.
- Fenton, T. W. and M. Fenton. 1979. An improved method for chromic oxide determination in feed and feces. *Canadian Journal of Animal Science* 59: 631-634.
- Fraeye, I., C. Bruneel, G. Lemahieu, J. Buyse, K. Muylaert, and I. Foubert. 2012. Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acid: A review. *Food Research International* 48: 961-969.
- Fredriksson, S., K. Elwinger, and J. Pickova. 2006. Fatty acid and carotenoid composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula for laying hens. *Food Chemistry* 99: 530-537.
- Gogus, U., and C. Smith. 2010. N-3 Omega 3 fatty acids: A review of current knowledge. *International Journal of Food Science and Technology* 45: 417-436.
- Herber, S. M. and M. E. Van Elswyk. 1996. Dietary marine algae promote efficient deposition of n-3 fatty acid for the production of enriched shell eggs. *Poultry Science* 75: 1501-1507.
- Jordan, R. G. 2010. Prenatal omega-3 fatty acid: Review and recommendation. *Journal of Midwifery & Women's Health* 55: 520-528.
- Laudadio, V. and V. Tufarelli. 2011. Influence of substituting dietary soybean meal for dehulled-micronized lupin (*Lupinus albus* cv. Multitalia) on early phase laying hens production and egg quality. *Livestock Science* 140: 184-188.
- Lemahieu, C., C. Bruneel, R. Termote-Verhalle, K. Muylaert, J. Buyse, and I. Foubert. 2013. Impact of food supplementation with different omega-3 rich microalgae species on enrichment of egg of laying hens. *Food Chemistry* 141: 4051-4059.

- Lepage, G., and C. C. Roy. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *Journal of Lipid Research* 27: 114-120.
- Li, M. H., E. H. Robison, C. S. Tucker, B. B. Manning, and L. Khoo. 2009. Effects of dried algae *Schizochytrium* sp. a rich source of docosahexaenoic acid, on growth, fatty acid composition, and sensory quality of channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*. 292: 232-236.
- Marshall, A. C., A. R. Sams, and M. E. Van Elswyk. 1994. Oxidative stability and sensory quality of stored egg from hen fed 1.5% menhaden oil. *Journal of Food Science* 59: 561-563.
- Melzzi, K. C., F. Sirri, N. Tallarico, and A. Franchini. 2001. Effects of different vegetable lipid source on the fatty acid composition of egg yolk and on hen performance. *Archiv fuer Gefluegelkunde*. 65: 207-213.
- Mordenti A. L., L. Sardi, A. Bonaldo, V. Pizzamiglio, N. Brogna, I. Cipollini, M. Tassinari, and G. Zaghini. 2010. Influence of marine algae (*Schizochytrium* sp.) dietary supplementation on doe performance and progeny meat quality. *Livestock Science* 128: 179-184.
- Nopparatmaitree M., A. Panthong, S. Paengkoum and P. Saenphoom, 2014. Evaluation of asparagus trimmed waste in laying hens diet on nutrient digestibility and productive performance. *Silpakorn University Science and Technology Journal* 8(1): 72-84.
- Nutrient Requirements of Poultry. 9th revised edition national academy press; 1994; Washington, D. C.
- Parpinello G. P., A. Meluzzi, F. Sirri, N. Tallarico, and A. Versari. 2006. Sensory evaluation of egg product and egg laid from hens fed diet with different fatty acid composition and supplemented with antioxidants. *Food Research International* 39: 47-52.
- Ragab, H. I., K. A. Abdel Ati, C. Kijora and S. Ibrahim. 2012. Effect of difference level of the processed *Lablab purpureus* seed on laying performance, egg quality and serum parameters. *International Journal of Poultry Science* 11(2): 131-137.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie, 1992. Principles and Procedure Statistic. 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co., Inc. Singapore.
- Tallarico, N., F. Sirri, A. Meluzzi, P. Pittia, G. P. Parpinello and A. Franchini. 2013. Effects of dietary vegetable lipids on fractional and sensory properties of chicken eggs. *Italian Journal of Food Science* 14: 159-166.
- Trautwein, E. A. 2001. N-3 fatty acid-physiological and technical aspects for their use in food. *European Journal of Lipid Science and Technology* 103: 45-55.
- Uuganbayar, D., I. H. Bea, K. S. Choi, I. S. Shin, J. D. Firman and C. J. Yang. 2005. Effect of green tea powder on laying performance and egg quality in laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 18: 1769-1774.
- Van Elswyk, M. E. 1997. Comparison of n-3 fatty acid source in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: A review. *British Journal of Nutrition* 78: 61-69.
- Yamasaki, T., T. Aki., Y. Mori., T. Yamamoto, M. Shinozaki, S. Kawamoto, and K. Ono. 2007. Nutritional enrichment of larval fish feed with thraustochytrid producing polyunsaturated fatty acid and xanthophylls. *Journal of*

- Bioscience and Bioengineering 104: 200-206.
- Yashohara, B. M., S. Umakanth, J. M. Pappachan, S. K. Bhat, R. Kamath, and B. H. Choo. 2009. Omega-3 fatty acid: A comprehensive review of their role in health and disease. Postgraduate Medical Journal 85: 84-90.
- Yang, Y. X., Y. J. Kim, Z. Jin, J. D. Lohakare, C. H. Kim, S. H. Ohh, S. H. Lee, J. Y. Choi and B. J. Chae. 2006. Effects of dietary supplementation of astaxanthin on production performance, egg quality in layers and meat quality in finishing pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 7: 1019-1025.
- Zhao, L., X. Zhang, F. Cho, D. Sun, and T. Wang. 2003. Effects of dietary supplementation with fermented Gingo-leaves on performance egg quality lipid metabolism and egg-yolk fatty acid composition in laying hens. Livestock Science 155: 77-85.
-