ผลการเสริมกากงาขี้ม้อน (*Perilla frutescens*) สกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ (ระยะท้าย) ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพของไข่ไก่ และการสะสมกรดไขมันในไข่แดง

Effects of perilla mint (*Perilla frutescens*) extracted meal supplementation in diets of laying hens (late period) on productive performance, eggs quality and enrichment of fatty acid in yolk

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี[1*] อณัญญา ปานทอง[2] มาริษา นาวา[1] สิทธิชัย บรรลือ[1] ศิลป์ชัย วชิรอมรเลิศ[1]
วีรชัย ชุมแสงโชติสกุล[1] สาโรชน์ เจี่ยวยี่ [1] และ วรางคณา กิจพิพิธ[1]
Manatsanun Nopparatmaitree[1*], Anunya Panthong[2], Marisa Nava[1], Sitichai Bunlue[1], Silchai Washiraomornlert[1], Verachai Chumsangchottisakun[1], Sarot Jieoyee[1], and Warangkana Kitpipit[1]

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ต. สามพระยา อ.ชะอำ จ. เพชรบุรี 76120
[2] คณะสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี ต. สามพระยา อ.ชะอำ จ. เพชรบุรี 76120
[1] Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Sam Phraya, Cha-am, Phetchaburi, 76120, Thailand.
[2] Faculty of Animal Science, Phetchaburi Collage of Agricultural and Technology, Sam Phraya, Cha-am, Phetchaburi, 76120, Thailand.
[*]corresponding author E-mail: Nopparatmaitree_m@su.ac.th or Nopparatmaitree_m@silpakorn.edu.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ โดยจะใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Hisex Brown® จำนวน 240 ตัว อายุ 60 สัปดาห์ ทำการเลี้ยงในโรงเรือนเปิดภายใต้สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติและวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ 4 ซ้ำ (n=15) คือ การเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 10, 30 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัม โดยไก่ไข่จะได้รับอาหารแบบจำกัด 110 กรัมต่อตัวต่อวันที่มีค่าโภชนะโปรตีนหยาบเท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2,850 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (ME) ตามคำแนะนำของ NRC (1994) โดยทดลองทั้งหมด 56 วัน ไก่ไข่ได้รับอาหารแบบจำกัด 110 กรัมต่อตัวต่อวันและให้น้ำสะอาดแบบเต็มที่ ผลการทดลอง พบว่า การเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ไม่แสดงผลต่อการย่อยได้โภชนะและลักษณะเลือดของไก่ไข่ (P>0.05) การเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ10 ถึง 50 กรัม/กิโลกรัมมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตไข่ต่อวัน น้ำหนักไข่เฉลี่ย มวลไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม และน้ำหนักไข่แดง (P<0.05) นอกจากนี้ยัง พบว่า การเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ส่งผลทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลรวม และ HDL ในเลือดของไก่ไข่สูงขึ้น (P<0.05) แต่ระดับ LDL ของทุกกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) การเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันส่งผลต่อการเพิ่มการสะสมคอเลสเตอรอลรวม MUFA, PUFA, และ LC- PUFA เช่น โอเลอิก (C18:1n9), ลิโนเลอิก (C18:2n6), ลิโนเลนิก (C18:3n3) และ DHA (C22:6n3) ในไข่แดง (P<0.01) อีกทั้งผลการทดลองครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นถึงการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันทั้ง 3 ระดับ มีผลต่อการเพิ่มการสะสมรวมถึงกรดไขมันโอเมก้า-3 กรดไขมันโอเมก้า-6 กรดไขมันโอเมก้า-9 และสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อโอเมก้า-6 ในไข่ไก่สูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.01) การทดลองนี้สรุปว่ากากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันมีศักยภาพในการเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกสำหรับไก่ไข่และการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 30 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารไก่ไข่สามารถผลิตไข่ไก่ที่มีการสะสมของกรดไขมันชนิด DHA และ โอเมก้า-3 ในไข่แดง

คำสำคัญ: ไข่ไก่ กรดไขมัน อาหารไก่ไข่ สมรรถภาพการผลิต กากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมัน

Abstract

The experiment was conducted to examine the utilization of perilla mint (*Perilla frutescens*) extracted meal in laying hen diets. Two hundred and forty (Hisex Brown®), sixty weeks of age were raised under ambient temperature and assigned in a completely randomized design (CRD) with four dietary treatments and four replications per treatment (n=15). Each treatment contains different levels of perilla mint extracted meal as 0, 10, 30 and 50 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 56 day experimental period and drinking water was offered *ad libitum* to the birds. The results showed that nutrient digestibility and blood parameters were not significantly different (P>0.05) among levels of perilla mint extracted meal. However, experimental diet with three levels of perilla mint extracted meal supplementation significantly increased hen day production, egg weight, egg mass, feed conversion ratio per 1 kg of egg, and yolk weight (P<0.05). Addition of perilla mint extracted meal significantly increased the total cholesterol and HDL (P>0.05) when compared with the control but did not affect the LDL (P>0.05). In addition, supplementing three levels of perilla mint extracted meal in diets resulted in significant increases in total cholesterol, MUFA, PUFA, and LC- PUFA in egg yolk, mainly oleic acid (C18:1n9), linoleic acid (LA) (C18:2n6), linolenic acid (ALA) (C18:3n3) and docosahexaenoic acid (DHA) (C22:6n3) (P<0.01). Furthermore, a result also showed that three levels of perilla mint extracted meal in the diets significantly increased omega 3, omega 6, and omega 9 fatty acids and omega 3 per omega 6 ratio in egg yolks (P<0.01). The results implied that perilla mint extracted meal could be used as suitable alternative feedstuffs in laying hen diets and showed that the use of diet supplemented with 30 g/kg of perilla mint extracted meal is effective in enhancing the DHA and omega-3 fatty acid enrich in yolk.

Keywords: Egg, Fatty acid, Layer diets, Productive performance, Perilla mint extracted meal

1.บทนำ

อาหารเชิงหน้าที่ (Functional food) คือ อาหารที่ประกอบด้วยสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายนอกเหนือจากคุณค่าทางโภชนาการหลักมีหน้าที่หรือคุณสมบัติอื่นเพื่อให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ [1] ปัจจุบันอาหารเชิงหน้าที่ได้รับความนิยมอย่างมากในกลุ่มผู้รักสุขภาพ กอรปกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่ส่งเสริมให้ภาคการเกษตรผลิตอาหารที่มีมูลค่าสูง จึงเกิดแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ (Designed product) ให้เป็นอาหารที่มีการสะสมสารสารโภชนเภสัชภัณฑ์ (Nutracuetical) และการพัฒนาสัดส่วนโภชนสารในผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นอาหารสร้างเสริมสุขภาพสำหรับผู้บริโภค (Healthy food) [2] ทั้งนี้ งาขี้ม้อน (*Perilla frutescens*) พืชในวงศ์กะเพรามีความน่าสนใจอย่างมากสำหรับใช้เป็นอาหารและยาแผนโบราณ [3] เนื่องจากมีสารพฤกษเคมี (Phytochemical) เช่น Flavonoids, Volatile oils, Triterpenes, Phenolic compounds เป็นต้น [4] [5] นอกจากนี้งาขี้ม้อนสามารถสกัดน้ำมันได้มีมากถึง 31 ถึง 51 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง อีกทั้งน้ำมันงาขี้ม้อนยังมีองค์ประกอบของกรดไขมันลิโนเลนิก (Alpha linolenic acid: ALA, โอเมก้า 3) ประมาณ 55 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันลิโนเลอิก (Linoleic acid: LA, โอเมก้า 6) ประมาณ 18 ถึง 22 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันโอเลอิก (Oleic acid: OA, โอเมก้า 9) ประมาณ 0.08 ถึง 0.17 เปอร์เซ็นต์ และมีวิตามินอี (g-Tocopherol) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ ทั้งนี้น้ำมันงาขี้ม้อนถูกนำมาใช้ประโยชน์แพร่หลายทั้งในด้านการดูแลสุขภาพและเวชสำอาง ซึ่งแปรผันตรงต่อปริมาณของกากงาขี้ม้อนเหลือทิ้งจากกระบวนการสกัดน้ำมันจำนวนมากเช่นกัน โดยกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันมีความน่าสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารไก่ไข่ระยะท้ายที่มีแหล่งพลังงานและโภชนะสำรองลดลงเนื่องจากสูญเสียไปในกระบวนการสร้างฟองไข่ เพื่อให้ไก่ไข่มีผลผลิตไข่ไก่สูงขึ้นและสามารถผลิตไข่ที่มีการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Monounsaturated fatty acid: MUFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อน (Poly unsaturated fatty acid: PUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อนสายยาว (Long chain polyunsaturated fatty acid: LC-PUFA) คือ n3 และ n6-LC-PUFA เป็นต้น ที่สามารถช่วยลดคอเลสเตอรอล ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ [6] [7] และการบำรุงและพัฒนาสมอง [8] [9] นำไปสู่การเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาลำดับต้นๆของประเทศไทยถึงการใช้ประโยชน์จากกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันสำหรับการเลี้ยงไก่ไข่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพของไข่ไก่ และการสะสมกรดไขมันในไข่แดง นำสู่การใช้เศษเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์และมีมูลค่าเพิ่ม รวมถึงได้รูปแบบการเลี้ยงไก่ไข่อย่างง่ายในการผลิตไข่ไก่สุขภาพที่เกษตรกรสามารถผลิตเองได้

2.วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Hisex Brown® อายุประมาณ 60 สัปดาห์ จำนวน 240ตัว โดยทำการเลี้ยงบนกรงตับขังเดี่ยวในโรงเรือนแบบเปิดภายใต้การจัดการและแสงธรรมชาติ ในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม ปี 2560 สุ่มเข้าสู่แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ทั้งหมด 4 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ รวม 16 หน่วยทดลอง (n=15) ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารควบคุม

ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารควบคุมร่วมกับกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 10 กรัม/กิโลกรัม

ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารควบคุมร่วมกับกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 30 กรัม/กิโลกรัม

ทรีทเมนต์ที่ 4 อาหารควบคุมร่วมกับกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 50 กรัม/กิโลกรัม

โดยไก่ไข่ทดลองได้รับอาหารไก่ไข่ระยะให้ไข่ที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นพื้นฐานมีค่าโปรตีนหยาบ 18 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,850 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมตามคำแนะนำของ [10] และได้รับน้ำสะอาดอย่างเต็มที่ (*Ad libitum*) นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนะของกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมัน คือ วัตถุแห้ง (Dry matter: DM), โปรตีนหยาบ (Crude protein: CP), ไขมันรวม (Ether extract: EE), เยื่อใยหยาบ (Crude fiber: CF) แคลเซี่ยม (Calcium) ฟอสฟอรัส (Phosphorus) และพลังงานรวม (Gross energy) ตามวิธีของ [11]

2.2 การวัดค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่

การวัดค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ภายในตัวสัตว์ (*In vivo*) ทำการทดสอบการย่อยได้รวม (Total tract nutrient digestibility) โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ (Indicator marker) คือ โครมิกซ์ออกไซด์ (Cr_2O_3) ประมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ในอาหารทดลองตามวิธีของ [12] โดยใช้ระยะเวลา 15 วัน แบ่งออกเป็น 2 ช่วงดังนี้ ช่วงที่ 1 คือ 0-10 วันแรกเป็นช่วงปรับสัตว์ (Adaptation period) และช่วงที่ 2 คือ 11-15 วันสุดท้ายเป็นช่วงเก็บตัวอย่างทดลอง (Experimental period) โดยทำการสุ่มเก็บอาหารทดลองเพื่อรอวิเคราะห์ และทำการเก็บมูลของไก่ไข่ในแต่ละหน่วยทดลองเก็บลงในถุงที่มี H_2SO_4 ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นรวบรวมตัวอย่างมูลในแต่ละหน่วยทดลองมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส เพื่อรอวิเคราะห์ตามวิธี [13] ส่วนการเตรียมตัวอย่างทำได้โดยนำตัวอย่างมูลมาละลายที่อุณหภูมิห้องและนำเข้าอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนแห้ง ทำการบดแล้วเก็บตัวอย่างใส่ในถุงกันความชื้นเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป โดยวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารไก่ไข่ทดลองและตัวอย่างมูลเพื่อหาวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมันรวม เยื่อใยหยาบ และ พลังงานรวม ตามวิธีของ [11] รวมถึงวิเคราะห์ค่าโครมิกซ์ออกไซด์ (Cr_2O_3) ในตัวอย่าง

อาหารไก่ไข่ทดลองและตัวอย่างมูลตามวิธีของ [11] แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งรวม (Apparent dry matter digestibility) หาจาก [{(% Cr_2O_3 ในมูล - % Cr_2O_3 ในอาหาร) x 100}/{% Cr_2O_3 ในมูล}] และค่าการย่อยได้ของโภชนะรวม (Apparent nutrient digestibility) หาจาก 100-[100x{(% Cr_2O_3 ในอาหาร/% Cr_2O_3 ในมูล) x (% โภชนะในมูล/% โภชนะในอาหาร)}] ตามวิธีของ [14]

2.3 การวัดสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่

ทำการเลี้ยงไก่ไข่บนกรงตับขังเดี่ยวโดยใช้เวลาทั้งหมด 56 วัน จดบันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ จำนวนผลผลิตไข่ และน้ำหนักไข่ในแต่ละวันตลอดช่วงการทดลอง แล้วนำข้อมูลปริมาณการไข่มาคำนวณหาอัตราการไข่ (Hen day production) น้ำหนักไข่เฉลี่ย (Average egg weight) น้ำหนักไข่รวมเฉลี่ย (Egg mass) {(Egg mass = Average egg weight x Hen-day production)/100}) ตามวิธีของ [15] นำปริมาณอาหารที่กินได้มาคำนวณหาปริมาณการกินได้ (Feed intake) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม (Feed conversion ratio per 1 kg of egg) (FCR = Feed intake/Egg mass) ตามวิธีของ [16]

2.4 การวัดโลหิตวิทยาของไก่ไข่และองค์ประกอบของกรดไขมันในเลือด

ทำการอดอาหารไก่ไข่ประมาณ 12 ชั่วโมงในวันสุดท้ายการทดลอง สุ่มไก่หน่วยทดลองละ 4 ตัว เพื่อเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือด Wing vein ลงในหลอดเก็บเลือด 2 แบบ คือ แบบที่มีสารกันเลือดแข็งตัวและไม่มีสารกันเลือดแข็งตัวเพื่อนำมาวัดความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hematocrit, Hct) ค่าเม็ดเลือดแดง (Red blood cell; RBC) ค่าเม็ดเลือดขาว (White blood cell; WBC) เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล (Heterophile, H) และลิมโฟไซต์ (Lymphocyte, L) เพื่อนำไปหาสัดส่วน H/L ratio นำซีรั่มไปวิเคราะห์คอเลสเตอรอลรวม (Total cholesterol) HDL (High density lipoprotein: HDL) LDL (Low density lipoprotein: LDL) และ ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) โดยวิธี Enzymatic colorimetric test (CHOD-PAP method)

2.5 การวัดคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่และองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่ไก่

สุ่มเก็บตัวอย่างไข่ไก่ 5 ฟองต่อวันในช่วง 5 วันสุดท้ายจากหน่วยทดลอง ทำการวิเคราะห์ น้ำหนักไข่ ความหนาแน่นของเปลือกไข่ ความสูงไข่ขาว ค่าคะแนนสีของไข่แดง และคำนวณหาค่า Haugh unit ตามวิธี [17] จากนั้นทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างไข่แดงมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์หาคอเลสเตอรอลและองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่ไก่ โดยการนำตัวอย่างไข่แดงมาสกัดด้วยสารผสมระหว่าง Chloroform และ Methanol (สัดส่วน 2:1) ตามวิธีของ [18] แล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลรวมในไข่แดง โดยใช้ Cholesterol assay kit (Beijing Biological Technology Co., Beijing, China) ส่วนปริมาณของกรดไขมันทำการแยกและวิเคราะห์โดยใช้ Gas chromatography (HP6890; Agilent, Waldbronn, Germany) ติดตั้งกับ Flame ionization detector และ ใช้ Capillary column (เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 60×0.25 ตารางมิลลิเมตร; HP 19091 to 136, Agilent) กับฟิล์มหนา 0.25 นาโนเมตร การหาปริมาณของกรดไขมันสามารถวิเคราะห์จาก Retention time และค่ามาตรฐาน (Standard) ด้วย Mass spectrometry (HP5973, Agilent) คำนวณหาค่าดัชนีการเกิดภาวะไขมันสะสมในเส้นเลือด (Atherogenic index: AI) จากสมการ AI = ((C12:0) + (4xC14:0) + (C16:0))/ (MUFA+PUFA), Δ-9 Desaturase (16) Index จากสมการ Δ-9 Desaturase (16) Index = {C16:1n7/ (C16:0+C16:1n7)}x100, และ Δ-9 Desaturase (18) index จากสมการ Δ-9 Desaturase (18) Index = {C18:1c9/ (C18:0+C18:1c9)}x100 ตามวิธีของ [19]

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA ด้วย General linear model (GLM) โดยใช้แบบหุ่น $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ เมื่อ y_{ij} แทน ค่าสังเกตจากทรีทเมนต์ กำหนดให้ μ คือ ค่าเฉลี่ยร่วม (Common mean) ส่วน τ_i คือ อิทธิพลของทรีทเมนต์ (Treatment effect) ที่ i เมื่อ i = การเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 30, และ 50 กรัมต่อกิโลกรัม ซ้ำที่ j เมื่อ j = 1, 2, 3, 4 และ ε_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อนของการทดลองและเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูล (Mean comparisons) ด้วย Tukey' s student zed range test (HSD) และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล (Trend analysis) ด้วย Orthogonal polynomial ตามวิธีของ Steel and Torrie (1992) โดยใช้โปรแกรม R version 3.3.1 ตามวิธีของ R Core Team (2016) กำหนดค่านัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบที่ $P<0.05$ และ $P<0.01$

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันและอาหารไก่ไข่

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมัน พบว่า มีสิ่งแห้ง 85.29 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ 24.71 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 11.18 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยหยาบ 0.89 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 5.38 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ 94.62 เปอร์เซ็นต์ พลังงานรวม 4,540.50 กิโลแคลลอรี่ต่อกิโลกรัม แคลเซี่ยม 1.22 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสรวม 0.49

เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 1 ทั้งนี้มีหลายงานวิจัยที่รายงานถึงองค์ประกอบของกรดไขมันในงาขี้ม้อน กล่าวคือ เมล็ดงาขี้ม้อนมีองค์ประกอบกรดไขมันหลัก คือ Palmitic acid (C16:0), Stearic acid (C18:0), OA (C18:1), LA (C18:2) และ ALA (C18:3) [22] [23] ทั้งยังเป็นแหล่ง PUFAs ที่สำคัญ โดยเมล็ดงาขี้ม้อน ยังประกอบด้วย ALA ในสัดส่วนที่มากที่สุด คือ กรดไขมัน omega-3 ที่ 54–64 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นนอกจากนี้ยังมี Omega-6 (กรดไขมัน LA) ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ และพบ Omega-9 (กรดไขมัน OA) ในน้ำมันงาขี้ม้อนด้วย [24] [25]

3.2 ผลของการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ต่อการย่อยได้โภชนะของไก่ไข่

การเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ไม่แสดงผลที่ชัดเจนต่อการย่อยได้โภชนะของไก่ไข่ ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 2 แม้ว่างานทดลองครั้งนี้ไม่แสดงผลที่ชัดเจน แต่จาก Table 1 ที่แสดงให้เห็นถึงระดับของไขมันรวมที่มีปริมาณค่อนข้างสูงในกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมัน รวมทั้งจากรายงานของนักวิจัยหลายท่านได้แสดงให้เห็นว่างาขี้ม้อนสกัดน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิดและมีปริมาณสูง ประกอบด้วยโครงสร้างของไตรเอซิลกลีเซอรอลสามารถนำใช้ในการเมทาบอลิซมเพื่อผลิตพลังงานในรูปของ ATPs จากกระบวนการเบต้าออกซิเดชันของกรดไขมัน [26] โดยแหล่งไขมันที่ไก่ไข่ได้รับจากอาหารนั้นจะถูกย่อยสลายเพื่อสร้างเป็นพลังงานสำหรับการดำรงชีวิตและใช้ในการให้ผลผลิต เป็นต้น

3.3 ผลการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ต่อโลหิตวิทยาและองค์ประกอบของกรดไขมันในเลือดไก่ไข่

ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 30 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมมีเม็ดเลือดขาวรวม Monocyte และ Eosinophil เม็ดเลือดแดงรวม Hemoglobin รวมทั้ง Hematocrit ที่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของกรดไขมันในเลือด พบว่า การเพิ่มระดับของเสริมกากงาขี้ม้อนในอาหารแปรผันตรงต่อการเพิ่มระดับของคอเลสเตอรอลในเลือดไก่ไข่อย่างเป็นเส้นโค้งกำลังสอง ($P<0.05$) โดยสังเกต พบว่า HDL ที่เพิ่มขึ้นแปรผันตรงต่อการเพิ่มระดับของเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารอย่างเป็นเส้นตรง ($P<0.05$) โดยไก่ไข่ทุกกลุ่มการทดลองมี LDL ในเลือดของใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) นอกจากนี้พบว่าการเพิ่มระดับของเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารแปรผันตรงต่อการเพิ่มระดับของไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไก่ไข่อย่างเป็นเส้นตรง ($P<0.05$) ดังแสดงใน Table 3 จากการทดลองครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อไก่ไข่ได้รับกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันมากขึ้นไม่ได้ส่งผลต่อปริมาณของ LDL หากแต่พบการเพิ่มขึ้นของคอเลสเตอรอลรวม และ HDL ดังแสดงใน Table 3 ทั้งนี้จากการที่กากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันอุดมไปด้วย EPA และ DHA โดยรายงานของ [27] พบว่า กรดไขมันทั้งสองชนิดมีผลต่อการลดไตรกลีเซอไรด์และเพิ่มคอเลสเตอรอลชนิด HDL ในเลือด โดยการเพิ่มขึ้นของคอเลสเตอรอลสามารถอธิบายได้จากวิถีของปฏิกิริยาการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลโดยมีเอมไซม์ที่สำคัญคือ HMG-CoA reductase [28] พบว่า การแสดงออกของยีน HMG-CoA reductase, ทำหน้าที่ควบคุมการผลิตเอมไซม์ 3-Hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase (HMGCR) ที่จัดเป็นเอนไซม์ที่สำคัญสำหรับการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล และตัวรับ LDL และ HDL ที่มีหน้าที่ในการขนส่งของส่วนประกอบไลโปโปรตีนเข้าสู่เซลล์โดย Hepatic LDL receptor ทำหน้าที่ในการรับคอเลสเตอรอลชนิด LDL เข้าสู่เซลล์ ส่วน Cyp7 mRNA ทำหน้าที่กระตุ้นการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลเป็นกรดน้ำดีส่วน [29] พบว่า การเสริมน้ำมันงาขี้ม้อนในหนูทดลองโตเต็มวัยสามารถกระตุ้น Hepatic LDL receptor mRNA หากแต่มี Cyp7 mRNA ต่ำกว่าหนูทดลองอายุน้อย ($P<0.05$) [29] สอดคล้องกับ [30] พบว่าการให้อาหารที่มี n-3 PUFA สามารถเพิ่มการทำงานของ LDL receptor ในหนู [31] พบว่า หนูที่ได้รับอาหารที่มี n-3 PUFA มีการทำงานของเอมไซม์ 3-Hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase อัตราการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล (Cholesterogenesis) ใน Microsome ในเซลล์ตับสูงกว่าหนูที่ได้รับอาหารที่มี n-6-PUFA นอกจากนี้ [32] ไม่พบในการทำงานของ HMG-CoA reductase ระหว่างสัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีกรดไขมันชนิด ALA หากแต่ [33] ให้ผลการทดลองตรงข้ามกัน คือ การเสริมน้ำมันงาขี้ม้อนสามารถทำให้น้ำหนักตับลดลงระดับของไขมันในเลือด เช่น ไตรกลีเซอไรด์ คอเลสเตอรอลรวม HDL และ LDL ลดลง ($P < 0.05$) รวมถึงสัดส่วนของ HDL/LDL ลดลงเมื่อทำการเสริมน้ำมันงาขี้ม้อนจากการทดลองของ [34] พบว่า การเปลี่ยนแปลงของ HMG-CoA reductase mRNA มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลลดลงในซีรั่มของหนูทดลอง ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาขี้ม้อน โดยเมื่อร่างกายมีปริมาณของคอเลสเตอรอลสูงจึงอาจมีการปรับสภาพและเกิดกระบวนการ reverse cholesterol transport เกิดขึ้น เพื่อขนส่งคอเลสเตอรอลมากำจัดที่ตับ โดยกระบวนการนี้อาศัย HDL ที่มีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนไขมันและ Apolipoprotein กับ ไลโปโปรตีนชนิดอื่น โดย HDL_3 จะส่ง Cholesteryl ester ให้กับ VLDL หรือ ไคโลไมครอนเพื่อแลกเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์ในอัตรา 1 ต่อ 1 โดยอาศัย Cholesteryl ester transfer protein: CETP ส่งผลทำให้คอเลสเตอรอลที่ถูกขนส่งไปถูกส่งเข้าสู่ VLDL-IDL-LDL Pathway ซึ่งคอเลสเตอรอลจะถูกส่งเข้ายังเซลล์ตับผ่าน Hepatic LDL receptor ดังนั้นกระบวนการนี้จึงทำ HDL_3 มีขนาดใหญ่ขึ้นหลังรับการแลกเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์ ส่งผลทำให้มีระดับไตรกลีเซอไรด์สูงขึ้นสอดคล้องกับคอเลสเตอรอลที่เพิ่มขนาดขึ้นใหม่ที่เรียกว่า HDL_2 [35] จึงอาจเป็นเหตุผลให้การทดลองครั้งนี้พบการเพิ่มขึ้นของคอเลสเตอรอลรวมและ HDL

Table 1: Nutritive value of dietary of perilla mint extracted meal supplementation and perilla mint extracted meal

Nutritive value (%)	Dietary of perilla mint extracted meal supplementation (g/kg)				PMEM*
	0	10	30	50	
Dry matter	84.94	85.56	85.39	84.84	85.28
Crude protein	17.66	17.31	17.87	17.66	24.71
Ether extract	3.69	3.90	3.96	4.09	11.18
Crude fiber	0.242	0.177	0.181	0.209	0.89
Ash	8.00	7.44	7.87	8.47	5.38
Organic matter	92.00	92.56	92.13	91.53	94.62
Gross energy (kcal/kg)	3,699.30	3,611.25	3,600.00	3,629.60	4,540.50
Calcium	4.55	4.21	4.12	4.37	1.22
Total phosphorus	0.525	0.520	0.521	0.533	0.49

*PMEM = Perilla mint extract meal

Table 2: Effect of perilla mint extracted meal supplementation in laying hen diets on apparent nutrient digestibility

Nutrient digestibility (%)	Dietary of perilla mint extracted meal supplementation levels (g/kg)				SEM	*P*-value
	0	10	30	50		
Dry matter	88.88±1.52	89.40±1.00	87.50±0.57	88.41±1.00	0.314	0.249
Crude fiber	51.02±2.08	53.31±2.64	54.19±1.52	53.71±3.05	0.780	0.663
Ether extract	89.91±3.60	89.02±3.60	89.13±3.05	89.23±4.04	1.037	0.989
Gross energy	84.36±2.09	84.56±2.51	85.07±2.51	84.51±2.51	0.696	0.986
Crude protein	80.77±2.08	81.97±2.08	81.25±2.64	82.78±2.63	0.687	0.753

3.4 ผลของการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่

การเพิ่มระดับของเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารแปรผันตรงต่อการเพิ่มปริมาณการผลผลิตไข่ต่อวัน มวลไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมของไก่ไข่อย่างเป็นเส้นโค้งกำลังสอง ($P<0.05$) ดังแสดงในTable 2 โดยการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ 10 ถึง 50 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารของไก่ไข่ส่งผลทำให้ไก่ไข่มีสมรรถภาพการผลิตใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 30 กรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณการผลผลิตไข่ต่อวัน มวลไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และ ลดต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม สูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การทดลองนี้ใช้ไก่ไข่ระยะท้ายซึ่งโดยปกติแล้วมักมีผลผลิตลดลงตามอายุที่มากขึ้น หากแต่ผลการทดลองพบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันมีการให้ผลผลิตและมีมวลเพิ่มขึ้น [36] พบว่า *Perilla* sp. มีไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) ที่มีโครงสร้างและการออกฤทธิ์คล้ายคลึงฮอร์โมน estradiol ที่มีคุณสมบัติในการกระตุ้นการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมียแต่ออกฤทธิ์ได้ต่ำกว่าและสามารถแย่งที่กับเอสโตรเจนในการจับกับตัวรับที่มีอยู่ในทุกเซลล์ของร่างกาย รวมทั้งชักนำให้เกิดการตอบสนองเฉพาะต่อเอสโตรเจน [4] การเพิ่มขึ้นของผลผลิตไข่และมวลไข่น่าจะมาจากอิทธิพลของไฟโตเอสโตรเจนในเมล็ดงาขี้ม้อนและอนุพันธ์ เช่น Lignans และ Isoflavones เป็นต้น ที่มีผลต่อการพัฒนาพัฒนาของฟอลลิเคิล อันส่งผลต่อผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง [37] [38] จากการทดลอง [39] พบว่า การเพิ่มระดับการเสริมเมล็ดแฟกซ์ที่ 50 ถึง 150 กรัมต่อกิโลกรัมสามารถเพิ่มผลผลิตไข่รวมของห่านและช่วยพัฒนาประสิทธิภาพการใช้อาหารของห่านให้เพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรง ($P<0.05$)นอกจากนี้สัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อโอเมก้า-6 ยังมีผลต่อผลผลิตไข่ด้วย [40] พบว่าไก่ไข่มีผลผลิตที่สูงขึ้นเมื่อได้รับอาหารทดลองที่มีสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อ 6 ระดับสูง ($P<0.05$) [41] พบว่า อาหารเสริมน้ำมันปลาและดอกกานพลูตูมไม่มีผลต่อน้ำหนักของรังไข่ แต่สัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อโอเมก้า-6 ระดับสูงมีผลต่อการเพิ่มจำนวนฟอสลิเคิลสีเหลืองขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตรในรังไข่ ($P<0.05$) [42] พบว่าการเสริมน้ำมันปลาในอาหารไก่ไข่ 2.5 เปอร์เซ็นต์สามารถกระตุ้นการเพิ่มจำนวนฟอลลิเคิลสีเหลืองขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตรในรังไข่ ($P<0.05$)

3.5 ผลของการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่

การเพิ่มระดับของเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารแปรผันตรงกับการเพิ่มน้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่แดง และน้ำหนักไข่ขาวของไก่ไข่อย่างเป็นเส้นโค้งกำลังสอง ($P<0.05$) ดังแสดงใน Table 5

Table 3: Effect of perilla mint extracted meal supplementation in diets on blood parameter and fatty acid profile

Blood parameter and fatty acid profile	Dietary of perilla mint extracted meal supplementation levels (g/kg)				SEM	*P* value	Trend analysis
	0	10	30	50			
Blood parameter							
WBC (10^2/uL)	61.00.00±13.0	72.00±32.00	99.00±44.0	101.50±15.50	8.370	0.304	NS
Lymphocyte (%)	48.00±5.00	43.75±3.18	51.00±9.00	57.75±6.50	1.920	0.288	NS
Heterophile (%)	35.50±1.50	47.50±2.50	42.00±10.00	32.00±8.00	1.900	0.078	NS
H/L ratio	0.74±0.05	1.16±0.19	0.86±0.36	0.53±0.21	0.070	0.054	NS
Monocyte (%)	8.00±3.50	4.00±1.00	5.00±3.00	3.00±1.00	0.930	0.550	NS
Eosinophile (%)	3.00±1.00	7.00±3.00	4.00±0.00	5.00±0.00	0.530	0.151	NS
RBC (x 10^6 /uL)	2.32±0.14	2.27±0.15	2.19±0.08	2.15±0.01	0.030	0.269	NS
Hemoglobin(g/dL)	12.15±0.55	11.75±0.45	11.60±0.20	11.45±0.25	0.110	0.227	NS
Hematocrit (%)	33.00±2.00	33.00±2.00	32.00±1.00	30.50±0.50	0.440	0.223	NS
Fatty acid profile in blood							
Cholesterol(mg/dL)	157.00^{B}±3.00	155.50^{B}±2.50	153.00^{B}±3.00	160.50^{A}±0.50	0.410	0.001	Q
HDL (mg/dL)	59.00^{B}±2.00	62.00^{B}±4.00	63.50^{B}±2.50	72.00^{A}±0.00	0.740	0.002	L
LDL (mg/dL)	1.00±1.00	2.00±0.00	0.00±0.00	1.00±1.00	0.200	0.052	NS
Triglyceride(mg/dL)	681.00^{B}±6.00	686.00^{B}±6.00	796.50^{A}±14.50	818.50^{A}±6.50	2.600	<0.001	L

NS= Not significantly (*P*>0.05), L = Linear and Q = Quadratic, ^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly (*P*<0.01)

Table 4: Effect of perilla mint extracted meal supplementation in diets on productive performance

Productive performance	Dietary of perilla mint extracted meal supplementation levels (g/kg)				SEM	*P*-value	Trend analysis
	0	10	30	50			
ADFI (g/day)	115.44±5.03	120.37±0.00	120.07±0.65	115.68±2.14	0.790	0.103	NS
HD production (%)	80.53^{B}±0.60	87.50^{AB}±4.48	93.33^{A} ±1.08	88.87^{A}±5.84	1.080	0.007	Q
Average egg weight (g)	59.04±0.49	60.36±0.02	61.39±0.22	61.12±2.86	0.560	0.130	NS
Egg mass (g/day)	47.54^{C}±0.04	53.73^{AB}±2.94	56.34^{A}±0.67	50.77^{BC}±0.13	0.440	0.005	Q
FCR	2.43^{a}±0.11	2.24^{ab}±0.13	2.13^{b}±0.01	2.28^{ab}±0.04	0.020	0.017	Q
FCG (THB/ 1 kg of egg)	37.03^{a}±1.64	33.72^{b}±0.22	34.68^{ab}±1.90	35.43^{ab}±0.56	0.370	0.021	Q

NS= Not significantly (*P*>0.05), L = Linear and Q = Quadratic, ^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly (*P*<0.05), ^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly (*P*<0.01)

ทั้งยังพบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 30 ต่อกิโลกรัมมีน้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่แดง และน้ำหนักไข่ขาวสูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*<0.05) ส่วนสีเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ความหนาแน่นของเปลือก ความสูงไข่ขาว สีไข่แดง และความสดของไข่ขาว (Haugh unit) ของไข่ไก่ในทุกกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน (*P*>0.05) การทดลองครั้งนี้ทดลองในไก่ไข่ช่วงท้ายที่มีการสูญเสียพลังงานและโภชนะสะสมไปในกระบวนการสร้างฟองไข่ ดังนั้นเมื่อไก่ไข่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่มีโปรตีนและพลังงานสูงจึงช่วยชดเชยโภชนะให้กับไก่ไข่เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาขนาดของฟองไข่ ไข่แดง และไข่ขาว นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่อธิบายจากการเพิ่มขึ้นของไตรกลีเซอไรด์ที่ทำหน้าที่เป็นพลังงานสะสมในสัตว์โดยสะสมในเซลล์ไขมัน (Adipocyte หรือ Fat cell) ในรูปเม็ดไขมันหรืออยู่ในรูปไมเซลล์ (Micelle) ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ระยะท้ายของการให้ผลผลิตของไก่ไข่ จึงมีการชดเชยพลังงานเพื่อในการสร้างผลผลิตและเพิ่มคุณภาพของไข่ไก่ให้ดีขึ้น กล่าวคือในระหว่างกระบวนการสร้างไข่และการพัฒนาของตัวอ่อน (Embryo-genesis) ในไข่กรดไขมันไข่แดงทำหน้าที่เป็นแหล่ง

ของพลังงานเพื่อสร้างองค์ประกอบของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ของลูกไก่ [43] คือ ฟอสโฟลิพิด ซึ่งประกอบด้วย ฟอสโฟกลีเซอไรด์ หรือกลีเซอโรฟอสโฟลิพิด (Glycerophospholipid) ทั้งยัง พบว่ากรดไขมัน DHA เป็น n-3 PUFA หลักของระบบประสาทส่วนกลางของสัตว์ปีก [44] โดยระหว่างการพัฒนาของตัวอ่อนกรดไขมัน DHA จะเพิ่มปริมาณขึ้นในไขมันของถุงไข่แดงและเข้าสู่ Phospholipids ของเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อพัฒนาการเจริญเติบโตของตัว [42] นอกจากนี้งาขี้ม้อนสามารถออกฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ [45] [46] โดยสารประกอบ Phenolic และ Flavonoids มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของงาขี้ม้อน ([47] ที่ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพของไข่ไก่ได้อีกด้วย

3.6 ผลของการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ต่อต่อองค์ประกอบกรดไขมันในไข่แดง

ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 10, 30 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัม ส่งผลให้มีการสะสมของคอเลสเตอลรอล และมีปริมาณ MUFA, PUFA และ LC-PUFA กรดไขมันโอเมก้า-3 โอเมก้า-6 โอเมก้า-9 และสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อโอเมก้า-6 สูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารควบคุม (P<0.05) ทั้งยัง พบว่า ระดับ PUFA, LA, ALA และ DHA รวมถึงกรดไขมันโอเมก้า-3 โอเมก้า-6 และสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า3 ต่อโอเมก้า-6 เพิ่มขึ้นแปรผันตรงตามการเพิ่มระดับของการเสริมกากงาขี้ม้อนในอาหารไก่ไข่แบบเป็นเส้นตรง (P<0.05) ส่วนระดับของคอเลสเตอลรอล กรดไขมัน OA กรดไขมันอะแรค-ชิโดนิค MUFA และกรดไขมันโอเมก้า-9 เพิ่มขึ้นแปรผันตรงตามการเพิ่มระดับของการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่แบบเป็นเส้นโค้งกำลังสอง (P<0.05) ดังแสดงใน Table 6 การเปลี่ยนสัดส่วนของกรดไขมันในไข่แดงเกิดขึ้นในวิถีการสังเคราะห์เป็นกรดไขมัน (Fatty acid biosynthesis) ที่ตับ โดยการเพิ่มความยาวของสายกรดไขมันที่มีคาร์บอนมากกว่า 16 เกิดขึ้นที่ไมโครโซม (Microsome) ([48] พบว่า ในอาหารที่มีปริมาณกรดไขมัน LA นั้นถูกดูดซึมได้ดีและส่งผลทำให้ไตรกลีเซอไรด์ในตับและเนื้อเยื่อไขมันสูง นอกจากนี้ยังสามารถออกซิไดซ์พิเศษมากกว่าการสะสมใน Phospholipids ของเยื่อหุ้มเซลล์ ทั้งยังพบว่าการลดลงของกรดไขมันโอเมก้า-3 มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ PUFA ชนิดโอเมก้า-3 (n-3 PUFAs) ใน Phospholipids ของตับในทางตรงข้ามกัน ([49] กล่าวว่า กรดไขมัน 22:6 n-3 สามารถสลายได้ด้วยกระบวนการ β-oxidation ของเพอออกซิโซมและได้ผลผลิตเป็นกรดไขมัน 20:5 n-3 (EPA) นอกจากนี้การลดลงของไขมันในซีรั่มเป็นผลมาจากระดับของ α-Linolenic acid ในอาหารที่มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มการสร้าง Eicosanoids จากกรดไขมัน 20:5 n-3 และลดการเมแทบอลิซมกรดไขมัน 20:4 n-6 เป็น Eicosanoids [50] ดังนั้นจึงสันนิษฐานได้ว่าระดับของกรดไขมัน ALA ของงาขี้ม้อนเป็นสารตั้งต้นในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและระดับของกรดไขมันโอเมก้า-3 [51] พบว่ากรดไขมัน ALA สามารถสร้างเป็นกรดไขมัน EPA และ DHA ในตับและกรดไขมันสังเคราะห์จะถูกขนส่งมาเก็บสะสมในไข่แดง [52]

Table 5: Effect of perilla mint extracted meal supplementation in laying hen diets on physical quality of eggs

Physical quality of eggs	Dietary of perilla mint extracted meal supplementation levels (g/kg)				SEM	*P*-value	Trend analysis
	0	10	30	50			
Shell color	22.28±1.06	24.33±0.56	21.83±1.73	22.28±1.84	0.400	0.201	NS
Egg weight (g)	58.62^{A}±0.39	61.40^{AB}±0.38	62.55^{B}±0.19	60.31^{AB}±1.21	3.780	0.003	Q
Shell weight (g)	8.12±0.05	7.67±0.29	7.93±0.19	7.82±0.19	0.060	0.105	NS
Shell Density	115.56±1.11	108.63±5.89	109.15±2.29	109.82±6.81	1.350	0.094	NS
Yolk weight (g)	15.04^{a}±0.19	15.95^{ab}±0.21	16.79^{b}±1.04	16.00^{ab}±0.27	0.160	0.031	Q
Albumin weight (g)	35.46^{b}±0.63	37.52^{ab}±1.04	41.08^{a}±0.11	37.45^{ab}±2.29	3.800	0.027	Q
Albumin height (mm)	9.09±0.27	8.97±1.10	9.31±0.21	9.19±0.05	0.170	0.943	NS
Haugh unit	92.18±0.94	89.95±6.33	91.93±1.70	90.66±0.20	0.960	0.916	NS
Yolk color	13.61±0.28	13.72±0.06	13.44±0.00	13.39±0.06	0.040	0.073	NS

NS= Not significantly (P>0.05), L = Linear and Q = Quadratic, ^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly (P<0.05), ^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly (P<0.01)

นอกจากนี้การทดลองครั้งนี้ยังพบว่า การเพิ่มระดับของการเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันในอาหารที่ระดับ 10, 30, และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมส่งผลต่อการลดค่าดัชนีการเกิดภาวะไขมันสะสมในเส้นเลือด Atherogenic index (AI) ของไข่แดง (Linear, $P<0.01$) ซึ่งหมายถึงการเพิ่มความปลอดภัยของผู้บริโภคไข่ไก่ต่อความเสี่ยงของการเกิดภาวะไขมันสะสมในเส้นเลือด อีกทั้งการทดลองครั้งนี้ยังคำนวณหาค่าดัชนีΔ-9 Desaturase (16) และ ค่าดัชนี Δ-9 saturase (18) ซึ่งเป็นบ่งชี้ถึงการสร้างพันธะคู่ให้กับกรดไขมันอิ่มตัว

C16:0 และ C18:0 ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9 และ 10 นับจากปลายด้านหมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl end) ให้เป็นกรด Palmitoleic (C16:1) และกรดโอเลอิค (C18:1) พบว่าการเพิ่มระดับของการเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนในอาหารส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าดัชนี Δ-9 Desaturase (16) (P<0.01) และค่าดัชนี Δ-9 Desaturase (18) (P<0.01) ผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปพืชพื้นถิ่นที่สามารถนำมาใช้ในอาหารไก่ไข่เพื่อพัฒนารูปแบบการผลิตไข่ไก่สุขภาพที่มีของกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกายด้วยวิธีอย่างง่ายที่เกษตรกรสามารถผลิตเองได้และการเพิ่มมูลค่าของไข่ไก่และการเพิ่มขีดความสามารถของชุมชนในการพัฒนาการใช้ฐานทรัพยากรธรรมชาติทางเศรษฐกิจให้เกิดประโยชน์สูงสุด

Table 6: Effect of perilla mint extracted meal supplementation in diets on cholesterol and fatty acid composition of yolk

Fatty acid composition of yolk (g/100 g total fat)	Dietary of perilla mint extracted meal supplementation levels (g/kg)				SEM	*P*-value	Trend analysis
	0	10	30	50			
Cholesterol	1,352.21^{b}±41	1,453.42^{a}±45	1,492.09^{a}±36	1,428.17^{a}±35	11.52	0.040	Q
Myristic acid (C14:0)	0.07±0.005	0.07±0.005	0.08±0.005	0.08±0.005	<0.001	0.801	NS
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.01±0.001	0.02±0.001	0.01±0.001	0.02±0.001	<0.001	0.921	NS
Palmitic acid (C16:0)	6.57^{A}±0.20	6.29^{AB}±0.20	6.16^{B}±0.15	6.61^{A}±0.25	0.057	0.002	Q
Margaric acid (C17:0)	0.04±0.004	0.04±0.004	0.04±0.004	0.06±0.004	<0.001	0.987	NS
Stearic acid (C18:0)	2.04±0.51	1.92±0.24	1.77±0.26	2.29±0.21	0.001	0.281	NS
Arachidodic acid (C20:0)	0.01±0.001	0.01±0.001	0.01±0.001	0.02±0.001	0.001	0.981	NS
Heneicosanoic acid (C21:0)	0.01±0.001	0.01±0.001	0.01±0.001	0.01±0.001	0.001	0.823	NS
Total SFA[1]	*8.75^{ab}±0.32*	*8.36^{b}±0.15*	*8.08^{b}±0.10*	*9.09^{a}±0.12*	*0.001*	*0.045*	*L*
Myristoleic acid (C14:1)	0.01±0.001	0.01±0.001	0.02±0.001	0.01±0.001	0.001	1.123	NS
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.53^{B}±0.06	0.83^{A}±0.05	0.88^{A}±0.03	0.91^{B}±0.03	0.010	0.001	Q
Heptadecanoic acid (C17:1c)	0.03±0.002	0.04±0.002	0.04±0.002	0.04±0.002	0.002	0.973	NS
Vaccenic acid (C18:1n7c)	0.56^{b}±0.05	0.64^{a}±0.02	0.66^{a}±0.04	0.63^{a}±0.15	0.020	0.03	Q
Oleic acid (C18:1n9)	10.70^{B}±0.025	10.44^{B}±0.110	10.45^{B} 0.140	11.72^{A}±1.100	0.026	0.001	Q
Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.06±0.002	0.07±0.002	0.06±0.002	0.07±0.002	0.002	0.724	NS
Nervonicacid (C24:1w9)	0.02±0.002	0.03±0.002	0.02±0.002	0.03±0.002	0.002	0.629	NS
Total MUFA[2]	*11.92^{B}±0.160*	*11.96^{B}±0.250*	*11.98^{B}±0.260*	*13.41^{A}±0.200*	*0.635*	*0.001*	*Q*
Linoleic acid (C18:2n6)	3.26^{B}±0.070	3.86^{AB}±0.090	3.85^{AB}±0.080	4.75^{A}±0.160	0.030	0.001	L
Linolenic acid (C18:3n3)	0.06^{B}±0.012	0.12^{AB}±0.015	0.21^{A}±0.024	0.39^{A}±0.030	0.019	0.001	L
C20:3n6)	0.02±0.002	0.03±0.002	0.03±0.002	0.03±0.002	0.003	0.828	NS
DGLA (C20:2n6)	0.04±0.002	0.04±0.002	0.04±0.002	0.05±0.002	0.001	0.934	NS
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.34^{B}±0.04	0.40^{A}±0.03	0.44^{A}±0.02	0.46^{A}±0.03	0.001	0.005	Q
DHA (C22:6n3)	0.16^{C}±0.025	0.32^{B}±0.020	0.36^{B}±0.011	0.68^{A}±0.020	0.019	0.001	L
Total PUFA[3]	*3.98^{C}±0.056*	*4.77^{B}±0.033*	*4.83^{B}±0.020*	*6.36^{A}±0.041*	*0.008*	*0.001*	*L*
Total n3[4]	0.14^{C}±0.033	0.24^{B}±0.030	0.39^{B}±0.050	0.73^{A}±0.041	0.011	0.001	L
Total n6[5]	3.32^{B}±0.051	3.93^{AB}±0.040	3.92^{AB}±0.044	4.83^{A}±0.088	0.017	0.001	L
Total n9[6]	10.79^{B}±0.110	10.51^{B}±0.063	10.53^{B}±0.162	11.82^{A}±0.100	0.034	0.001	Q
n3/n6 ratio	0.04^{B}±0.005	0.06^{B}±0.005	0.10^{B}±0.005	0.15^{A}±0.010	<0.001	0.001	L
Atherogenic index	0.43^{A}±0.14	0.39^{B}±0.03	0.38^{B}±0.06	0.35^{B}±0.08	0.041	0.001	L
Δ-9 desaturase (16) index	7.46^{B} ±0.089	11.65^{A} ±0.07	12.50^{A} ±0.02	12.10^{A} ±0.006	0.589	0.214	Q
Δ-9 desaturase (18) index	83.98^{B}±0.044	84.46^{AB}±0.060	85.85^{A}±0.015	83.65^{B}±0.045	0.182	0.001	Q

NS= Not significantly (P>0.05), L = Linear and Q = Quadratic, ^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly (P<0.05), ^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly (P<0.01), [1] Total SFA = Total saturated fatty acid, [2] Total MUFA = Total monounsaturated fatty acid, [3]Total PUFA = Total polyunsaturated fatty acid, [4]Total n3= Omega-3 fatty acid, [5]Total n6= Omega-6 fatty acid, [6]Total n9= Omega-9 fatty acid

4.สรุปและเสนอแนะ

การเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 10 ถึง 50 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารไก่ไข่มีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตไข่ต่อวัน น้ำหนักไข่เฉลี่ย มวลไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักไข่แดง โดยไม่มีผลต่อค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ ทั้งยังส่งผลทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลรวม และ HDL สูงขึ้น หากแต่ LDL ในเลือดของไก่ไข่ทุกกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งยัง พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมัน มีการสะสมของปริมาณคอเลสเตอรอล MUFA, PUFA, และ LC- PUFA เช่น โอเลอิก ลิโนเลอิก ลิโนเลนิก และ DHA รวมถึงกรดไขมันโอเมก้า-3 กรดไขมันโอเมก้า-6 กรดไขมันโอเมก้า-9 ในไข่ไก่เพิ่มขึ้นด้วย รวมถึงความสามารถในการเพิ่ม ค่าดัชนี Δ-9 desaturase (16), Δ-9 desaturase (18) และ ลดค่าดัชนีการเกิดภาวะไขมันสะสมในเส้นเลือด (Atherogenic index) ของไข่ไก่ จากการทดลองนี้แนะนำให้เสริมกากงาขี้ม้อนสกัดน้ำมันที่ระดับ 10 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารไก่ไข่ระยะท้าย เพื่อพัฒนาสมรรถนะและศักยภาพการผลิตไข่ไก่เพื่อสุขภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนวิจัยและสร้างสรรค์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากรที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2560 และขอขอบคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากรที่อนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ รวมทั้งขอขอบคุณวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่เลี้ยงไก่ไข่ทดลอง

6. บรรณานุกรม

[1] Lemahieu, C. “and et al.” 2015. “Impact of different omega-3 polyunsaturated fatty acid (n-3 PUFA) sources (flaxseed, *Isochrysis galbana*, fish oil and DHA Gold) on n-3 LC-PUFA enrichment (efficiency) in the egg yolk”. **Journal of Functional Foods.** 19: 821-827.

[2] Cachaldora, P. “and et al.” 2008. “Double enrichment of chicken eggs with conjugated linoleic acid and n-3 fatty acids through dietary fat supplementation”. **Animal Feed Science and Technology.** 144: 315–326.

[3] Kurowska, E.M. “and et al.” 2003. “Bioavailability of omega-3 essential fatty acids from perilla seed oil Prostaglandins”**. Leukotrienes and Essential Fatty Acids.** 68: 207–212.

[4] Yu, H. “and et al.” 2016. “Phytochemical and phytopharmacological review of *Perilla frutescens* L. (Labiatae), a traditional edible-medicinal herb in China”. **Food and Chemical Toxicology.** 1-17.

[5] Heci, Y. 2001. ”Valuable ingredients from herb perilla: a mini review”. **Innovative in Food Science and Emerging Technologies.** 29–30: 32–33.

[6] 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.

[7] 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.

[8] Jordan, R.G. 2010. “Prenatal omega-3 fatty acid: Review and recommendation”. **Journal of Midwifery and Women's Health.** 55: 520-528.

[9] Yashohara, B.M. “and et al.” 2009. “Omega-3 fatty acid: A comprehensive review of their role in health and disease”. **Postgraduate Medical Journal.** 85: 84-90.

[10] NRC. 1994. **Nutrient Requirement of Poultry.** 9th ed. NRC, Washington D.C.

[11] AOAC, 2000. **Official methods of analysis of AOAC international.** 17th ed. Gaithersburg: MD.

[12] 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.

[13] Mountzouris, K.C. “and et al.” 2010. “Effect of probiotic inclusion level in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulin, and cecal microflora composition”. **Poultry Science.** 89: 588-593.

[14] Sharifi, S.D. “and et al.” 2012. “Effects of flavomycin and probiotic supplementation to diets containing different sources of growth performance, intestinal morphology, apparent metabolizable energy, and fat digestibility in broiler chickens”. **Poultry Science.** 91: 918-927.

[15] Ragab, H.I. “and et al.” 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.

[16] Nopparatmaitree M. “and et al.” 2014. “Evaluation of asparagus trimmed waste in laying hens diet on nutrient digestibility and productive performance”. **Silpakorn University of Science and Technology Journal.** 8(1): 72-84.

[17] 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.

[18] Lepage, G. and C. C. Roy. 1986. “Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction”. **The Journal of Lipid Research.** 27**:** 114–120.

[19] He, L. W., Q.X. Meng, D.Y. Li, Y.W. Zhang, and L.P. Ren. (2015) “Meat quality, oxidative stability and blood parameters from Graylag geese offered alternative fiber sources in growing period.” **Poultry. Science** 94,:750–757.

[20] Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1992. **Principles and Procedures of Statistics.** 2nd Edn. Singapore: McGrew-Hill Book Co., Inc.

[21] R Core Team. 2016. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

[22] Tan, Y. “and et al.” 1998. “Analysis of fatty acids in *Perilla frutescens* seed oil”. **Journal of Chinese Pharmaceutical Science.** 33: 400–402

[23] Liu, R.L. “and et al.” 2012. “Microwave-assisted one-step extraction derivatization for rapid analysis of fatty acids profile in herbal medicine by gas chromatography-mass spectrometry”. **Analytic.** 137: 5135–5143.

[24] Asif, M. 2011. “Health effects of omega-3, 6, 9 fatty acids: *Perilla frutescens* is a good example of plant oils”. **Oriental Pharmacy and Experimental Medicine.** 11: 51–59

[25] Schantz, M.M. “and et al.” 2013. “Development of botanical and fish oil standard reference materials for fatty acids”. **Analytical and Bioanalytical Chemistry.** 405: 4531–4538.

[26] Siboonlue, P. “and et al.” 2000. **Biochemistry.** Khon Kean: Khon Kean Universtity printing house. (in Thai)

[27] Connor, W.E. 2001. **“**n-3 Fatty acid from fish and fish oil: panacea or nostrum?”. **The American Journal of Clinical Nutrition.** 74(4): 415-416.

[28] Clarke, S.D. and D.B. Jump. 1993. “Regulation of gene transcription by polyunsaturated fatty acids”. **Progress in Lipid Research.** 32: 139–149.

[29] Watanabe, M.I. “and et al.” 2000. “Comparative effects of safflower oil and perilla oil on serum and hepatic lipid levels, fatty acid compositions of serum and hepatic phospholipids, and hepatic mRNA expressions of 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase, LDL receptor, and cholesterol 7alpha-hydroxylase in young and adult rats”. **Food Research International.** 33(10): 893–900.

[30] Ventura, M.A., L.A. Woollett and D.K. Spady. 1989. “Dietary fish oil stimulates hepatic low density lipoprotein transport in the rat”. **Journal of Clinical Investigation.** 84: 528.

[31] El-Sohemy and M.C. Archer. 1997. “Regulation of mevalonate synthesis in rat mammary glands by dietary n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids”. **Cancer Research.** 57: 3685–3687.

[32] Choi, Y.S. and M. Sugano. 1988. “Effects of dietary alpha- and gamma-linolenic acid on lipid metabolism in young and adult rats”. **Annals of Nutrition and Metabolism.** 32: 169–176.

[33] Chang, H.H., C.S. Chen and J.Y. Lin. 2009. "Dietary perilla oil lowers serum lipids and ovalbumin-specific IgG1, but increases total IgE levels in ovalbumin-challenged mice". **Food and Chemical Toxicology.** 47(4): 848–854.

[34] Ihara, M. "and et al." 1998. "Comparative effects of short- and long-term feeding of safflower oil and perilla oil on lipid metabolism in rats". **Comparative Biochemistry and Physiology.** 121(2): 223–231.

[35] Masrat. P. ND. **Metabolism of lipoprotein.** Bangkok: Department of Biochemistry Faculty of Medicine Siriraj Hospital Mahidol University. (in Thai)

[36] Kopcewicz J. 1972. "Estrogens in the short-day plants *Perilla ocimoides* and *Chenopodium rubrum* grown under inductive and noninductive light conditions". **Zeitschrift für Pflanzenphysiologie.** 67(4): 373-376.

[37] Caston, L.J., E.S. Squires and S. Leeson. 1994. "Hen performance, egg quality, and sensory evaluation of eggs from SCWL hens fed dietary flax". **Canadian Journal of Animal Science.** 74: 347–353.

[38] Aydin, R. and M.E. Cook. 2004. "The effect of dietary conjugated linoleic acid on egg fatty acids and hatchability in Japanese quail". **Poultry Science.** 83: 2016–2022.

[39] Chen, W. "and et al." 2014. "Effects of dietary flaxseed meal on production performance, egg quality, and hatchability of Huoyan geese and fatty acids profile in egg yolk and thigh meat from their offspring". **Livestock Science.** 164: 102–108

[40] Taheri Gandomani, V. "and et al." 2014. "Effects of different levels of clove bud (*Syzygium aromaticum*) on performance, intestinal microbial colonization, jejunal morphology, and immunocompetence of laying hens fed different n-6 to n-3 ratios". **Livestock. Science.** 167: 236–248.

[41] Rahman Alizadeh, M. "and et al." 2015. "Effects of different levels of clove bud (*Syzygium aromaticum*) on yolk biochemical parameters and fatty acids profile, yolk oxidative stability, and ovarian follicle numbers of laying hens receiving different n-6 to n-3 ratios". **Animal Feed Science and Technology.** 206: 67-75.

[42] Ebeid, T. "and et al." 2006. **N-3 enriched egg production affects growth of ovarian follicles and immune response in laying hens.** In Proceedings of the XII European Poultry Conference. 10–14 September Verona, Italy.

[43] Cherian, G. and J.S. Sim. 1992. "Omega-3 fatty acid and cholesterol content of newly hatched chicks from linolenic acid enriched eggs". **Lipids.** 27: 706–710.

[44] Noble, R.C. and M. Cocchi. 1990. "Lipid metabolism and neonatal chicken". **Progress in Lipid Research.** 29: 107–140.

[45] Ha, T.J. "and et al." 2012. "Isolation-identification of phenolic compounds from the seeds of *Perilla frutescens* (L.) and their inhibitory activities against alpha-glucosidase and aldose reductase". **Food Chemistry.** 135:1397–1403.

[46] Zhu, F.X. "and et al." 2014. "Rosmarinic acid extract for antioxidant, antiallergic, and alpha-glucosidase inhibitory activities, isolated by supramolecular technique and solvent extraction from perilla leaves". **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 62: 885–892.

[47] Zekonis, G. "and et al." 2008. "Effect of *Perilla frutescens* aqueous extract on free radical production by human neutrophil leukocytes". **Medicina (Kaunas).** 44: 699–705.

[48] Leyton, J., P.J. Drury and M.A. Crawford. 1987. "Differential oxidation of saturated and unsaturated fatty acids *in vivo* in the rat". **British Journal of Nutrition.** 57: 383–393.

[49] Maniongui, C. “and et al.” “Age-related changes in D6 and D 5 desaturase activities in rat liver microsomes”. **Lipids.** 28: 291–297. [50] Nair, S.S.D. “and et al.” 1997. “Prevention of cardiac arrhythmia by dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and their mechanism of action”. **Journal of Nutrition.** 127: 383–393.

[51] Spady, D.K. 1993. “Regulatory effects of individual n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids on LDL transport in the rat”. **Journal of Lipid Research.** 34: 1337–1346.

[52] Jiang, Z.R., D.U. Ahn and J.S. Sim. 1991. “Effects of feeding flax and two types of sunflower seeds on fatty acid compositions of yolk lipid classes”. **Poultry Science.** 70: 2467–247.