เอกสารวิชาการ

เรื่องที่ 1

ผลการเสริมกากงาม้อนในอาหารไก่เล็กฮอร์นต่อคุณค่าทางโภชนะและสมรรถภาพการผลิตไข่

Effect of Perilla Meal Supplementation in Leghorn Rations on Nutritive value and Egg Production Performance.

โดย

<u>ปฏิพัทธ์ อุดมสมุทรหิรัญ</u>

มนทกานติ์ กันแก้ว

อิศรา มหาวงศ์

เลขทะเบียนวิชาการที่ 62(2)-0221-002

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย

ระยะเวลาดำเนินการ มีนาคม 2558 - มีนาคม 2560

การเผยแพร่ เว็บไซต์กองงานพระราชดำริและกิจกรรมพิเศษ

http://royal.dld.go.th

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มูลนิธิชัยพัฒนา และ ดร.ธเนศ มณีกุล ที่จุดประกายแนวคิดการใช้กากงาม้อนให้เกิดประโยชน์ และสนับสนุนทุนวิจัย ขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพไข่ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ กองงานพระราชดำริและกิจกรรมพิเศษ กรมปศุสัตว์และเจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือต่างๆ ทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้วิจัย

มีนาคม 2560

ผลการเสริมกากงาม้อนในอาหารไก่เล็กฮอร์นต่อคุณค่าทางโภชนะและสมรรถภาพการผลิตไข่

ปฏิพัทธ์ อุดมสมุทรหิรัญ[1/] , มนทกานติ์ กันแก้ว[2/] และ อิศรา มหาวงศ์[1/]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมกากงาม้อนในอาหารไก่ไข่เล็กฮอร์นต่อคุณค่าทางโภชนะและสมรรถภาพการผลิตไข่ไก่ในระบบการเลี้ยงแบบปล่อยอิสระ โดยใช้ไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวหงอนจักรอายุ 16 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(CRD) มี 3 Treatment ๆ ละ 4 ซ้ำๆละ 15 ตัว สุ่มไก่เข้ากลุ่มการทดลองที่มีการเสริมกากงาม้อนในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 5 และ 10 % เก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิต ศึกษาคุณภาพภายนอกและภายในฟองไข่ และตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ผลการศึกษาพบว่าการเสริมกากงาม้อนระดับต่างๆในอาหารไก่ไข่ ส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ(P>0.05) แต่อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มที่เสริมกากงาม้อนที่ระดับ 5 % มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนค่าอาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมและเสริมกากงาม้อนที่ระดับ10% นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมกากงาม้อนส่งผลให้คุณภาพภายนอกและภายในฟองไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เว้นแต่การเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 10 % ส่งผลให้น้ำหนักไข่แดงสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ด้านคุณค่าทางโภชนาการของไข่พบว่า การเสริมกากงาม้อนที่ระดับต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (P<0.05) และกรดไขมันโอเมก้า 3 (P<0.01) โดยมีค่าเท่ากับ 36.46, 100.78 และ 187.40 mg/100g ในกลุ่มที่เสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0, 5 และ10 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมกากงาม้อนส่งผลให้ระดับโปรตีนในไข่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ผลการศึกษานี้จึงชี้ให้เห็นว่าสามารถใช้กากงาม้อนที่ระดับ 5 % ในสูตรอาหารไก่ไข่เพื่อผลิตไข่ไก่ที่มีกรดไขมันโอเมก้า-3 สูง โดยไม่ส่งผลกระทบด้านลบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

คำสำคัญ: ไก่ไข่, กากงาม้อน, กรดไขมันโอเมก้า-3, สมรรถภาพการผลิต, คุณภาพไข่

เลขทะเบียนวิชาการ: 62(2)-0221-002

[1/] ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อ.ด่านซ้าย จ.เลย 42120.

[2/] กองงานพระราชดำริและกิจกรรมพิเศษ กรมปศุสัตว์ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400.

Effect of Perilla Meal(*Perilla frutescens*) Supplementation in Leghorn Rations on Nutritive value and Egg Production Performance.

Patiphat Udomsamuthirun[1/], Montakan Kunkaew[2/], Isara Mahawong[1/]

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of perilla meal (*Perilla frutescens*) supplementation in Leghorn rations on nutritive value and egg production performance in free range system. The experimental design was completely randomized desing (CRD) with 3 treatments 4 replications of 15 birds each. One hunred 16-wk-old Single comb white leghorn laying hen were randomly assigned to dietary treatment contained different level of perilla meal as 0, 5 and 10%. Production performance, external and internal egg quality traits and nutritional composition of eggs were examined. The results showed that experimental diet with different level of perilla meal had no effect on production performance (P>0.05). However, feed conversion ratio and egg production cost of experiment diet with 5% perilla meal tended to lower than 0 and 10% supplementation. Moreover, supplementing perilla meal did not affect on external and internal egg quality (P>0.05), except, yolk weight of experiment diet with 10% perilla meal was significant highest(P<0.05). In addition , supplementation of perilla meal in diet had significantly increased of polyunsaturated fatty acid (P<0.05) and Omega-3 fatty acid (P<0.01) by 36.46, 100.78 and 187.40 mg/100g in perilla meal at the dietary level of 0, 5 and 10%, respectively. Furthermore, results showed that supplemention perilla meal significantly increased(P<0.05) level of protein. This study indicated that perilla meal can be used as suitable alternative feedstuff in laying hen diet and showed that the use of diet supplemented with 5% perilla meal is effective on enhacing Omega-3 rich egg without negative effects on productive performance and egg quality.

Key words: Laying hen, Perilla meal, Omega-3 fatty acid, production performance, egg quality

---

Scientific No.: 62(2)-0221-002

[1/] Dansai Royal Livestock Development Center, Dansai District, Loei, 42120.

[2/] Division of Royal Initiative affairs and Special Activities, Department of Livestock Development, Raj Thevee, Bangkok, 10400.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		จ
สารบัญภาพ		ฉ
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2	**การตรวจเอกสาร**	2
	2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงาม้อน	2
	2.2 กรดไขมันโอเมก้า	3
	2.3 ไข่เพื่อสุขภาพ	7
	2.4 ผลของการเสริมวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่อุดมด้วยกรดไขมันโอเมก้าต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณค่าทางโภชนะของผลิตภัณฑ์สัตว์	10
บทที่ 3	**อุปกรณ์และวิธีการ**	14
	3.1 การวางแผนการทดลอง	14
	3.2 การเก็บข้อมูล	15
	3.3 การวัดคุณภาพไข่	15
	3.4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไข่	16
	3.5 สถานที่ ระยะเวลา และงบประมาณที่ใช้ในการศึกษา	16
	3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	16
บทที่ 4	**ผลการศึกษาและวิจารณ์**	17
	4.1 เปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่เล็กฮอร์นที่ได้รับกากงาม้อนในระดับต่างๆ	17
	4.2 ผลของการเสริมกากงาม้อนในระดับต่างๆต่อคุณภาพภายนอกและภายในของไข่	19
	4.3 ผลของการเสริมกากงาม้อนในระดับต่างๆต่อคุณค่าทางโภชนะของไข่ไก่	21
บทที่ 5	**สรุป**	24
	ข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง		25
ภาคผนวก		28

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	Name and chemical descriptions of some common fatty acids.	6
3.1	Feed ingredients of experimental diet and chemical composition.	14
4.1	Effect of Perilla Meal(*Perilla frutescens*) Supplementation in Leghorn Rations on Egg Production Performance.	18
4.2	Effect of Perilla Meal(*Perilla frutescens*) Supplementation in Leghorn Rations on external egg quality.	20
4.3	Effect of Perilla Meal(*Perilla frutescens*) Supplementation in Leghorn Rations on internal egg quality.	20
4.4	The nutritional value of Leghorn egg under different level of perilla meal in ration.	22

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	Plant, seed, oil of *Perilla frutescens* and Perilla meal.	2
2.2	Molecular structure of Saturated and Unsaturated fatty acid.	4
4.1	Egg production of Leghorn layers fed different level of Perilla meal	18
4.2	Daily feed intake of Leghorn layers fed different level of Perilla meal	18
Appendix figure 1-12	Research pictures.	33

บทที่ 1

บทนำ

งาม้อน (*Perilla frutescens* (Linn.) Britt. เป็นพืชที่ปลูกกันมากในภาคเหนือโดยใช้เป็นส่วนประกอบในขนมต่างๆ เช่น ข้าวคลุกงา ขนมเทียน และข้าวหลาม เป็นต้น ในเมล็ดงาม้อนนั้นอุดมไปด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และฟอสฟอรัส นอกจากนี้น้ำมันงาม้อนยังอุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายชนิด ได้แก่ กรดไลโนเลนิก (โอเมก้า 3) 55-60% กรดไลโนเลอิก (โอเมก้า 6) 18-22% และกรดโอเลอิก (โอเมก้า 9) 0.08-0.17% โดยกรดไขมันโอเมก้า 3 นั้นมีคุณสมบัติช่วยพัฒนาระบบประสาทและบำรุงสมองให้ความจำดีขึ้น ช่วยลดการจับตัวของเกล็ดเลือดที่ทำให้เกิดลิ่มเลือดเป็นไปได้ช้าลง ลดปริมาณไขมันในเลือด บรรเทาอาการปวดบวมของโรคข้ออักเสบ เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์เม็ดเลือดขาวจึงมีผลกระตุ้นการแบ่งเซลล์ในทางอ้อม

จากคุณค่าที่กล่าวมานี้จึงทำให้งาม้อนเป็นพืชน้ำมันที่มีคุณค่าต่อสุขภาพและมีการผลิตน้ำมันจากเมล็ดงาม้อนออกจำหน่ายเพื่อเป็นอาหารเสริมสุขภาพโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน (มูลนิธิชัยพัฒนา) อ.แม่สาย จ.เชียงราย และมีผลพลอยได้เป็นกากงาม้อนด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดในการนำกากงาม้อนดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ คณะผู้ศึกษาวิจัยจึงได้ส่งตัวอย่างกากงาม้อนวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะในห้องปฏิบัติการเพื่อบ่งชี้ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในเบื้องต้น พบว่ากากงาม้อนมีโปรตีนสูงถึง 32.79 % และมีกรดไขมันจำเป็นในกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า6 สูง ถึง 5,868.61 และ 2,095.29 mg/100g ตามลำดับ ดังนั้นจึงตั้งสมมติฐานว่าสามารถใช้กากงาม้อนเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนและแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า3 และโอเมก้า6 สำหรับการผลิตไข่ที่อุดมไปด้วยกรดไขมันโอเมก้าได้ การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกใช้ไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวหงอนจักรที่มีการรักษาสายพันธุ์ไว้ภายในศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อ.ด่านซ้าย จ.เลย นำมาเลี้ยงในระบบปล่อยอิสระ (Free range) ซึ่งเป็นระบบการเลี้ยงที่ปล่อยให้ไก่ได้ออกมาภายนอกคอกได้อย่างอิสระ โดยมีพื้นที่ปลูกหญ้า ให้ไก่ได้แสดงพฤติกรรมตามธรรมชาติทำให้ไก่มีความสุขอารมณ์ดี โดยไก่จะได้รับกากงาม้อนเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ที่ระดับต่างๆ โดยมีความมุ่งหวังให้ได้ไข่ไก่มีความสุข มีคุณค่าทางโภชนาการสูงจากกรดไขมันโอเมก้า 3 และ 6 แร่ธาตุ วิตามิน และสารอาหารอื่นๆที่เป็นผลจากการเลี้ยงไก่ในระบบปล่อยอิสระซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าของไข่ไก่ได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการเสริมกากงาม้อนในอาหารไก่ไข่เล็กฮอร์นต่อคุณค่าทางโภชนะและสมรรถภาพการผลิตไข่ไก่ในระบบการเลี้ยงแบบปล่อยอิสระ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงาม้อน

งาขี้ม้อนเป็นพืชในตระกูลโหระพา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Perilla frutescens* (Linn.) Britt. LAMIACEAE มีชื่อแตกต่างตามแต่ละท้องถิ่น เช่น งาขี้ม้อน งาพื้นเมือง งาหอม งาดอย งาม่อน(ไทย) งาเจียง (ลาว) Perilla (อิตาลี โปรตุเกส สเปน รัสเซีย) งาป่า (อังกฤษ เยอรมนี ฝรั่งเศส) ไบซูเกง (จีน) เตียโต๋ (เวียดนาม) ชิโซะ (ญี่ปุ่น) steak plant (สหรัฐอเมริกา) (ธัญญา ธีรศาสตร์, 2549) งาม้อนมีลักษณะเป็นไม้พุ่ม สูง 1-2 เมตร ลำต้นตั้งตรง เป็นสันสี่เหลี่ยม มีร่องตามยาว ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่ถึงรูปไข่กว้าง 3-5 ซม. ยาว 6-10 ซม. แผ่นใบมีขนนุ่ม สีขาวทั้งสองด้าน ขอบใบหยัก ฟันเลื่อย ดอกช่อ ออกที่ปลายกิ่ง ดอกย่อยจำนวนมาก กลีบดอกสีขาว เชื่อมติดกันเป็นหลอดปลายแยกเป็นสองปาก ผลแห้ง ไม่แตก เมล็ดกลม ขนาดเล็ก สีดำหรือน้ำตาลเข้ม (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539)

ต้นงาม้อน[1]

เมล็ดงาม้อน[1]

น้ำมันเมล็ดงาม้อน[2]

กากงาม้อน

Figure 2.1 Plant, seed, oil of *Perilla frutescens* and Perilla meal.

ที่มา : [1]https://medthai.com

[2]http://www.patpat9.com

ในเมล็ดงาม้อน 100 กรัม ประกอบด้วยโปรตีน 15.7 กรัม ไขมัน 26.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 37 กรัม แคลเซียม 350 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัส 33 มิลลิกรัม รวมทั้งวิตามินหลายชนิด นอกจากนี้มีสาร flavone และ glycoside หลายชนิด เช่น apigenin acid, luteolin และสารอินทรีย์หลายชนิด (ศิริวรรณ สุทธจิตต์, 2550) เมล็ดงาม้อนสามารถนำมาสกัดน้ำมันได้ร้อยละ 31 ถึง 51 ได้มีการศึกษาปริมาณกรดไขมันจากงาม้อนที่ปลูกทางภาคเหนือของประเทศไทย (Siriamornpun, 2006) โดยพบว่า มีกรดไลโนเลนิกอยู่ประมาณ 54-59 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไลโนเลอิกอีกประมาณ 18-22 เปอร์เซนต์ และมีกรดโอเลอิกประมาณ 11-12 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เพิ่มศักดิ์และคณะ (2546) กล่าวว่าน้ำมันงาม้อนเป็นน้ำมันที่มีคุณค่าหนึ่งในสามของน้ำมันสุดยอดคุณภาพต่อสุขภาพ ได้แก่ น้ำมันลินิน น้ามันปลาและน้ำมันงาม้อน เนื่องจากเป็นน้ำมันที่มีความสมดุลของโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 ดีกว่าน้ำมันอื่น นอกจากนั้นธัญญา ธีรศาสตร์ (2549) ยังระบุว่า หากเปรียบเทียบแล้วปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในน้ำมันจากเมล็ดงาม้อนนั้นสูงกว่าน้ำมันปลาร่วม 2 เท่าตัว อีกทั้งยังพบสารสำคัญในกลุ่มโพลีฟีนอลที่สำคัญหลายชนิดโดยเฉพาะกรดโรสมารินิก (rosmarinic acid) และสารลูทีโอลิน (luteolin) ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งได้ เมล็ดงาม้อนใช้กินสดหรือปรุงสุก ชาวพื้นเมืองในภาคเหนือนิยมนาเมล็ดมาโขลกกับเกลือ คลุกข้าวเหนียวร้อน ๆ ในฤดูหนาว เรียกว่า “ข้าวคลุกงา” หรือ “ข้าวหนุกงา” ในภาษาเหนือ หรือนำเมล็ดใส่ในขนมเทียนหรือข้าวหลาม ใบสดนำมาโรยหน้าข้าวหลามก่อนเผา ทำให้หอมน่ากินยิ่งขึ้น ญี่ปุ่นใช้ใบและเมล็ดเป็นอาหาร โดยเป็นองค์ประกอบใน Shiso ส่วนใบแห้งใช้เป็นชาสมุนไพร น้ำมันจากใบมีกลิ่นหอม ใช้แต่งกลิ่นอาหาร การแพทย์ตะวันออกใช้เป็นยาลดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อเรียบ (antispasmodic) แพทย์ไทยถือว่า งาม้อน ช่วยบำรุงกำลัง ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายและแก้ท้องผูกได้บ้าง (ศิริวรรณ สุทธจิตต์, 2550)

2.2 กรดไขมันโอเมก้า

ลิพิด (lipid) เป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ มีบทบาทสำคัญในการใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองของร่างกาย และเป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด (NRC, 2007; McDonald *et al*., 2011) โดยลิพิดที่เป็นพลังงานสำรองของร่างกายมนุษย์และสัตว์ ได้แก่ไตรเอซิลกลีเซอรอล (triacylglycerol) ซึ่งประกอบไปด้วย กรดไขมัน (fatty acid)และ กลีเซอรอล (glycerol) ส่วนลิพิดที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ เนื้อเยื่อสมองและประสาท ได้แก่ ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) สฟิงโกลิพิด (sphingolipid) และ คอเลสเตอรอล(cholesterol) เป็นต้น (นัยนา, 2553)

กรดไขมัน (fatty acids) กรดไขมันคือกรดแอลิแฟติกคาร์บอกซิลิก (aliphatic carboxylic acid) ที่มีสายของไฮโดรคาร์บอนยาวขนาดต่างๆกัน มีสูตรโครงสร้างโดยทั่วไปเป็น R-COOH โดย R คือสายไฮโดรคาร์บอน กรดไขมันที่พบในไขมันและน้ำมัน ตามธรรมชาติจะอยู่ในรูปของเอสเทอร์(ester) เป็นลิพิดชนิดต่างๆ ส่วนกรดไขมันที่พบในพลาสมาจะอยู่ในรูปเสรี โดยจับอยู่กับแอลบูมิน กรดไขมันมักมีโครงสร้างเป็นสายตรง ไม่แตกแขนงและมีคาร์บอนเป็นจำนวนคู่ สายไฮโดรคาร์บอนของกรดไขมันอาจจะมีพันธะคู่ หรือไม่มีก็ได้ ดังนั้นจึงแบ่งกรดไขมันออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid), กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid)

กรดไขมันสามารถจำแนกตามโครงสร้างได้ 2 ชนิด ดังนี้ (แสดงดังภาพที่ 2.2)

1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีโครงสร้างอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจนเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวตลอดสาย กรดไขมันอิ่มตัวที่มีมากที่สุดธรรมชาติ คือ กรดพาลมิติก (palmitic acid: C16) รองลงมา คือ กรดสเตียริค (stearic acid:C18) ซึ่ง กรดไขมันเหล่านี้จะได้รับจากอาหารหรือสังเคราะห์ขึ้นได้เอง

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่อยู่บนโครงสร้างคาร์บอนตรงตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีโครงสร้าง 2 แบบ คือแบบ *cis* และ *trans* ส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีพันธะคู่อยู่ในรูปแบบ *cis* ในธรรมชาติจะพบกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมากที่สุดและมักพบว่าพันธะคู่จะอยู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนที่ 9 หรือ 10 (Mapato *et al.*, 2010) โดยกรดไขมันไมอิ่มตัวจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะของโครงสร้างและจำนวนพันธะคู่ ดังนี้

2.1 กรดไขมันที่มี 1 พันธะคู่ (monounsaturated fatty acids) เป็นกลุ่ม ที่พันธะคู่เพียง 1 พันธะ กรดไขมันที่มีมากที่สุดในร่างกาย คือ กรดพาล์มิโทเลอิค (palmitoleic, C16:1) และกรดโอเลอิค (oleic acid, C18:2)

2.2 กรดไขมันที่มีมากกว่า 1 พันธะคู่ (polyunsaturated fatty acids) เป็นกลุ่มที่มีพันธะคู่มากกว่า 2 พันธะขึ้นไป ปกติพันธะคู่ของกรดไขมันจะไม่อยู่ชิดกัน มีหมู่ methylene (-CH2-) คั่นกลาง ตัวอย่างเช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic, C18:2) กรดลิโนเลนิก (linolenic, C18:3)และกรดอะแรชิโดนิก (arachidonic, C20:4) เป็นต้น (Park *et al.*, 2013)

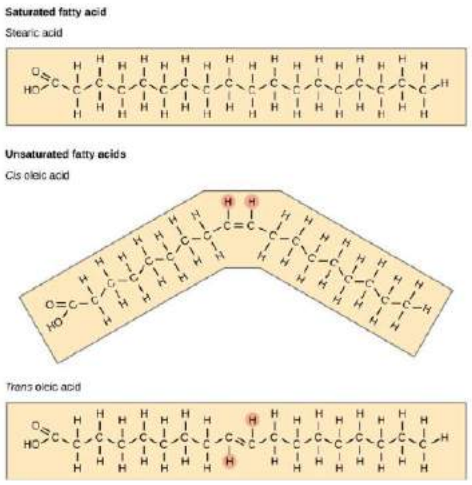


Figure 2.2 Molecular structure of Saturated and Unsaturated fatty acid.

การจำแนกกรดไขมันตามความจำเป็นของร่างกายได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กรดไขมันไม่จำเป็น (Non- essential fatty acid) เป็นกรดไขมันที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เอง กรดไขมันไม่จำเป็นที่พบมากที่สุดในร่างกาย ได้แก่ กรดพาล์มิติก (C16)และกรดสเตียริก (C18) ตามลำดับ

2. กรดไขมันจำเป็น (Essential fatty acid ; EFA) เป็นกรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เองจำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น (Morel *et al.*, 2013) กรดไขมันจำเป็นที่มีความสำคัญต่อร่างกายได้แก่ กรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก และ กรดอะราชิโดนิก สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1 กรดไขมันโอเมก้า 3 (Omega-3 fatty acid) กรดไขมันโอเมก้า -3 คือ กลุ่มของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่แรก อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 นับจากปลาย Methyl ซึ่งจัดเป็นกรดไขมันจำเป็น ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ ประกอบด้วย

2.1.1 กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) มีสูตรโมเลกุลคือ 18:3 n-3 เป็นกรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถผลิตได้เองต้องได้รับจากสารอาหารเท่านั้น พบมากในน้ำมันพืช เช่น น้ำมันเมล็ดแฟลก น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันคาโนลาและสาหร่าย สไปรูลินา (spirulina)

2.1.2 Eicosapentaenoic acid (EPA) มีสูตรโมเลกุล 22:5 n-3 โดยมีจำนวนคาร์บอน 22 อะตอมมีพันธะคู่ 5 คู่ พบมากในปลา น้ำมันตับปลาและสาหร่าย

2.1.3 Docosahesaenoic acid (DHA) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีโมเลกุลยาวที่สุด มีสูตรโมเลกุล 22:6 n-3 โดยมีจำนวนคาร์บอน 22 อะตอม มีพันธะคู่ 6 คู่เป็นส่วนสำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์สมองและจอตาเป็นกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตตามปกติของเซลล์ประสาทของทารกในครรภ์ พบมากในปลาทะเลน้ำลึก เช่น แซลมอน, ทูน่า เป็นต้น หรือในปลาน้ำจืด เช่น ปลาสวาย , ปลาช่อน เป็นต้น

2.2 กรดไขมันโอเมก้า 6 (Omega-6 fatty acid) กรดไขมันโอเมก้า -6 คือ กลุ่มของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่แรก อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 นับจากปลาย Methyl ซึ่งจัดเป็นกรดไขมันจำเป็น ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ ประกอบด้วย

2.2.1 กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) หรือ ω-6 fatty acid หรือวิตามินเอฟ มีสูตรโมเลกุล 18:2 n-6 เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวและเป็นวิตามินประเภทที่ละลายในไขมันมี ประโยชน์ช่วยให้ร่างกายเผาผลาญไขมันอิ่มตัวได้ดีขึ้นช่วยให้เซลล์ได้รับสารอาหารได้มากขึ้น โดยเป็นตัวป้อนสารอาหารให้แก่เซลล์ รักษาสมดุลของระบบการแข็งตัวของเลือด เสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่ผนังหลอดเลือดและเยื่อหุ้มเซลล์ (Morel *et al.*, 2013) รวมตัวกับคอเลสเทอรอลเพื่อขนส่งไปในกระแสเลือด มีผลทำให้ระดับคอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์กรดลิโนเลอิกได้ต้องได้จากสารอาหารเท่านั้น กรดลิโนเลอิกมีมากในน้ำมันพืช เช่น น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดทานตะวัน (ยกเว้น น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว) ในสัตว์น้ำ เช่น ปลา หอย จะพบกรดลิโนเลอิกได้เช่นกัน โดยเฉพาะในน้ำมันตับปลาคอด จะมีกรดลิโนเลอิก มากที่สุด (NRC, 2000)

2.2.2 กรดอะราชิโดนิก (arachidonic acid) เป็นกรดไขมันที่สร้างจากกรดลิโนเลอิก มีความสำคัญในการพัฒนาของระบบประสาทและการทำงานของระบบประสาทตา นอกจากนี้ยังช่วยลดระดับคอเลสเทอรอลและป้องกันโรคหัวใจหลอดเลือดได้ด้วย กรดอะราชิโดนิก มีมากในน้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันถั่วเหลือง ถ้าร่างกายขาดจะทำให้ผิวหนังอักเสบ ติดเชื้อง่าย แผลหายช้า

คุณประโยชน์ของกรดไขมันโอเมก้า-3

1. ช่วยลดการจับตัวของเกล็ดเลือดที่ทำให้เกิดลิ่มเลือดเป็นไปได้ช้าลง จะช่วยลดปริมาณไขมันในเลือดด้วย (ณาตยา และคณะ, 2540) ป้องกันการเกิดโรคเกี่ยวกับหัวใจและโรคความดันโลหิตสูงซึ่งกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 จะไปกระตุ้นการสร้าง LDL receptor ที่ Extra hepatic tissue มากขึ้น และเนื้อเยื่อส่วนนี้จะเปลี่ยน (Low density lipoprotein, LDL) ให้เป็น (High density lipoprotein, HDL) โดยเอนไซม์ Lipoprotein

lipase แล้วขับออกสู่กระแสเลือด อีกทั้งนำโคเลสเตอรอลเอสเทอร์ (Cholesterol ester) เข้าไปเผาผลาญและเปลี่ยนเป็นกรดน้ำดี โดยพบว่า ในกลุ่มชาวเอสกิโมที่บริโภคปลาทะเลที่มีปริมาณของกรดไขมันชนิดโอเมก้า -3 สูงเป็นอาหารหลักจะมีอัตราการตายของโรคหัวใจต่ำมาก (Sanders, 1994) เนื่องจากช่วยลดไขมันทั้งไตรกลีเซอร์ไรด์และโคเลสเตอรอลลง

2. ช่วยพัฒนาระบบประสาทและบำรุงสมองให้ความจำดีขึ้น เสริมสร้างการเจริญเติบโตของปลา ยประสาทที่เดนไดรท์ (Dendrite) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายทอดสัญญาณและผ่านข้อมูลระหว่างเซลล์สมอง ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บความจำและการเรียนรู้ (Voet & Voet, 1999) เนื่องจาก DHA เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์สมองและเซลล์ประสาท และ DHA ยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาของเรตินาด้วย

3. บรรเทาอาการปวดบวมของโรคข้ออักเสบและใช้โอเมก้า -3 เป็นอาหารเสริมร่วมกับยารักษาโรคไขข้ออักเสบเนื่องจากสาร DHA และ EPA ลดการสร้างสารที่ก่อให้เกิดการอักเสบที่ชื่อว่า ลิวโคไตรอีน (Leukotrienes) ซึ่งช่วยลดการอักเสบ

4. เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์เม็ดเลือดขาว จึงมีผลกระตุ้นการแบ่งเซลล์ในทางอ้อม เมื่อเซลล์เม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้น ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันทำงานได้ดีขึ้น (พันทิพา, 2542)

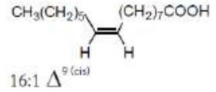
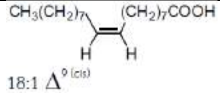
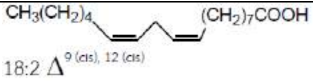
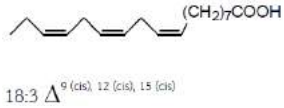
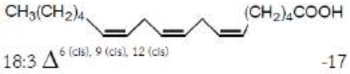
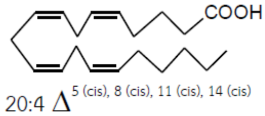
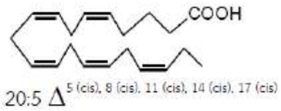
5. การบริโภคน้ำมันปลายังมีผลทำให้ EPA และ DHA เพิ่มสูงขึ้นไปด้วยควบคู่ไปกับการลดลงของ Arachidonic acid เกิดการแข่งขันกันในการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ Cyclooxygenase มีผลในการยับยั้งการสร้าง Tromboxanase A2 (TXA2) ที่มีผลทำให้เกล็ดเลือดจับตัวกัน และสร้างสารพรอสต้าแกลนดิ น (prostaglandin : PG) โดยเฉพาะ PGI3 ซึ่งเป็นสารที่คล้ายฮอร์โมนที่มีสำคัญ ทำหน้าที่ต้านการจับตัวกันของเกล็ดเลือดและทำให้หลอดเลือดขยายตัว นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เกล็ดเลือดสร้าง Tromboxanase A3 ที่ไม่มีผลต่อการจับตัวของเกล็ดเลือด (Voet & Voet, 1999)

คุณประโยชน์ ของกรดไขมันโอเมก้า -6

-รักษาโครงสร้างของเซลล์ผิวหนังและเยื่อบุต่างๆ ไม่ให้สารผ่านเข้าออกมากจนเกินไป
-ทำให้เลือดแข็งตัว (Thromboxane) และช่วยละลายลิ่มเลือด (Prostacyclin)
-กระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบ Fight or Fight response
-ช่วยเพิ่มน้ำหนักตัวในทารกแรกเกิด

Table 2.1 Name and chemical descriptions of some common fatty acids.

	ชื่อกรดไขมันตามระบบสากล	โครงสร้างชื่อแบบย่อ	จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)
กรดไขมันอิ่มตัว			
กรดลอริก (Lauric acid)	n-Dodecanoic acid	CH3-(CH2)10-COOH 12:0	43.2
กรดไมริสทิก (Myristic acid)	n-Tetradecanoic acid	CH3-(CH2)12-COOH 14:0	54
กรดปาล์มิทิก (Palmitic acid)	n-Hexadecanoic acid	CH3-(CH2)14-COOH 16:0	63
กรดสเทียริก (Stearic acid)	n-Octadecanoic acid	CH3-(CH2)16-COOH 18:0	70

กรดอะแรชิดิก (Arachidic acid)	n-Eicosanoic acid	CH3-(CH2)18-COOH 20:0	76.5
กรดเบฮีนิก (Behenic acid)	n-Docosanoic acid	CH3-(CH2)20-COOH 22:0	81.0
กรดไขมันไม่อิ่มตัว			
กรดปาล์มิโทเลอิก (Palmitoleic acid)	cis-9-Hexadece-noic acid		32
กรดโอเลอิก (Oleic acid)	cis-9-Octadec-enoic acid		4
กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid)	cis-cis-9,12-Octadecadien-oic acid		-5
กรดแอลฟา- ลิโนเลนิกหรือ เอแอลเอ (α-Linolenic acid or ALA)	cis-cis-cis-9,12,15-Octadeca-trienoic acid		-11
กรดแกมมา- ลิโนเลนิก (γ-Linolenic acid)	cis-cis-cis-6,9,12-Octadecatrienoic acid		-17
กรดอะแรชิโดนิก (Arachidonic acid)	cis-cis-cis-cis-5,8,11,14-Eicosa-tetraenoic acid		-49.0
Eicosapentaenoic acid หรือ อีพีเอ (EPA)	cis-cis-cis-cis-cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid		-54.0

2.3 ไข่เพื่อสุขภาพ

ไข่เพื่อสุขภาพเป็นไข่ที่มีองค์ประกอบพิเศษเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการบำรุงหรือดูแลสุขภาพ อาทิ ไข่ที่มีคอเลสเตอรอลต่ำหรือไข่พร่องคอเลสเตอรอล (less cholesterol eggs) ไข่เชิงหน้าที่ (functional eggs) หรือไข่เสริมสารอาหาร (fortified eggs) มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มเติมจากไข่ทั่วไป เช่น ไข่โอเมก้า-3 ไข่เสริมไอโอดีน ไข่เสริมวิตามินอีและไข่เสริมซิลิเนียม คุณค่าทางโภชนาการ ที่เพิ่มเติมในฟองไข่ จะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่ขาดแคลนจากวิถีการบริโภคในภาวะปัจจุบัน เพื่อช่วยให้ระบบการทำงานในร่างกายทำหน้าที่ได้สมบูรณ์มากขึ้น

<u>ไข่พร่องคอเลสเตอรอล (less cholesterol eggs)</u>

เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น ไข่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากอย่างยิ่งเพราะอุดมด้วยโปรตีนมีกรดอ ะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายและเป็นแหล่งของวิตามินรวมทั้งเกลือแร่ที่สำคัญ อย่างไรก็ดีไข่ไก่จัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีปริมาณคอเลสเตอรอลสูง ทำให้ผู้บริโภคมีความกังวลใจในการบริโภค เนื่องจากคอเลสเตอรอลในฟองไข่พบได้ในไข่แดงเป็นสำคัญจึงได้มีความพยายาม

ในการลดคอเลสเตอรอลในไข่แดงลง สำหรับวิธีการทางธรรมชาติที่ได้ทำการศึกษาทดลองได้แก่ การเลือกพันธุ์ไก่ที่มีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำ การเลือกอายุแม่ไก่ โดยไก่สาวจะให้ไข่ที่มีคอเลสเตอรอลน้อยเพราะระบบฮอร์โมนยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ และการเปลี่ยนสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ โดยปรับเปลี่ยนการใช้ไขมันจากสัตว์เป็นไขมันจากพืชหรือน้ำมันปลาซึ่งมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูงกว่าไขมันจากสัตว์ การใช้สมุนไพรผสมลงในอาหารไก่ไข่เพื่อลดปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง สำหรับชนิดสมุนไพรภายในประเทศที่ใช้ทดลองนำมาเลี้ยงไก่ไข่เพื่อลดคอเลสเตอรอลในไข่แดง ได้แก่ การใช้กระเทียม หอมแดง กระเจี๊ยบ รวมทั้งดอกคำฝอย โดยพบว่าการใช้สมุนไพรเหล่านี้ในสภาพผงระดับร้อยละ 5 ในอาหาร ทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงลดลงได้โดยกระเทียมให้ผลในการลดคอเลสเตอรอลได้สูงสุด

<u>ไข่โอเมก้า (omega-enriched eggs)</u>

เป็นการเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้าในไข่แดงให้มากขึ้น โดยกรดไขมันโอเมก้า-6 ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในขณะที่กรดไขมันโอเมก้า-3 จะช่วยลดการแข็งตัวของหลอดเลือด แหล่งอาหารที่ให้ปริมาณกรดไขมันโอเมก้าสูง ได้แก่ น้ำมันพืชบางชนิดเช่น Rape seed, Canola, Flaxseed (linseed), Perilla oil, Safflower oil และ chia รวมถึงสาหร่ายทะเลบางชนิด

นอกจากนี้น้ำมันปลาทะเลที่อาศัยแพลงตอนเป็นอาหารก็ให้ปริมาณกรดไขมันโอเมก้าสูงได้ เช่น น้ำมันจากปลาซาร์ดีน ปลาทูน่า ปลาแอนโชวี่และปลาพิลชาร์ด ซึ่งปลากลุ่มดังกล่าวจะให้ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า -3 ค่อนข้างสูง เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ปริมาณของกรดไขมันโอเมก้า -3 ในอาหารที่บริโภคมีสัดส่วนต่ำกว่าความต้องการของร่างกาย ดังนั้นการเสริมน้ำมันปลาเหล่านี้ลงในอาหารไก่ไข่ทำให้ไข่แดงมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวลดลง กรดไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า -3 ที่สำคัญคือ EPA (eiocosapentaenoic acid, C20:5 n-3) และ DHA (docosahexaenoic acid, C22:5 n-3) โดยเป็นที่ทราบกันดีว่า EPA ช่วยลดการสะสมของไขมัน ในผนังเส้นเลือดจึงช่วยลดความเสี่ยงจากการตีบตัวของหลอดเลือดหรือภาวะหัวใจขาดเลือด ในขณะที่ DHA มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการของเซลล์สมองโดยเฉพาะเด็กในวัยเจริญเติบโต

เนื่องจากในประเทศไทยมีอุตสาหกรรมการผลิตปลากระป๋องจากปลาซาร์ดีนและปลาทูน่า ทำให้มีผลพลอยได้เป็นน้ำมันปลา สามารถนำมาผสมในอาหารไก่ไข่เพื่อผลิตไข่ที่มีกรดไขมันโอเมก้า -3 สูงขึ้น โดยพบว่าการใช้น้ำมันปลาซาร์ดีน (ยุวเรศ, 2538) หรือน้ำมันปลาทูน่า (สุนีย์, 2541) ผสมในอาหารร้อยละ 3 ทำให้ปริมาณของ EPA และ DHA โดยรวมเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดี การใช้น้ำมันปลาผสมในอาหารถึงร้อยละ 6 อาจทำให้ขนาดฟองไข่ลดลงซึ่งมีสาเหตุจากการที่กรดไขมันโอเมก้า-3 ทำให้การสังเคราะห์ไขมันที่ตับและการสะสมไขมันในไข่แดงลดลง นอกจากนี้การใช้น้ำมันปลาในระดับสูงทำให้เกิดกลิ่นน้ำมันปลาในไข่และต้นทุนการผลิตสูงขึ้นเพราะน้ำมันปลามีราคาสูงกว่าไขมันจากพืชหรือสัตว์ประมาณ 3 เท่า

<u>ไข่เสริมวิตามินเกลือแร่ (vitamin minerals enrichment eggs)</u>

การเสริมวิตามินเกลือแร่ต่างๆ ลงในฟองไข่ใช้หลักการเดียวกับการผลิตไข่โอเมก้า ตัวอย่างไข่เสริมวิตามินเกลือแร่ เช่น การผลิตไข่เสริมซิลิเนียม การผลิตไข่เสริมไอโอดีน การผลิตไข่เสริมวิตามินอี เป็นต้น

ไข่ไอโอดีน

ประเทศไทยยังพบปัญหาการขาดไอโอดีนอยู่เนื่องจากเด็กไทยและคนไทยขาดไอโอดีน การเสริมไอโอดีนในไข่เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งมีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ การผลิตไข่ไอโอดีน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับสารไอโอดีนที่เพียงพอในแต่ละวันจากการบริโภคไข่ 1 ฟอง โดยเสกสมและคณะ (2539) ได้ดำเนินการวิจัยเพิ่มปริมาณไอโอดีนในฟองไข่ให้สูงขึ้นและทำให้การใช้ประโยชน์ ได้ของไอโอดีนในร่างกายดีขึ้น พบว่าการเสริมสารโปแตสเซียมไอโอไดด์ในอาหารไก่ไข่ 5.25 กรัมต่อตันอาหาร ทำให้ได้ไข่ที่มีปริมาณไอโอดีนไม่ต่ำกว่า 100 ไมโครกรัม และไม่มีกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ของแม่ไก่

ไข่ซิลิเนียม

มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณซิลิเนียมในฟองไข่ เนื่องจากซิลิเนียมเป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยกลูทาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxides) ซึ่งกระตุ้นการกำจัดสารเปอร์ออกไซด์ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันชนิดต่างๆ มีประโยชน์ในด้านการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทำหน้าที่ซ่อมแซมเซลล์ที่สึกหรอโดยเฉพาะเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันและเซลล์ผิวหนัง การได้รับซิลิเนียมอย่างเพียงพอมีส่วนช่วยป้องกันมะเร็งโรคผิวหนังและช่วยรักษาสภาพผิวหนังให้มีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น นอกจากนี้ ซิลิเนียมช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของผนังเซลล์อสุจิทำให้อสุจิแข็งแรง มีสภาพสมบรูณ์ สามารถปฏิสนธิกับไข่ได้ดี จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญพันธุ์ การผลิตไข่ซิลีเนียม เป็นการให้แร่ธาตุซีลิเนียมผ่านทางอาหารไก่ไข่ในรูปซิลิโนเมทไธโอนีน (Selenomethionine) ซึ่งผลิตได้จากยีสต์มีความปลอดภัยและการใช้ประยชน์ได้สูงกว่าการใช้ในรูปของเกลือโซเดียมซิลีไนท์ (Sodium selenite) ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดสารมะเร็ง ทัศนีย์และคณะ (2556) ศึกษาผลของการเสริมแร่ธาตุซีลีเนียมอินทรีย์ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่และระดับความเข้มข้นของซีลีเนียมในไข่ไก่ พบว่าในกลุ่มที่ได้รับซีลีเนียมอินทรีย์ในระดับ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีระดับความเข้มข้นของซีลีเนียมในไข่ทั้งฟองสูงกว่าไก่ในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.02 ± 3.24 และ 19.34 ± 3.31 ไมโครกรัมต่อฟอง ตามลำดับ ซึ่งสามารถเพิ่มระดับซีลีเนียมในไข่ทั้งฟองได้ร้อยละ 44.88 โดยปริมาณที่เหมาะสมของซิลิโนเมทไธโอนีนที่ใช้ผสมในอาหารคือ 0.15 ppm ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปริมาณที่ร่างกายต้องการคือ 50-70 มิลลิกรัมต่อวัน ดังนั้นการรับประทาน ไข่ซิลิเนียมวันละ 2 ฟองจึงถือว่าได้รับปริมาณซิลิเนียมที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

ไข่เสริมวิตามินอี

โดยปกติแล้ววิตามินอีทำงานร่วมกับธาตุซิลิเนียมในการลดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ในร่างกายโดยวิตามินอีทำหน้าที่ป้องกันการเกิดสารเปอร์ออกไซด์ ในขณะที่ธาตุซิลิเนียมทำหน้าที่กำจัดสารเปอร์ออกไซด์ วิตามินอีช่วยยับยั้งการทำลายเซลล์ผิวหนังและในร่างกาย ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต และเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน การเสริมวิตามินอีในอาหารไก่ไข่พบว่ามีประสิทธิภาพการถ่ายผ่านจากอาหาร สู่ฟองไข่ในระดับปานกลาง ปกติร่างกายต้องการวิตามินอี 15,000 มิลลิกรัมต่อวัน การเสริมวิตามินอี 230 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กิโลกรัม จะได้วิตามิน 3,760 มิลลิกรัมในไข่ 1 ฟอง หรือร้อยละ 25 ของความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถเสริมวิตามินชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มปริมาณการสะสมในฟองไข่ได้

นอกจากไข่ประเภทต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น มีการผลิตไข่เสริมสารหลายอย่างในหนึ่งฟอง เช่นการผลิตไข่เสริมซิลิเนียมและไอโอดีน ไข่เสริมซิลิเนียมและวิตามินอี ไข่เสริมซิลิเนียมและโอเมก้า -3 เป็นต้น สำหรับประเทศที่มีความต้องการอาหารกลุ่มนี้มากได้แก่ เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย อเมริกาเหนือ และกลุ่มสหภาพยุโรป สำหรับประเทศไทยที่พบมีการจำหน่ายในเชิงการค้าส่วนใหญ่เป็นไข่เสริมโอเมก้า และมีการผลิตไข่เพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น การเสริมพืชผักหรือสมุนไพรเพื่อลดกลิ่นคาวในไข่ การผลิตไข่สูตรไก่กินเจจากแม่ไก่ที่กินเจ โดยไม่ใช้อาหารแหล่งโปรตีนจากสัตว์ แต่เป็นอาหารจากธัญพืช ดังนั้นการผลิตไข่เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดในปัจจุบันจึงมีความหลากหลายมากขึ้นและเป็นหนทางในการเพิ่มมูลค่าการผลิตได้

2.4 ผลของการเสริมวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่อุดมด้วยกรดไขมันโอเมก้าต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณค่าทางโภชนะของผลิตภัณฑ์สัตว์

Saito *et al.* (2002) ศึกษาผลของการเสริมน้ำมันงาม้อน กากงาม้อน และใบงาม้อนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3ในไข่แดง พบว่าการเสริมน้ำมันงาม้อน กากงาม้อน และใบงาม้อนที่ระดับ0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 % ส่งผลให้ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 ในไข่แดงเพิ่มขึ้นตามปริมาณของน้ำมัน กาก และใบงาม้อนที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะกรดไขมัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมโดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตทั้งในส่วนของ น้ำหนักไข่ และประสิทธิภาพการผลิตไข่ โดยพบว่ากรดไขมันโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตามปริมาณของงาม้อนที่เพิ่มขึ้น คือ กรดไขมัน α-linolenic acid โดยมีผลการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันโอเมก้า-3 ในไข่แดงที่ระดับ1.20-3.00 mg/100 mg egg yolk เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมงาม้อนที่ระดับ 0.17-0.19 mg/100 mg egg yolk โดยน้ำมันงาม้อนมีผลต่อการเพิ่มกรดไขมันโอเมก้า-3ในไข่แดงดีที่สุดเปรียบเทียบกับกากงาม้อนและใบงาม้อนที่มีประสิทธิภาพลดหลั่นตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการใช้น้ำมันงาม้อนเสริมในอาหารสัตว์มีต้นทุนสูง การใช้กากงาม้อนจึงมีความเหมาะสมทั้งด้านต้นทุนการผลิตและปริมาณของกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่เพิ่มขึ้นในไข่แดง

มนัสนันท์และคณะ(2561) ศึกษาการเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนในอาหารไก่ไข่ พันธุ์ Hisex Brown® ที่ระดับ 0, 10, 30 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่า การเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อการย่อยได้โภชนะ (P>0.05) ทั้งยังพบว่าการเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 10 ถึง 50 กรัม/กิโลกรัม มีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตไข่ต่อวัน น้ำหนักไข่เฉลี่ย มวลไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม และน้ำหนักไข่แดง (P<0.01) นอกจากนี้ยัง พบว่าการเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนในอาหารไก่ไข่ส่งผล ทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลรวม และ HDL ในเลือดของไก่ไข่สูงขึ้น (P<0.01) แต่ระดับ LDL ของทุกกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) อีกทั้งการเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนส่งผลต่อการเพิ่มการสะสมคอเลสเตอรอลรวม กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อน (MUFA, PUFA และ LC- PUFA) เช่น Oleic acid (C18:1 ω-9), ALA (C18:2 ω-3), LA (C18:3ω-6) และ DHA (C22:6 ω-3) (P<0.01) โดยการเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนทั้ง 3 ระดับ ยังทำให้มีการสะสมรวมถึงกรดไขมันโอเมก้า -3 กรดไขมันโอเมก้า-6 กรดไขมันโอเมก้า-9 และสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อ โอเมก้า-6 ในไข่ไก่สูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.01) การทดลองนี้สรุปว่าเมล็ดงาขี้ม้อนสามารถใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสำหรับไก่ไข่และการเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนที่ระดับ 10 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารไก่ไข่มีศักยภาพการในการผลิตไข่ไก่ที่มีการสะสมของกรดไขมันชนิด DHA และ โอเมก้า-3

Moon *et al.*(1994) ศึกษาการใช้กากงาม้อนเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในสุกรรุ่น-ขุน โดยใช้กากงาม้อนเพื่อทดแทนการใช้กากถั่วเหลืองที่ระดับ 41.70 % พบว่า สมรรถภาพการผลิตลดลงทั้งน้ำหนักสุกรเมื่อสิ้นสุด

การทดลอง อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินอาหารต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าการใช้กากงาม้อนในระดับที่สูงเกินไปจะส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตได้

สุวิมล (2557) ศึกษาการใช้น้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารไก่ไข่โดยศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำมันถั่วเหลือง : น้ำมันปลาทูน่า ในสัดส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่และองค์ประกอบของกรดไขมัน พบว่าสัดส่วนของน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การสะสมของกรดไขมันโอเมก้า-3 ในไข่แดงเพิ่มขึ้นและกรดไขมันโอเมก้า-6 ลดลง ในทางกลับกันหากสัดส่วนของน้ำมันปลาลดลงมีผลทำให้กรดไขมันโอกเมก้า3ลดลงและกรดไขมันโอเมก้า-6 เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้การใช้น้ำมันปลาในระดับสูงในสัดส่วน 0:100 จะมีผลทำให้การกินอาหาร ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณผลผลิตไข่ และ น้ำหนักไข่เลวลง งานวิจัยนี้จึงชี้ให้เห็นว่าสามารถใช้น้ำมันปลาเพื่อเป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้าในสูตรอาหารไก่ไข่ได้แต่ต้องเลือกใช้ในระดับที่เหมาะสมโดยผู้วิจัยสรุปผลว่าการใช้สัดส่วนน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำปลาทูน่า 25:75 หรือ 1.25 : 3.75 %ในสูตรอาหาร มีความเหมาะสมเพราะช่วยเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า3 โดยส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่น้อยที่สุด

มนัสนันท์และคณะ (2558) ศึกษาผลของการเสริมเคยแอนตาร์กติก (*Euphausia superba*) ในอาหารไก่ไข่ โดยเสริมเคยแอนตาร์กติกในอาหารที่มีข้าวโพดและถั่วเหลืองเป็นพื้นฐานที่ระดับ 0, 10, 30 และ 50 กรัม/กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่าการเสริมเคยแอนตาร์กติกทุกระดับในอาหารไก่ไข่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การไข่ต่อวันและปริมาณมวลไข่รวมที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) รวมถึงช่วยพัฒนาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัมของไก่ไข่ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อีกทั้งการเสริมเคยแอนตาร์กติกในอาหารทุกระดับมีผลต่อการเพิ่มค่าคะแนนสีของไข่แดง ($P<0.05$) รวมถึงสามารถเพิ่มปริมาณกรดไขมัน ไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อน (PUFA และ LC- PUFA) คือ Linoleic acid (C18:2n6), Linolenic acid (C18:3n3), Arachidonic acid (C20:4n6), Eicosapentanoic acid: EPA (C20:5n3), Doco-sahexaenoic acid: DHA (C22:6n3), DPA (C22:5) ในไข่แดง ($P<0.01$) ซึ่งการเสริมเคยแอนตาร์กติกที่ระดับ 50 กรัม/กิโลกรัม จะทำให้มีการสะสมกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ในไข่แดงและช่วยเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า -3 ต่อโอเมก้า-6 สูงสุด($P<0.01$) การทดลองนี้สรุปว่า การเสริมเคยแอนตาร์กติกที่ระดับ 50 กรัม/กิโลกรัม ในอาหารไก่ไข่มีศักยภาพในการผลิตไข่ไก่ที่มีการสะสมของสารสีและกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ในไข่แดง

มนัสนันท์และคณะ (2558) ศึกษาผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ โดยเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp.ในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 5, 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัมผลการทดลองพบว่าการเสริมสาหร่าย*Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไข่ไก่ ($P>0.05$) การเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อการเพิ่มค่าคะแนนสีของไข่แดง ($P<0.05$) อีกทั้งการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อน (PUFA และ LC- PUFA) คือ linoleic acid (C18:2n6), linolenic acid (C18:3n3), arachidonic acid (C20:4n6), eicosapentanoic 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 ในไข่แดงและ

ช่วยเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ต่อโอเมก้า-6 สูงสุด (P<0.01) การทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ที่ระดับ 20 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารไก่ไข่มีศักยภาพในการผลิตไข่ไก่ที่มีการสะสมของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3

จากหลายการศึกษา พบว่าการเสริมกรดไขมันโอเมก้า-3 จากแหล่งต่างๆ ช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตของสุกรดีขึ้น ตัวอย่างเช่นการศึกษาของ Romans *et al.* (1995) พบว่าการเสริม flaxseed ป่นในอาหารสุกร 25 วันก่อนฆ่า ในระดับ 0, 5, 10 และ 15 % มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตดีขึ้น อีกทั้ง Enser *et al.* (2000) ทำการทดลองโดยการปรับสูตรอาหารสุกรทำให้มีสัดส่วนของกรดไขมัน n6/n3 ลดลงจาก 8.2 (กลุ่มควบคุม) เป็น 2.5 (กลุ่มทดสอบ) โดยการเสริม Linseed ป่น พบว่า ADG และ FCR ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม จากการทดลองของ Myer *et al.* (1992) รายงานว่า การเลี้ยงสุกรด้วยอาหารที่มีระดับของไนโตรเจนเท่ากันแต่มี Canola oil ระดับ 3.2, 6.2, 9.2 และ 12.2% พบว่า การย่อยได้ของกรดอะมิโนที่ลำไส้เล็กของสุกรเพิ่มขึ้นตามระดับที่มีการเสริม Canola oil อย่างไรก็ตาม จากรายงานของ Busboom *et al.*(1991) พบว่า การเลี้ยงสุกรขุนด้วยอาหารที่มี Canola oil ป่นที่ระดับ 20 % ทำให้ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสุกรได้รับพลังงานสูงขึ้น

ถิรนันท์ (2549) ศึกษาการใช้น้ำมันปลาทูน่าในอาหารสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียที่น้ำหนักฆ่าต่างกัน (90, 100และ 110 กก.) 2 ระดับ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 2 % (กลุ่มทดสอบ) พบว่า สุกรกลุ่มที่น้ำมันปลามีแนวโน้มสมรรถภาพการผลิตโดยรวมดีกว่ากลุ่มควบคุม โดยสุกรเพศผู้ตอนที่มีน้ำหนักฆ่าระดับต่ำ มีสมรรถภาพการผลิตดีที่สุด เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตสูงและอัตราการแลกเนื้อต่ำ ขัดแย้งกับ ปัทมา ฤกษะเสน (2544) ศึกษาการเสริมน้ำมันปลาทูน่าลงในอาหารสุกรรุ่น -ขุนในระดับ 0% (กลุ่มควบคุม) , 1, 2 และ 3 % พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาทูน่า 1% และ 2% มีแนวโน้มของปริมาณ อาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และ ADG ดีกว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาทูน่า 3% และกลุ่มควบคุม ส่วน FCR ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม สอดคล้องกับการทดลองของ ยุวฉัตร(2544) รายงานว่า การเสริมน้ำมันปลาทูน่าในระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตสุกรรุ่น -ขุน แต่สุกรที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 1% มีแนวโน้มของสมรรถภาพการผลิตดีที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลาในระดับ 2 และ 3% ตามลำดับ และพบว่า สุกรเพศผู้ตอนมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่าสุกรเพศเมีย เนื่องจากมี ADG สูงกว่า FCR และระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงสั้นกว่าสุกรเพศเมีย

ผลการเสริมกรดไขมันโอเมก้า 3 จากแหล่งต่างๆ ต่อคุณภาพไขมันในสุกร จากการศึกษาของ ยุวฉัตร (2544) ที่ทำการเสริมน้ำมันปลาระดับ 0, 1, 2 และ 3 % ในอาหารสุกร พบว่า สีของไขมันทั้งค่า L* (Lightness), a* (Redness), b* (Yellowness) ของไขมันสันหลังและไขมันช่องท้อง ไม่มีความแตกต่างกัน และพบว่า ไขมันสันหลังที่เสริมน้ำมันปลา ระดับ 2 % และ 3 % มีความแข็งต่ำกว่าไขมันสันหลังจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาในระดับ 1 % และพบว่า ค่า TBA ของไขมันสันหลังสูงขึ้นตามระดับของการเสริมน้ำมันปลา นอกจากนี้ สัญชัย จตุรสิทธา (2543) รายงานว่า Peroxide ที่เกิดจากการออกซิเดชั่น ไขมันสามารถสะสมในไขมันของร่างกายได้ระหว่างการเจริญเติบโต หากเลี้ยงสุกรด้วยน้ำมันปลาในระดับสูงทำให้สัตว์ขาดวิตามินอี และทำให้ได้ไขมันสีเหลืองจึงไม่เป็นที่ดึงดูดใจต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม การเสริมน้ำมันปลาที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 % ลงในอาหารสุกรที่น้ำหนักตัวเฉลี่ย 81.4 กก. เป็นเวลา 4 สัปดาห์ก่อนฆ่า สามารถเพิ่มระดับของ EPA และ DHA ในเนื้อเยื่อไขมันทุกชนิดได้ซึ่งอัตราการเพิ่มในสองสัปดาห์แรกสูงกว่าสองสัปดาห์หลัง และพบว่า ที่ระดับของ EPA และ DHA เพิ่มขึ้นระดับของ Oleic acid และ Linoleic acid มีแนวโน้มลดลง โดยไม่มีผลต่อสีของไขมัน แต่ความแข็งของไขมันลดลงตามระดับของการเสริมน้ำมันปลาที่เพิ่มขึ้น ส่วนการศึกษาของ Bryhni *et al.* (2002)รายงานว่า การปรับสูตรอาหารสุกรให้มี PUFA ในไขมันสันหลังได้ นอกจากนี้ Fritsche *et al.* (1993) ได้ทำการเสริม Menhaden oil ลงในอาหารแม่สุกรแทนที่น้ำมันหมู ที่

ระดับ 0, 3.5 และ 7% ตั้งแต่วันที่ 107 ของการตั้งท้องและอีก 28 วันของการให้นม พบว่า น้ำนมของแม่สุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันปลามีระดับของ PUFA เพิ่มสูงขึ้นและระดับของ EPA เพิ่มขึ้นถึง 6 เท่า ส่วนใน Serum ของลูกสุกร พบว่า มีระดับของ PUFA ชนิดโอเมก้า 3 เพิ่มขึ้น จากการเก็บตัวอย่างใน 24 ชั่วโมงหลังคลอด โดยเป็นการเพิ่มแบบเชิงเส้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 การวางแผนการทดลอง

สุ่มไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวหงอนจักรอายุ 16 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design มี 3 Treatment ๆ ละ 4 ซ้ำๆละ 15 ตัว ดังนี้

Treatment 1 (T1) = เสริมกากงาม้อน 0 % ในสูตรอาหาร(กลุ่มควบคุม)

Treatment 2 (T2) = เสริมกากงาม้อน 5 % ในสูตรอาหาร

Treatment 3 (T3) = เสริมกากงาม้อน 10 % ในสูตรอาหาร

โดยโรงเรือนเลี้ยงไก่แบบปล่อย มีโรงเรือน ขนาด 3 x 3 ตารางเมตร พื้นปูด้วยแกลบ มีรังไข่ 4 ช่อง ลานปล่อยมีขนาด 3 ตารางเมตร/ตัว ให้น้ำและอาหารกินแบบเต็มที่ โดยใช้อาหารผสมตามแผนการทดลอง (โปรตีนในอาหาร 18%, พลังงานใช้ประโยชน์ 2,900 kcal/kg)

Table 3.1 Feed ingredients of experimental diet and chemical composition.

Ingredient(%)	**Treatment**		
	T1 (0% Perilla meal)	T2 (5% Perilla meal)	T3 (10% Perilla meal)
Perilla meal*	0.00	5.00	10.00
Rice broken	41.60	50.44	53.43
Corn	15.50	6.00	0.00
Rice bran	3.02	0.00	0.00
Soybean meal	25.65	23.70	20.21
Fish meal 60%	0.00	0.00	0.73
Luecaena leaf meal	0.00	0.00	0.00
Dicalciumphosphate	1.18	1.31	1.26
Oyster shell meal	11.20	11.12	11.07
Salt	0.35	0.35	0.35
Mineral-Vitamin premix	0.25	0.25	0.25
DL-methionine	0.19	0.21	0.21
Soybean oil	1.08	1.63	2.49
Calculated chemical composition			
ME (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900
Crude Protein (%)	18	18	18

Analyzed chemical composition			
Dry matter (%)	91.4	90.9	91.9
Crude Protein (%)	15.3	15.8	15.5
Ash (%)	23.3	22.4	23.4
Crude fat (%)	4.7	4.7	7.9
Crude fiber (%)	3.6	7.8	13.9
Carbohydrate (%)	53.1	49.3	33.4
Feed cost (baht/kg)	13.50	13.96	14.45

*Perilla meal from Tea oil and Plant oils Development center, Chiang Rai (8 baht/kg)

3.2 การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิตตั้งแต่ไก่เริ่มไข่เป็นระยะเวลา 40 สัปดาห์ ได้แก่ การให้ผลผลิตและน้ำหนักไข่ ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการตาย

3.3 การวัดคุณภาพไข่

เมื่อไก่อายุ 52 สัปดาห์(สัปดาห์ที่ 31 ของการให้ไข่) เก็บไข่สด Treatment ละ 60 ฟอง นำมาวัดคุณภาพภายนอกและภายใน ดังนี้

- คุณภาพภายนอกของไข่ ได้แก่ น้ำหนักฟองไข่ ความกว้าง และความยาว นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่และดัชนีรูปร่างไข่ของไข่(Shape index) จากสมการ

ดัชนีรูปร่างไข่ = (ความกว้างฟองไข่/ความยาวฟองไข่) x 100

- คุณภาพภายในฟองไข่ มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการตอกไข่ลงบนกระจก

2. วัดค่าความเข้มสีของไข่แดงโดยใช้พัดวัดสีไข่แดง(Yolk color fan) ที่มีสีเหลืองอ่อน-ส้มแดง มีค่าคะแนนตั้งแต่ 1-15 น้ำหนักและสีของไข่แดง

3. วัดความสูงไข่ขาวโดยใช้ชุดตรวจสอบคุณภาพไข่ขาวที่ประกอบด้วย QCD ชุดแสดงผลระบบตัวเลข และ Albumin height gauge ได้ค่าความสู งของไข่ขาวเป็นมิลลิเมตร และนำมาคำนวณค่าฮอกยูนิต (Haugh unit) จากสมการ

$$HU = 100 \ LOG(H - 1.7W^{0.37} + 7.57)$$

เมื่อ HU คือ ค่าฮอกยูนิต H คือ ค่าความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร) และ W คือ ค่าน้ำหนักไข่ (กรัม)

4. แยกเปลือกไข่ ไข่แดงออกจากไข่ขาว นำไปชั่งน้ำหนัก เพื่อนำไปคำนวณหาน้ำหนักไข่ขาว และวัดความหนาเปลือกไข่ด้วย Shell thickness micrometer โดยใช้เปลือกไข่จากด้านป้านส่วนบนสุดฟองไข่ ขนาด 0.5x 0.5 เซนติเมตร

3.4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไข่

สุ่มตัวอย่างไข่ไก่สด Treatment ละ 36 ฟอง ตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่ ดังนี้

- Vitamin A

- Vitamin B12 วิธีทดสอบอ้างอิง AOAC(2012) 952.20

- Vitamin E (a-Tocopherol) วิธีทดสอบอ้างอิง KHON KAEN.J.42. SUPPL.1:(2014)

- Iron (Fe) วิธีทดสอบอ้างอิง In house method TE-CH-170 based on AOAC 18 th edition 2005,Ch.50 (984.27) and Ch.9(999.10), by ICP-OES technique

- Cholesterol วิธีทดสอบอ้างอิง In house method based on Compendium of Method for Food Analysis (2003)

- Fatty acid composition, Saturated fat, Monounsaturated fatty acid, Polyunsaturated fatty acid, Unsaturated fat, Tran fat วิธีทดสอบอ้างอิง In house method TE-CH-208 based on AOAC(2012) 8996.06

- Omega-3, Omega-6, Omega-9 วิธีทดสอบอ้างอิง In house method TE-CH-208 based on AOAC(2012) 996.06

- Protein วิธีทดสอบอ้างอิง AOAC (2012)991.20. (Kjeldhal Method)

3.5 สถานที่ ระยะเวลา และงบประมาณที่ใช้ในการศึกษา

ดำเนินการศึกษาวิจัย ณ ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ระหว่างมีนาคม 2558 - มีนาคม 2560 โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยวิธี Analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ *Duncan's multiple* range test (SAS, 1990)

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิจารณ์

4.1 สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่เล็กฮอร์นที่ได้รับกากงาม้อนในระดับต่างๆ

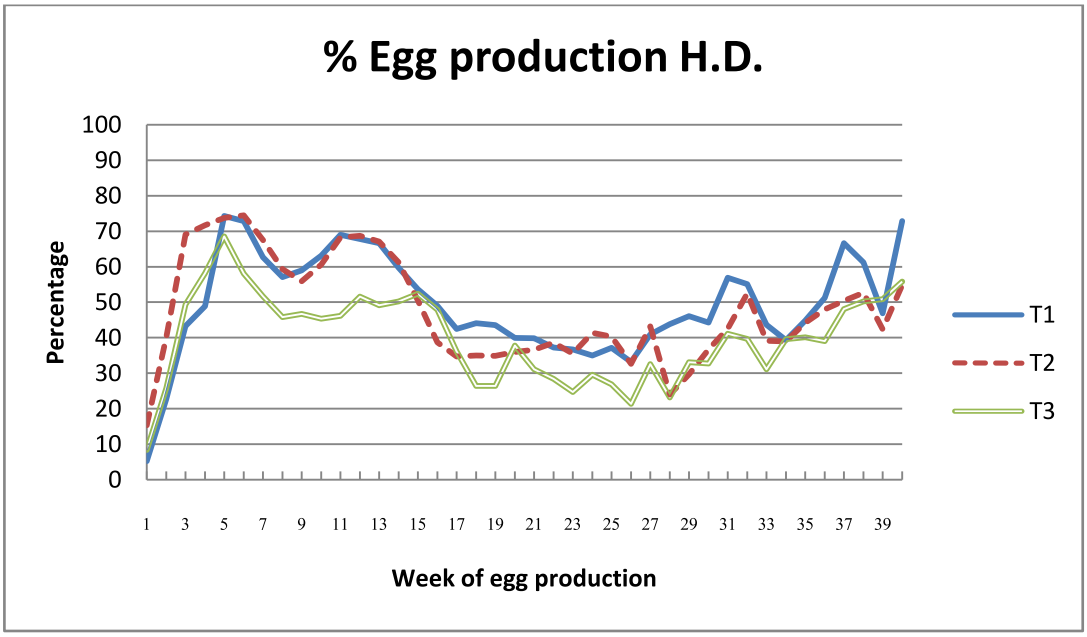


Figure 4.1 Egg production of Leghorn layers fed different level of Perilla meal.

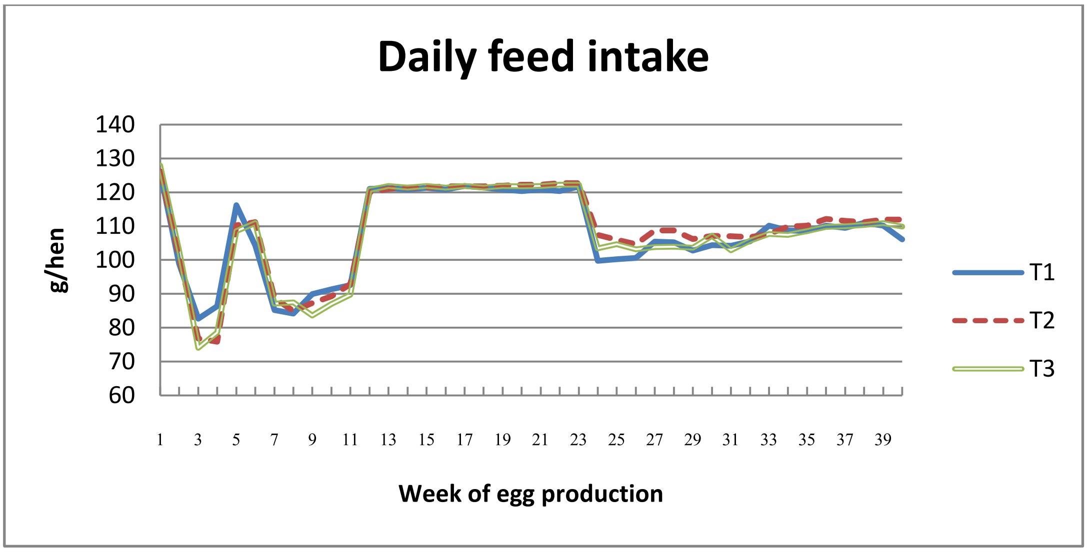


Figure 4.2 Daily feed intake of Leghorn layers fed different level of Perilla meal.

เปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่เล็กฮอร์นที่เสริมกากงาม้อนที่ระดับต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.1 ภาพที่4.1 และภาพที่ 4.2 พบว่าช่วง 40 สัปดาห์ของการให้ไข่ ไก่ไข่เล็กฮอร์นที่ได้รับการเสริมกากงาม้อน

ที่ระดับ 0, 5 และ 10 % ในสูตรอาหาร ให้ผลผลิตไข่เฉลี่ย (Hen day production) 49.4, 47.7 และ 40.1 % ตามลำดับ โดยมีปริมาณผลผลิตไข่สะสม(Total eggs) เท่ากับ 137.9 , 133.6 และ 112.2 ฟอง/แม่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่ไข่เล็กฮอร์นที่ได้รับการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0, 5 และ 10% ในสูตรอาหาร มีปริมาณน้ำหนักมวลไข่(Egg mass) เท่ากับ 7,417.8, 7,181.6 และ 6,185.7 กรัม/แม่ ตามลำดับ และน้ำหนักไข่ต่อฟอง เท่ากับ 52.7, 52.7 และ 54.6 กรัม/ฟอง ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

สำหรับปริมาณอาหารที่กินต่อวัน(Daily feed intake) พบว่าไก่ไข่เล็กฮอร์นที่ได้รับการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0, 5 และ 10 % ในสูตรอาหารกินอาหารเฉลี่ย 107.8, 108.9 และ 107.8 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารพบว่า ไก่ไข่เล็กฮอร์นที่ได้รับการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0, 5 และ 10 % ในสูตรอาหาร มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เท่ากับ 5.8, 5.7 และ 7.1 กรัมอาหาร/กรัมไข่ ตามลำดับ หรือมีค่าเท่ากับ 323.1, 275.4 และ 346.9 กรัมอาหาร/ไข่ 1ฟอง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่หนึ่งฟอง(FCG) มีค่าเท่ากับ 4.4, 3.8 และ 5.0 บาท/ฟอง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง ของกลุ่มที่เสริมกากงาม้อนที่ระดับ 5 % มีแนวโน้มดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0และ 10%

Table 4.1 Effect of Perilla Meal(*Perilla frutescens*) Supplementation in Leghorn Rations on Egg Production Performance.

Parameters	Treatment			CV(%)	P-value
	T1 (0% PM)	T2 (5% PM)	T3 (10% PM)		
Hen day production (%)	49.4	47.7	40.1	13.13	0.1159
Livability (%)	57.4	70.2	64.7	12.12	0.1173
Total eggs (n/hen)	137.9	133.6	112.2	13.29	0.1261
Egg mass (g/hen)	7,417.8	7,181.6	6,185.7	14.50	0.2377
Egg weight (g)	52.7	52.7	54.6	3.27	0.2536
Daily feed intake (g/hen per day)	107.8	108.9	107.8	0.93	0.2486
FCR (g of feed /g of egg)	5.8	5.7	7.1	14.14	0.1072
FCR (g of feed /egg)	323.1	275.4	346.9	13.09	0.0935
FCG (feedcost(baht)/egg)	4.4	3.8	5.0	13.03	0.0558

PM = Perilla meal

การเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0, 5 และ 10 % ในสูตรอาหารส่งผลให้ผลผลิตไข่เฉลี่ย(Hen day production) ผลผลิตไข่สะสมต่อแม่ น้ำหนักไข่ต่อแม่ น้ำหนักไข่ต่อฟอง และปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Saito *et al.* (2002) ที่เสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 % ในสูตรอาหารไก่ไข่ซึ่งพบว่าการเพิ่มขึ้นของกากงาม้อนในสูตรอาหารไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตไข่เฉลี่ย (Hen day production) น้ำหนักไข่ต่อฟอง และปริมาณอาหารที่กินต่อวัน แตกต่างจากมนัสนันท์และคณะ(2561) ที่รายงานว่าการเสริมงาม้อนทั้งเมล็ดในอาหารไก่ไข่ในอัตรา 10-50 กรัม/กิโลกรัม ส่งผลให้อัตราการไข่ต่อวัน น้ำหนักไข่เฉลี่ย มวลไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารและต้นทุนค่าอาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม

แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการใช้กากงาม้อนที่ระดับสูงถึง 10 % ทำให้สมรรถภาพการผลิต มีแนวโน้มเลวลง ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของเยื่อใยที่สูงถึง 13.9 % (ตารางที่ 3.1) เปรียบเทียบกับ 3.6 และ 7.8 % ในสูตรที่ใช้กากงาม้อน 0 และ 5% ตามลำดับ ผลการจากการที่อาหารมีเยื่อใยสูงนี้ Pilieng *et al.* (1982) รายงานว่าหากสูตรอาหารมีเยื่อใยสูงถึง 10 % ทำให้ผลผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเยื่อใยมีผลทำให้อาหารฟ่ามมีความน่ากินลดลง และมีผลทำให้ความสามารถในการย่อยได้ของสารอินทรีย์ (NFE) และเยื่อใยลดลง อันเป็นสาเหตุทำให้สมรรถภาพการผลิตของสัตว์ด้อยลงหากมีการใช้เยื่อใยสูงเกินไปในสูตรอาหาร

ในด้านของอัตราการมีชีวิตรอดพบว่า การเพิ่มระดับกากงาม้อนในสูตรอาหารที่ระดับต่างๆมีผลทำให้อัตราการมีชีวิตรอด (Livability) มีแนวโน้มดีขึ้น โดยไก่ที่ไม่ได้รับการเสริมกากงาม้อนมีอัตราการมีชีวิตรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 57.4 % แต่ไก่ที่ได้รับการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 5 และ 10% มีอัตราการมีชีวิตรอด 70.2 และ 64.7 % ตามลำดับ ซึ่งมีรายงานว่า สัตว์ปีกที่ได้รับอาหารที่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 สูง (70g fish oil/kg of diet) จะกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 ยังเป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน โดยจะกระตุ้นการสร้าง eicosanoids prostaglangins leukotrienes และ thromboxanes ดังนั้นระบบภูมิคุ้มกันที่ดีจึงเป็นพื้นฐานในการป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ (Fristsche *et al.* ,1991) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ สุวิมล(2557) ที่รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันโอเมก้า-3 ในอาหารไก่ไข่จากการเสริมน้ำมันปลา มีผลทำให้เม็ดเลือดขาวชนิด heterophil และอิมมูโนโกลบูลิน ในกระแสเลือดของไก่ไข่เพิ่มสูงขึ้น

4.2 ผลของการเสริมกากงาม้อนในระดับต่างๆต่อคุณภาพภายนอกและภายในของไข่

คุณภาพภายนอกฟองไข่แสดงผลดังตารางที่ 4.2 พบว่าไก่ไข่เล็กฮอร์นที่ได้รับการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0, 5 และ10 % ในสูตรอาหารส่งผลให้น้ำหนักไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ สัดส่วนเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ และดัชนีรูปร่างไข่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) คุณภาพภายในฟองไข่แสดงผลดังตารางที่ 4 .3 พบว่าไก่ไข่เล็กฮอร์นที่ได้รับการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0,5 และ10 % ในสูตรอาหารส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไข่แดง สีไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว และ ค่าฮอกยูนิต ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 10 % ส่งผลให้มีน้ำหนักไข่แดงสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อ

เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมกากงาม้อน 5 % โดยมีค่าเท่ากับ 16.81 กรัม เปรียบเทียบกับ 16.03 และ 16.06 กรัม ตามลำดับ

Table 4.2 Effect of Perilla Meal(*Perilla frutescens*) Supplementation in Leghorn Rations on external egg quality.

Items	Treatment				
	T1 (0% PM)	T2 (5% PM)	T3 (10% PM)	CV(%)	P-value
Egg weight (g)	57.63	58.21	59.93	3.59	0.3218
Shell weight (g)	7.84	7.91	8.25	5.79	0.4445
Shell ratio(%)	13.66	13.62	13.79	6.42	0.9563
Shell thickness(mm)	0.35	0.35	0.35	5.81	0.9425
Shape index	75.51	76.55	78.14	5.11	0.6463

PM = Perilla meal

Table **4.3** Effect of Perilla Meal(*Perilla frutescens*) Supplementation in Leghorn Rations on internal egg quality.

Items	Treatment				
	T1 (0% PM)	T2 (5% PM)	T3 (10% PM)	CV(%)	P-value
Yolk weight(g)	16.03^{a}	16.06^{a}	16.81^{b}	2.56	0.0439
Yolk ratio(%)	27.86	27.70	28.16	3.88	0.8372
Yolk color	5.38	5.25	4.41	13.78	0.1562
Albumen weight(g)	33.76	34.24	34.87	5.87	0.7428
Albumen ratio(%)	58.48	58.68	58.05	2.56	0.8342
Hu	76.70	75.53	74.05	5.49	0.6746

PM = Perilla meal

^{ab} Means within each row with different letters differ significantly ($P<0.05$)

การเพิ่มขึ้นของปริมาณไข่แดง สอดคล้องกับผลการทดลองของมนัสนันท์และคณะ(2561) ที่รายงานว่าการเสริมงาม้อนทั้งเมล็ดที่ระดับ 10-50 กรัม/กิโลกรัม ส่งผลให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมซึ่งเป็นผลมาจากการสังเคราะห์การเพิ่มขึ้นลิปิดและโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในไข่แดง (ณฐมล, 2550) ดังข้อมูลระดับกรดไขมันและโปรตีนในตารางที่ 4.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมกากงาม้อน ส่งผลให้ระดับกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนและระดับโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ผลของการเสริมกากงาม้อนในระดับต่างๆต่อคุณค่าทางโภชนะของไข่ไก่

ผลการเสริมกากงาม้อนต่อองค์ประกอบไขมัน กรดไขมัน วิตามิน แร่ธาตุและระดับโปรตีนในไข่แสดงไว้ในตารางที่ 4.4 เมื่อไก่ไข่เล็กฮอร์นได้รับกากงาม้อนที่ระดับต่างๆ ส่งผลให้ไขมันอิ่มตัว(Saturated fat) ไขมันไม่อิ่มตัว(Unsaturated fat) กรดไขมันอิ่มตัวเชิงเดี่ยว(Monounsaturated fatty acid)และไขมันทรานส์ (Tran fat) ในไข่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acid) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่ที่ได้รับกากงาม้อนที่ระดับ 10% มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสูงสุดที่ระดับ 0.95 g/100g และไก่ที่ได้รับกากงาม้อนที่ระดับ 0 และ 5 % มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน 0.67 และ 0.84 g/100g ตามลำดับ การเสริมกากงาม้อนที่ระดับต่างๆส่งผลให้ กรดไขมันโอเมก้า 3 (Omega-3 fatty acid) ในไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 10% ส่งผลให้ระดับกรดไขมันโอเมก้า 3 สูงสุดที่ระดับ 187.40 g/100g และการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 0 และ 5 % มีระดับกรดไขมันโอเมก้า 3 ในไข่ที่ระดับ 36.46 และ 100.78 g/100g ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าระดับกรดไขมันโอเมก้า 6 (0mega-6 fatty acid) และกรดไขมันโอเมก้า9 (Omega-9 fatty acid) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้พบว่าการเสริมกากงาม้อนที่ระดับต่างๆไม่มีผลต่อปริมาณคลอเลสเตอรอลในไข่ ($P>0.05$)

ในส่วนระดับวิตามิน แร่ธาตุ และโปรตีนพบว่า ระดับวิตามินA, B_{12} , วิตามิน E และธาตุเหล็ก ในไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนผลต่อระดับโปรตีนในไข่พบว่าการเสริมกากงาม้อน 5 % ส่งผลให้ระดับโปรตีนในไข่สูงสุดที่ 12.87 g/100g โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (12.32 g/100g) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมกากงาม้อน 10% (12.65 g/100g)

โดยการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันโอเมก้า3ในไข่จากการเสริมกากงาม้อนสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saito *et al*. (2002)ที่รายงานว่าเมื่อเพิ่มระดับของกากงาม้อนในสูตรอาหารมีผลทำให้ระดับของกรดไขมันโอเมก้า 3 α-linolenic acid (ALA) ในไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 5 และ 10 % มีผลให้กรดไขมันโอเมก้า-3 เพิ่มขึ้นจาก 0.17 ในกลุ่มที่ไม่เสริมกากงาม้อนเป็น 0.28 และ 0.39 mg/100 mg egg yolk ตามลำดับ และกรดไขมันโอเมก้า 6 linoleic acid มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 2.38 ในกลุ่มที่ไม่เสริม เป็น 2.78 และ 2.82 ในกลุ่มที่เสริมกากงาม้อนที่ระดับ 5 และ 10 % ตามลำดับ และยังสอดคล้องกับผลการทดลองของ มนัสนันท์และคณะ(2561) ที่รายงานว่าการเสริมเมล็ดงาม้อนในอาหารไก่ไข่ทำให้มีการสะสมของกรดไขมันโอเมก้า 3 และกรดไขมันโอเมก้า 6ในไข่เพิ่มขึ้นตามปริมาณของงาม้อนที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

Table 4.4 The nutritional value of Leghorn egg under different level of perilla meal in ration.

Nutritional Value	PM	Treatment			CV(%)	P-value
		T1 (0% PM)	T2 (5% PM)	T3 (10% PM)		
Fat and Fatty acid composition						
Saturated fat (g/100g)	1.46	3.11	3.53	3.17	9.09	0.1471
Monounsaturated fatty acid (g/100g)	2.35	3.35	3.22	3.05	9.40	0.4049
Polyunsaturated Fatty acid (g/100g)	7.97	0.67[a]	0.84[b]	0.95[b]	12.77	0.0113
Unsaturated fat (g/100g)	10.32	4.01	4.06	4.00	9.50	0.9681
Tran fat (g/100g)	ND	0.02	0.02	0.02	26.53	0.7674
Omega-3 (mg/100g)	5,868.61	36.46[A]	100.78[B]	187.40[C]	19.53	0.0001
Omega-6 (mg/100g)	2,095.29	619.94	728.79	751.78	12.47	0.1284
Omega-9 (mg/100g)	1,348.92	2,984.59	2,938.51	2,851.24	10.14	0.8156
Cholesterol (mg/100g)	ND	427.49	414.42	369.20	14.23	0.3635
Vitamin and Mineral composition						
Vitamin A (mg/100g)	0	ND	ND	ND		
Vitamin B12 (mg/100g)	<0.1	1.14	1.00	0.95	18.45	0.4072
Vitamin E (α-Tocopherol) (mg/100g)	0.31	0.08	0.08	0.08	27.67	0.9817
Iron (Fe) (mg/kg)	43.1	26.48	26.03	24.80	9.50	0.6221
Protein (%N X 6.25) (g/100g)	32.79	12.32[a]	12.87[b]	12.65[ab]	1.67	0.0154

ND = Not detected

PM = Perilla meal

[ab] Means within each row with different letters differ significantly ($P<0.05$)

[ABC] Means within each row with different letters differ significantly ($P<0.01$)

เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัตถุดิบอื่นๆในอาหารสัตว์เพื่อการผลิตไข่ไก่ที่มีกรดไขมันโอเมก้าสูงเช่น การใช้น้ำมันปลาทูน่าเสริมในอาหารไก่ไข่ของ สุวิมล (2557) ที่รายงานว่าหาก สัดส่วนของน้ำมันปลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การสะสมของกรดไขมันโอเมก้า 3 (EPA และ DHA) ในไข่แดงเพิ่มขึ้น ส่วนมนัสนันท์และคณะ (2558)

ศึกษาผลของการเสริมเคยแอนตาร์กติก (*Euphausia superba*) ในอาหารไก่ไข่ พบว่า การเสริมเคยแอนตาร์กติกในอาหารทุกระดับมีผลต่อการเพิ่มค่าคะแนนสีของไข่แดง (P<0.05) รวมถึงสามารถเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อน (PUFA และ LC- PUFA) คือ Linoleic acid , Linolenic acid, Arachidonic acid, Eicosapentanoic acid: EPA , Doco-sahexaenoic acid: DHA และ DPA ในไข่แดง (P<0.01) ส่วน มนัสนันท์และคณะ (2558) และมาฆะเพ็ญและคณะ(2556) ศึกษาผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ พบว่าการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มค่าคะแนนสีของไข่แดง (P<0.05) อีกทั้งการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อน (PUFA และ LC- PUFA) ในไข่แดง ดังนั้นจึงชี้ให้เห็นว่าชนิดของวัตถุดิบอาหารที่ใช้เสริมอาหารไก่ไข่ส่งผลต่อชนิดของกรดไขมันที่สะสมในไข่แดง โดยกากงาม้อนส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีชื่อว่า linolenic acid(ALA) ส่วนการเสริมน้ำมันปลาส่งผลให้กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีชื่อว่า Eicosapentanoic acid: EPA และ Doco-sahexaenoic acid: DHA เพิ่มขึ้น ส่วนการเสริมเคยแอนตาร์กติกส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันโอเมก้า-3 ได้แก่ linolenic acid, EPA และ DHA และ กรดไขมันโอเมก้า-6 ได้แก่ linoleic acid และ Arachidonic acid

บทที่ 5

สรุปผล

การเสริมกากงาม้อนระดับต่างๆในอาหารไก่ไข่ ส่งผลให้ผลผลิตไข่เฉลี่ย (Hen day production) ผลผลิตไข่สะสมต่อแม่ น้ำหนักไข่ต่อแม่ น้ำหนักไข่ต่อฟอง และปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในส่วนของประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่ากลุ่มที่เสริมกากงาม้อนที่ระดับ 5 % มีประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง ดีที่สุด โดยใช้อาหารเพียง 275.4 กรัมและต้นทุนค่าอาหาร 3.8 บาท ต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง ในส่วนของคุณภาพภายนอกและภายในฟองไข่ พบว่าการเสริมกากงาม้อนที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพภายนอกและภายในฟองไข่ แต่พบว่าการเสริมกากงาม้อนที่ระดับ 10 % ส่งผลให้ปริมาณไข่แดงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมกากงาม้อน และเสริมที่ระดับ 5 % อันเป็นผลจากการสะสมของไขมันและโปรตีนที่เพิ่มขึ้น

ด้านคุณค่าทางโภชนะพบว่า การเสริมกากงาม้อนที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณไขมันอิ่มตัว ไขมันไม่อิ่มตัว ไขมันทรานส์ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว แต่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ของระดับกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน กรดไขมันโอเมก้า-3 และระดับโปรตีน ด้วยผลการทดลองดังกล่าวนี้จึงสรุปได้ว่า สามารถใช้กากงาม้อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันงาม้อนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วยการใช้เป็นแหล่งอาหารไก่ไข่เพื่อผลิตไข่ไก่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยระดับกากงาม้อนที่เหมาะสมสำหรับการผสมในอาหารสัตว์คือ 5 % ซึ่งเป็นระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพภายนอกและภายในฟองไข่แต่ยังคงช่วยให้กรดไขมันโอเมก้า-3 ในไข่เพิ่มสูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรนำกากงาม้อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันงาม้อนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วยการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยเฉพาะการใช้ในอาหารไก่ไข่ซึ่งผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้กากงาม้อนที่ระดับ 5% โดยไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ อีกทั้งไข่ที่ได้ยังอุดมไปด้วยกรดไขมันโอเมก้า3 โดยส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงไก่ไข่ในระบบปล่อยอิสระ(Free range system) และผลผลิตที่ได้สามารถส่งขายเป็นไข่เพื่อสุขภาพในร้านค้าของมูลนิธิชัยพัฒนาหรือตลาดสินค้าคุณภาพสูง(Premium price) อื่นๆ ซึ่งได้ราคาสูงกว่าไข่ไก่ปกติเป็นการสร้างรายได้และมูลค่าเพิ่มให้แก่เกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2539). สมุนไพรพื้นบ้านล้านนา. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ณฐมล จินดาพรรณ. 2550. องค์ประกอบและสมบัติในการทำหน้าที่ของไข่แดง. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 3(1) : 14-21

ณาตยา รัตนวงศ์ไพศาล ประภา โซ๊ะสลาม และพรพิมล พิมลพันธุ์. 2540. การใช้น้ำมันปลาทูน่าผสมอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงไก่กระทง. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาจุลลวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ถิรนันท์ ศรีกัญชัย. (2549). ผลของน้ำมันปลาทูน่าต่อคุณภาพเนื้อและไขมันของสุกรรุ่น-ขุนที่น้ำหนักฆ่าต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทัศนีย์ ตรัยรัตน์อภิวัน, รัชกฤช เลิศภัทรโกมล1, และจำลอง มิตรชาวไทย.2556. ผลการเสริมแร่ธาตุซีลีเนียมอินทรีย์ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่และระดับความเข้มข้นของซีลีเนียมในไข่. สัตวแพทย์มหานครสาร.8(1): 1-7.

ธัญญา ธีรศาสตร์. 2549. น้ำมันงาเจียง. เส้นทางใหม่สู่การแก้ปัญหาสุขภาพ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21(3) : 55-58

นัยนา บุญทวีย6วัฒน์. 2553. ชีวเคมีทางโภชนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์เจริญดีมั่นคงการพิมพ์. กรุงเทพฯ. จำนวน 424 หน้า .

ปัทมา ฤกษะเสน. (2544). ผลของการเสริมน้ำมันปลาในระดับที่ต่างกันในอาหารสุกรต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและเนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. (2542). สารอาหารกับภูมิคุ้มกันในสัตว์ (ตอนที่ 2). สัตวเศรษฐกิจ. 17(369): 48-53.

เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์, อนันต์ ปินตารักษ์, และดนุวัต เพ็งอ้น. (2546). งาขี้ม้อน(งาหอม)พืชที่มี คุณค่าของไทยภาคเหนือ. เชียงใหม่: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, อณัญญา ปานทอง และ วรางคณา กิจพิพิธ. 2558. การเสริมเคยแอนตาร์กติก (*Euphausia superba*) ในอาหารไก่ไข่ต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถนะการผลิต คุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ องค์ประกอบกรดไขมัน และเสถียรภาพออกซิเดชั่นของไขมัน. แก่นเกษตร.43(1) : 15-28

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, อณัญญา ปานทอง และ วรางคณา กิจพิพิธ. 2558. ผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ในอาหารไก่ไข่ต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนะ สมรรถภาพการผลิต และคุณภาพของไข่ไก่. วารสารเกษตร. 31(2) : 107-120

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, จารุวรรณ ธูปแช่ม, ธนิษฐา โมราวงษ์, ทับทิมทิพย์ อินกอง,ชลธิชา ดวงดี, อิศรพงษ์ เผือกเงิน, วรางคณา กิจพิพิธและ อณัญญา ปานทอง. 2561. ผลของการเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนในอาหารของไก่ไข่ (ระยะท้าย) ต่อการย่อยได้ของโภชนะสมรรถนะการผลิต คุณภาพไข่ คอเลสเตอรอลและการสะสมของกรดไขมันโอเมก้าในไข่ไก่. Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University. 5(2) : 46-64

มาฆะเพ็ญ ทรงอาจ ยุวเรศ เรืองพานิช และเสกสม อาตมางกูร. 2556. ผลของการเสริมสาหร่าย *Schizochytrium* sp. ต่อสมรรภาพการผลิตของไก่ไข่และปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในไข่แดง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 1 (พิเศษ): 87-90.

ยุวฉัตร วุฒิธรรมคณาพร. (2544). ผลของการเพิ่มกรดไขมันโอเมก้า-3 โดยการเสริมน้ำมันปลาทูน่าในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และไขมันของสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวเรศ สังวราภรณ์. 2538. ผลของการเสริมน้ามันปลาซาร์ดีนในอาหารไก่ไข่ต่อองค์ประกอบไขมัน ในไข่แดงและสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวรรณ สุทธจิตต์. (2550). ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ . (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : The Knowledge Center.

สัญชัย จตุรสิทธา. (2543). การจัดการเนื้อสัตว์. เชียงใหม่ : มิ่งเมือง.

สุนีย์ ตรีมณี. 2541. ผลการเสริมน้ามันปลาทูน่าดิบต่อองค์ประกอบของไขมันในไข่แดงและสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิมล พิทักษ์วงษ์. 2557. ผลของสัดส่วนน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่าในอาหาร ต่ออัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง และระบบภูมิคุ้มกันในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เสกสม อาตมางกูร ยุวเรศ สังวราภรณ์ ฉัตรชัย เจนการวณิช. 2539. ไข่ไอโอดีนเกษตร. นิทรรศการงานวิจัย 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. http://www.ku.ac.th/kaset60/ku60/eggkaset.html. วันที่สืบค้น 1 ตุลาคม 2559.

Bryhni, E.A., Kjos, N.P., Ofstad, R. & Hunt, M. (2002). Polyunsaturated fat and fish oil in diets for growing finishing pigs: effect on fatty acids composition and meat, fat, and sausage quality. Meat Sci, 62, 1-8.

Busboom, J.R., Rule, D.C., Colin, D., Heald, T. & Mazhar, A. (1991). Growth, carcass characteristics, and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. J. Animal. Sci, 69, 1101-1108.

Enser,M. , R.I. Richardson, Wood, J.D., Gill, B.P. & Sheard, P.R. (2000). Feeding linseed to in Crease the n-3 PUFA of pork acid compositons of musscle, adipose tissue, liver and sugsages. Meat Sci, 55, 201-202.

Fritsche, K. L., Cassity, N. A., and Huang, S. (1991). Effect of dietary fat source on antibody production and lymphocytenproliferation in chickens. Poult. Sci. 70: 611-617.

Fritsche, K.L., Huang, Sh-C. & Cassity, N.A. (1993). Enrichment of omega-3 fatty acids in suckling pigs by maternal dietary fish oil supplemention. J. Anim. Sci, 71, 1841-1847.

Mapato, C., M. Wanapat and A. Cherdthong. 2010. Effects of urea treatment of straw and dietary level of vegetable oil on lactating dairy cows. Trop. Anim. Health Prod. 42:1635-1642.

Moon H.K., J.W. Kim, K.N. Heo, Y.H. Kim, S.W. Kim, C.H. Kwon, I.S. Shin and In K. Han. 1994. Growth performance and amino acid digestibilities affected by various plant protein sources in growing-finishing pigs. AJAS. 7(4): 537-546

Morel, P.C.H., J. Leong, W.G.M. Nuijten, R.W. Purchas, B.H.P. Wilkinson. 2013. Effect of lipid type on growth performance, meat quality and the content of long chain n-3 fatty acids in pork meat. Meat Science. 95: 151-159.

Myer, R.O., Lamkey, J.W., Walker, W.R., Brendemuhl, J.H. & Combs, G.E. (1992). Performance and carcasscharacteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturated : saturated ratio of pork fat. J. Anim. Sci, 70, 1417-1423.

National Research Council. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th edn,Washington, DC, National Academy Press.

National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants, Washington,DC, National Academy Press.

Park, Y., J. Kim, A.G. Scrimgeour, M.L.Condlin, D. Kim, Y. Park. 2013. Conjugated linoleic acid and calcium co-supplementation improves bone health in ovariectomised mice. Food Chemistry. 140: 280-288.

Piliang, W.G., H.R. Bird, M.L. Sunde and D.J. Pringle. 1982. Rice bran as the major energy source for laying hens. Poultry Sci. 61: 357-36

Romans, J. R. ,Johnson, R. C., Wulf, D.M., Libal, G.W. & Costello, W.J. (1995). Effets of Ground flaxseed in swine dites on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid contend of pork :I.dietry leave of flaxseed. J. Animal Sci, 73, 1982-1986.

Saito, K., M. Nomura and J. Kimura. 2002. Effect of Feeding Perilla Oil, Meal and Leaves on Fatty Acid Contents in Egg Yolk. Nikon Chikusan Gakkaiho. 73(1) : 39-48

Sander, T.A.B. 199). Polyunsaturated fatty acid in the food chain in Europe. AM.j.Clin Nutr, 71, 176S-178S.

Siriamornpun, S., D. li, L. Yang, S. Suttajit and M.Suttajit. 2006. Variation of Lipid and Fatty Acid Compositions in Thai Perilla Seeds Grown at Difference Location. Songklanakharin J. Science and Technology. 28 (Suppl.1): 17-21

Voet, D. & Voet, J.G. 1999. Biochemistry. 2nd ed. New York : John Wiley & Son. Inc.

ภาคผนวก

ภาพกิจกรรมการวิจัย

รูปที่ 1 โรงเรือนวิจัย

รูปที่ 2 ภายในบริเวณโรงเรือน

รูปที่ 3 การเลี้ยงไก่แบบปล่อยอิสระ

รูปที่ 4 ไก่เล็กฮอร์น

รูปที่ 5 ไข่ไก่เล็กฮอร์น

รูปที่ 6 กากงาม้อน

รูปที่ 7 การวัดคุณภาพไข่ **รูปที่ 8 การวัดสีไข่แดง**

รูปที่ 9 การวัดความสูงไข่ขาว **รูปที่ 10 เวอร์เนียดิจิตอล**

รูปที่ 11 ชุดตรวจสอบคุณภาพไข่ขาว **รูปที่ 12 พัดวัดสีไข่แดง**