

ผลของแหล่งไขมันต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คอเลสเตอรอลในเลือด และค่าโลหิตวิทยาในไก่เนื้อ

Effects of Fat Sources on Growth Performance, Serum Cholesterol and Hematology in Broilers

ศรีสุดา ศิริเหล่าไพศาล* พงศธร กุณัน ไพวัลย์ ปัญญาแก้ว และ ธัชเวช ภูมิประสิทธิ์

Srisuda Sirilaophaisan*, Pongsathorn Gunun, Paiwan Panyakaew and Thachawech Kimprasit

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160
Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Phung Khon,
Sakon Nakhon 47160, Thailand

*Corresponding author: Email: Sreesuda88@hotmail.com

(Received: 21 March 2017; Accepted: 3 October 2017)

Abstract: The objective of this study was to determine the effects of vegetable fat sources on growth performance, blood cholesterol and hematology in broilers. A total of 90 d-old male broiler chicks (Cobb 500), were divided into 3 treatment groups. The experimental design was completely randomized design (CRD). Each treatment consisted of three replicates of ten each. The treatments were supplemented with palm oil (T1), soybean oil (T2) and krabok oil (T3) in broiler diet during 42 days. Results indicated that supplementation of different types of vegetable fat significantly differences ($P<0.05$) affect body weight, body weight gain, FCR and productive index (PI) of broilers. The highest live weight, PI and least FCR were found in krabok oil supplemented group. Carcass percentage was tended ($P=0.056$) improved highest in krabok oil treatment. Blood cholesterol and triglyceride levels were not significantly ($P>0.05$) among treatments. Heterophil, lymphocyte and ration of heterophil and lymphocyte were significantly decreased ($P<0.05$) by soybean oil. It was concluded that krabok oil supplement significantly increased growth performance in broilers as compared to palm and soybean oil supplements.

Keywords: Fat, krabok oil, broiler, growth performance, cholesterol, hematology

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมไขมันพืชในอาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และค่าโลหิตวิทยาในไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์คอปปี 500 (Cobb 500) อายุ 1 วัน จำนวน 90 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว ทำการเสริมน้ำมันจากพืช 3 ชนิด คือ น้ำมันปาล์ม, น้ำมันถั่วเหลือง และ น้ำมันกระบกในอาหารไก่เนื้อเป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่า ชนิดของน้ำมันพืชในอาหารมีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตได้แก่ น้ำหนักตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น FCR และดัชนีประสิทธิภาพการผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยการเสริมน้ำมันกระบกมีสมรรถนะการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์ม ตามลำดับ ไก่เนื้อกลุ่มเสริมน้ำมันกระบกมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ซากสูงที่สุด ($P = 0.056$) ปริมาณคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือดไก่ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีผลต่อเม็ดเลือดขาวชนิดเฮโมโกลิน (H) ลิมโฟไซต์ (L) และอัตราส่วนของ H/L แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ไก่เนื้อกลุ่มเสริมน้ำมันถั่วเหลืองมีค่า H/L ต่ำที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันปาล์ม และน้ำมันกระบก งานทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่าน้ำมันกระบกมีประสิทธิภาพในการเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตในไก่เนื้อดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง

คำสำคัญ: ไขมัน น้ำมันกระบก ไก่เนื้อ สมรรถนะการเจริญเติบโต คอเลสเตอรอล โลหิตวิทยา

คำนำ

น้ำมันและไขมันเป็นวัตถุดิบอาหารไก่เนื้อที่ใช้เป็นแหล่งของพลังงาน เนื่องจากมีพลังงานสูงกว่าโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตถึง 2.25 เท่า (NRC, 1994) นอกจากนี้ไขมันยังมีประโยชน์ในการช่วยลดความเป็นพิษของอาหาร เพิ่มความน่ากินให้กับอาหาร ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายวิตามินที่ละลายในไขมัน (เอ, ดี, อี และเค) มีผลให้ร่างกายดูดซึมวิตามินกลุ่มนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ ไขมันยังให้โคเลสเตอรอลที่ช่วยสังเคราะห์วิตามินดี เป็นส่วนประกอบในเซลล์สมอง เซลล์ประสาท เป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นแก่ร่างกาย เช่น กรดไขมันตระกูลโอเมก้า 6 ได้แก่ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) พบมากในน้ำมันพืชที่ได้จากเมล็ดข้าวโพด ถั่วเหลือง งา กรดไขมันชนิดนี้สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ และป้องกันการเกิดโรคผิวหนังอักเสบที่เกิดจากการขาดกรดไขมัน กรดไขมันตระกูลโอเมก้า 3 ได้แก่ อีโคซาเพนตาอิก (eicosapentaenoic acid, EPA) และกรดโดโคซาเฮกซะอิก (docosahexaenoic acid, DHA) พบมากในน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันคาโนลา น้ำมันปลา ซึ่งน้ำมันประเภทนี้มีบทบาทในการพัฒนาการของสมองและการมองเห็น นอกจากนี้ไขมันยังช่วยให้การเคลื่อนที่ของอาหารในลำไส้เป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้สามารถย่อยและดูดซึม

สารอาหารได้เต็มที่ (Firman *et al.*, 2008) การนำไขมันมาใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์ชั้นต่ำที่เหมาะสม คือ 10 กรัมต่อกิโลกรัม แต่ถ้าให้มากเกินไป 40 กรัมต่อกิโลกรัม อาจมีปัญหาเรื่องการอัดเม็ด (Leeson and Summers, 1997) การนำน้ำมันและไขมันมาใช้ในสูตรอาหารสัตว์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด จะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวอาจส่งผลให้ไก่มีการเจริญเติบโตดีขึ้นหรือลดลง ซึ่งปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงได้แก่ อายุของลูกไก่ เพศ วัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร ชนิดของไขมัน ไขมันในอาหารมีอิทธิพลต่อคุณภาพซากเนื่องจากไขมันแต่ละแหล่งมีองค์ประกอบของกรดไขมันแตกต่างกัน และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไขมันภายในซาก (Sanz *et al.*, 1999) จากการรายงานของ Tanchaorenrat *et al.* (2013) ศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (apparent metabolizable energy, AME) ของไขมันชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม ไขมันโค ไขมันไก่ และน้ำมันถั่วเหลืองผสมไขมันโค พบว่า น้ำมันถั่วเหลืองมีค่า AME สูงสุด รองลงมาได้แก่ ไขมันไก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลืองผสมกับไขมันโค และไขมันโค ตามลำดับ การที่น้ำมันถั่วเหลืองมีค่า AME มากที่สุดเนื่องมาจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบอยู่สูง ในขณะที่ไขมันโคมีค่า AME น้อยสุดเนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวอยู่สูง ทำให้ไก่ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากไขมันชนิดนี้ได้เต็มที่ น้ำมันถั่ว

เหลียงสามารถลดการทำงานของกระบวนการสังเคราะห์ไขมัน (lipogenesis) ได้ ซึ่งมีการรายงานว่าการเติมน้ำมันถั่วเหลืองลงในอาหารไก่เนื้อ สามารถลดการสะสมไขมันในร่างกาย ปัจจุบันมีไขมันหลายชนิดให้เลือกใช้ในการประกอบสูตรอาหาร ซึ่งน้ำมันปาล์มเป็นแหล่งของพลังงานที่นิยมใช้ในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ปีก โดยเฉพาะไก่เนื้อ

กระบกเป็นพืชท้องถิ่นที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Irvingia malayana* Oliv. ex. A. W. Benn. สามารถพบได้ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย กระบกเป็นไม้เนื้อแข็งนำมาเผาถ่านที่มีคุณภาพดี เมล็ดกระบกจะมีเปลือกแข็งหุ้ม ภายในเนื้อในเมล็ดสามารถนำมาบริโภคได้และเป็นที่นิยมบริโภค มีการนำเมล็ดกระบกมาสกัดน้ำมันเพื่อนำไปใช้ทดแทนน้ำมัน เช่น ใช้จุดให้แสงสว่าง ใช้หล่อลื่นในการหีบเมล็ดนุ่น น้ำมันกระบกประกอบด้วยกรดไขมันสายยาวปานกลาง (medium-chain fatty acids, MCFAs) ได้แก่ กรดไขมันลอริก (lauric acid, C12:0) และไมริสติก (myristic acid, C14:0) มีปริมาณ 420 g/kg และ 464 g/kg ตามลำดับ (ประภาพร, 2520) น้ำมันกระบกมีกรดไขมันมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีปริมาณกรดไขมัน C12:0 และ C14:0 มีค่าเท่ากับ 458 และ 205 g/kg ตามลำดับ (Panyakaew *et al.*, 2013; Wongsuthavas *et al.*, 2007) จากการรายงานของ Khatibjoo *et al.* (2017) ทดลองเสริม MCFAs และกรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acids, SCFAs) ในอาหารไก่เนื้อ พบว่าไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซาก แต่สามารถลดค่ากลูโคสและคอเลสเตอรอลในเลือดไก่ได้ ศศิพันธ์ และคณะ (2552) ได้นำน้ำมันกระบกมาเปรียบเทียบกับ น้ำมันถั่วเหลือง และไขวัว ในอาหารไก่เนื้อ พบว่า ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารกินได้ต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แต่ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับการเสริมน้ำมันถั่วเหลืองมีการสะสมไขมันของท้องน้อยที่สุด สามารถใช้ไขกระบกเป็นแหล่งของไขมันในอาหารไก่เนื้อได้โดยไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาผลของการเสริมน้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันกระบกในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซาก ค่าโลหิตวิทยา และชีวเคมีของเลือดในไก่

เนื้อเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตเนื้อไก่ที่ส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า สายพันธุ์คอปป์ 500 (Cobb 500) เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 90 ตัว ซึ่งนำหน้าไก่เป็นรายตัวแล้วแยกขนาดออกเป็น 3 กลุ่ม (เล็ก กลาง ใหญ่) แล้วนับจำนวนเพื่อหาสัดส่วนให้ได้กลุ่มละ 10 ตัว ทำการชั่งน้ำหนักรวมของไก่แต่ละกลุ่มอย่างน้อย 5 ครั้ง โดยให้น้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกันมากที่สุด และจัดลูกไก่เข้ากลุ่มการทดลอง

แผนการทดลองและการให้อาหารทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) เพื่อศึกษาการเสริมไขมันจากพืช 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์ม (T1) น้ำมันถั่วเหลือง (T2) และน้ำมันกระบก (T3) ในอาหารไก่เนื้อ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเริ่มต้น (starter) ไก่อายุ 1-14 วัน ระยะเติบโต (grower) ไก่อายุ 15-35 วัน และระยะสุดท้าย (finisher) ไก่อายุ 36-42 วัน โดยในแต่ละระยะอาหารจะมีระดับโปรตีน 22, 20 และ 18 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และพลังงานประมาณ 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม โดยส่วนผสมของสูตรอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 1 จัดสุ่มไก่เนื้อเข้ากลุ่มอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ให้ไก่กินอาหารอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และให้น้ำสะอาดให้กินอย่างเพียงพอตลอดเวลา

การดำเนินการทดลอง

จัดไก่เนื้อให้น้ำหนักเริ่มต้นใกล้เคียงกันมากที่สุดเข้ากลุ่มการทดลอง เลี้ยงในคอกขนาด 1x2 เมตร พื้นคอนกรีต มีการใช้เกลบเป็นวัสดุรองพื้น หนาประมาณ 2 เซนติเมตร เลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิด ทำการกกไก่เนื้อโดยใช้หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ เพื่อให้ความอบอุ่นเป็นระยะเวลาประมาณ 14 วัน ให้วัคซีนนิวคาสเซิล (ND) และหลอดลมอักเสบ (IB) เมื่อไก่อายุ 14 วัน ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวไก่ทุกระยะของ

Table 1. Composition of basal diet

Ingredient	Starter (1 to 14 d)			Grower (15 to 35 d)			Finisher (36 to 42 d)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Corn	47.00	47.00	47.00	50.50	50.50	50.50	55.60	55.00	54.00
Soybean meal (44%)	28.00	28.00	28.00	22.00	22.00	22.00	20.00	20.00	20.00
Full fat soybean (36%)	7.90	7.90	7.90	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Fishmeal (55%)	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
Rice bran (crude)	5.00	5.30	5.30	5.80	5.80	5.40	2.70	3.40	3.40
Monocalcium phosphate	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Limestone	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
DL-Methionine	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
L-Lysine	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Palm oil	3.50	-	-	4.60	-	-	5.00	-	-
Soybean oil	-	3.60	-	-	4.60	-	-	5.00	-
Krabok oil	-	-	3.90	-	-	5.00	-	-	6.00
Salt	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10
Premix *	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Calculated analysis									
ME (Kcal/kg)	2,980	2,988	2,977	3,083	3,083	3,083	3,176	3,176	3,176
Protein (%)	21.49	21.36	21.34	19.39	19.40	19.36	18.27	18.27	18.13

*Commercial premix

การเปลี่ยนสูตรอาหาร และบันทึกการตายของไก่ในแต่ละวันตลอดระยะเวลาทดลอง

$$\text{Productive index} = \frac{(\text{BWG} \times \text{Survival})}{\text{Age} \times \text{FCR}} \times 100$$

วิธีเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1. เก็บตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการทดลองในแต่ละระยะนำไปวิเคราะห์ค่าวัตถุแห้ง (dry matter) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ไขมัน (ether extract, EE) เถ้า (ash) เยื่อใยหยาบ (crude fiber, CF) แคลเซียม (calcium, Ca) และฟอสฟอรัส (phosphorus, P) ตามวิธีการของเยาวมาลย์ (2523)

2. บันทึกน้ำหนักตัวเริ่มต้น (initial weight) ปริมาณอาหารที่ให้ และอาหารที่เหลือ และน้ำหนักสุดท้าย (body weight, BW) ในแต่ละระยะของการเปลี่ยนสูตรอาหารเพื่อนำไปคำนวณประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio, FCR) และคำนวณดัชนีประสิทธิภาพการผลิต (productive index, PI) โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

3. บันทึกการป่วยและการตาย ตลอดระยะเวลาการทดลอง 42 วัน

4. เมื่อไก่เนื้ออายุ 35 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างเลือดไก่ โดยเจาะเลือดไก่จากเส้นเลือดดำบริเวณใต้ปีก (wing vein) ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างที่มีสาร heparin ที่ช่วยป้องกันการแข็งตัวของเลือด เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา ได้แก่ ค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (hematocrit, Hct) ค่าเม็ดเลือดแดง (red blood cell, RBC) ค่าเม็ดเลือดขาว (white blood cell, WBC) เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิล (heterophil, H) และลิมโฟไซต์ (lymphocyte, L) เพื่อนำไปหาสัดส่วน H ต่อ L (H/L ratio) และตัวอย่างเลือดปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วที่สะอาดและแห้ง ตั้งทิ้งไว้ 4-6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °C) เมื่อเม็ดเลือดแข็งตัวแล้ว แยกเอาส่วนซีรัมใส่ในหลอดไมโครเซนตริฟิวส์

(microcentrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าคอเลสเตอรอล (cholesterol) และไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) โดยวิธี enzymatic colorimetric test (CHOD-PAP method)

5. เมื่อไก่อายุ 42 วัน ทำการถอดอาหารไก่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 ชั่วโมง สุ่มไก่ในแต่ละคอก (2 ตัว/คอก) มาฆ่าแช่แข็งเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ซาก [carcass percentage = $\{(\text{carcass weight} / \text{live weight}) \times 100\}$] และเปอร์เซ็นต์อวัยวะต่าง ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SAS (SAS, 2002)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง พบว่า เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบโปรตีนหยาบ ไขมัน เกล็ด และเยื่อหยาบ รวมทั้งแร่ธาตุแคลเซียม และธาตุฟอสฟอรัส (ตารางที่ 2) มีค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการคำนวณค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานของไก่เนื้อสายพันธุ์คอปปี้ 500

ผลของแหล่งไขมันในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต

ผลของการเสริมไขมันปาล์ม (T1) ไขมันถั่วเหลือง (T2) และไขมันกระบก (T3) ในอาหารไก่เนื้อแบ่งออกเป็น 3 ระยะ (periods) ได้แก่ ในช่วงอายุ 1-14, 15-35 และ 36-42 วัน (ตารางที่ 3) พบว่า ในช่วงอายุ 15-35 วัน น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และ FCR ของไก่เนื้อมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันกระบกมีน้ำหนักตัว และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาได้แก่ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันปาล์ม และไขมันถั่วเหลือง ตามลำดับ ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันกระบกมีค่า FCR ต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันปาล์ม และไขมันถั่วเหลือง ตามลำดับ ในช่วงอายุ 36-42 วัน น้ำหนักตัวไก่มีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) ไก่เนื้อกลุ่มเสริมไขมันกระบกมีน้ำหนักตัวมากที่สุด รองลงมาคือ ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันถั่วเหลือง และไขมันปาล์ม ตามลำดับ ในการเลี้ยงไก่เนื้อตลอดระยะเวลา 1-42 วัน พบว่า น้ำหนักตัว, น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และดัชนีประสิทธิภาพการผลิตมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) ไก่เนื้อกลุ่มเสริมไขมันกระบกมีค่าดังกล่าวสูงที่สุด และมีค่า FCR ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันถั่วเหลือง และไขมันปาล์ม ตามลำดับ จากผลการทดลองในครั้งนี้ สอดคล้องกับงานทดลองของ Das *et al.* (2014) รายงานว่าชนิดของไขมัน 'ไม่' มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินในช่วงแรกของไก่เนื้อ แต่จะมีผลในช่วงสัปดาห์ที่ 3, 4 และ 5 น้ำหนักตัวไก่ที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันในช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ยกเว้นสัปดาห์

Table 2. Chemical analysis of experimental diet

Items	Starter (1 to 14 d)			Grower (15 to 35 d)			Finisher (36 to 42 d)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Chemical analysis (%)									
Dry matter	89.95	90.33	89.43	88.57	89.80	89.17	90.23	90.00	88.00
Protein	21.47	21.63	21.67	19.16	19.30	19.50	18.57	18.32	18.37
Ether extract	8.50	8.13	8.03	9.37	9.23	8.97	9.37	9.30	9.13
Ash (%)	9.63	9.60	9.37	9.47	9.10	9.13	8.27	8.47	8.43
Crude fiber (%)	5.01	4.97	4.70	4.50	4.53	4.43	3.90	3.77	3.60
Calcium (%)	1.30	1.22	1.20	1.16	1.13	1.30	1.09	1.01	1.15
Phosphorus (%)	1.30	1.33	1.20	0.97	1.00	1.05	1.03	0.96	0.95

Table 3. Effects of different sources of fat on growth performance of male broiler chickens

Items	Fat sources			SEM	P-value
	T1 (Palm)	T2 (Soybean)	T3 (Krabok)		
Initial weight (g/bird)	45.59	45.37	45.22	0.143	0.256
Starter period (1-14 d)					
Body weight (g/bird)	410	413	430	6.085	0.119
Body weight gain (g/bird)	364	368	385	6.122	0.111
Feed intake (g/bird)	530	510	537	9.623	0.206
FCR	1.454	1.388	1.395	0.035	0.396
Survival (%)	100	100	100		
Productive index *	178	190	197	7.054	0.262
Grower period (15-35 d)					
Body weight (g/bird)	2,327 ^b	2,307 ^b	2,516 ^a	48.355	0.041
Body weight gain (g/bird)	1,917 ^b	1,893 ^b	2,086 ^a	43.936	0.041
Feed intake (g/bird)	2,787	2,800	2,897		
FCR	1.454 ^a	1.479 ^a	1.389 ^b	0.012	0.005
Survival (%)	100	100	100		
Productive index*	627 ^b	609 ^b	715 ^a	16.867	0.001
Finisher period (36-42 d)					
Body weight (g/bird)	3,040 ^b	3,087 ^b	3,293 ^a	42.515	0.012
Body weight gain (g/bird)	713	780	778	36.984	0.408
Feed intake (g/bird)	2,150	2,267	2,233		
FCR	3.014	2.911	2.889	0.098	0.653
Survival (%)	100	100	100		
Productive index*	131	149	151	11.541	0.471
Overall (1-42 d)					
Body weight (g/bird)	3,040 ^b	3,087 ^b	3,293 ^a	42.515	0.012
Body weight gain (g/bird)	2,994 ^b	3,041 ^b	3,248 ^a	42.524	0.012
Feed intake (g/bird)	5,467	5,577	5,667	77.102	0.262
FCR	1.825 ^a	1.834 ^a	1.744 ^b	0.017	0.018
Survival (%)	100	100	100		
Productive index*	390 ^b	395 ^b	443 ^a	7.582	0.004

^{a-c} Means with different superscripts within the same row differ significantly ($P < 0.05$)

*Productive index = (BWG x Survival)/(Age x FCR) x 100

ที่ 4 ที่น้ำหนักตัวไก่ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันปลา 3% มีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุด ไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมไขมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์มมีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการทดลอง ไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมน้ำมันปาล์มมีค่า FCR ดีที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับน้ำมันถั่วเหลือง อย่างไรก็ตาม Wongsuthavas *et al.* (2007) และศศิพันธุ์ และคณะ (2552) เปรียบเทียบการเสริมไขมัน (0.13%) น้ำมันถั่วเหลือง (2.72%) และน้ำมันกระบก (3%) ในสูตรอาหารไก่เนื้อสายพันธุ์อาร์เบอร์ เอเคอร์ส (Arbor Acres) พบว่า ชนิดของไขมันไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และ FCR ($P>0.05$) นอกจากนี้ Ayed *et al.* (2015) ได้เปรียบเทียบการเสริมไขมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม ในระดับ 3% และสูตรอาหารควบคุมที่ไม่เสริมไขมันในสูตรอาหารไก่เนื้อ (*Gallus gallus*) เพศเมีย พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อกลุ่มควบคุมมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง Zulkifli *et al.* (2007) ได้เสริมไขมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง ในระดับ 8% และสูตรอาหารควบคุมที่ไม่เสริมไขมัน ในอาหารไก่เนื้อเพศผู้ (Cobb 500) พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันปาล์มมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นมากที่สุด ค่า FCR ดีที่สุด แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างจากน้ำมันถั่วเหลือง Velasco *et al.* (2010) เปรียบเทียบน้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดทานตะวันในระดับ 90 กรัม/กิโลกรัม ในอาหารไก่เนื้อ พบว่า ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น แต่มีผลทำให้ค่า FCR แตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยไก่เนื้อที่กินอาหารผสมน้ำมันเมล็ดทานตะวันมีค่า FCR ต่ำกว่าอาหารผสมน้ำมันปาล์ม

อายุของลูกไก่มีผลกับการย่อยและดูดซึมไขมัน รวมถึงการใช้พลังงาน โดยลูกไก่ระยะแรกเกิดโดยเฉพาะในสัปดาห์แรกของการเจริญเติบโตมีความสามารถในการย่อยและดูดซึมไขมันต่ำ (Carew *et al.*, 1972) แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการย่อยและดูดซึมจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อลูกไก่มีอายุมากขึ้น เนื่องจากกระบวนการย่อยอาหารภายในร่างกายไก่มีความสมบูรณ์เต็มที่ (Krogdahl, 1985) อายุของไก่มีความสัมพันธ์กับการใช้พลังงานที่ได้จากไขมัน Tancharoenrat *et al.* (2013) รายงานว่าค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (AME) และค่าสัมประสิทธิ์

การย่อยได้ของไขมัน (total tract fat digestibility coefficient) ของลูกไก่ในสัปดาห์แรกมีค่าต่ำสุดและลูกไก่สามารถใช้ประโยชน์จากไขมันได้ในสัปดาห์ที่ 2 และพบว่าค่า AME ไม่มีความแตกต่างกันหลังจากสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป และเมื่อลูกไก่อายุ 3 สัปดาห์ขึ้นไปการย่อยของไขมันเป็นไปอย่างสมบูรณ์เต็มที่จะไม่มีความแตกต่างเมื่อไก่มีอายุเพิ่มขึ้น ความยาวของโซ่กรดไขมันมีความสำคัญต่อการย่อยและดูดซึมไขมัน โดย MCFAs คือมีจำนวนคาร์บอน 6-12 อะตอม ถูกย่อยและดูดซึมได้ดีกว่ากรดไขมันที่มีสายคาร์บอนยาว (long-chain fatty acids, LCFAs) เช่น น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์ม (Del Alamo *et al.*, 2007) เนื่องจากกระบวนการ esterification ของ MCFs มีต่ำกว่า ส่วนใหญ่จะดูดซึมโดยตรงโดยไม่ผ่านการย่อยโดยเอนไซม์ไลเปส และผ่านเข้าสู่เส้นเลือดดำเข้าสู่ตับได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่ LCFAs จะลำเลียงผ่านระบบน้ำเหลืองก่อนแล้วจึงเคลื่อนย้ายเข้าสู่อวัยวะต่าง ๆ นอกจากนี้ MCFAs ยังถูกออกซิโดซ์อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเคลื่อนย้ายผ่านเยื่อของไมโตรคอนเดรียโดยการซึมผ่านไปยังตำแหน่งที่เกิดการออกซิเดชันได้โดยตรง โดยไม่ต้องการจับกับ carnitine จึงสามารถเพิ่มศักยภาพของการออกซิเดชัน MCFAs ในกล้ามเนื้อ ไม่เกิดการสะสมไขมันในร่างกาย จึงทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับ LCFAs ในปัจจุบันงานทดลองการเสริมไขมันกระบกในอาหารไก่เนื้อยังมีค่อนข้างจำกัด แต่จากผลการทดลองในครั้งนี้การเสริมไขมันกระบกส่งผลดีที่สุดต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่เนื้อเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง

ผลของแหล่งไขมันในอาหารไก่เนื้อต่อคุณภาพซาก

ผลของการเสริมไขมันปาล์ม (T1) น้ำมันถั่วเหลือง (T2) และน้ำมันกระบก (T3) ในอาหารไก่เนื้อต่อคุณภาพซาก (ตารางที่ 4) พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันกระบกมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ซากดีที่สุด ($P=0.056$) รองลงมาได้แก่กลุ่มเสริมไขมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์มตามลำดับ จากการที่ MCFAs มีการย่อยและดูดซึมที่เร็วกว่า LCFAs จึงทำให้มีการลดการสะสมของไขมันใน adipose tissue (Han *et al.*, 2003; St-Onge *et al.*, 2003) จึงอาจส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ซาก สอดคล้อง

Table 4. Effects of different sources of fat on carcass quality of male broiler chickens

Items	Fat sources			SEM	P-value
	T1 (Palm)	T2 (Soybean)	T3 (Krabok)		
Carcass percentage (%)	84.84 ^b	84.93 ^b	85.74 ^a	0.229	0.056
Breast (%)	24.29	23.38	24.33	1.065	0.783
Drum (%)	12.37	12.28	12.04	0.525	0.902
Thigh (%)	10.08	10.09	9.90	0.217	0.788
Wing (%)	7.27	7.25	7.22	0.228	0.986
Edible meat (%)	54.00	53.01	53.48	1.228	0.853
Feet (%)	3.28	3.26	3.26	0.071	0.959
Liver (%)	1.86	1.94	1.75	0.143	0.676
Heart (%)	0.53	0.51	0.50	0.030	0.825
Gizzard (%)	1.43	1.35	1.41	0.077	0.754
Spleen (%)	0.18	0.14	0.09	0.026	0.155
Abdominal fat (%)	1.74	1.69	1.70	0.076	0.873
Intestine (cm)	142.17	143.50	148.67	7.923	0.834

^{a-c} Means with different superscripts within the same row differ significantly ($P < 0.05$)

*Edible meat = (Breast meat + drumstick + thigh + wing)

กับงานทดลองของ Wongsuthavas *et al.* (2007) เปรียบเทียบการเสริมไขมัน (0.13%) ไขมันถั่วเหลือง (2.72%) และไขมันกระบะก (3%) ในสูตรอาหารไก่เนื้อสายพันธุ์อาร์เบอร์ เอเคอร์ส พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันกระบะกมีค่าเปอร์เซ็นต์เนื้ออก และสะโพกมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($P > 0.05$) ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับไขมันถั่วเหลืองมีเปอร์เซ็นต์ดีด และค่าได้สูงที่สุด และไขมันในช่องท้องน้อยที่สุด มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) นอกจากนี้ Zulkifli *et al.* (2007) เสริมไขมันปาล์ม ไขมันถั่วเหลือง ในระดับ 8% และสูตรอาหารควบคุมที่ไม่เสริมไขมัน ในอาหารไก่เนื้อเพศผู้ (Cobb 500) พบว่า ไก่เนื้ออายุ 28 วัน ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไขมันถั่วเหลืองและไขมันปาล์มมีไขมันในช่องท้องไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมไขมัน นอกจากนี้ Khatibjoo *et al.* (2017) รายงานว่าการเสริม MCFAs และ SCFAs ไม่มีผลต่อคุณภาพซาก เปอร์เซ็นต์เนื้ออก และน้อง แต่อย่างไรก็ตาม Chiang *et al.* (1990) พบว่า MCFAs สามารถลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้องของไก่เนื้อได้ เนื่องจากดูดซึมเข้าลำไส้เล็กไปที่ตับและถูกใช้เป็นพลังงานในตับได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่จับเป็นตะกอนใน

หลอดเลือด จากการไปยับยั้งการดูดซึมไขมัน ลดปริมาณพลังงาน (calorie intake) ที่จะนำเข้าสู่ร่างกาย และเพิ่มการ oxidation ของกรดไขมัน เป็นผลให้ลดการสะสมไขมันในร่างกาย

ผลของแหล่งไขมันในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยา

ผลการตรวจวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยาของเลือดไก่เนื้อ (ตารางที่ 5) ได้แก่ ค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง อัตรา ค่าฮีโมโกลบิน ค่าเม็ดเลือดแดง ค่าเม็ดเลือดขาว เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิล และลิมโฟไซต์ เพื่อนำไปหาสัดส่วน H/L ratio ค่าคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ พบว่า เม็ดเลือดขาวชนิดเซทเทอโรฟิล, ลิมโฟไซต์ และสัดส่วน H/L ratio มีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับการเสริมไขมันถั่วเหลืองมีค่าเม็ดเลือดขาวชนิด H และสัดส่วน H/L ratio ต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ ไขมันปาล์ม และไขมันกระบะก ตามลำดับ ค่าสัดส่วน H/L ratio ของไก่เนื้อในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในเกณฑ์ปกติของสัตว์ปีก คือ อยู่ระหว่าง 0.30-0.57 (Jain, 1993) มีการใช้ค่า H/L ratio เพื่อใช้บอกสภาวะความเครียดของไก่เนื้อได้ (ศรีสุตา และคณะ, 2559; Gross and Siegel, 1986)

Table 5. Effects of different sources of fat on blood parameters

Items	Fat sources			SEM	P-value
	T1 (Palm)	T2 (Soybean)	T3 (Krabok)		
Hematocrit (%)	40.33	39.00	40.33	0.720	0.379
Hemoglobin (g/dl)	16.07	17.07	16.87	0.647	0.547
RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	2.55	2.48	2.49	0.095	0.839
WBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	14.87	14.30	17.32	1.814	0.499
Heterophil (%)	25.33 ^b	22.00 ^c	27.67 ^a	0.272	<.0001
Lymphocyte (%)	74.67 ^b	78.00 ^a	72.33 ^c	0.272	0.499
H/L Ratio	0.34 ^b	0.28 ^c	0.38 ^a	0.005	<.0001
Cholesterol (mg/dl)	105.67	106.33	106.00	0.861	0.864
Triglyceride (mg/dl)	1423.3	1526.7	1574.0	228.888	0.895

^{a-c} Means with different superscripts within the same row differ significantly ($P < 0.05$)

ค่า H/L ratio ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติไก่เนื้อจะไม่เกิดความเครียด ส่วนค่าที่สูงขึ้นไก่เนื้อจะมีความเครียดเพิ่มขึ้นตามค่าที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการที่ไก่เนื้อได้รับการเสริมไขมันพืชทั้ง 3 ชนิดนี้แล้วไม่ทำให้ไก่เนื้อเกิดความเครียด มีการรายงานว่ SCFAs และ MCFAs มีคุณสมบัติในการต่อต้านแบคทีเรีย (antibacterial) แกรมบวก (Bergsson *et al.*, 2001) และเชื้ออีโคไล (*E. coli*) (Skrivanova *et al.*, 2009) จากคุณสมบัติในการลด pH และการทำงานของเอนไซม์ไลเปสในแบคทีเรียลง เป็นผลทำให้แบคทีเรียเชื้อก่อโรคอ่อนแอและลดจำนวนลงได้ งานทดลองการเสริมไขมันกระบกในอาหารไก่เนื้อที่มีผลต่อค่าทางโลหิตวิทยายังมีข้อมูลค่อนข้างจำกัด Htin *et al.* (2007) ศึกษาผลของแหล่งไขมันชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ไขมันปาล์ม ไขมันถั่วเหลือง ไขมันปลา และไขมันมะพร้าวซึ่งมีคุณสมบัติเป็น MCFAs เช่นเดียวกับน้ำมันกระบกเปรียบเทียบกับอาหารควบคุมที่ไม่เสริมไขมัน ในอาหารไก่เนื้อระยะสุดท้าย (อายุ 21-42 วัน) นอกจากนี้ Zulkifli *et al.* (2007) เสริมไขมันปาล์ม ไขมันถั่วเหลือง ในระดับ 8% และสูตรอาหารควบคุมที่ไม่เสริมไขมัน ในอาหารไก่เนื้อเพศผู้ (Cobb 500) พบว่า ไก่เนื้ออายุ 28 วัน ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไขมันถั่วเหลืองมีค่า H/L ratio ต่ำที่สุด และแตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างจากน้ำมันปาล์ม ไก่เนื้ออายุ 35 วัน ที่ได้รับอาหารเสริมไขมันปาล์มมีค่า H/L ratio ต่ำที่สุด และแตกต่างจากไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมไขมันถั่วเหลือง ไก่เนื้ออายุ 41 วัน ที่ได้รับอาหาร

กลุ่มควบคุม ค่า H/L ratio ต่ำที่สุด และแตกต่างจากกลุ่มเสริมด้วยน้ำมันปาล์มและไขมันถั่วเหลือง ค่าคอเลสเตอรอลในเลือดไก่เนื้อไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม Wang *et al.* (2015) พบว่าการเสริมไขมันมะพร้าวซึ่งเป็น MCFAs ในอาหารไก่เนื้อ สามารถลดคอเลสเตอรอลรวม LDL และสัดส่วนของ LDL/HDL ในเลือดไก่เนื้อได้

สรุป

การใช้น้ำมันปาล์ม ไขมันถั่วเหลือง และน้ำมันกระบกในสูตรอาหารไก่เนื้อมีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ได้แก่ การใช้น้ำมันกระบกมีผลต่อ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีที่สุด มีแนวโน้มในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซาก และมีผลต่อค่าโลหิตวิทยา คือ ค่า H, L และ H/L ratio ในไก่เนื้อ แต่ไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือดไก่ ดังนั้นจากผลการทดลองครั้งนี้การใช้น้ำมันกระบกในอาหารไก่เนื้อสามารถเพิ่มสมรรถนะการเจริญเติบโตในไก่เนื้อได้ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการเลี้ยงสัตว์ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- ประภาพร พึ่งพระ. 2520. การสกัดและวิเคราะห์ไขมันหรือน้ำมันจากเมล็ดกระบก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 48 หน้า.
- เยาวมัลย์ คำเจริญ. 2523. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ศรีสุตา ศิริเหล่าไพศาล พงศธร กุณัน ฤทธนธร สีนตะละ ไพวัลย์ ปัญญาแก้ว และ ธวัชชัย กิมประสิทธิ์. 2559. ผลของการเสริมกากมะม่่าต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิต คุณภาพไข่ และค่าโลหิตวิทยาในไก่ไข่. วารสารเกษตร 32(2): 273-281.
- ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส เฉลิมพล เยื้องกลาง พิเชษฐ์ เทบารุง ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ ชวง สารคล่อง ไพวัลย์ ศรีนาววล และ แอนตอน ซี เบเนน. 2552. ผลของแหล่งไขมันต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต การย่อยได้ของโภชนะ และส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ. แก่นเกษตร 37: 37-42.
- Ayed, H.B., H. Attia and M. Ennouri. 2015. Effect of oil supplemented diet on growth performance and meat quality of broiler chickens. *Advanced Techniques in Biology & Medicine* 4(1): 1-5.
- Bergsson, G., J. Arnfinnsson, O. Steingrimsen and H. Thormar. 2001. Killing of gram positive cocci by fatty acids and monoglycerides. *APMIS* 109: 670-678.
- Carew, L.B., R.H. Machemer, R.W. Sharp and D.C. Foss. 1972. Fat absorption by the very young chick. *Poultry Science* 51(3): 738-742.
- Chiang, S., K. Huang and H. Lee. 1990. Effects of medium chain triglyceride on energy metabolism, growth and body fat in broilers. *Journal of the Chinese Society of Animal Science* 19: 11-19.
- Das, G.B., M.E. Hossain and M.A. Akbar. 2014. Performance and economic feasibility of using soybean oil, palm oil and fish oil in broiler diet. *Iranian Journal of Applied Animal Science* (4): 827-833.
- Del Alamo, A.G., J. De Los Mozos, J.T.P. Van Dam, P.P. De Ayala. 2007. The use of short and medium chain fatty acids as an alternative to antibiotic growth promoters in broilers infected with malabsorption syndrome. pp. 317-320. *In: Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition; Strasbourg, France.*
- Firman, J.D., A. Kamyab and H. Leigh. 2008. Comparison of fat sources in rations of broilers from hatch to market. *International Journal of Poultry Science* 7(12): 1152-1155.
- Gross, W.B. and H.S. Seigel. 1986. Effects of initial and second period of fasting on heterophil/lymphocyte ratio and body weight. *Avian Diseases* 30(2): 345-346.
- Han, J., J.A. Hamilton, J.L. Kirkland, B.E. Corkey and W. Guo. 2003. Medium-chain oil reduces fat mass and down-regulates expression of adipogenic genes in rats. *Obesity Research* 11: 734-744.
- Htin, N.N., I. Zulkifli, A.R. Alimon, T.C. Loh and M. Hair-Bejo. 2007. Effects of sources of dietary fat on broiler chickens exposed to transient high temperature stress. *Archiv für Geflügelkunde* 71(2): 74-80.
- Jain, N.C. 1993. *Essentials of Veterinary Hematology.* Lea & Febiger, Philadelphia. 471 p.
- Khatibjoo, A., M. Mahmoodi, F. Fattahnia, M. Akbari-Gharaei, A.N. Shokri and S. Soltani. 2017.

- Effects of dietary short- and medium-chain fatty acids on performance, carcass traits, jejunum morphology, and serum parameters of broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research* 46(1): 492-498.
- Krogdahl, A. 1985. Digestion and absorption of lipids in poultry. *Journal of Nutrition* 115(5): 675-685.
- Leeson, S. and J.D. Summers. 1997. *Commercial Poultry Nutrition*. 2nd ed. University Book, Ontario.
- National Research Council (NRC). 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th rev.ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Panyakaew, P., G. Goel, M. Lourenco, C. Yuangklang and V. Fievez. 2013. Medium-chain fatty acids from coconut or krabok oil inhibit *in vitro* rumen methanogenesis and conversion of non-conjugated dienoic biohydrogenation intermediates. *Animal Feed Science and Technology* 180: 18-25.
- Sanz, M., A. Flores and C.J. Lopez-Bote. 1999. Effect of fatty acid saturation in broiler diets on abdominal fat and breast muscle fatty acid composition and susceptibility to lipid oxidation. *Poultry Science* 78: 378-382.
- SAS. 2002. *SAS User's Guide*. V.6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Skrivanova, E., Z. Molatova, V. Skrivanova and M. Marounek. 2009. Inhibitory activity of rabbit milk and medium-chain fatty acids against enteropathogenic *Escherichia coli* O128. *Veterinary Microbiology* 135: 358-362.
- St-Onge, M.P., R. Ross, W.D. Parsons and P.J.H. Jones. 2003. Medium-chain triglycerides increase energy expenditure and decrease adiposity in overweight men. *Obesity Research* 11: 395-402.
- Tancharoenrat, P., V. Ravindran, F. Zaefarian and G. Ravindran. 2013. Influence of age on the apparent metabolisable energy and total tract apparent fat digestibility of different fat sources for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 186(3-4): 186-192.
- Velasco, S., L.T. Ortiz, C. Alzueta, A. Rebole, J. Trevino and M.L. Rodriguez. 2010. Effect of inulin supplementation and dietary fat source on performance, blood serum metabolites, liver lipids, abdominal fat deposition, and tissue fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Science* 89: 1651-1662.
- Wang, J., X. Wang, J. Li, Y. Chen, W. Yang and L. Zhang. 2015. Effects of dietary coconut oil as a medium-chain fatty acid sources on performance, carcass composition and serum lipids in male broilers. *Asian Australas. Journal of Animal Science* 28(2): 223-230.
- Wongsuthavas, S., C. Yuangklang, S. Wittayakun, K. Vasupen, J. Mitchaothai, P. Srenanul and A.C. Beynen. 2007. Dietary soybean oil, but not krabok oil, diminishes abdominal fat deposition in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* 6(11): 792-795.
- Zulkifli, I., N.N. Htin, A.R. Alimon, T.C. Loh and M. Hair-Bejo. 2007. Dietary selection of fat by heat stressed broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 20(2): 245-251.