

ผลของการเสริมสารอิมัลซิไฟเออร์ในอาหารต่อสมรรถภาพผลิต ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏและค่าการย่อยได้ในไก่เนื้อ

Effect of dietary supplementation of emulsifier on growth performance,
apparent metabolizable energy and digestibility in broiler chickens

ขวัญชัย ศรีสุวรรณ¹, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์¹, เชาววิทย์ ระฆังทอง¹ และ ชาญวิทย์ แก้วตาปี^{1*}

Khwanchai Srisuwan¹, Chaiyapoom Bunchasak¹, Choawit Rakangtong¹
and Chanwit Kaewtapee^{1*}

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เสริมสารอิมัลซิไฟเออร์ในอาหารต่อค่าการย่อยได้และสมรรถภาพการเจริญเติบโตในไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อเพศผู้ 288 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 6 ซ้ำๆ ละ 16 ตัว ประกอบด้วย กลุ่มควบคุมเชิงบวก กลุ่มควบคุมเชิงลบ (ลดพลังงาน 120 กิโลแคลอรี/กก.) และกลุ่มควบคุมเชิงลบที่เสริมอิมัลซิไฟเออร์ (0.05%) จากการศึกษาพบว่าในช่วงอายุ 0-10 วัน ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับการเสริมอิมัลซิไฟเออร์ลงในอาหาร มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้พลังงานดีขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมเชิงลบ ทั้งนี้ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับการให้อาหารกลุ่มควบคุมเชิงลบจะมีปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมเชิงบวก อย่างไรก็ตามในช่วงอายุ 11-24 วัน ไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเชิงบวกมีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้ไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเชิงลบที่เสริมอิมัลซิไฟเออร์ลงในอาหารมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างจากไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเชิงบวก ($P > 0.05$) เมื่อพิจารณาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏในช่วงอายุ 29-32 วัน พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเชิงลบที่เสริมและไม่เสริมอิมัลซิไฟเออร์มีค่าต่ำกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเชิงบวกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามค่าการย่อยได้ปรากฏของโปรตีนและไขมันที่ลำไส้เล็กส่วนท้ายไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ในไก่เนื้อทั้ง 3 กลุ่ม ดังนั้นการเสริมอิมัลซิไฟเออร์ในอาหารไก่ระยะเล็กจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้น

คำสำคัญ: ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ ไก่เนื้อ การย่อยได้ อิมัลซิไฟเออร์ สมรรถภาพการผลิต

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the effect of dietary supplementation of emulsifier on growth performance, apparent metabolizable energy and digestibility in broiler chickens. A total of 288 one-day-old male chicks were divided into 3 groups with 6 replications of 16 chicks each, including positive control diet, negative control diet (lower energy 120 Kcal/Kg) and negative control diet plus emulsifier (0.05%). During 0-10 days, broiler chickens fed negative

¹ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

* Corresponding author: agrcwk@ku.ac.th

control diet plus emulsifier showed greater body weight ($P<0.05$), and better feed conversion ratio ($P<0.05$) and metabolizable energy conversion ratio ($P<0.05$) when compared to broiler chickens fed negative control diet. Broiler chickens fed negative control diet showed greater feed intake ($P<0.05$) when compared to broiler chickens fed positive control diet. However, during 11-24 days, broiler chickens fed positive control diet showed greater body weight ($P<0.05$) and average daily gain ($P<0.05$), but broiler chickens fed negative control diet plus emulsifier showed no significant difference in feed conversion ratio ($P>0.05$) when compared to broiler chickens fed positive control diet. With regard to apparent metabolizable energy (AME) during 29-32 days, broiler chickens fed negative control diets with or without emulsifier resulted in lower ($P<0.05$) AME when compare to broiler chickens fed positive control diet. However, apparent ileal digestibility of crude protein and fat were not different ($P>0.05$) among three groups. In conclusion, the dietary supplementation with emulsifier in young broiler chickens can increase body weight and improve feed efficiency, resulting in greater growth performance. **Keywords:** water deficit, Kaillaan, β -carotene, Kamphangsaeen series

บทนำ

อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อของประเทศไทยได้มีการพัฒนาและขยายตัวอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ได้มีการปรับปรุงสายพันธุ์ไก่ให้โตเร็ว โดยอาหารจัดเป็นแหล่งพลังงานที่มีความสำคัญเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโต ปัจจุบันในอาหารไก่เนื้อได้มีการใส่ไขมันลงไปในการอาหารเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน นอกจากนี้การเสริมไขมันในอาหารยังช่วยในเรื่องของการกระตุ้นการกิน และในสภาวะที่เกิดความเครียดจากอากาศร้อนการเสริมไขมันในสูตรอาหารจะช่วยลดการสร้างความร้อน (heat production) ในร่างกาย (Dale and Fuller, 1979) อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ได้ของไขมันจะมีข้อจำกัดในไก่เล็ก เนื่องจากระบบย่อยอาหารของยังการพัฒนาไม่เต็มที่ (Green and Kellogg, 1987) ดังนั้นเพื่อให้การใช้ประโยชน์ได้ของไขมันมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีการเสริมอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยไขมันและการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงาน (Garlich and Nesheim, 1965; Vinarov et al., 2012) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของการเสริมอิมัลซิไฟเออร์ในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏและค่าการย่อยได้ในไก่เนื้อ

วิธีการศึกษา

สัตว์ อาหาร และโรงเรือน

ไก่เนื้อเพศผู้ (ROSS 308) อายุ 1 วัน จำนวน 288 ตัว เลี้ยงในโรงเรือนปิด ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling system) อาหารทดลองมีทั้งหมด 3 สูตร โดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ (Table 1) โดยแต่ละระยะประกอบด้วย 1) อาหารควบคุมเชิงบวก 2) อาหารควบคุมเชิงลบ (ลดพลังงาน 120 กิโลแคลอรี/กก.) และ 3) อาหารควบคุมเชิงลบเสริมอิมัลซิไฟเออร์ที่ระดับ 0.05%

วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล

การทดลองแบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 6 ซ้ำๆ ละ 16 ตัว ไก่ทั้งหมดได้รับน้ำและอาหารเต็มที่ (ad libitum) เลี้ยงบนคอกพื้น ทำการชั่งน้ำหนักไก่และอาหารในแต่ละกลุ่มทดลอง เพื่อนำมาคำนวณสมรรถภาพการผลิต ในวันที่ 10 และ 24 ของการทดลอง เมื่อไก่อายุ 25 วัน ทำการสุ่มไก่ขึ้นเลี้ยงบนกรง Metabolic cage ด้วยอาหารทดลองที่แตกต่างกัน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 6 ซ้ำๆ ละ 8 ตัว เมื่อไก่อายุครบ 29 วัน เริ่มทำการเก็บมูลต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 วัน เพื่อนำมาคำนวณหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ (apparent metabolizable energy, AME) ตามวิธีของ (Tancharoenrat et al., 2013) เมื่อไก่อายุ 32 วัน ทำการผ่าเก็บ Ileal digesta เพื่อนำไปศึกษาหาค่าการย่อยได้ของโปรตีนและไขมัน

Table 1 Ingredient composition and chemical analysis of the experimental diets

Ingredients (Kg)	Starter 1 (Positive)	Starter 2 (Negative)	Grower 1 (Positive)	Grower 2 (Negative)
Corn	43.94	47.71	46.05	49.81
SBM 48%	34.16	33.46	30.78	30.09
Dehulled full-fat soybean	10.00	10.00	10.00	10.00
L-Lysine	0.19	0.20	0.12	0.14
L-Threonine	0.09	0.09	0.05	0.05
DL-Methionine	0.32	0.32	0.27	0.27
MCP-22	1.73	1.73	1.54	1.53
Limestone	1.27	1.27	1.15	1.16
Vitamins & Minerals Premix	0.24	0.24	0.24	0.24
Antioxidant	0.06	0.06	0.06	0.06
Salt	0.59	0.59	0.59	0.59
Tallow	7.06	3.98	8.80	5.71
Corncob ¹	0.35	0.35	0.35	0.35
Total (Kg)	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition (digestible values)				
Metabolizable energy, Kcal/Kg	3000.00	2880.00	3100.00	2980.00
Crude protein, %	23.00	23.00	21.50	21.50
Fat, %	11.27	8.31	13.01	10.05
Methionine, %	0.63	0.63	0.56	0.56
Methionine+Cystine, %	0.95	0.95	0.87	0.87
Lysine, %	1.28	1.28	1.15	1.15
Calcium, %	0.96	0.96	0.87	0.87
Available P, %	0.48	0.48	0.43	0.43

¹Negative feed will be supplemented with emulsifier at the expense of corn cob.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1996)

ผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมเชิงบวก กลุ่มควบคุมเชิงลบ และกลุ่มควบคุมเชิงลบร่วมกับการเสริมอิมัลซิไฟเออร์ดังแสดงใน Table 2 พบว่าในช่วงอายุ 0-10 วัน กลุ่มที่ได้รับการเสริมอิมัลซิไฟเออร์ลงในอาหาร มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมเชิงลบ

เนื่องจากการย่อยและการดูดซึมไขมันไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น สอดคล้องกับ Katongle and March (1980) ที่รายงานว่า การเสริมอิมัลซิไฟเออร์ในอาหารที่มีไขมันวัวในไก่เนื้ออายุ 7 วัน ส่งผลให้การดูดซึมไขมันเพิ่มขึ้น ทั้งนี้กลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมเชิงลบจะมีปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมเชิงบวก อย่างไรก็ตามในช่วงอายุ 11-24 วัน กลุ่มควบคุมเชิงบวกมีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเชิงลบที่เสริมอิมัลซิไฟเออร์ลงไปในการอาหารมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างจากไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเชิงบวก ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ Kussaibati et al. (1982) ที่ทดลองเสริมเกลือน้ำดีในอาหารไก่เนื้ออายุ 21 วัน พบว่า การย่อยได้ของไขมันเพิ่มสูงขึ้น แต่ในช่วงอายุ 28 วัน และ 42 วัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารมีค่าไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นเพราะไก่เนื้อเมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีความสามารถในการผลิต

น้ำดีได้เพียงพอสำหรับการย่อยได้ของไขมัน การลดระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ในอาหารไก่เนื้อ ส่งผลให้ไก่กินอาหารเพิ่มมากขึ้น จนถึงระดับที่ได้รับ ME พอเพียงกับความต้องการของร่างกายดังแสดงใน Table 3 โดยในช่วงอายุ 0-10 วัน พบว่า กลุ่มควบคุมเชิงลบที่เสริมและไม่เสริมอิมัลซิไฟเออร์มี ME ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมเชิงบวก ($P > 0.05$) เนื่องจากมีปริมาณการกินอาหารที่เพิ่มขึ้น แต่กลุ่มควบคุมเชิงลบที่เสริมอิมัลซิไฟเออร์มีระดับปริมาณการกินอาหารไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมเชิงบวก ($P > 0.05$) ส่งผลให้มีค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ME conversion) ดีขึ้น ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามในช่วงอายุ 11-24 วัน พบว่า กลุ่มควบคุมเชิงลบที่เสริมและไม่เสริมอิมัลซิไฟเออร์ได้รับ ME ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมเชิงบวก ($P < 0.05$) ทั้งนี้ระดับพลังงานที่ได้รับที่ต่ำเกินไปจะไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายเนื่องจากไก่เนื้อในระยะนี้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อพิจารณาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้

Table 2 Effect of dietary supplementation of emulsifier on growth performance of broiler chicken from day 0-24 (Least square means $\pm$ standard error)

Item	T1 (Positive control)	T2 (Negative control)	T3 (Negative control + Emulsifier)	P-value
Body weight (g)				
Day 10	320.38 $\pm$ 2.52 ^b	312.58 $\pm$ 2.51 ^a	321.37 $\pm$ 2.52 ^b	0.027
Day 24	1,395.63 $\pm$ 11.45 ^b	1,338.09 $\pm$ 11.39 ^a	1,355.78 $\pm$ 11.45 ^a	0.002
Weight gain (g)				
Day 0-10	277.44 $\pm$ 4.41	268.09 $\pm$ 4.41	278.01 $\pm$ 4.41	0.236
Day 10-24	1,074.77 $\pm$ 11.32 ^b	1,025.51 $\pm$ 11.32 ^a	1,034.77 $\pm$ 11.32 ^a	0.018
Average daily gain (ADG, g)				
Day 0-10	27.70 $\pm$ 0.42	26.81 $\pm$ 0.42	26.75 $\pm$ 0.42	0.243
Day 10-24	76.77 $\pm$ 0.81 ^b	73.25 $\pm$ 0.81 ^a	73.91 $\pm$ 0.81 ^a	0.018
Average daily feed intake (ADFI, g)				
Day 0-10	27.69 $\pm$ 0.84 ^a	30.71 $\pm$ 0.84 ^b	28.24 $\pm$ 0.84 ^{ab}	0.051
Day 10-24	94.55 $\pm$ 0.97	93.22 $\pm$ 0.97	93.08 $\pm$ 0.97	0.511
Feed conversion ratio (FCR)				
Day 0-10	1.00 $\pm$ 0.03 ^a	1.15 $\pm$ 0.03 ^b	1.02 $\pm$ 0.03 ^a	0.013
Day 10-24	1.23 $\pm$ 0.01 ^a	1.28 $\pm$ 0.01 ^b	1.26 $\pm$ 0.01 ^{ab}	0.036

Within a row, least square means with a common superscript are not different at $\alpha = 0.05$.

ปรากฏ (AME) ในช่วงอายุ 29-32 วัน (Table 4) พบว่ากลุ่มควบคุมเชิงลบที่เสริมและไม่เสริมอิมัลซิไฟเออร์มีค่า AME ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมเชิงบวก ($P < 0.05$) เนื่องจากระดับพลังงานในอาหารของกลุ่มควบคุมเชิงลบมีค่าต่ำเกินไปและสัตว์ไม่สามารถกินเพื่อชดเชยให้เพียงพอกับที่ร่างกายต้องการได้ สำหรับ

ค่าการย่อยได้ปรากฏของโปรตีนและไขมันที่ลำไส้เล็กส่วนท้าย (Table 4) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ในไก่เนื้อทั้ง 3 กลุ่ม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในไก่อายุนี้มีความสามารถในการสร้างน้ำดีออกมาอย่างเพียงพอ (Kussaibati et al., 1982)

Table 2 Effect of dietary supplementation of emulsifier on growth performance of broiler chicken from day 0-24 (Least square means $\pm$ standard error)

Item	T1 (Positive control)	T2 (Negative control)	T3 (Negative control + Emulsifier)	P-value
Body weight (g)				
Day 10	320.38 $\pm$ 2.52 ^b	312.58 $\pm$ 2.51 ^a	321.37 $\pm$ 2.52 ^b	0.027
Day 24	1,395.63 $\pm$ 11.45 ^b	1,338.09 $\pm$ 11.39 ^a	1,355.78 $\pm$ 11.45 ^a	0.002
Weight gain (g)				
Day 0-10	277.44 $\pm$ 4.41	268.09 $\pm$ 4.41	278.01 $\pm$ 4.41	0.236
Day 10-24	1,074.77 $\pm$ 11.32 ^b	1,025.51 $\pm$ 11.32 ^a	1,034.77 $\pm$ 11.32 ^a	0.018
Average daily gain (ADG, g)				
Day 0-10	27.70 $\pm$ 0.42	26.81 $\pm$ 0.42	26.75 $\pm$ 0.42	0.243
Day 10-24	76.77 $\pm$ 0.81 ^b	73.25 $\pm$ 0.81 ^a	73.91 $\pm$ 0.81 ^a	0.018
Average daily feed intake (ADFI, g)				
Day 0-10	27.69 $\pm$ 0.84 ^a	30.71 $\pm$ 0.84 ^b	28.24 $\pm$ 0.84 ^{ab}	0.051
Day 10-24	94.55 $\pm$ 0.97	93.22 $\pm$ 0.97	93.08 $\pm$ 0.97	0.511
Feed conversion ratio (FCR)				
Day 0-10	1.00 $\pm$ 0.03 ^a	1.15 $\pm$ 0.03 ^b	1.02 $\pm$ 0.03 ^a	0.013
Day 10-24	1.23 $\pm$ 0.01 ^a	1.28 $\pm$ 0.01 ^b	1.26 $\pm$ 0.01 ^{ab}	0.036

Within a row, least square means with a common superscript are not different at $\alpha = 0.05$.

Table 3 Effect of dietary supplementation of emulsifier on metabolizable energy intake (ME intake) and metabolizable energy conversion (ME conversion) from day 0-10 and 11-24 (Least square means $\pm$ standard error)

Item	T1 (Positive control)	T2 (Negative control)	T3 (Negative control + emulsifier)	P-value
ME intake (Kcal)				
Day 0-10	830.75 $\pm$ 24.28	884.40 $\pm$ 24.28	813.19 $\pm$ 24.28	0.131
Day 11-24	4,103.35 $\pm$ 41.08 ^b	3,889.21 $\pm$ 41.08 ^a	3,883.09 $\pm$ 41.08 ^a	0.002
ME conversion (Kcal/g)				
Day 0-10	3.00 $\pm$ 0.09 ^a	3.30 $\pm$ 0.09 ^b	2.93 $\pm$ 0.09 ^a	0.033
Day 11-24	3.82 $\pm$ 0.03	3.79 $\pm$ 0.03	3.75 $\pm$ 0.03	0.349

Within ^a row, least square means with a common superscript are not different at $\alpha = 0.05$.

Table 4 Effect of dietary supplementation of emulsifier on apparent metabolizable energy (AME) and apparent ileal digestibility (AID) of crude protein and fat in broiler chicken (Least square mean $\pm$ standard error)

Item	T1 (Positive control)	T2 (Negative control)	T3 (Negative control + emulsifier)	P-value
AME (Kcal/kg DM)	3,532.65 $\pm$ 29.87 ^b	3,432.01 $\pm$ 29.87 ^a	3,434.37 $\pm$ 29.87 ^a	0.050
Apparent ileal digestibility (%)				
Crude protein	84.93 $\pm$ 1.18	85.58 $\pm$ 1.18	86.12 $\pm$ 1.18	0.777
Fat	91.42 $\pm$ 1.63	90.82 $\pm$ 1.63	91.97 $\pm$ 1.63	0.884

Within ^a row, least square means with a common superscript are not different at $\alpha = 0.05$.

สรุป

การเสริมอิมัลซิไฟเออร์ในอาหารไก่เนื้อทำให้ไขมันมีการกระจายตัวดีขึ้น มีผลให้ไก่สามารถย่อยและดูดซึมไขมันไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ดังนั้นการเสริมอิมัลซิไฟเออร์จึงสามารถใช้เป็นทางเลือกในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของสินค้าปศุสัตว์ไทยในอนาคต

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท Kemin Industries, Inc. ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ Food Security Center (FSC), University of Hohenheim, Germany ที่ให้การสนับสนุนเครื่อง Freeze Dryer สำหรับใช้ในกระบวนการอบแห้ง

เอกสารอ้างอิง

- Dale, N. M., and H. L. Fuller. 1979. Effects of feed composition on feed intake and growth of chicks under heat stress I. Dietary fat levels. *Poult. Sci.* 58:1529-1534.
- Garlich, J.D., and M.C. Nesheim. 1965. Effect of sodium taurocholate on fat malabsorption induced by feeding unheated soybean proteins. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 118:1022-1024.
- Green, J., and T.F. Kellogg. 1987. Bile acid concentrations in serum, bile, jejunal contents, and excreta of male broiler chicks during the first six weeks posthatch. *Poult. Sci.* 66:535-540.
- Katongle, J. B., and B. E. March. 1980. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. *Poult. Sci.* 59:819-827.
- Kussaibati, R., J. Guillaume, and B. Leclercq. 1982. The effect of endogenous energy, type of diet, and addition of bile salts on true metabolizable energy values in young chicks. *Poult. Sci.* 61:2218-2223.
- SAS. 1996. SAS Procedures Guide, Release 6.3 Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC. 441.
- 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. *Anim. Feed Sci. Technol.* 186:186-192.
- Vinarov, Z., S. Tcholakova, B. Damyanova, Y. Atanasov, N. D. Denkov, S. D. Stoyanov, E. Pelan, and A. Lips. 2012. Effects of emulsifier charge and concentration on pancreatic lipolysis: 2. Interplay of emulsifiers and increasing age. *Anim. Feed Sci. Technol.* 31:9-16.