ผลของรูปแบบของการให้อาหารที่ผสมกลีเซอรีนดิบต่อคุณภาพซากไก่กระทง

Effect of feeding patterns of diet with glycerin inclusion on broiler carcass quality

ธรรมธัช ปราชญาวงศ์[1], สุธา วัฒนสิทธิ์[1], ไชยวรรณ วัฒนจันทร์[1*] และศยาม ขุนชำนาญ[1]

Thummatach Prachayawong[1], Sutha Wattanasit[1] Chaiyawan Wattanachant[1*] and Syarm Khoonchumnan[1]

บทคัดย่อ: ศึกษารูปแบบของการให้อาหารที่ผสมกลีเซอรีนดิบต่อลักษณะซากไก่กระทง โดยใช้ไก่สายพันธุ์ Cobb 500 เพศเมีย อายุ 1 วัน จำนวน 360 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 44.34 ก./ตัว สุ่มไก่กระทงเข้าศึกษาตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) โดยแบ่งไก่ทดลองออกเป็น 3 กลุ่มตามรูปแบบการให้อาหาร (ทรีทเมนต์: T) T1 ได้รับอาหารสูตรควบคุมนาน 42 วัน T2 ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5 % ต่อเนื่องนาน 42 วัน และ T3 ได้รับอาหารสูตรควบคุมในช่วง อายุ 1 ถึง 21 วันแรก และให้อาหารเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5 % ในช่วงอายุ 22 ถึงวันที่ 42 โดยให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ สำหรับระดับโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารทุกสูตรเป็นไปตามคำแนะนำของ NRC (1981) โดยในช่วงอายุ 1 ถึง 21 วัน ไก่ทุกตัวได้รับอาหารที่มีโปรตีน 23 % และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และลดระดับโปรตีนในอาหารทุกสูตรลงเหลือลดเหลือ 20 % ในช่วง 22 ถึง 42 วัน เมื่อสิ้นสุดช่วงการทดลองที่ 21 และ 42 วัน สุ่มไก่ทดลองจากทุกทรีทเมนต์ๆ ละ 20 ตัว ไปฆ่าเพื่อศึกษาลักษณะซากและศึกษาคุณภาพของกล้ามเนื้ออกส่วนนอก (m. *Pectoralis major*) ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5 % ที่ 1-42 วัน (T2) และ 22-42 วัน (T3) ไม่มีผลทำให้ไก่ทดลองมีเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อ เปอร์เซ็นต์หนังแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับซากไก่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม (T1) (P>0.05) แต่ที่อายุ 42 วัน ไก่ทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหาร T2 และ T3 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (P<0.05)
คำสำคัญ: กลีเซอรีนดิบ, รูปแบบการเสริมกลีเซอรีนดิบ, คุณภาพซาก, ไก่กระทง

ABSTRACT: The effects of feeding patterns of diet with crude glycerin inclusion on carcass characteristics were observed in broiler chickens. Three hundred and sixty one day old female Cobb500 chicks with 44.34 g of average initial weight were allotted to receive three feeding patterns of diets according to a completely randomized experimental design (CRD). The feeding pattern of diets were: T1 – feeding a control diet with no crude glycerin inclusion for 42 days, T2 - feeding a control diet with 5% crude glycerin for 42 days, and T3 – feeding a control diet with no glycerin inclusion from day 1 to day 21, and then feeding diet with 5% of glycerin inclusion from day 22 to 42. Treatment diets and water were offered *ad libitum* to birds. All birds were fed with diets containing 23% CP and 3,200 kcal ME/kg of broiler diets to meet nutrient requirement of poultry according to NRC (1981) during day 1 to day 21, and the level of CP was decreased to 20% during day 22 to day 42 of the experiment. At the end of day 21 and 42, 20 chickens per treatment were randomly sampled and slaughtered to determine carcass yield and breast meat (m. *Pectoralis major*) quality. From the results, feeding diet with glycerin inclusion from both T2 and T3 did not give any effect on the carcass characteristics (P> 0.05) when compared to the carcass from T1. Nevertheless, it was indicated that those received diet with glycerin inclusion from T2 and T3 had higher fat percentage than that of broilers fed control diet.
Keywords: crude glycerin**,** feeding regime**,** carcass quality, broiler

[1] ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90112

* Corresponding author: chai_tum@yahoo.com

บทนำ

กลีเซอรีนดิบเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาผสมในสูตรอาหารสัตว์เพื่อทดแทนวัตถุดิบแหล่งพลังงาน เช่น ข้าวโพดและข้าวฟ่างได้ แต่คุณภาพของกลีเซอรีนดิบมีความผันแปรไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำไปทำไบโอดีเซล (Thompson and He, 2006; Settapong and Wattanachant, 2009) ส่งผลกระทบต่อค่าของโภชนะของกลีเซอรีนดิบเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมัน และค่าความร้อนที่ได้จากการวิเคราะห์หาพลังงานรวม (gross energy) มีความแปรปรวน (ศุภกร และคณะ, 2558; Settapong and Wattanachant, 2009) สำหรับการนำกลีเซอรีนดิบมาใช้เลี้ยงไก่กระทงนั้น แม้ว่าจะมีรายงานว่า กลีเซอรีนดิบสามารถนำมาผสมในสูตรอาหารสำหรับไก่กระทงได้สูงสุดถึง 10 % (Cerrate et al., 2006) แต่ไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่มีกลีเซอรีนดิบ 10 % มีน้ำหนักตัวเพิ่มที่อายุ 35 วัน และ 42 วัน ด้อยกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมและอาหารที่ผสมกลีเซอรีนดิบ 5 % (P<0.05) สอดคล้องกับการศึกษาของ นัสวัล (2557) พบว่าสามารถเสริมกลีเซอรีนดิบได้ถึงระดับ 5% โดยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกับไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (P>0.05) อย่างไรก็ตามในช่วงอายุ 1-21 วันแรก ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบมีสมรรถนะการเติบโตต่ำกว่าไก่กระทงกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ในช่วง 22-42 วันหลัง ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบ มีสมรรถนะการเติบโตไม่แตกต่างจากไก่กระทงกลุ่มควบคุม (P>0.05) ดังนั้นจึงแนะนำให้นำกลีเซอรีนดิบมาผสมในสูตรอาหารไก่เนื้อได้ไม่เกิน 5% อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการยืนยันถึงข้อค้นพบดังกล่าวการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการให้อาหารที่ไม่ผสมและที่ผสมกลีเซอรีนดิบตลอดระยะเวลาทดลอง เปรียบเทียบกับรูปแบบการเสริมกลีเซอรีนดิบเฉพาะในช่วง 22-42 วันหลัง ต่อคุณภาพซากไก่กระทง

วิธีการศึกษา

กลีเซอรีนดิบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มาจากบริษัทนิวไบโอดีเซล จำกัด จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล มีค่าความบริสุทธิ์ 89.83 ± 0.57 % โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1. เตรียมสัตว์ทดลอง: ใช้ไก่สายพันธุ์ Cobb500 ของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์ เพศเมีย อายุ 1 วัน จำนวน 360 ตัว จากนั้นสุ่มไก่กระทงเข้าทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) โดยแบ่ง ไก่ทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มทดลองที่1 ไม่เสริมกลีเซอรีนดิบ (กลุ่มควบคุม) (T1)
กลุ่มทดลองที่ 2 เสริมกลีเซอรีนดิบ 5.0 %1-42 วัน (T2)
กลุ่มทดลองที่ 3 เสริมกลีเซอรีนดิบ 5.0 % 22-42 วัน (T3)

แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วย 4 ซ้ำๆ ละ 30 ตัว ไก่กระทงมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 43.34 ± 0.28 กรัม

2. ระบบการเลี้ยงและการให้อาหาร: เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27.5-28.5 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 67.5-69.5 % ที่ความเร็วลมอยู่ในช่วง 2.35-2.45 เมตร/วินาที โดยไก่กระทงแต่ละซ้ำเลี้ยงในคอกที่มีขนาดความกว้าง 1.5 เมตร ยาว 3 เมตร ในระยะทดลองไก่กระทงได้รับวัคซีนป้องกันโรคตามโปรแกรมของหมวดสัตว์ปีกภาควิชาสัตวศาสตร์คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ไก่กระทงทุกกลุ่มได้รับอาหารเต็มที่ (*ad libitum*) และน้ำสะอาดตลอดเวลา แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะ คือ 1-21 วัน และ 22-42 วัน สำหรับสูตรอาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงไว้ใน Table 1

3. การฆ่าและการชำแหละซาก: เมื่อไก่กระทงอายุ 21 วัน ทำการฆ่าและชำแหละซากไก่กระทงกลุ่มทดลองละ 20 ตัว ทำการอดอาหารแต่ให้น้ำประมาณ 12 ชั่วโมงก่อนฆ่า ทำการฆ่าตามวิธี

Table 1 Ingredient composition and calculated nutrient content of the five experimental diets (1-21 and 22-42 days of age)

Items	% Glycerin inclusion					
	1st stage (1-21 days of age)			2nd stage (22-42 days of age)		
	0	5	5*	0	5	5*
Ingredients						
Corn	55.25	49.17	55.25	62.61	56.89	56.89
Soy bean meal	29.58	30.66	29.58	21.78	22.84	22.84
Fish meal	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Vegetable oil	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Dicalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premix [1]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-met	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Lys	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Crude glycerin [2]	***0.00***	***5.00***	***0.00***	***0.00***	***5.00***	***5.00***
Hull	0.00	0.00	0.00	0.44	0.10	0.10
Total	100.00	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated values						
ME, kcal/kg	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Crude protein, %	23.00	23.00	23.00	20.00	20.00	20.00
Ca, %	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90
Met, %	0.50	0.50	0.50	0.38	0.38	0.38
Lys, %	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00
Thr, %	0.80	0.80	0.80	0.74	0.74	0.74
Sodium, %	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15

[1] The vitamin-mineral mix provided the following (per kg of diet): Vitamin D_3 320,000 IU, vitamin A 2,000,000 IU, vitamin E 2,000 mg, vitamin B_1 220 mg, vitamin B_2 450 mg, vitamin B_{12} 4.5 mg, vitamin K_3 330 mg, nicotinic acid 600 mg, Fe 10,000 mg, Cu 100 mg, Mn 8,800 mg, iodine 150 mg, Zn 8,800 mg, Ca 52,800 mg, Co 130 mg; [2] mixed crude glycerin in control diet during the age of 22 to 42 days old.

* Feeding diet with 5% of glycerin inclusion during day 22 to 42.

การที่ดัดแปลงจาก รัตนา และนิรัตน์ (2542) โดยใช้มีดตัดเส้นเลือดดำใหญ่ (jugular vein) ปล่อยให้เลือดไหลออกจนกระทั่งไก่ตาย (ประมาณ 3-4 นาที) ลวกน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 นาที จากนั้นนำไก่กระทงไปถอนขนด้วยเครื่องถอนขนไก่ชนิด Rotary drum picker แล้วถอนขนอ่อนด้วยมือ ล้างซาก หลังจากนั้นแช่น้ำแข็ง ผ่าซากไก่กระทงเอาเครื่องในออก ชั่งน้ำหนัก และตัดแต่งซาก ตัดแยกเป็นชิ้นส่วนใหญ่ตามรายละเอียดที่อ้างถึงใน ไชยวรรณ และคณะ (2547) ได้แก่ ส่วนอก (Breast) สะโพก (Thigh) น่อง (Drumstick) ปีก (Wing) และโครงร่าง (Skeletal frame) ซึ่งรวมทั้งส่วนปอด ไต หน้าแข้ง และเท้า บันทึกน้ำหนักของชิ้นส่วนซาก จากนั้นชำแหละเนื้อ ไขมัน และกระดูกออกจากกัน เก็บตัวอย่างเนื้อโดยเก็บจากเนื้อหน้าอก (m. *Pectoralis major*) จากไก่ทั้ง 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลที่ทำการจดบันทึก

และนำมาวิเคราะห์ในด้านต่างๆ มีดังนี้

น้ำหนักซากตัดแต่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (Dressing percentage):

$$\text{น้ำหนักซาก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

น้ำหนักชิ้นส่วนตัดแต่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (Retail percentage):

$$\text{ชิ้นส่วนตัดแต่ง (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของชิ้นส่วนตัดแต่ง}}{\text{น้ำหนักซากเย็น}} \times 100$$

การหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH): ทำการวัดค่า pH ที่ชั่วโมงแรกที่สัตว์ตาย (ไม่เกิน 45 นาที : pH_0) และ pH สุดท้าย (Ultimate pH : pH_{24}) วัดชั่วโมงที่ 24 หลังการฆ่า โดยวัดตรงส่วนบริเวณเนื้อหน้าอกที่บริเวณกล้ามเนื้อ m. *Pectoralis major* ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อ ยี่ห้อ Mettler Toledo AG CH-8630 Schwerzenbach ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยใช้ probe รุ่น METTLER TOLEDO Inlab®413 IP67 และบัฟเฟอร์ pH 4 และ 7

การประเมินค่าสีของเนื้อหน้าอก: ทำการตรวจวัดค่าสีของเนื้อด้วยเครื่อง Color Reader CR-13 ของบริษัท Konica Minolta ประเทศญี่ปุ่น โดยรายงานค่าที่ประเมินได้ในระบบ CIE (Complete International Commission on Illumination) เป็นค่า L*, a* และ b* ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ใน Warriss (2000)

การสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ: ทำการศึกษาค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บ (Drip loss) ตามวิธีที่อ้างถึงใน ไชยวรรณ และคณะ (2547) ดังนี้ ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ นำเนื้อหน้าอก 8 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์มาซับให้แห้ง จากนั้นนำมาตัดเนื้อให้มีขนาดความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1.5 x 3.0 x 0.5 ซม. ตำแหน่งที่ตัดคือ บริเวณเนื้อหน้าอกซีกขวาด้านบน โดยตัดชิ้นเนื้อตัวอย่างละ 10 ชิ้น สำหรับการศึกษาการสูญเสียน้ำของเนื้อ ใส่ถุงพลาสติกชนิดทนความร้อน จากนั้นจึงนำไปวางไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่าการสูญเสียน้ำโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{\% การสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บ} = \frac{\text{(น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1 - น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 2)}}{\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1}} \times 100$$

ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อเนื่องจากการทำให้สุก: ทำการศึกษาค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุกตามวิธีที่อ้างถึงใน ไชยวรรณ และคณะ (2547) โดยนำเนื้อหน้าอก (m. *Pectoralis major*) 8 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์มาซับให้แห้ง จากนั้นนำมาตัดให้มีขนาดความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1.5 x 3.0 x 0.5 ซม. ตำแหน่งที่ตัดคือ บริเวณเนื้อหน้าอกซีกซ้ายด้านบน โดยตัดชิ้นเนื้อตัวอย่างละ 10 ชิ้น สำหรับการศึกษาการสูญเสียน้ำของเนื้อเนื่องจากการประกอบอาหารหลังจากการเก็บที่ 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักของเนื้อ ใส่ถุงพลาสติกชนิดทนความร้อน จากนั้นจึงนำไปวางไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อครบช่วงเวลานำตัวอย่างเนื้อไปต้มให้สุกในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นทำให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง ซับด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่าการสูญเสียน้ำโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{\% การสูญเสียน้ำของเนื้อเนื่องจากการทำให้สุก} = \frac{\text{(น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1 - น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 2)}}{\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1}} \times 100$$

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force): นำเนื้อที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุกมาตรวจวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง Texture Analyzer ของบริษัท Stable Micro System ใช้ใบมีดชนิด Warner Blazler shear blade (WB-blade) โดยมีอัตราการเคลื่อนที่ของใบมีด (Cross head speed) เท่ากับ 2.0 ม.ม./วินาที ตามวิธีการของ Dawson et al. (1991) ซึ่งดัดแปลงโดย Wattanachant et al. (2004)

การวิเคราะห์ทางสถิติ: นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980)

สถานที่ดำเนินการวิจัย: ดำเนินการที่หมวดสัตว์ปีกและห้องปฏิบัติการคุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการเสริมและไม่เสริมกลีเซอรีนดิบในอาหารต่อน้ำหนักมีชีวิตและคุณภาพซากไก่กระทงเมื่ออายุครบ 21 วัน ดังแสดงใน Table 2 โดยพบว่าไก่กระทงกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 5% (T2) มีน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าต่ำกว่าไก่กระทงในกลุ่มควบคุม (T1) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) รวมทั้งไก่กระทงทั้ง 3 กลุ่มก็มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นและซากเย็นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แม้ว่าไก่ทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกลีเซฮรีนดิบ 5% (T2) มีน้ำหนักมีชีวิตต่ำกว่าไก่กระทงกลุ่ม T1 และ T3 ดังนั้นผลดังกล่าวจึงเป็นไปในแนวทางเดียวกับผลการศึกษาของ นัสวัล (2557) ที่พบว่าไก่กระทงอายุ 3 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบ 5% มีน้ำหนักมีชีวิตค่อนข้างต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีเปอร์เซ็นต์ซากรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนี้ยังเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการศึกษาของ อดิศร (2556) ที่รายงานว่าระดับของกลีเซอรีนดิบ 5 และ 10% ไม่ส่งผลทำให้ไก่กระทงมีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากรวม และน้ำหนักซากอุ่น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไก่กระทงกลุ่มควบคุม (P>0.05) อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้พบว่าไก่ทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีเปอร์เซ็นต์ซากส่วนสันใน น่อง ปีก สะโพก เครื่องในรวม รวมไปถึงส่วนประกอบซาก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เนื้อ หนัง กระดูก และไขมันรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ขณะที่ นัสวัล (2557) พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากส่วนเนื้อสันใน ปีก สะโพก เครื่องในรวม และไขมันรวมของไก่ทดลองกลุ่มควบคุมสูงกว่าไก่ทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้เพราะเมื่อทำการเสริมกลีเซอรีนในระดับที่สูงขึ้นปริมาณการกินได้จะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับไก่กระทงกลุ่มควบคุม ขณะที่ การศึกษาครั้งนี้ไม่มีความแตกต่างของปริมาณการกินได้ของอาหาร

Table 2 Percent carcass composition of broilers fed diet at 5% crude glycerin (21 days)

Items	Crude glycerin (%)			SEM	P-Value
	0	5	5*		
Initial weight (g)	43.33	43.36	43.35	0.26	0.7590
Final weight (g)	830.63	819.70	826.38	17.75	0.0754
Total feed intake (g)	1,149.43	1,150.44	1,143.86	19.23	0.3581
Live weight at slaughter (g)**	821.23	813.00	819.30	10.57	0.0553
Warm carcass (%)	76.63	76.61	75.45	1.53	0.7983
Chilled carcass (%)	63.38	60.51	61.24	1.04	0.1609
Carcass characteristics and viscera (%)					
Breast	24.47[a]	25.74[a]	22.00[b]	0.70	0.0015
Fillet	3.83	4.32	4.00	0.65	0.7934
Drumstick	14.52	13.92	13.58	0.71	0.6852
Wing	12.40	11.81	12.33	0.54	0.7146
Thigh	16.93	17.56	17.70	0.41	0.1680
Whole viscera	20.57	22.81	22.17	0.77	0.1708
Spleen and Liver	4.15	4.82	4.95	0.31	0.5976
Proventriculas	1.03	1.20	1.08	0.09	0.2823
Gizzard	4.87	5.21	5.14	0.24	0.7432
Crop	0.50	0.58	0.47	0.10	0.6953
Intestine	8.59	9.29	8.81	0.37	0.2617
Heart	1.13[b]	1.35[a]	1.38[a]	0.08	0.0452
Carcass composition (%)					
Meat	44.94	43.88	44.08	1.12	0.7219
Bone	34.50	36.46	34.82	0.96	0.2534
Skin	13.05	13.03	13.39	0.94	0.7843
Fat	8.78	8.22	9.11	0.63	0.5287

* Add crude glycerin 5% at 22-42 days of age

** Weight after fasted for 20 hours

Different superscripts[a,b] in the same row indicate significant differences (P < 0.05 or more) between treatment groups

ของไก่ทดลองทั้งสามกลุ่ม (P>0.05)

เมื่อพิจารณาถึงผลการเสริมและไม่เสริมกลีเซอรีนดิบในอาหารต่อน้ำหนักมีชีวิตและคุณภาพซากของไก่กระทงเมื่ออายุครบ 42 วัน (**Table 3**) แสดงให้เห็นว่า ไก่ทดลองกลุ่มควบคุม (T1) ไก่ทดลองที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5% ตลอดระยะเวลา 1-42 วัน (T2) และไก่ทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5% ในช่วง 22-42 วันหลัง (T3) มีน้ำหนักมีชีวิต เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนซาก เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบซากและเครื่องในรวม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ อดิศร (2556) ที่รายงานว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบ 5% และไก่กระทงกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักมีชีวิตและน้ำหนักซากรวม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นัสวัล (2557) รายงานว่า ไก่ทดลองที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบและไก่กระทงกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักมีชีวิต เปอร์เซ็นต์ซาก เนื้อ น่อง ปีก สะโพก หัวใจ กระดูก หนัง และไขมันรวม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Cerrate et al. (2006) ที่รายงานว่า ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5% ในช่วงอายุ 6 สัปดาห์ มีน้ำหนักซากรวมไม่ต่างกับไก่เนื้อกลุ่มควบคุม และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lessard et al. (1993) ที่รายงานว่า ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5% มีเปอร์เซ็นต์ซากรวมไม่ต่างจากไก่เนื้อกลุ่มควบคุม (P>0.05)

Table 3 Percent carcass composition of broilers fed diet at 5% crude glycerin (42 days)

Items	Crude glycerin (%)			SEM	P-Value
	0	5	5*		
Initial weight (g)	830.63	819.70	826.38	17.75	0.0754
Final weight (g)	2,347.50	2,285.00	2,357.50	28.32	0.0612
Total feed intake (g)	2,677.32	2,713.49	2,732.42	63.64	0.0596
Live weight at slaughter (g)	2,306.25	2,275.00	2,368.75	35.19	0.1411
Warm carcass (%)	69.97	68.03	69.86	1.58	0.5556
Chilled carcass (%)	68.62	67.21	68.85	1.69	0.7035
Carcass characteristics and viscera (%)					
Breast	26.13	26.40	28.03	0.74	0.1345
Fillet	6.23	5.53	7.02	0.42	0.0534
Drumstick	13.70	13.20	13.08	0.48	0.5585
Wing	11.27	10.89	10.81	0.24	0.2937
Thigh	16.17	15.74	14.48	0.70	0.1809
Whole viscera	15.36	16.05	14.80	0.61	0.2983
Spleen and Liver	3.00	2.74	2.99	0.16	0.3402
Proventriculas	0.66	0.65	0.65	0.04	0.9493
Gizzard	3.18	3.08	3.20	0.47	0.9778
Crop	0.59	0.78	0.58	0.11	0.3158
Intestine	6.76	7.09	6.29	0.40	0.3002
Heart	0.84	0.95	0.78	0.11	0.4793
Carcass composition (%)					
Meat	56.41	55.75	55.19	1.24	0.0820
Bone	25.58	25.70	25.65	1.00	0.6821
Skin	11.00	11.12	11.25	0.50	0.5098
Fat	7.00^{b}	8.49^{a}	8.47^{a}	1.00	0.0500

*Add crude glycerin 5% at 22-42 days of age

เมื่อพิจารณาถึงส่วนประกอบของซากไก่ทดลองที่เลี้ยงในช่วงที่สอง (22-42 วันหลัง) พบว่า ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีเซอรีนดิบ (T2 และ T3) มีไขมันมากกว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (T1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไก่ทั้งสามกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์เนื้อไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ

อดิศร (2556) ที่รายงานว่า ซากของไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่มีกลีเซอรีนดิบผสมในปริมาณ 5% และ 10% เปอร์เซ็นต์ไขมันมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ($P<0.001$) ซึ่ง Lessard et al. (1993) อธิบายว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5% มีเปอร์เซ็นต์ของไขมันช่องท้องเพิ่มขึ้น ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะกลีเซอรีนที่ร่างกายได้รับจะไปกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชัน (esterification) หรือปฏิกิริยาการเกิดไขมันภายในเซลล์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชันที่เกิดขึ้นภายในเซลล์จะสร้างพันธะเอสเทอร์ระหว่างกลีเซอรีนและกรดไขมันอิสระที่ได้รับจากอาหารหรือจากภายในร่างกายได้เป็นไตรกลีเซอไรด์ (อดิศร, 2556)

ผลการเสริมและไม่เสริมกลีเซอรีนดิบในอาหารต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อ

ความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5% และไก่กระทงกลุ่มควบคุมที่อายุ 21 วัน (**Table 4**) พบว่าเนื้อไก่กระทงทุกกลุ่มมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ชั่วโมงที่ 0 หลังการฆ่า (pH_0) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นัสวัล (2557) รายงานว่าเนื้อไก่กระทงที่ได้รับการเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่างๆ และเนื้อไก่กระทงกลุ่มควบคุม ที่อายุ 21 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ชั่วโมงที่ 0 หลังการฆ่า (pH_0) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.09 โดยค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าค่าปกติซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.4-7.0 (Warriss, 2000) เล็กน้อย ซึ่งเป็นไปได้ว่าค่า pH เริ่มลดลง พร้อมๆ กับการเกิดสภาวะ *Rigor mortis* ในสัตว์ปีกอาจจะเกิดขึ้นภายในเวลาไม่กี่นาทีหลังจากตาย อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ได้ควบคุมปัจจัยก่อนการฆ่าที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อทั้งในเรื่องของการอดอาหาร การขนส่ง รวมถึงขั้นตอนและวิธีการฆ่าเพื่อป้องกันการเกิดภาวะเครียดในไก่ตามคำแนะนำของ สัญชัย (2543) ดังนั้น pH_0 จึงมีค่าต่ำกว่าช่วงมาตรฐานไม่มากนัก

สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า (pH_{24}) ของเนื้อไก่กระทงแต่ละกลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.94 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ นัสวัล (2557) ที่รายงานว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า ของเนื้อไก่กระทงที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ และไก่กระทงกลุ่มควบคุมมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.83 และใกล้เคียงกับรายงานของ Jaturasitha et al. (2002) ที่รายงานว่าค่า pH_{24} ของเนื้อหน้าอกของไก่กระทงมีค่าเท่ากับ 5.89 และสอดคล้องกับรายงานของ Wattanachant et al. (2004) ที่รายงานว่าค่า pH_{24} ของเนื้อหน้าอกของไก่กระทงมีค่าเท่ากับ 5.93 จากผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับคำอธิบายของ Warriss (2000) ที่อธิบายว่า ค่า pH ในเนื้อจะลดลงอย่างช้าๆ จากเดิมประมาณ 7.0 เหลือประมาณ 5.6-5.7 ในเวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง หลังสัตว์ตาย แล้วจึงลดลงสู่จุด pH สุดท้ายระหว่าง 5.3-5.7 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ทั้งนี้ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีผลต่อค่า pH_{24} โดยกล้ามเนื้อหน้าอกไก่มีสัดส่วนของกล้ามเนื้อสีขาว (white muscle) สูง จึงมีการสะสมไกลโคเจนน้อย เมื่อสัตว์ตายจึงผลิตกรดแลคติกจากกระบวนหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่มากนัก จึงมีผลทำให้ค่า pH_{24} ในกล้ามเนื้อชนิดนี้อยู่ในช่วง 5.9-6.0

ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อเมื่ออายุครบ 42 วัน แสดงใน Table 5 พบว่าเนื้อไก่ทดลองกลุ่ม T2 ซึ่งได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5% ตลอดระยะเวลา 42 วัน และเนื้อไก่ทดลองกลุ่ม T3 ซึ่งได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5% ในวันที่ 22 ถึง 42 มีค่าความเป็น กรด-ด่าง ที่ชั่วโมงที่ 0 หลังการฆ่า (pH_0) และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า (pH_{24}) ไม่แตกต่างกับเนื้อไก่ทดลองกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นัสวัล (2557) ที่รายงานว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อไก่กระทงอายุ 6 สัปดาห์ ที่ชั่วโมงที่ 0 หลังการฆ่า (pH_0) และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า (pH_{24}) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ขณะที่สีของเนื้อหน้าอกหลังจากฆ่าที่ 24 ชั่วโมง พบว่า ค่า L* ค่า a* และค่า b* ของเนื้อหน้าอกไก่กระทงทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) เช่นเดียวการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บของเนื้อหน้าอกไก่กระทง ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการประกอบอาหาร และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อไก่กระทงทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

Table 4 The physical characteristics of the carcass of broilers fed diet at 5% crude glycerin (21 days of age)

Items	Crude glycerin (%)			SEM	P-Value
	0	5	5*		
pH					
pH_0	6.09	6.08	5.97	0.06	0.2781
pH_μ	5.96	5.95	5.91	0.04	0.5952
CIE color					
L	48.09	48.54	47.78	1.11	0.8543
a*	4.19	4.11	4.53	0.48	0.7588
b*	10.91	10.68	11.54	0.62	0.5315
Shear force (kg)	0.86	0.86	0.87	0.01	0.7400
% Drip loss	2.81	2.88	2.76	0.33	0.5950
% Cooking loss	19.41	20.87	17.25	1.64	0.2467

*Add crude glycerin 5% at 22-42 days of age

Table 5 The physical characteristics of the carcass of broilers fed diet at 5% crude glycerin (42 days of age)

Items	Crude glycerin (%)			SEM	P-Value
	0	5	5*		
pH					
pH_0	6.22	6.29	6.20	0.08	0.6329
pH_μ	5.86	5.87	5.88	0.05	0.9515
CIE color					
L	45.53	44.55	44.86	0.71	0.5387
a*	4.05	4.64	5.21	0.96	0.6270
b*	8.60	7.23	8.71	0.54	0.0930
Shear force (kg)	2.07	2.07	2.07	0.02	0.9943
% Drip loss	1.59	2.00	2.15	0.34	0.3565
% Cooking loss	19.04	22.50	20.89	1.09	0.0814

*Add crude glycerin 5% at 22-42 days of age

ดังแสดงใน Table 4 และ Table 5

เมื่อผู้วิจัยคำนวณต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลองชุดนี้ พบว่าการศึกษาครั้งนี้มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท) ต่อตัว ในการเลี้ยงไก่ทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ในช่วงอายุ 1 ถึง 42 วัน เท่ากับ 64.61 64.03 และ 64.46 บาท/ตัว ตามลำดับ ขณะที่ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กก. สำหรับเลี้ยงไก่ทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 เป็นเวลา 42 วัน เท่ากับ 33.98 33.34 และ 33.68 บาท/กก. ตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงไก่กระทงด้วยอาหารที่ผสมกลีเซอรีนดิบ ตลอดระยะเวลา 42 วัน (T2) มีต้นทุนต้นทุนค่าอาหารต่อตัว และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ต่ำที่สุด รองลงมา คือ การเลี้ยงไก่กระทงด้วยอาหารที่ผสมกลีเซอรีนดิบในช่วง 21 วันหลัง (T3) ส่วนการเลี้ยงไก่กระทงด้วยอาหารสูตรควบคุมมีต้นทุนค่า

อาหารต่อตัว และต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมสูงที่สุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

รูปแบบการเสริมกลีเซอรีนดิบระดับ 5% ที่ 1-42 วัน (T2) และ 22-42 วัน (T3) ไม่มีผลทำให้ไก่ทดลองมีน้ำหนักมีชีวิต เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นและซากเย็น เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนซากต่าง ๆ เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบซาก ได้แก่ เนื้อ กระดูก และหนัง แตกต่างจากไก่ทดลองกลุ่มควบคุม (T1) ยกเว้นเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมซึ่งไก่กลุ่มที่ได้รับอาหาร T2 และ T3 มีมากกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ทั้งนี้รูปแบบการให้อาหารเสริมกลีเซอรีนดิบไม่มีทำให้เนื้อไก่มีคุณภาพทางกายภาพแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารควบคุมซึ่งไม่เสริมกลีเซอรีนดิบ ดังนั้นในการนำกลีเซอรีนดิบมาผสมเพื่อเป็นอาหารสำหรับไก่กระทงจึงควรนำกลีเซอรีนดิบมาผสมในสูตรอาหารเพื่อเลี้ยงไก่ตลอดช่วงเวลาของการเลี้ยง เพราะมีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด ต่อตัวไก่ต่ำที่สุด (64.03 บาท/ตัว) เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงไก่กลุ่มที่ 1 และ 3 (64.61 และ 64.46 บาท/ตัว) อย่างไรก็ตามเนื่องจากคุณภาพของกลีเซอรีนดิบจะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาไบโอดีเซล และขนาดของโรงงานผลิต ดังนั้นก่อนนำกลีเซอรีนดิบมาผสมในอาหารสัตว์จำเป็นจะนำกลีเซอรีนดิบมาตรวจสอบคุณภาพก่อน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ (ม.อ. ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินกองทุนวิจัยประจำปี พ.ศ. 2558 ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ม.อ. ที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.อ. ที่สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, อาภรณ์ ส่งแสง, สุธา วัฒนสิทธิ์, พิทยา อดุลธรรม และ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2547. คุณภาพซาก องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่คอล่อนและไก่พันธุ์พื้นเมือง. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานสนับสนุนการวิจัย (สกว.) มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

นัสวัล บุญวงศ์. 2557. การศึกษาการย่อยได้ของกลีเซอรีนดิบและผลของกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ ต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซากในไก่กระทง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

รัตนา โชติสังกาศ และ นิรัตน์ กองรัตนานันท์. 2542. การเจริญเติบโตและคุณภาพซากไก่พื้นเมืองเลี้ยงภายใต้ชั่วโมงแสงธรรมชาติ และชั่วโมงแสงยาว 23 ชั่วโมงต่อวัน. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 33:60-74.

ศุภกร สีเมือง, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, วันวิศาข์ งามผ่องใส และอดิศร เศรษฐพงศ์. 2558. คุณภาพของกลีเซอรีนดิบจากโรงงานผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก กลาง และใหญ่. ว. สัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย 2 (ฉบับพิเศษ):245-249.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. โรงพิมพ์ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่

อดิศร เศรษฐพงศ์. 2556. การใช้กลีเซอรีนดิบเป็นส่วนประกอบในอาหารไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

Cerrate, S., F. Yan, Z. Wang, C. Cotto, P. Sacaki, and P. W. Waldroup. 2006. Evaluation of glycerine from biodiesel production as feed ingredient for broiler. Int. J. Poult. Sci. 5:1001-1007.

Dawson, P.L., B.W. Sheldon, and J.J. Miles. 1991. Effect of aspectic processing on the texture of chicken meat. Poult. Sci. 70:2359-2367.

Jaturasitha S., V. Leangwunta, A. Leotaragul, A. Phongphaew, A. Apichartsrungkoon, N. Simasathitkul, T. Vearasilp, L. Worachai, and U.T. Meulen. 2002. A comparative study of Thai native chicken and broiler on productive performance, carcass and meat quality. p. 146. In: Proceedings of Deutscher Tropentag 2002. International Research of Food Security, Natural Resource Management and Rural Development: Challenges to Organic Farming and

Sustainable Land Use in the Tropics and Subtropics; 9 -11 October 2002; University of Kassel, Witzenhausen. Germany.

Lessard, P., M. R. Lefrancois, and J. F. Bernier. 1993. Dietary addition of cellular metabolic intermediates and carcass fat deposition in broilers. Poult. Sci. 72: 535-545.

Settapong, A. and C. Wattanachant. 2009. Preliminary study on chemical composition of glycerine from various sources of biodiesel production. In the 7th IMT-GT UNINET and 3rd Joint International PSU-UNS Conference on Bioscience for the Future 2010, 6-7 October 2009, held at the 60th Anniversary of His Majesty the King's Accession to the Throne International Convention Center, Prince of Songkla University, Songkhla.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics (A Biometrics Approach). 2nd Edition. McGraw-Hill, New York.

Thompson, J.C. and B.B. He. 2006. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstock. Appl. Eng. Agric. 22 : 261-265.

Warriss, P.D. 2000. Meat Science: An Introductory Text. CABI, Oxon.

Wattanachant, S., S. Benjakul, and D.A. Ledward. 2004. Composition color and texture of