ผลของการเสริมกลีเซอรีนต่อสมรรถภาพการเติบโตและลักษณะซากไก่กระทง

Effect of glycerin supplementation on growth performance and carcass characteristics in broilers

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ สุธา วัฒนสิทธิ์

ChaiyawanWattanachant and SuthaWattanasit

คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Faculty of Natural Resources

Prince of Songkla University

2558

ผลของการเสริมกลีเซอรีนต่อสมรรถภาพการเติบโตและลักษณะซากไก่กระทง

โดย

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ สุธา วัฒนสิทธิ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยคณะทรัพยากรธรรมชาติ

ประจำปี พ.ศ. 2555

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการเสริมกลีเซอรีนต่อสมรรถภาพการเติบโตและลักษณะซากไก่กระทง

ผู้วิจัย นายไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และนายสุธา วัฒนสิทธิ์

พ.ศ. 2558

บทคัดย่อ

กลีเซอรีนดิบเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลเป็นผลพลอยได้ที่มีราคาถูกและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน มีการศึกษาการใช้กลีเซอรีนดิบในอาหารสุกร โคเนื้อ โคนม ไก่ไข่ และไก่กระทง อย่างไรก็ตามคุณภาพของกลีเซอรีนดิบที่นำมาผสมในอาหารยังไม่คงที่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตไบโอดีเซล สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการนำเอากลีเซอรีนดิบจากโรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มมาผสมในอาหารแล้วนำไปเลี้ยงไก่กระทง จากนั้นทำการศึกษาผลการเสริมกลีเซอรีนดิบที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตลักษณะซาก และศึกษาต้นทุนการผลิตไก่กระทง

การศึกษาครั้งนี้ใช้ไก่สายพันธุ์ทางการค้า (Cobb500) เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 400 ตัว จากนั้นสุ่มไก่กระทงเข้าทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomize design: CRD)โดยแบ่งไก่กระทงออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วย 4 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว ไก่กระทงมีน้ำหนักเฉลี่ย 44.38±0.23 กรัม เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดไก่กระทงทุกกลุ่มได้รับอาหารเต็มที่ (*ad libitum*) และน้ำสะอาดตลอดเวลาเมื่อไก่กระทงอายุ 21 และ 42 วัน ทำการฆ่าและชำแหละซากไก่กระทงกลุ่มทดลองละ 8 ตัว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

จากการศึกษาพบว่า ช่วงอายุ 1-21 วัน ไก่กระทงที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบทุกระดับมีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน การเพิ่มของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตต่อวันต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ช่วงอายุ 22-42 วัน พบว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ ที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

ผลการศึกษาการเสริมกลีเซอรีนดิบต่อซากที่อายุ 21 วันพบว่า เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักมีชีวิต กล้ามเนื้อรวม หน้าอก สันใน ปีก สะโพก แข้งและเท้า โครงร่างอวัยวะภายในรวม และไขมันรวม มีผลแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลกับ

เปอร์เซ็นต์ซาก น่อง หัวและคอ ตับและม้าม กระเพาะแท้ กระเพาะบด กระเพาะพัก ลำไส้รวม หัวใจ กระดูกรวม ผิวหนังรวม ของไก่กระทงทั้งห้ากลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ที่อายุ 42 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ หน้าอก สะโพก โครงร่างกระดูกรวมผิวหนังรวม มีผลแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลกับ เปอร์เซ็นต์ซาก กล้ามเนื้อรวม สันใน ปีก แข้งและเท้า น่อง หัวและคอ ตับและม้าม กระเพาะแท้ กระเพาะบด กระเพาะพัก ลำไส้รวม หัวใจ อวัยวะภายในรวม และไขมันรวม ของไก่กระทงทั้งห้ากลุ่ม ($P>0.05$)

การเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่างๆ ที่อายุ 21 และ 42 วันไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ชั่วโมงที่ 0 (pH_0) และ 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า (pH_{24}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และไม่มีผลต่อค่าสีของเนื้อคือค่า L* ค่า a* และค่า b* ของเนื้อหน้าอกการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการประกอบอาหารของเนื้อไก่ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($P>0.05$)

สำหรับต้นทุนค่าอาหารเมื่อเลี้ยงนาน 42 วัน พบว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารต่อตัว เท่ากับ 101.37, 98.53, 98.54, 93.26 และ 84.87 บาทต่อตัว ตามลำดับ โดยไก่กระทงได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารต่อตัวต่ำสุด (84.87 บาท) ส่วนไก่กระทงกลุ่มควบคุม มีต้นทุนค่าอาหารต่อตัวสูงที่สุด (101.37 บาท) ตามลำดับ

Research Title Effect of glycerin supplementation on growth performance and carcass characteristics in broilers

Authors Chaiyawan Wattanachant and Sutha Wattanasit

Year 2015

ABSTRACT

Crude glycerin, an inexpensive biodiesel by-product, can be used for many purposes. In terms of animal production, crude glycerin can be substituted to corn as an energy source in many feed formulation such as swine, cattle, goats, layer and broiler feed. However, quality of crude glycerin used in animal feed is not constant because of it is depending on the type and quality of the materials that are used in the biodiesel production. In this study, crude glycerin from biodiesel production was supplemented into the diets and the effect of crude glycerin supplementation on growth performance, carcass characteristics and feed cost of broiler production were determined.

Four hundred one day old males Cobb500 with 44.38±23 g of initial weight were allotted to receive five treatment diets according to a completely randomized experimental design (CRD). Each treatment was separated into four replicate of 20 birds each. Birds were reared in evaporative cooling house for 42 days. They were offered food and water *ad libitum* during the entire experimental period. On the 3rd and 6th week of age, eight birds per treatment were sampled and sacrificed for the determination of carcass characteristics. Data were analysed by using analysis of variance whereas the differentiations of means were determined according to Duncan's new multiple range test (DMRT).

From the results, during the age of 1 to 21 day old, the birds which received all diets with crude glycerin supplementation had significantly lower feed intake, gain weight and ADG than those which received the control group ($P<0.05$). At 22-42 day age, no significant difference was found in feed intake, FCR, ADG and weight gain ($P>0.05$) between birds fed on control diet and birds fed on diets supplemented with crude glycerin.

In terms of carcass characteristics, broilers at three weeks old that received a diet supplemented with all levels of crude glycerin had lower muscle and fat percentages than that of

control group (P>0.05). They also had lower retail parts (breast, fillet, wing and thigh) than which received a control diet (P>0.05). However, those which received either control or crude glycerin supplemented diets had similar carcass and bone percentages (P>0.05). In addition, there were no significant difference in organs, whole fat and some retail parts (drumstick, head and neck) percentages (P>0.05). At 42 day old, the glycerin supplemented groups was significantly lower in bone, skin and some retail parts (breast and thigh) percentages than those which received a control diet (P<0.05). Nevertheless, broilers which received all treatment diets had similar percentages of muscle and some retail parts (fillet, wing, drumstick, head and neck) (P>0.05). Considering some physical characteristics of the breast muscle (m. *Pectoralis major*), neither age of broiler in either control or supplemented diets groups showed any significant difference in pH_0, pH_{24}, CIE color system (L^*, $a^*$and b^*),shear force,drip loss and cooking loss values (P>0.05).

In terms of feed cost for 42 days of experiment, broilers fed 0, 2.5, 5, 7.5 and 10% crude glycerin supplementation were101.37, 98.53, 98.54, 93.26 and 84.87 Baht per bird, respectively.When feed cost per bird was calculated, the birdwhich received a diet with 10% of crude glycerin supplementation showed the lowest cost (84.87 Baht/bird) while birds which received the control diet (0% of crude glycerin) showed the highest feed cost per bird (101.37 Baht/bird).

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณบดีคณะทรัพยากรธรรมชาติ และคณะกรรมการวิจัยประจำคณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินกองทุนวิจัยของคณะ ขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ที่กรุณาให้การสนับสนุนสถานที่และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณศยาม ขุนขำนาญ ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องเทคนิคการจัดการเลี้ยงดูไก่กระทง ขอขอบคุณ ผศ.เถลิงศักดิ์ อังกุรเศรณี ที่ให้คำแนะนำในเรื่องการวิเคราะห์ทางสถิติ ขอขอบคุณ คุณสุจิตร ชลดำรงค์กุล ที่ให้คำแนะนำในเรื่องการวิเคราะห์ทางเคมี และขอขอบคุณ คุณนัสวัล บุญวงศ์ ที่ช่วยสนับสนุนให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพ	(11)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
2. การตรวจเอกสาร	3
3. ผลของการเสริมกลีเซอรีนดิบในระดับต่างๆ ในสูตรอาหารไก่กระทงต่อการเติบโต ลักษณะซาก และต้นทุนค่าอาหาร	14
บทนำ	14
วัตถุประสงค์	14
แหล่งที่มาของกลีเซอรีนดิบ	15
วัสดุและอุปกรณ์	15
วิธีการทดลอง	16
การวิเคราะห์ทางสถิติ	22
สถานที่ทำการวิจัย	22
ผลและวิจารณ์ผล	23
4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	37
สรุป	37
ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	44
ก การเตรียมโรงเรือนทดลอง	45
ข การเตรียมอาหารทดลอง	46
ค การชำแหละซากและเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	49
จ ตารางภาคผนวก	51
ฉ Manuscript ที่เสนอเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร SJST	52

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติทางเคมีของกลีเซอรีนดิบจากแหล่งที่ต่างกัน	6
2	แสดงส่วนประกอบทางโภชนะและค่าพลังงานรวมของกลีเซอรีนดิบที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบ	12
3	ลักษณะทางเคมี ความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่างของกลีเซอรีนดิบจาก 3 แหล่งการผลิต	13
4	กลีเซอรีนดิบที่ได้มาจากจากโรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบ	15
5	สูตรอาหารไก่กระทงช่วงอายุ 1-21 วัน (as-fed basis) และค่าความต้องการของโภชนะ	18
6	สูตรอาหารไก่กระทงช่วงอายุ 22-42 วัน(as-fed basis)และค่าความต้องการของโภชนะ	19
7	ผลการเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่าง ๆ ต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทงอายุ 1-21 และ 22-42 วัน	24
8	เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบซากของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ (อายุ 21 วัน)	27
9	เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบซากของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ (อายุ 42 วัน)	30
10	ลักษณะทางกายภาพของซากของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ อายุ 21 วัน	33
11	ลักษณะทางกายภาพของซากไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆอายุ 42 วัน	34
12	ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ ในช่วงอายุ 1-21 และ 22-42 วัน	36

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชั่นในการผลิตไบโอดีเซลแบบเอสเตอร์	4
2	แสดงโครงสร้างทางเคมีไตรกลีเซอไรด์ที่ประกอบด้วยกลีเซอรีนและกรดไขมันอิสระ 3 สาย	5
3	แสดงลักษณะโดยทั่วไปของกลีเซอรีนบริสุทธิ์และกลีเซอรีนดิบ	5
5	แสดงกระบวนการย่อยและดูดซึมกลีเซอรีน	7
6	ตำแหน่งการตัดชิ้นเนื้อหน้าอกไก่กระทง	22

บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้น เนื่องจากมีการเลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้นทำให้ความต้องการของวัตถุดิบอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้นด้วย ทำให้วัตถุดิบอาหารขาดแคลนและมีราคาที่สูงขึ้นจึงทำให้มีการศึกษาวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใหม่ๆ มาทดแทนเพื่อลดต้นทุนการผลิต กลีเซอรีนดิบเป็นตัวอย่างของผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมไบโอดีเซลที่มีปริมาณมากขึ้นอันเป็นผลมาจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานทางเลือกเพื่อทดแทนพลังงานจากฟอสซิล (Fossil energy) ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล 1 แกลลอน (1 US gallon) จะได้กลีเซอรีนดิบเป็นผลพลอยได้ในปริมาณ 0.35 กิโลกรัม (Thompson and He, 2006) กลีเซอรีนดิบเป็นสารประเภทไตรกลีเซอไรด์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็น C_3H_5 สามารถละลายน้ำและแอลกอฮอล์ได้ มีรถหวาน Dozier และคณะ(2008) พบว่ากลีเซอรีนดิบมีพลังงานรวม (gross energy) เท่ากับ 3,625 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม กลีเซอรีนดิบเป็นผลพลอยได้ที่มีราคาถูก และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น นำไปกลั่นเพื่อนำเมทานอลกลับมาใช้ใหม่ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนก๊าซหุงต้ม และนำไปผสมในอาหารสัตว์ (วิภา, 2546) เป็นต้น มีนำกลีเซอรีนดิบไปผสมในอาหารสุกร โคเนื้อ โคนม ปลาดุก ไก่ไข่ และไก่กระทง เพื่อทดแทนข้าวโพดเช่นกัน แต่การศึกษาในประเทศไทยมีไม่มากแม้ว่าการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในระดับอุตสาหกรรมและระดับชุมชน

สำหรับวัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตในการผลิตไบโอดีเซลก็มีหลายแบบ เช่น น้ำมันทอดใช้แล้ว ไขสัตว์ และน้ำมันพืชบริสุทธิ์ ทำให้คุณภาพของกลีเซอรีนดิบมีความแปรปรวน (Settapong และ Wattanachant, 2010) นอกจากนั้น การศึกษาที่ทำกันในต่างประเทศใช้กลีเซอรีนดิบที่ผลิตจากน้ำมันทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด (Topal and Ozdogan, 2013) ซึ่งแตกต่างจากประเทศไทยที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นส่วนใหญ่ ที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อดิศร (2557) ได้นำเอากลีเซอรีนดิบจากโรงงานแปรรูปน้ำมันไบโอดีเซลของคณะวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งใช้น้ำมันทอดใช้แล้วเป็นวัตถุดิบมาผสมในอาหารไก่กระทง แล้วทำการเลี้ยงนาน 42 วัน ผลการศึกษาสรุปว่าสามารถนำกลีเซอนรีนดิบที่ได้จาก

โรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันทอดใช้แล้วเป็นวัตถุดิบมาผสมในอาหารไก่กระทงได้สูงสุดไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ **แต่สำหรับงานวิจัยนี้ต้องการนำเอากลีเซอรีนดิบที่ผลิตจากอุตสาหกรรมไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบมาใช้ผสมอาหารในอาหารไก่กระทงและศึกษาผลตอบสนองในเชิงสมรรถภาพการผลิต** ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการนำกลีเซอรีนดิบที่ผลิตจากอุตสาหกรรมไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบมาผสมในอาหารไก่กระทงเพื่อเลี้ยงเชิงพาณิชย์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลการเสริมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถภาพการเติบโตของไก่กระทง
2. ศึกษาผลการเสริมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะซาก และคุณภาพซากบางประการของไก่กระทง
3. ศึกษาต้นทุนการเลี้ยงไก่กระทงที่เสริมกลีเซอรีนระดับต่างๆ กับไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม

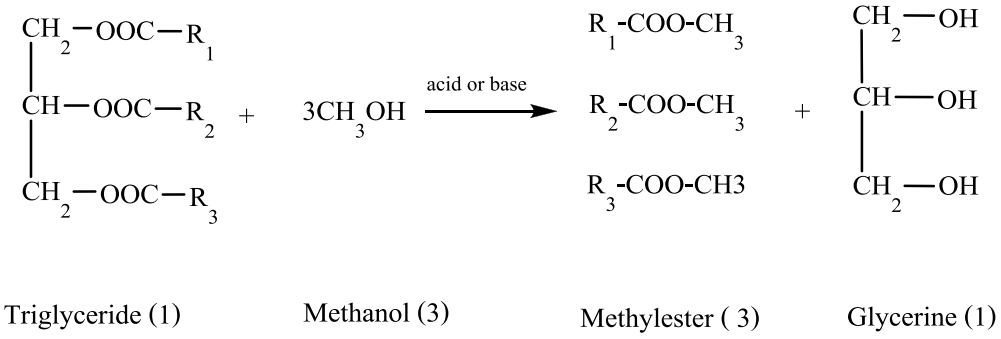
บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

กลีเซอรีนดิบ (Crude glycerin)

กลีเซอรีนดิบเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล การผลิตไบโอดีเซลหรือเมทิลเอสเตอร์ (Methyl ester) เป็นสารที่ได้มาจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีของสารประเภทไตร-กลีเซอไรด์ (Triglyceride) ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็น C_3H_5ของน้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ หรือไขมันสัตว์โดยจะทำปฏิกิริยากับเมทานอล (Methanol) หรือเอทานอล (Ethanol) ปฏิกิริยาทางเคมีดังกล่าวเรียกว่า ปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชั่น (Tranesterification) ทำให้ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นเมทิล-เอสเตอร์ หรือไบโอดีเซล และได้กลีเซอรีนดิบ (Crude glycerin) เป็นผลผลพลอยได้ (Cerrate *et al*., 2006)

ไบโอดีเซล (Biodiesel)

ไบโอดีเซล (Biodiesel) เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำน้ำมันพืช เช่น น้ำมันปาล์ม ไขมันสัตว์หรือน้ำมันพืชใช้แล้วมาทำปฏิกิริยาทางเคมีทรานส์เอสเตอริฟิเคชั่นได้เป็นสารเอสเตอร์ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลปฏิกิริยานี้จะเป็นการทำปฏิกิริยาทางเคมีของไตรกลีเซอไรด์กับสารประเภทแอลกอฮอล์ เช่น เอทานอล (C_2H_5OH) หรือเมทานอล (CH_3OH) โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี เมื่อไตรกลีเซอไรด์ผ่านปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชั่น โดยใช้เอทานอลเป็นสารทำปฏิกิริยาจะได้สารผลิตภัณฑ์เป็น เอทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (Fatty acid ethyl ester) ซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ $C_{20}H_{38}O_2$ แต่ถ้าใช้เมทานอลเป็นสารทำปฏิกิริยา ก็จะได้สารผลิตภัณฑ์เป็น เมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (Fatty acid methyl ester) ซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ $C_{17}H_{34}O_2$ ทั้งนี้ชนิดของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับประเภทของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตและในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลเอสเตอร์หรือปฏิกิริยาทรานเอสเตอริ-ฟิเคชั่นนี้จะได้กลีเซอรีนดิบเป็นผลผลิตพลอยได้

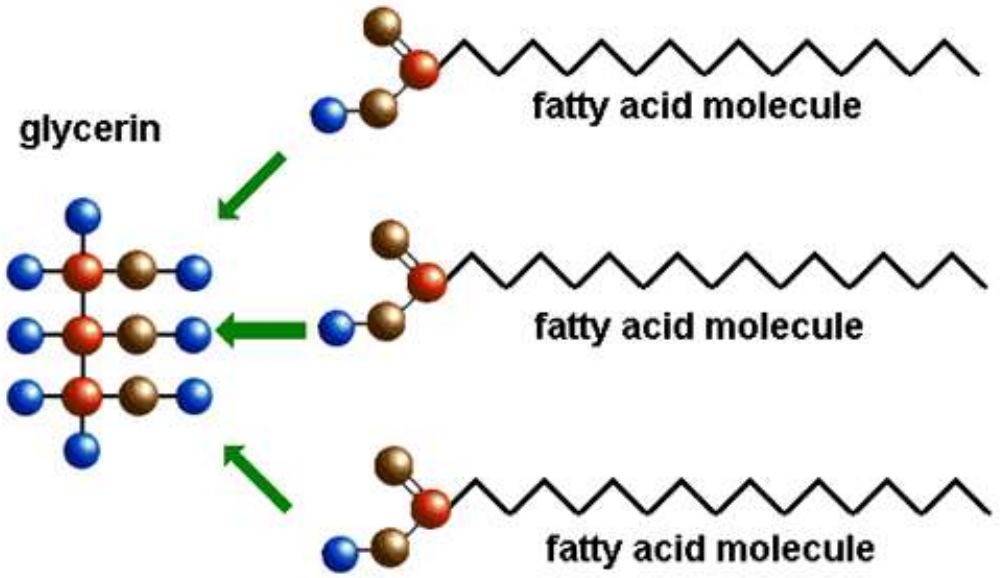


ภาพที่ 1. แสดงปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชั่นในการผลิตไบโอดีเซลแบบเอสเตอร์
ที่มา : Settapong และ Wattanachant (2010)

ลักษณะทางกายภาพของกลีเซอรีน

กลีเซอรีนเป็นชื่อเรียกทางการค้าของสารที่มีชื่อทางเคมีว่า 1,2,3–trihydroxypropane, 1,2,3–propanetriol หรือ Glycerol แต่โดยทั่วไปการเรียกชื่อกลีเซอรีนจะเรียกกันตามค่าความบริสุทธิ์ ถ้ากลีเซอรีนมีค่าความบริสุทธิ์มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จะเรียกว่า “กลีเซอรอล” (Glycerol) แต่ถ้าเป็นกลีเซอรีนที่มีค่าความบริสุทธิ์ต่ำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์จะเรียกว่า “กลีเซอรีน” (Glycerin) (SDA, 1990) กลีเซอรีนถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1779 โดยนักวิทยาศาสตร์ด้านเคมีชาวสวีเดน ชื่อ K.W. Scheele ในขณะทำการสกัดน้ำมันมะกอกที่มีออกไซด์ของตะกั่วผสม (Lead monoxide) เรียกชื่อของกลีเซอรีนที่ถูกค้นพบครั้งนั้นเรียกว่า "Sweet principle of fat" ต่อมาจึงได้เปลี่ยนมาเป็น Glycerin ซึ่งตรงกับคำในภาษากรีกว่า “glykys” ซึ่งแปลว่า “ มีรสหวาน”ต่อมาได้มีการค้นพบว่ากลีเซอรีนสามารถสกัดได้จากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ที่อยู่ในรูปเอสเตอร์ ที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “กลีเซอไรด์” (Glyceride) กลีเซอรีนเป็นสารที่มีสูตรเคมี $C_3H_5(OH_3)$ กลีเซอรีนที่บริสุทธิ์จะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีพิษ มีรสหวาน เนื่องจากโครงสร้างทางเคมีของกลีเซอรีนมีลักษณะคล้ายกับน้ำตาล กลีเซอรีนมีโครงสร้างเป็นสารประกอบเป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลมีเฉพาะพันธะเดี่ยวหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “อัลเคน” (Alkane) โดยอัลเคนชนิดที่เป็นส่วนประกอบของกลีเซอรีนคือโพรเพน (Propane) กลีเซอรีนเป็นสารที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) จับกับหมู่แอลคิล 3 หมู่ หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ไตรไฮดรอกซิล ดังนั้นกลีเซอรีนเป็นสารที่จัดอยู่ในประเภทสารที่มีขั้ว ทำให้กลีเซอรีนสามารถละลายในน้ำและแอลกอฮอล์ได้ดี กลีเซอรีนสามารถละลายได้บ้างในตัวทำละลายบางชนิด ยกเว้นสารไฮโดรคาร์บอน โดยสามารถทำปฏิกิริยาให้สาร

อนุพันธ์หลายชนิด กลีเซอรีนที่พบในธรรมชาติเป็นกลีเซอรีนที่เป็นส่วนประกอบของกรดไขมันที่มีไฮโดรคาร์บอนต่อเป็นสายยาว 3 เส้น เรียกว่า “ไตรกลีเซอไรด์” ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2. แสดงโครงสร้างทางเคมีไตรกลีเซอไรด์ประกอบด้วยกลีเซอรีนและกรดไขมันอิสระ 3 สาย

ที่มา : Anonymous (2011)

กลีเซอรีนบริสุทธิ์

กลีเซอรีนดิบ

ภาพที่ 3. แสดงลักษณะโดยทั่วไปของกลีเซอรีนบริสุทธิ์และกลีเซอรีนดิบ

(ภาพโดย นัสวัล, 2557)

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ลักษะทางกายภาพทั่วไปของกลีเซอรีนบริสุทธิ์ คือ มีลักษณะใสไม่มีสี แตกต่างจากของกลีเซอรีนดิบตรงที่ กลีเซอรีนดิบที่มีสีน้ำตาลขุ่น หนืด และอาจมีกลิ่นของเมทานอลผสมมาด้วยอย่างไรก็ตาม กลีเซอรีนดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลที่ใช้วัตถุดิบในการผลิตที่แตกต่างกันก็มีสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน ดังแดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. สมบัติทางเคมีของกลีเซอรีนดิบจากแหล่งที่ต่างกัน

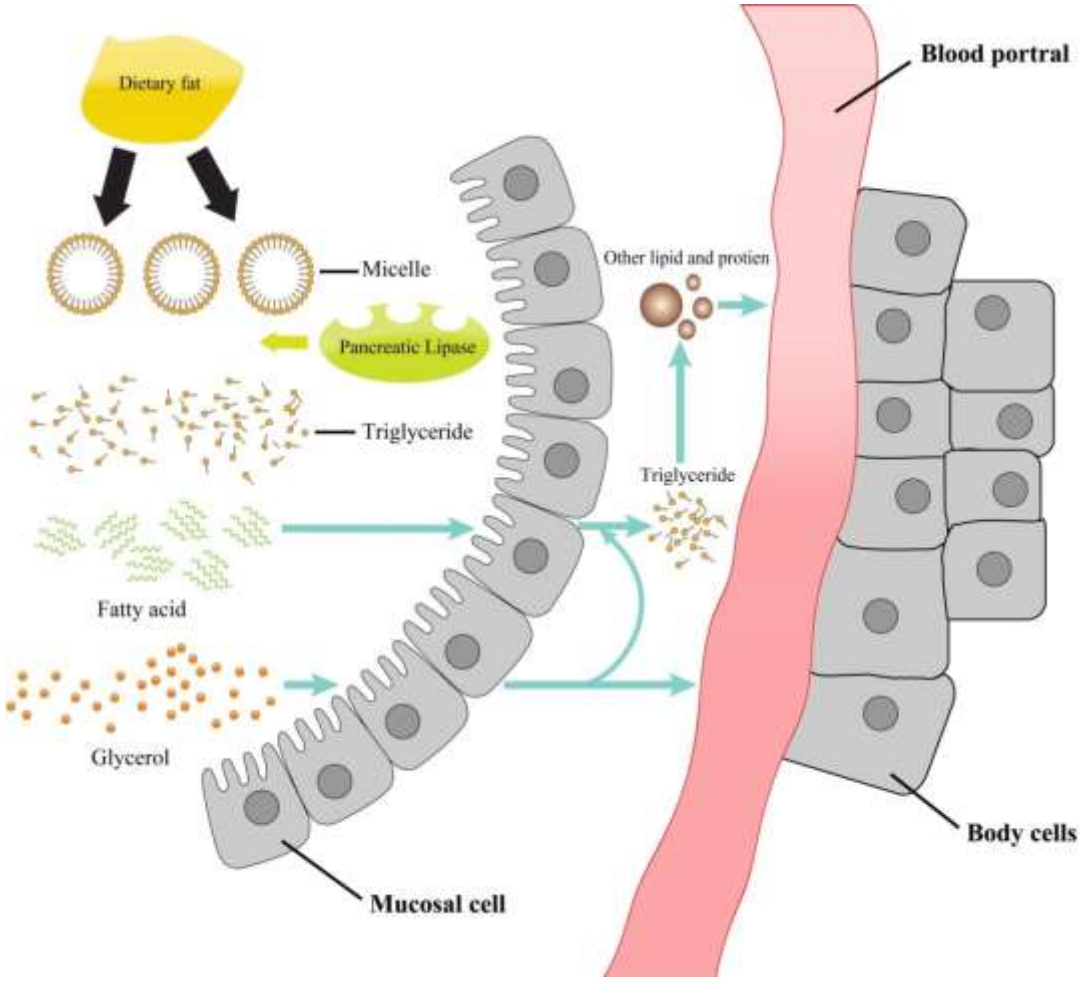
แหล่งกลีเซอรีนดิบ	ค่าความบริสุทธิ์	ความชื้น	เมทานอล	pH	NaCl	เถ้า	กรดไขมัน
USP	99.62	0.35	ND	5.99	0.01	0.01	0.02
น้ำมันถั่วเหลือง	83.88	10.16	0.0059	6.30	6.00	5.83	0.12
น้ำมันถั่วเหลือง	83.49	13.40	0.1137	5.53	2.84	2.93	0.07
น้ำมันถั่วเหลือง	85.76	8.35	0.0260	6.34	6.07	5.87	ND
น้ำมันถั่วเหลือง	83.96	9.36	0.0072	5.82	6.35	6.45	0.22
น้ำมันถั่วเหลือง	84.59	9.20	0.0309	5.73	6.00	5.90	0.28
น้ำมันถั่วเหลือง	81.34	11.41	0.1209	6.59	6.58	7.12	0.01
ไขมันวัว	73.65	24.37	0.0290	3.99	0.07	1.91	0.04
น้ำมันที่ใช้แล้ว	93.81	4.07	0.0406	6.10	0.16	1.93	0.15
น้ำมันที่ใช้แล้ว	52.79	4.16	3.4938	8.56	1.98	4.72	34.84
ไขมันไก่	51.54	4.99	14.9875	9.28	0.01	4.20	24.28

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Kerr และคณะ (2011)

กระบวนการดูดซึมกลีเซอรีนในสัตว์กระเพาะเดี่ยว

โดยปกติกลีเซอรีนซึ่งได้จากการย่อยสลายไตรกลีเซอไรด์จะถูกดูดซึมผ่านเซลล์เยื่อบุผนังลำไส้เล็ก (พัชรี และคณะ, 2551) เข้าสู่เส้นเลือดฝอย และจะถูกส่งผ่านมายังตับเพื่อเข้าสู่กระบวนการเมแทบอลิซึมต่อไป กลีเซอรีนส่วนหนึ่งที่ผ่านเซลล์ผนังลำไส้เข้ามาจะรวมกับกรดไขมันได้เป็นไตรกลีเซอไรด์ และต่อมาจะถูกส่งผ่านเข้าสู่กระแสเลือดโดยระบบน้ำเหลืองก่อนที่จะผ่านไปยังระบบเลือดเพื่อนำไปสู่ตับและเนื้อเยื่อไขมัน กลีเซอรีนที่ร่างกายได้รับโดยตรงเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ (Hydrophilic) กลีเซอรีนดูดซึมโดยวิธีการแพร่ผ่านช่องว่างระหว่างเซลล์ โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการพากลีเซอรีนผ่านเซลล์ผนังลำไส้เล็ก (ภาพที่ 4) แต่จากการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้พบว่ากลีเซอรีนสามารถดูดซึมได้ในลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ของหนูโดยอาศัยตัวกลางใน

การส่งผ่าน โดยใช้โมเลกุลของ Na^{+}อิสระ และยังพบอีกว่าสารประกอบที่เป็นแอลกอฮอล์และสารที่มีคุณสมบัติคล้ายแอลกอฮอล์สามารถยับยั้งการดูดซึมของกลีเซอรีนที่ลำไส้เล็กกลีเซอรีนสามารถถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กได้โดยตรง โดยในหนูจะมีค่าการดูดซึมในลำไส้เล็กอยู่ในช่วง 70-90 เปอร์เซ็นต์ และ 97 เปอร์เซ็นต์ ในสุกรและไก่ไข่ (Bartlet and Schnieder, 2002)



ภาพที่ 4. แสดงกระบวนการย่อยและดูดซึมกลีเซอรีน
(ภาพโดย นัสวัล, 2557)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยและการดูดซึมอาหาร

ภรณี (2543) ได้จำแนกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้และการดูดซึมอาหารไว้ ดังนี้

1. ปัจจัยที่เกิดจากตัวสัตว์

1.1 ชนิดสัตว์ สัตว์แต่ละชนิดสามารถย่อยและดูดซึมอาหารได้ต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของระบบย่อยอาหาร

1.2 อายุของสัตว์ สัตว์ชนิดเดียวกันที่อยู่ในวัยต่างจะมีความสามารถในการย่อยและการดูดซึมอาหารได้ต่างกัน

1.3 การไหลเวียนของเลือด ถ้าระบบไหลเวียนของเลือดดี การดูดซึมอาหารก็จะดีด้วย

1.4 อัตราความเร็วที่อาหารเดินทางผ่านทางเดินอาหารของสัตว์ อัตราความเร็วในการเดินทางของอาหารผ่านส่วนต่างๆ ของทางเดินอาหารขึ้นอยู่กับขนาดชิ้นส่วนของอาหารวิธีการเตรียมวัตถุดิบอาหารที่จะนำมาเลี้ยงสัตว์และปริมาณอาหารที่กิน อาหารบางชนิดจะเดินทางผ่านทางเดินอาหารอย่างรวดเร็วทำให้ประสิทธิภาพการย่อยได้ต่ำ เพราะอาหารมีเวลาได้สัมผัสกับน้ำย่อยต่างๆไม่เพียงพอ

2. ปัจจัยที่เกิดจากอาหาร

2.1 ส่วนประกอบทางโภชนะของอาหาร การย่อยได้ของอาหารจะแตกต่างกันออกไปเมื่อมีส่วนประกอบทางโภชนะต่างกันเนื่องจากอาหารอาหารชนิดต่างๆ จะมีความแตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณและประเภทของเยื่อใยและคาร์โบไฮเดรตซึ่งมีอิทธิพลต่อการย่อยได้

2.2 คีเลต (Chelates) เป็นสารประกอบที่เกิดจากโมเลกุลของอินทรียสารจับตัวกับไอออนของโลหะ โดยคีเลตที่เกิดขึ้นนี้จะมีคุณสมบัติในการละลายต่างจากไอออนของโลหะที่ยังไม่ได้จับตัวกับโมเลกุลของอินทรียสารดังนั้นส่วนประกอบของอาหารที่จับตัวกับแร่ธาตุเป็นคีเลตจึงทำให้แร่ธาตุเหล่านี้อยู่ในรูปที่พร้อมให้ร่างกายดูดซึมผ่านผนังทางเดินอาหารได้มากขึ้นหรือน้อยลงได้

2.3 กรดไฟติก (Phytic acid) มากกว่าร้อยละ 50 ของฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในเมล็ดพืชซึ่งแก่เต็มที่แล้วนั้นอยู่ในรูปของไฟติน (Phytin) ซึ่งเป็นเกลือของกรดไฟติก สัตว์ชนิดต่างๆ จะสามารถดูดซึมฟอสฟอรัสจากไฟตินไปใช้ได้แตกต่างกัน

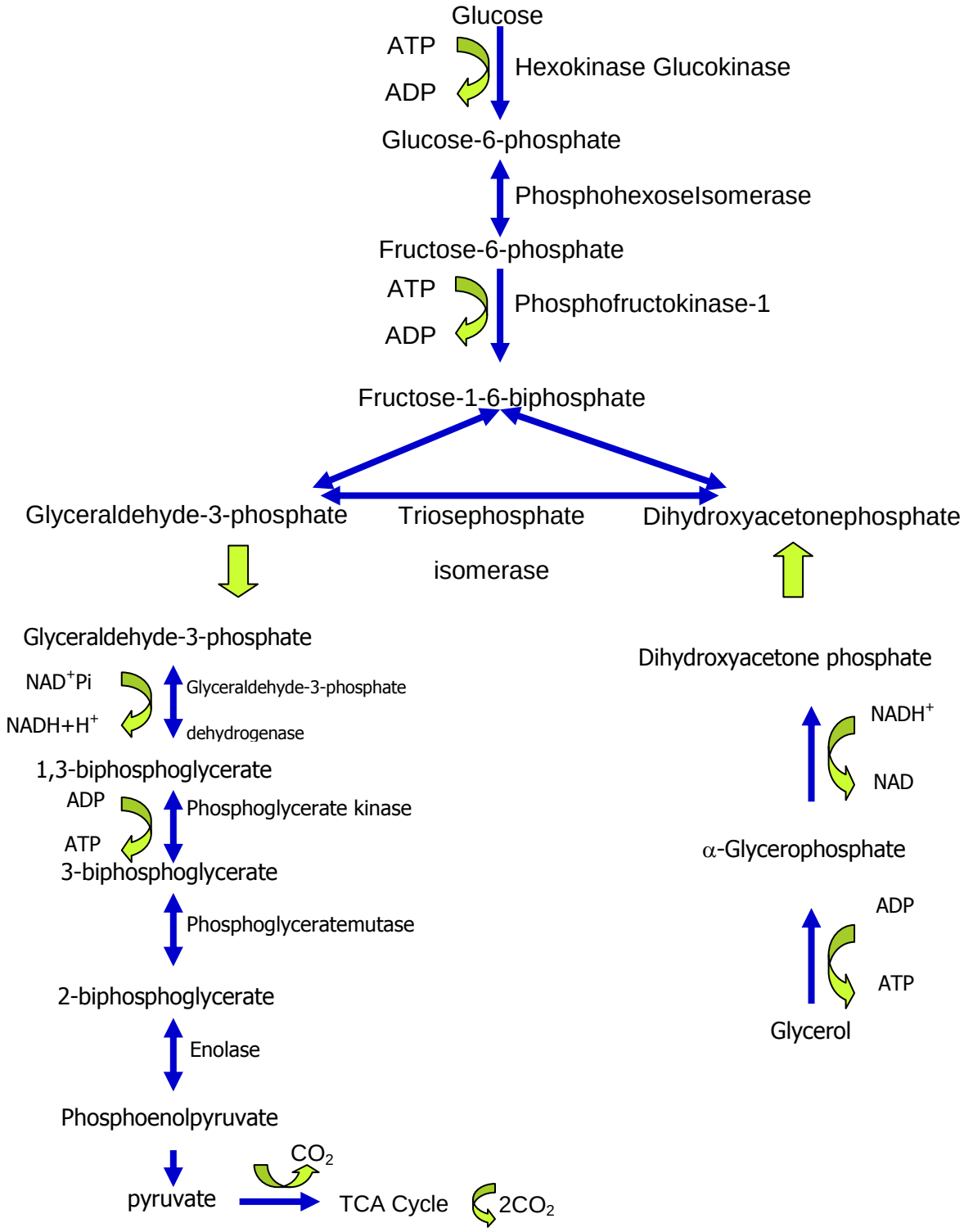
2.4 ออกซาเลต (Oxalates) กรดออกซาลิก (Oxalic acid) ซึ่งมีอยู่ในใบพืชบางชนิดอาจมีผลทำให้แคลเซียมในอาหารถูกดูดซึมได้น้อยลง

2.5 การผ่านการแปรรูป การนำอาหารสัตว์ไปผ่านการแปรรูปด้วยวิธีการต่างๆ ก่อนที่จะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะของอาหารให้สัตว์สามารถย่อยและดูดซึมได้มากขึ้น นั้น อาจทำได้หลายวิธี ดังนี้ การบด การทำให้สุกด้วยความร้อน การอัดเม็ด

กระบวนการเมแทบอลิซึมกลีเซอรีน

กลีเซอรีนที่เกิดจากการย่อยสลายไตรกลีเซอไรด์ หลังจากกระบวนการดูดซึมผ่านผนังเส้นเลือดฝอยก็จะถูกนำมายังตับเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการเมแทบอลิซึม แต่มีกลีเซอรีนบางส่วนได้ถูกนำมายังเนื้อเยื่อไขมันและกล้ามเนื้อลายเพื่อเปลี่ยนกลับไปเป็น ไตรกลีเซอไรด์ โดยใช้ปฏิกิริยา de-esterification กลีเซอรีนที่ถูกส่งมายังตับก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสโดยกระบวนการกลูโค-นีโอเจเนซิส (Gluconeogenesis) หรือเปลี่ยนไปเป็นพลังงานโดยกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) และวัฏจักรเครบ (Krebs' cycle) (Rosebrough *et al*., 1980) (ภาพที่ 5) ร่างกายสามารถนำกลีเซอรีนไปใช้ประโยชน์ได้จริงประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ (Robergs and Griffin, 1998) ของกลีเซอรีนที่ได้รับทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของกลีเซอรีน พบว่าในสภาวะปกติร่างกายจะนำกลีเซอรีนมาใช้ในกระบวนการกลูโคนีโอเจเนซิสเพียง 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่หากอยู่ในสภาวะขาดอาหารเป็นเวลาเวลา 2-3 วัน กลีเซอรีนจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการกลูโคนีโอเจเนซิสในปริมาณสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในตับและ 38 เปอร์เซ็นต์ในกล้ามเนื้อ การเพิ่มขึ้นของกระบวนการกลูโคนีโอเจเนซิสเมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะอดอาหารจะส่งผลให้เกิดกระบวนไลโปซิสเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันก็จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ Glycerol Kinase และ Glycerol-3-Phosphate Dehydrogenase ให้เพิ่มมากขึ้นด้วย (Hagopian *et al*., 2008)

อนึ่ง หากกลีเซอรีนเข้าสู่กระบวนการไกลโคไลซิสในรูปไดไฮ- ดรอกซีอะซิโตนฟอสเฟต (Dihydroxyacetone phosphate) จากนั้นจึงจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิก และเข้าสู้วัฏจักรเครบส์จะให้พลังงานเท่ากับ 22 ATP ต่อกลีเซอรีน 1 โมล แต่ถ้าเปลี่ยนกลับไปเป็นกลูโคสโดยกระบวนการกลูโคนีโอเจเนซิสแล้วสลายตัวให้พลังงาน ร่างกายจะได้พลังงาน 21 ATP ต่อกลีเซอรีน 1 โมล (บุญล้อม, 2542) โดยส่วนใหญ่กระบวนการเมแทบอลิซึมของกลีเซอรีนจะเกิดขึ้นที่ตับและไต แต่ซึ่งกระบวนการเมแทบอลิซึมจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกลีเซอรีนที่ได้รับ หรือระยะต่างๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกิดหลังจากได้รับกลีเซอรีน (Kerr *et al*., 2007)



ภาพที่ 5. การใช้กลีเซอรอลเป็นแหล่งพลังงาน

ที่มา : ดัดแปลงมาจากบุญล้อม (2542)

จากข้อมูลที่กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่ากลีเซอรีนสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโภชนะประเภทพลังงานในสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น ไก่กระทง (Dozier *et al*., 2008) และสุกร (Lammer *et al*., 2008) เนื่องจากพลังงานในทางอาหารสัตว์เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก เพราะร่างกายต้องการพลังงานในปริมาณมากเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ทั้งเพื่อการดำรงชีพและให้ผลผลิต ดังนั้นในการประกอบสูตรอาหารจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงพลังงานเป็นอันดับแรกเพราะความเข้มข้นของโภชนะต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีในสูตรอาหาร เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของสัตว์จะผันแปรตามระดับพลังงานในสูตรอาหาร (บุญล้อม, 2541)

คุณค่าทางโภชนะของกลีเซอรีนดิบ

Brambilla และ Hill (1996) ศึกษาพลังงานของกลีเซอรีนบริสุทธิ์พบว่ากลีเซอรีนบริสุทธิ์มีค่าพลังงานรวม (Gross energy) เท่ากับ 4,100 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม Dozier และคณะ (2008) ได้หาค่าพลังงานรวมของกลีเซอรีนดิบจากน้ำมันถั่วเหลือง ที่มีความบริสุทธิ์ 86.95 เปอร์เซ็นต์ พบว่ากลีเซอรีนดิบมีค่าพลังงานรวมโปรตีน และไขมัน เท่ากับ 3,625 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม 0.41 และ 0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (แสดงในตารางที่ 2) แสดงว่ากลีเซอรีนบริสุทธิ์มีค่าพลังงานรวมมากกว่ากลีเซอรีนดิบ นอกจากนี้ยังพบว่ากลีเซอรีนดิบที่มีความบริสุทธิ์ 86.95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (AME_n) เมื่อประเมินในไก่กระทงเท่ากับ 3,434 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าประมาณ 92-95 เปอร์เซ็นต์ของกลีเซอรีนบริสุทธิ์ เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏของกลีเซอรีนดิบกับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏของไขมันจากไก่กระทง พบว่ามีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของกลีเซอรีนดิบมีค่าพลังงานอยู่ที่ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏจากไขมันไก่กระทง (Cullen *et al*., 1962) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันข้าวโพด พบว่ากลีเซอรีนดิบให้พลังงานเท่ากับ 36 เปอร์เซ็นต์ ของค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏจากน้ำมันข้าวโพด (NRC, 1994) ดังนั้น Dozier และคณะ (2008) จึงสรุปว่ากลีเซอรีนดิบสามารถทดแทนโภชนะประเภทพลังงานได้บางส่วน

ตารางที่ 2. แสดงส่วนประกอบทางโภชนะและค่าพลังงานรวมของกลีเซอรีนดิบที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบ

รายการ	ระดับ
Analysis 1[1]	
Total glycerin,%	86.95
Methanol,%	0.028
pH	5.33
Moisture,%	6.63
NaCl,%	3.13
Ash,%	3.19
Total fatty acid,%	0.29
Analysis 2[2]	
Moisture,%	9.22
CP,%	0.41
Crude fat,%	0.12
Ash,%	3.19
Na,%	1.26
Chloride,%	1.86
K,%	<0.005
Color, fat analysis committee color standard	<1
Analysis 3[3]	
Gross energy (kcal/kg)	3,625±26

[1]Values reported by AGP Inc., Sergeant Bluff, IA Lot #GB605-03.

[2]Analysis by University of Missouri-Columbia experiment Station Chemical Laboratories, Columbia, MO.

[3]Analysis by USDA, National Swine Research and Information Center, Ames, IA.

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Dozier และคณะ (2008)

กำลังการผลิตไบโอดีเซล

Settapong และWattanachant (2010) ได้จำแนกกำลังการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยไว้ดังนี้

1. แหล่งผลิตขนาดใหญ่ ตัวอย่างจากโรงงานผลิตไบโอดีเซล บริษัทนิวไบโอดีเซลจำกัด อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีขนาดกำลังการผลิต 160,000 ลิตร/วันใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบ

2. แหล่งผลิตขนาดกลาง ตัวอย่างจากโครงการผลิตไบโอดีเซลจากผลผลิตปาล์มน้ำมันมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีขนาดกำลังการผลิต 700 ลิตร/วัน ใช้น้ำมันที่ใช้แล้วเป็นวัตถุดิบ

3. แหล่งผลิตขนาดเล็ก ตัวอย่างจากโครงการผลิตไบโอดีเซลชุมชนสถานีตำรวจภูธรรัตภูมิ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา มีขนาดกำลังการผลิต 150 ลิตร/วันใช้น้ำมันที่ใช้แล้วเป็นวัตถุดิบ

ตารางที่ 3. ลักษณะทางเคมี ความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่างของกลีเซอรีนดิบจาก 3 แหล่งผลิต

การวิเคราะห์	แหล่งที่มา		
	แหล่งผลิตขนาดเล็ก*	แหล่งผลิตขนาดกลาง**	แหล่งผลิตขนาดใหญ่***
ค่าพลังงาน (gross energy), (kcal/kg)	7,554.61	4,387.45	4,650.22
ไขมันรวม (crude fat), (%)	5.05	0.44	0.22
โปรตีนรวม (crude protein), (%)	0.65	0.85	0.48
น้ำ (moisture), (%)	3.93	13.85	4.27
เถ้า (ash), (%)	10.38	5.62	1.44
ค่าความหนืด (viscosity),(cSt/s)	90.28	12.52	99.20
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	8.99	6.39	6.40

หมายเหตุ : *โครงการผลิตไบโอดีเซลชุมชน สภ.รัตภูมิ จ. สงขลา; **โครงการผลิตไบโอดีเซลจากผลผลิตปาล์มน้ำมันมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; ***โรงงานผลิตไบโอดีเซล บริษัทนิวไบโอดีเซล

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Settapong และ Wattanachant (2010)

อดิศร (2557) ได้นำเอากลีเซอรีนดิบจากโรงงานแปรรูปน้ำมันไบโอดีเซลของคณะวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งใช้น้ำมันทอดใช้แล้วเป็นวัตถุดิบมาผสมทดแทนข้าวโพดในอาหารไก่กระทงในระดับ 0 (สูตรควบคุม) 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการเลี้ยงนาน 42 วัน พบว่ากลีเซอรีนดิบที่ได้จากโรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันทอดสามารถใช้ได้สูงสุดไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีเซอรีนดิบในระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีสมรรถภาพการเติบโตด้อยกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมแต่ในประเทศไทยยังไม่มีการนำเอากลีเซอรีนดิบที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบสำหรับเลี้ยงไก่กระทง

บทที่ 3
ผลของการเสริมกลีเซอรีนดิบในระดับต่างๆ ในสูตรอาหารไก่กระทง ต่อการเติบโต ลักษณะซาก และต้นทุนค่าอาหาร

บทนำ

กลีเซอรีนดิบสามารถนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบพลังงาน เช่น ข้าวโพดได้ดังผลการศึกษาของ Dozier และคณะ (2008) และ Cerrate และคณะ (2006) อย่างไรก็ตาม คุณภาพของกลีเซอรีนดิบมีความผันแปรไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำไปทำไบโอดีเซล (Thompson and He, 2006) มีผลกระทบต่อค่าของโภชนะของตัวกลีเซอรีนดิบเอง และมีผลกระทบต่อเนื่องไปถึงปริมาณที่เหมาะสมที่จะนำไปผสมในสูตรอาหาร ในกรณีของกลีเซอรีนดิบที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบจากผลการศึกษาในบทที่ 1 จะเห็นได้ว่ากลีเซอรีนดิบมีพลังงานรวมเท่ากับ 4,650.22 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีโปรตีนรวมเท่ากับ 0.48 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณไขมันหยาบเท่ากับ 0.20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบการย่อยได้ในไก่ไข่เพศผู้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Simon และคณะ (1996) ที่มีค่าเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เพื่อจะทราบว่าควรผสมกลีเซอรีนดิบที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารในระดับเท่าไรจึงจะเป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงไก่กระทงจึงนำกลีเซอรีนดิบมาผสมในอาหารไก่กระทง 4 ระดับ คือ 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ไก่กระทงเพศผู้สายพันธุ์ทางการค้า (Cobb500) เพศผู้เป็นสัตว์ทดลอง ทำการประเมินหาสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการตายลักษณะซาก และต้นทุนการผลิตอาหาร

วัตถุประสงค์

1. ผลการเสริมกลีเซอรีนดิบในระดับต่างๆ จากโรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบ ที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซากในไก่กระทง
2. ศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่เสริมกลีเซอรีนดิบจากโรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบเปรียบเทียบกับสูตรอาหารปกติ

แหล่งที่มาของกลีเซอรีนดิบ

กลีเซอรีนดิบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มาจากบริษัทนิวไบโอดีเซล จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งมีค่าความบริสุทธิ์ประมาณ 87.65 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. กลีเซอรีนดิบจากโรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบ

แหล่งการผลิต	ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ในการผลิต	วัตถุดิบ	สารทำปฏิกิริยา	สารเร่งปฏิกิริยา
โรงงานที่ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบ[1]	ทรานเอสเตอริฟิเคชัน	น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	เมทานอล	โซเดียมไฮดรอกไซด์

[1] ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ (Glycerin purification) ด้วยกระบวนการกลั่นจนได้กลีเซอรีนดิบที่มีความบริสุทธิ์ 87.65 เปอร์เซ็นต์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. วัสดุ

1.1 กลีเซอรีนดิบ 200 ลิตร

1.2 สัตว์ทดลอง ใช้ไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Cobb500) เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 400 ตัว

1.3 สูตรอาหารเลี้ยงไก่กระทงช่วงอายุ 1-21 วัน (ตารางที่ 9)

1.4 สูตรอาหารเลี้ยงไก่กระทงช่วงอายุ 22-42 วัน (ตารางที่ 10)

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์สำหรับเลี้ยงไก่กระทง

2.1.1 คอกขังรวมสำหรับเลี้ยงไก่กระทง 20 คอก

2.1.2 อุปกรณ์ให้น้ำอัตโนมัติ

2.1.3 อุปกรณ์ให้อาหารแบบถังแขวน

2.2 อุปกรณ์สำหรับเตรียมอาหารทดลอง

2.2.1 เครื่องผสมอาหารชนิดถังนอน

2.2.2 เครื่องอัดเม็ดอาหาร

2.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.3 อุปกรณ์สำหรับการฆ่าและชำแหละซากไก่

2.3.1 อุปกรณ์สำหรับการฆ่าและชำแหละซากไก่

2.3.2 ห้องแช่เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.3.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.4 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพเนื้อไก่

2.4.1 เครื่องวัดค่าสี Color Reader CR-13

2.4.2 เครื่องวัดค่าความเป็น กรด-ด่างของเนื้อ (pH)ได้แก่ เครื่อง Mettler ToledoAG CH-8630 Schwerzenbach, Switzerland โดยใช้ probe รุ่น METTLER TOLEDO Inlab® 413 IP67 และบัฟเฟอร์ pH 4 และ 7

2.4.3 อุปกรณ์วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ได้แก่ ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ถุงซิปชนิดทนความร้อน (Poly-bag zipper) เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง

2.4.4 อุปกรณ์วิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ได้แก่ เครื่องวัดแรงตัดผ่านเนื้อ (Texture Analyser) รุ่น TA-XT2i ของบริษัท Stable Micro System ประเทศสหราชอาณาจักร และมีดผ่าตัด

วิธีการทดลอง

1. ระบบการเลี้ยงและการให้อาหาร

การศึกษาครั้งนี้ใช้ไก่สายพันธุ์ทางการค้า (Cobb500)เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 400 ตัว จากนั้นสุ่มไก่กระทงเข้าทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomize design: CRD)โดยแบ่งไก่กระทงออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วย 4 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ย 44.38±0.28 กรัม เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด โดยไก่กระทงแต่ละซ้ำเลี้ยงในคอกที่มีขนาดความกว้าง 1.5 เมตร ยาว 3 เมตร ในระยะทดลองไก่กระทงได้รับวัคซีนป้องกันโรคหลอดลมอักเสบโรคนิวคาสเซิล และโรคกัมโบโร ตามโปรแกรมของฟาร์มสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ไก่กระทงทุกกลุ่มได้รับอาหารเต็มที่ (*ad libitum*) และน้ำสะอาดตลอดเวลา แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะ คือ 1-21 และ 22-42 วัน กำหนดให้มีอาหารไว้ 2 สูตร ดังนี้

ช่วงอายุ 1-21 วันอาหารสำหรับไก่กระทงช่วงอายุ 1-21 วันประกอบด้วยอาหาร 5 สูตร แต่ละสูตรมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) จากการคำนวณเท่ากับ 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และมีระดับโปรตีนรวมเท่ากับ 23 เปอร์เซ็นต์ โดยประกอบด้วยอาหารสำหรับไก่กระทงกลุ่มควบคุม (ไม่ผสมกลีเซอรีนดิบ) อาหารสำหรับไก่กระทงที่ผสมกลีเซอรีนดิบ 5 ระดับ คือ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนประกอบสำหรับสูตรอาหารและส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทั้ง 5 สูตร ได้แสดงในตารางที่ 5

ช่วงอายุ 22-42 วัน ให้เปลี่ยนสูตรอาหารทดลองเป็นสูตรสำหรับไก่กระทงอายุ 22-42 วัน อาหารสำหรับไก่กระทงช่วงอายุ 22-42 วันประกอบด้วยอาหาร 5 สูตร แต่ละสูตรมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) จากการคำนวณเท่ากับ 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และมีระดับโปรตีนรวมเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยประกอบด้วยอาหารสำหรับไก่กระทงกลุ่มควบคุม (ไม่ผสมกลีเซอรีนดิบ) อาหารสำหรับไก่กระทงที่ผสมกลีเซอรีนดิบ 5 ระดับ คือ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนประกอบสำหรับสูตรอาหารและส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทั้ง 5 สูตร แสดงในตารางที่ 6

2. การเก็บข้อมูลการเลี้ยง

2.1 บันทึกน้ำหนักไก่กระทง ชั่งน้ำหนักที่อายุ 1 วัน หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักทุก 1 สัปดาห์จนสิ้นสุดการทดลอง

2.2 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ ปริมาณอาหารที่เหลือ ของแต่ละคอกของการทดลอง ทุก 1 สัปดาห์ เพื่อคำนวณหาน้ำหนักตัวเพิ่ม (Body weight gain, BWG) ปริมาณอาหารที่กิน (Feed intake, FI) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio, FCR) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

BWG = น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักตัวเริ่มต้นการทดลอง

FI = ปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด – ปริมาณอาหารที่เหลือ

$$FCR = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวเพิ่ม}}$$

2.3 บันทึกจำนวนไก่กระทงที่ตายในแต่ละวัน เพื่อคำนวณอัตราการตายของไก่กระทงแต่ละสัปดาห์

$$\text{อัตราการตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนไก่ที่ตาย}}{\text{จำนวนไก่เริ่มต้น}} \times 100$$

ต้นทุนอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (Feed cost per gain)

FCG = FCR x ราคาอาหารต่อ 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 5. สูตรอาหารไก่กระทงช่วงอายุ 1-21 วัน (as-fed basis) และค่าความต้องการของโภชนะ

วัตถุดิบอาหาร	กลีเซอรีนดิบ (%)				
	0	**2.5**	**5**	**7.5**	**10**
ข้าวโพดบด	55.25	52.21	49.17	46.14	43.10
กากถั่วเหลือง	29.59	30.13	30.66	31.20	31.74
ปลาป่น	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
น้ำมันพืช	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ไดแคลเซียม ฟอสเฟต	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
เกลือ	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
วิตามินแร่ธาตุพรีมิกซ์[1]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ดีแอล-เมทโธโอนีน	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
แอล-ไลซีน	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
กลีเซอรีนดิบ	0.00	2.50	5.00	7.50	10.00
แกลบ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ ME กิโลแคลอรี/กิโลกรัม [2]	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
โปรตีนรวม %	23	23	23	23	23
แคลเซียม %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
เมทไธโอนิน %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ไลซีน%	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
ธรีโอนิน %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
โซเดียม %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	20.78	20.67	20.55	20.43	20.32

หมายเหตุ [1]กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินเอ 2,000,000 หน่วยสากล, วิตามินดี 3400,000 หน่วยสากล, วิตามินอี 500 มิลลิกรัม, วิตามินเค 3100 มิลลิกรัม, วิตามินบี 2 400 มิลลิกรัม, วิตามินบี 12 2 มิลลิกรัม,ไบโอติน 5 มิลลิกรัม, โคลีนคลอไรด์ 40 มิลลิกรัม, โคบอลต์ 10 มิลลิกรัม, ทองแดง 88 มิลลิกรัม, ไอโอดีน 120 มิลลิกรัม, แมงกานีส 5.5 กรัม สังกะสี 3 กรัม, เหล็ก 2.3 กรัม, ซีลีเนียม 1.4 กรัม, ดีแอลเมทไธโอนีน 10; [2] ME ของกลีเซอรีนดิบที่ใช้ในการคำนวณได้มาจากผลการศึกษาของ นัสวัล และคณะ (2557)

ตารางที่ 6. สูตรอาหารไก่กระทงช่วงอายุ 22-42 วัน(as-fed basis)และค่าความต้องการของโภชนะ

วัตถุดิอาหาร	กลีเซอรีนดิบ (%)				
	0	**2.5**	**5**	**7.5**	**10**
ข้าวโพดบด	62.61	59.75	56.89	53.52	50.92
กากถั่วเหลือง	21.78	22.31	22.84	23.38	23.91
ปลาป่น	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
น้ำมันพืช	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ไดแคลเซียม ฟอสเฟต	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
เกลือ	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
วิตามินแร่ธาตุพรีมิกซ์[1]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ดีแอล-เมทโธโอนีน	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
แอล-ไลซีน	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
กลีเซอรีนดิบ	0.00	2.50	5.00	7.50	10.00
แกลบ	0.44	0.27	0.10	0.00	0.00
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ ME กิโลแคลอรี/กิโลกรัม	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
โปรตีนรวม %	20	20	20	20	20
แคลเซียม %	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
เมทไธโอนิน %	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
ไลซีน%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ธรีโอนิน %	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
โซเดียม %	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	19.86	19.77	19.67	19.51	19.46

หมายเหตุ [1]กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินเอ 2,000,000 หน่วยสากล, วิตามินดี 3400,000 หน่วยสากล, วิตามินอี 500 มิลลิกรัม, วิตามินเค 3100 มิลลิกรัม, วิตามินบี 2 400 มิลลิกรัม, วิตามินบี 12 2 มิลลิกรัม,ไบโอติน 5 มิลลิกรัม, โคลีนคลอไรด์ 40 มิลลิกรัม, โคบอลต์ 10 มิลลิกรัม, ทองแดง 88 มิลลิกรัม, ไอโอดีน 120 มิลลิกรัม, แมงกานีส 5.5 กรัม สังกะสี 3 กรัม, เหล็ก 2.3 กรัม, ซีลีเนียม 1.4 กรัม, ดีแอลเมทไธโอนีน 10 กรัม; [2] ME ของกลีเซอรีนดิบที่ใช้ในการคำนวณได้มาจากผลการศึกษาของ นัสวัล และคณะ (2557)

3. การฆ่าและการชำแหละซาก

เมื่อไก่กระทงอายุ 21 วัน ทำการฆ่าและชำแหละซากไก่กระทงกลุ่มทดลองละ 8 ตัวโดยสุ่มไก่กระทงจากแต่ละซ้ำของกลุ่มทดลอง ซ้ำละ 2 ตัว ก่อนการจับอดอาหารแต่ให้น้ำประมาณ 12

ชั่วโมงก่อนฆ่า ทำการฆ่าตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก รัตนา และนิรัตน์ (2542) โดยใช้มีดตัดเส้นเลือดดำใหญ่ (jugular vein) ปล่อยให้เลือดไหลออกจนกระทั่งไก่ตาย (ประมาณ 3-4 นาที) ลวกน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 นาที จากนั้นนำไก่กระทงไปถอนขนด้วยเครื่องถอนขนไก่แบบอัตโนมัติชนิด Rotary drum picker แล้วถอนขนอ่อนด้วยมือ ล้างซาก หลังจากนั้นแช่น้ำแข็งผ่าซากไก่กระทงเอาเครื่องในออก 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

เก็บตัวอย่างเนื้อ โดยเก็บจากเนื้อหน้าอก (m. *Pectoralis major*) จากไก่ทั้ง 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลที่ทำการจดบันทึกและนำมาวิเคราะห์ในด้านต่างๆ มีดังนี้

3.1 การเก็บข้อมูลทางกายภาพ ดังนี้

3.1.1 น้ำหนักซากตัดแต่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (Dressing percentage)

$$\text{น้ำหนักซาก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น}^{1}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

หมายเหตุ [1]น้ำหนักซากเย็น (Chilled carcass weight) หมายถึง น้ำหนักของซากหลังจากผ่านการแช่เย็น (Chill) ที่ อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน24 ชั่วโมง

3.1.2 น้ำหนักชิ้นส่วนตัดแต่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (Retail percentage)

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

3.1.3 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

3.1.4 การประเมินค่าสีของเนื้อหน้าอก

ทำการตรวจวัดค่าสีของกล้ามเนื้อประเมินค่าเฉลี่ยของสีเนื้อหน้าอก ด้วยเครื่อง HunterLab color meter โดยรายงานค่าที่ประเมินได้ในระบบ CIE (Complete International Commission on Illumination) เป็นค่า L*, a* และ b*

3.1.5 ความสามารถในการอุ้มน้ำ

ทำการศึกษาค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บ (Drip loss) และค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการประกอบอาหาร (Cooking loss) โดยดำเนินการตามวิธีที่อ้างถึงในไชยวรรณ และคณะ (2547) ดังนี้

3.1.5.1 ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ นำเนื้อหน้าอก 8 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์มาซับให้แห้ง จากนั้นนำมาตัดเนื้อให้มีขนาดความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1.5 x 3.0 x 0.5 เซนติเมตร ตำแหน่งที่ตัดคือ บริเวณเนื้อหน้าอกซีกขวาด้านบน โดยตัดชิ้นเนื้อตัวอย่างละ 2 ชิ้น สำหรับการศึกษาการสูญเสียน้ำของเนื้อ ใส่ถุงพลาสติกชนิดทนความร้อน จากนั้นจึงนำไปวางไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่าการสูญเสียน้ำโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บ} = \frac{(\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1} - \text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 2})}{\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1}} \text{ X100}$$

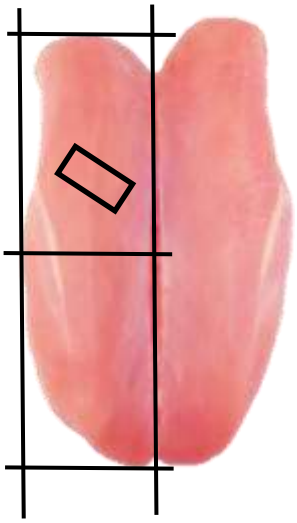
3.1.5.2 ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการประกอบอาหาร นำเนื้อหน้าอก (m. *Pectoralis major*) 8 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์มาซับให้แห้ง จากนั้นนำมาตัดให้มีขนาดความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1.5 x 3.0 x 0.5 เซนติเมตร ตำแหน่งที่ตัด คือ บริเวณเนื้อหน้าอกซีกซ้ายด้านบน โดยตัดชิ้นเนื้อตัวอย่างละ 2 ชิ้น สำหรับการศึกษาการสูญเสียน้ำของเนื้อเนื่องจากการประกอบอาหารหลังจากการเก็บที่ 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักของเนื้อ ใส่ถุงพลาสติกชนิดทนความร้อน จากนั้นจึงนำไปวางไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อครบช่วงเวลานำตัวอย่างเนื้อไปต้มให้สุกในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปแช่ในน้ำเย็นจนมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำตัวอย่างเนื้อซับด้วยกระดาษกรองแล้วชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่าการสูญเสียน้ำโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำของเนื้อเนื่องจากการประกอบอาหาร} = \frac{(\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1} - \text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 2})}{\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1}} \text{ X 100}$$

หมายเหตุ ตัวอย่างเนื้อที่เก็บ 1 วันที่ผ่านการชั่งน้ำหนักเพื่อหาการสูญเสียน้ำเนื่องจากการประกอบอาหารจะนำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่อไป

3.1.6 ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force)

นำเนื้อหน้าอก 8 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์มาซับให้แห้ง จากนั้นนำมาตัดเนื้อให้มีขนาดความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1.5 x 3.0 x 0.5 เซนติเมตร ตำแหน่งที่ตัดคือ บริเวณเนื้อหน้าอกซีกซ้ายด้านบน ชั่งน้ำหนักของเนื้อ ใส่ถุงพลาสติกชนิดทนความร้อน นำไปต้มให้สุกในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปแช่ในน้ำเย็นจนมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำตัวอย่างเนื้อมาตัดแต่งให้มีขนาดกว้าง x ยาว x หนา ประมาณ 1.0 x 3.0 x 0.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 6) แล้วจึงนำไปตรวจวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง Texture Analyzer ใช้ใบมีดชนิด Warner Brazler shear blade (WB-blade) มีอัตราการเคลื่อนที่ของใบมีด (Cross head speed) เท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ตามวิธีการของ Dawson และคณะ1991 ซึ่งดัดแปลงโดย Wattanachant *et al.*(2004)



ภาพที่ 6. ตำแหน่งการตัดชิ้นเนื้อหน้าอกไก่กระทง
(ภาพโดย นัสวัล, 2557)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

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

สถานที่ทำการวิจัย

วิจัยที่หมวดสัตว์ปีก ห้องปฏิบัติการคุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการเสริมกลีเซอรีนดิบต่อการเจริญเติบโตของไก่กระทง

ผลการเสริมกลีเซอรีนดิบในไก่กระทงช่วงอายุ 1-21 และ 22-42 วัน (ตารางที่ 7) พบว่า ช่วงอายุ 1-21 วัน ไก่กระทงที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่างๆ มีผลต่อปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่เสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์มีค่าปริมาณการกินได้ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันต่ำกว่าไก่กระทงทุกกลุ่ม ซึ่งแตกต่างกับผลการทดลองของ Sehu และคณะ (2013) พบว่า การเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ในไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Ross308) เพศผู้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการที่เม็ดอาหารที่อัดแล้วมีความแข็งมากขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนดิบเพิ่มขึ้น มีผลทำให้การละลายในกระเพาะช้ากว่าอาหารสูตรควบคุม (Cerrate *et al*., 2006) อย่างไรก็ตาม การเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อดิศร (2556) ที่ได้ศึกษาไก่กระทงพันธุ์ (Ross308) เพศผู้ในช่วงอายุ 2-7 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อเริ่มการทดลองที่อายุ 1 วันไก่กระทงมีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน 44.38±0.23 กรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลองแต่ละกลุ่มก็มีน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (2,647±82.58 กรัม; $P>0.05$) สำหรับอัตราการตายผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ไก่กระทงแต่ละกลุ่มมีอัตราการตายคิดเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอายุ 22-42 วัน พบว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ ที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) มีปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แม้ว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่เสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณการกินได้ลดลงก็ตาม ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างกับผลการศึกษาของ อดิศร (2556) ที่พบว่า ไก่กระทงที่

ตารางที่ 7. ผลการเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่าง ๆ ต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทงอายุ 1-21 และ 22-42 วัน

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
จำนวนไก่ทดลอง	80	80	80	80	80	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	44.50	44.20	44.45	44.10	44.65	0.28	0.7518
ช่วงอายุ 1-21 วัน							
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	887.50^{a}	787.50^{b}	812.50^{b}	746.25^{bc}	717.50^{c}	22.42	0.0008
น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม)	842.97^{a}	742.91^{b}	768.09^{b}	702.11^{bc}	672.90^{c}	22.33	0.0008
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม)	40.14^{a}	35.38^{c}	36.58^{b}	33.43^{bcd}	32.05^{d}	1.06	<.0001
ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน (กรัม)	1,131.30^{a}	989.63^{b}	1,003.98^{b}	934.13^{bc}	877.05^{c}	23.48	<.0001
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	1.34	1.34	1.31	1.34	1.31	0.03	0.8639
ช่วงอายุ 22-42 วัน							
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	2,730.00	2,645.00	2,730.00	2,570.00	2,560.00	122.74	0.7690
น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม)	1,842.50	1,857.50	1,917.50	1823.75	1842.50	112.43	0.9799
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม)	87.74	88.45	91.31	86.85	87.74	5.35	0.9799
ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน (กรัม)	3,920.51	3,949.31	3,960.83	3,802.08	3,445.48	142.34	0.1056
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.15	2.16	2.07	2.09	1.89	0.11	0.5042

ตารางที่ 7. (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
ช่วงอายุ 1-42 วัน							
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	2,730.00	2,645.00	2,730.00	2,570.00	2,560.00	122.74	0.7690
น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม)	2,642.68	2,558.24	2,517.41	2,415.77	2,404.29	142.28	0.7403
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม)	62.92	60.92	59.94	57.52	57.25	3.39	0.7408
ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน (กรัม)	5,051.81[a]	4,938.90[a]	4,964.80[a]	4,736.21[ab]	4,322.53[b]	147.59	0.0225
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	1.93	1.96	1.99	1.96	1.82	0.09	0.6943

[abcd] อักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ได้รับอาหารที่เสริมกลีเซอรีนดิบที่ 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอัตราการตาย พบว่า ไก่กระทงแต่ละกลุ่มมีอัตราการตายคิดเป็น 0 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาที่ช่วงอายุ 1-42 วัน พบว่า การเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ไก่กระทงมีค่าน้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีแนวโน้มลดลงอย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ปริมาณการกินได้ของอาหารข้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 7) แม้ว่าจะมีแนวโน้มว่าระดับกลีเซอรีนดิบที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ไก่กระทงมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมก็ตาม ($P>0.05$) ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Silva และคณะ (2012) แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารก็ยังมีค่าต่ำกว่ารายงานของ Topal และคณะ (2013) ที่รายงานว่า ไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Ross308) คละเพศที่ได้รับการเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 0, 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 1.67, 1.6 1 และ 1.61 ตามลำดับ ซึ่งอาจจะเป็นผลเนื่องจากระดับของโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

สำหรับผลของการเสริมกลีเซอรีนดิบในอาหารที่ระดับต่างๆ ต่อน้ำหนักมีชีวิต และคุณภาพซาก ที่อายุ 1-21 วัน จากผลการศึกษา พบว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าไม่แตกต่างจากไก่กระทงที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) แต่สูงกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไก่กระทงทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ซากรวมไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 8 ดังนั้น ผลการศึกษาครั้งนี้จึงแตกต่างกับผลการศึกษาของ อดิศร (2556) ที่รายงานว่าระดับของกลีเซอรีนดิบไม่ส่งผลต่อ น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากรวม น้ำหนักซากอุ่น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) นอกจากนี้ผลการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าไก่กระทงทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ซาก น่อง หัวและคอ ตับและม้าม กระเพาะแท้ กระเพาะบด กระเพาะพัก ลำไส้รวม หัวใจ กระดูกรวม ผิวหนังรวม ของไก่กระทงทั้งห้ากลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งแตกต่างกับผลการศึกษาของ อดิศร (2556) ที่รายงานว่า เปอร์เซ็นต์ ตับและม้าม กระเพาะบด ลำไส้รวม และหัวใจ ของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าไก่กระทงกลุ่มอื่น ($P<0.05$)

จากการศึกษา พบว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ซากกล้ามเนื้อรวม สันใน ปีก สะโพก แข้งและเท้า โครงร่าง อวัยวะภายในรวม และไขมันรวม ไม่แตกต่างทางสถิติกับไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกลีเซอรีนดิบทุกระดับ ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อดิศร (2556) อย่างไรก็ตาม ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีเปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอกสูงกว่าไก่กระทงที่

ตารางที่ 8. เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบซากของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ (อายุ 21 วัน)

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
อายุ 21 วัน (%)							
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	920.75^{a}	830.50^{b}	851.75^{ab}	843.38^{b}	821.63^{b}	24.15	0.0498
ซากอุ่น	61.33	60.4	60.82	61.00	59.60	0.70	0.4910
ซากเย็น	57.83	57.28	57.14	57.64	57.52	0.67	0.9516
หน้าอก	27.39^{a}	23.95^{b}	23.99^{b}	21.49^{c}	21.05^{c}	0.57	<0.0001
สันใน	5.00^{a}	4.80^{a}	4.05^{b}	4.05^{b}	3.89^{b}	0.15	<0.0001
น่อง	15.43	14.01	13.98	14.58	13.79	0.48	0.0918
ปีก	13.32^{a}	12.34^{b}	13.60^{a}	13.29^{a}	13.48^{a}	0.8	0.0245
สะโพก	17.78^{b}	18.30^{ab}	19.11^{a}	17.77^{b}	18.13^{b}	0.33	0.0457
หัวและคอ	12.13	12.17	13.15	12.76	12.23	0.41	0.3778
แข้งและเท้า	6.33^{b}	6.12^{b}	6.49^{b}	6.54^{b}	7.11^{a}	0.19	0.0112
โครงร่าง	34.52^{a}	35.77^{a}	32.56^{b}	31.74^{b}	33.92^{ab}	0.88	0.0256
อวัยวะภายในรวม	15.07^{b}	15.41^{b}	14.4^{b}	15.29^{b}	16.55^{a}	0.37	0.0045
ตับและม้าม	2.97	3.04	3.07	3.08	3.16	0.12	0.8275

ตารางที่ 8. (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
กระเพาะแท้	0.76	1.00	0.79	0.76	1.00	0.09	0.1067
กระเพาะบด	3.33	3.32	3.34	3.27	4.00	0.22	0.1031
กระเพาะพัก	0.37	0.33	0.37	0.32	0.38	0.05	0.8912
ลำไส้รวม	7.43	7.05	6.28	7.36	7.19	0.28	0.0533
หัวใจ	0.65	0.62	0.61	0.67	0.69	0.04	0.4756
กล้ามเนื้อรวม	47.21[a]	45.6[a]	42.61[b]	41.33[b]	43.40[ab]	0.93	0.0022
กระดูกรวม	42.03	42.03	40.57	42.8	45.14	1.63	0.4248
ผิวหนังรวม	14.40	13.41	14.06	14.01	12.91	0.62	0.4581
ไขมันรวม	6.11[a]	4.90[b]	7.25[a]	3.66[c]	4.85[b]	0.36	<.0001

[abcd] อักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ (P<0.05) แม้ว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอกไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมก็ตาม ซึ่งจุดนี้น่าจะสัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า

สำหรับเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อรวม ไขมันรวม กระดูกรวม พบว่า ไก่ทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อรวม และกระดูกรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ไก่ทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมต่ำที่สุด (8.43 เปอร์เซ็นต์) และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการเสริมกลีเซอรีนดิบในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น (P<0.05) เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์หนังรวมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ทดลองได้รับอาหารสูตรควบคุม ซึ่งน่าจะสัมพันธ์กับปริมาณไขมันใต้ผิวหนังที่เพิ่มขึ้นในไก่ทดลองที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณกลีเซอรีนดิบเพิ่มขึ้น

ผลของการใช้กลีเซอรีนดิบในอาหารที่ระดับต่างๆ ต่อน้ำหนักมีชีวิต และคุณภาพซาก เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 42 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 9 จากผลการศึกษา พบว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบและกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักมีชีวิต เปอร์เซ็นต์ซาก เนื้อสันใน น่อง ปีก สะโพก หัวและคอ หัวใจ กระดูกรวม ผิวหนังรวม ไขมันรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Cerrate และคณะ (2006) ที่รายงานว่า ไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Cobb500) เพศผู้ที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงอายุ 42 วัน มีน้ำหนักซากรวมไม่ต่างกับไก่กระทงกลุ่มควบคุม และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lessard และคณะ (1993) ที่รายงานว่าไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Arbor Acers) เพศผู้ ที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีน 5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ซากรวมไม่ต่างกับไก่กระทงกลุ่มควบคุม (P>0.05) และพบว่าเปอร์เซ็นต์ส่วน หน้าอก แข้งและเท้า โครงร่าง อวัยวะภายในรวม ตับและม้าม กระเพาะบด กระเพาะพัก และลำไส้รวมของไก่กระทงกลุ่มควบคุม สูงกว่าไก่ทดลองที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยแตกต่างกับผลการศึกษาของ Topel และคณะ (2013) ที่รายงานว่า ไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Ross308) คละเพศที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบที่ 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ตับ ไต กระเพาะแท้ กระเพาะบด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ กับไก่กระทงในกลุ่มควบคุม (P>0.05) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Cerrate และคณะ (2006) ที่รายงานว่า ไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Cobb500) เพศผู้ที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงอายุ 42 วัน มีน้ำหนักซากรวมไม่ต่างกับไก่กระทงกลุ่มควบคุม และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lessard และคณะ (1993) ที่รายงานว่า ไก่กระทงพันทางการค้า (Arbor Acers) เพศผู้ ที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีน 5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ซากรวมไม่ต่างกับไก่กระทงกลุ่มควบคุม (P>0.05) นอกจากนี้ยังพบว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น น้ำหนักกล้ามเนื้อรวม น้ำหนัก

ตารางที่ 9. เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบซากของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ(อายุ 42 วัน)

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
อายุ 42 วัน (%)							
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	2,575.00	2,497.50	2,476.25	2,441.88	2,490.00	58.21	0.5919
ซากอุ่น	71.54	70.79	70.44	70.67	70.59	0.49	0.5426
ซากเย็น	70.70	69.66	69.38	69.70	69.53	0.55	0.5516
หน้าอก	26.10^{a}	23.34^{b}	23.75^{bc}	23.03^{b}	25.11^{ac}	0.74	0.0291
สันใน	5.40	5.86	5.67	5.71	5.35	0.14	0.0598
น่อง	13.50	13.23	14.09	13.85	13.65	0.35	0.996
ปีก	11.40	11.12	10.97	11.18	10.47	0.41	0.5813
สะโพก	17.13^{b}	19.37^{a}	18.21^{b}	18.30^{ab}	18.49^{a}	0.40	0.2030
หัวและคอ	8.39	9.00	9.12	9.03	9.28	0.39	0.5358
แข้งและเท้า	4.51	4.38	4.64	4.83	4.72	0.18	0.4204
โครงร่าง	25.66^{a}	23.27^{b}	25.06^{a}	24.32^{ab}	21.44^{c}	0.52	<.0001
อวัยวะภายในรวม	10.68	10.55	10.86	10.40	10.37	0.22	0.5577
ตับและม้าม	1.97	1.88	1.92	1.95	1.86	0.06	0.7181

ตารางที่ 9. (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
กระเพาะแท้	0.47	0.48	0.46	0.44	0.45	0.02	0.5635
กระเพาะบด	1.41	1.40	1.42	1.43	1.49	0.09	0.9551
กระเพาะพัก	0.34	0.34	0.36	0.33	0.32	0.04	0.9677
ลำไส้รวม	4.71	5.04	4.61	5.09	4.74	0.17	0.2148
หัวใจ	0.49	0.47	0.44	0.48	0.50	0.02	0.3428
กล้ามเนื้อรวม	58.42	54.64	57.20	56.00	57.83	1.25	0.2353
กระดูกรวม	27.86^{b}	29.39^{ab}	29.12^{ab}	30.55^{a}	30.23^{a}	0.63	0.0456
ผิวหนังรวม	8.43^{c}	11.88^{a}	10.32^{b}	11.86^{a}	10.75^{ab}	0.43	<.0001
ไขมันรวม	8.32	8.26	8.20	7.98	7.89	0.22	0.5127

^{abcd} อักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

กระดูกรวม สะโพก และน่อง ต่ำกว่าไก่กระทงกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับชิ้นส่วนหน้าอก พบว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์หน้าอกต่ำกว่าไก่กระทงกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากสันในไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Cerrate และคณะ (2006) ที่รายงานว่าไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Cobb500) เพศผู้ ที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักหน้าอกน้อยกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอวัยวะภายใน พบว่า อวัยวะภายในบางส่วน เช่น ตับและม้าม กระเพาะบด และหัวใจ ของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าไก่กระทงกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับไขมันรวม พบว่า ไก่กระทงกลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมสูงที่สุด รองลงมาคือ ไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับผลการทดลองของ Lessard และคณะ (1993) ที่พบว่า ไก่กระทงพันธุ์ทางการค้า (Arbor Acers) เพศผู้ ที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ของไขมันช่องท้องเพิ่มขึ้น

สำหรับลักษณะทางกายภาพของเนื้อ (ตารางที่ 10) จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อไก่กระทงที่ได้รับการเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่างๆที่อายุ 21 วัน พบว่าเนื้อไก่กระทงทุกกลุ่มมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ชั่วโมงที่ 0 หลังการฆ่า (pH_0) ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.09 โดยมีค่าต่ำกว่าค่าปกติซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.4-7.0 (ชัยณรงค์, 2529) เล็กน้อยซึ่งเป็นไปได้ว่าค่า pH เริ่มลดลง พร้อมๆ กับการเกิดสภาวะ *Rigor mortis* ในสัตว์ปีกอาจจะเกิดขึ้นภายในเวลาไม่กี่นาทีหลังจากตาย อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ได้ควบคุมปัจจัยก่อนการฆ่าที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ ทั้งในเรื่องของการอดอาหาร การขนส่งรวมถึงขั้นตอนและวิธีการฆ่าเพื่อป้องกันการเกิดภาวะเครียดในไก่ตามคำแนะนำของ สัญชัย (2543) ดังนั้น pH_0 จึงมีค่าต่ำกว่าช่วงมาตรฐานไม่มาก

สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า (pH_{24}) ของเนื้อไก่กระทงแต่ละกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.83 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Jaturasitha และคณะ (2002) Wattanachant และคณะ (2004) และ ขวัญใจ (2550) ที่รายงานว่าค่า pH_{24} ของเนื้อหน้าอกของไก่กระทงมีค่าเท่ากับ 5.89, 5.93 และ 5.93 ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับคำอธิบายของ ชัยณรงค์ (2529) ที่อธิบายว่า ค่า pHในเนื้อจะลดลงอย่างช้าๆ จากเดิมประมาณ 7.0 เหลือประมาณ 5.6-5.7ในเวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง หลังสัตว์ตายแล้วจึงลดลงสู่จุด pH สุดท้ายระหว่าง 5.3-5.7 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย นอกจากนี้ Warriss (2000) ยังกล่าวว่า ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีผลต่อค่า pH_{24} โดยกล้ามเนื้อหน้าอกไก่มีสัดส่วนของกล้ามเนื้อสีขาว (white muscle) สูง จึงมีการสะสมไกลโคเจนน้อย เมื่อสัตว์ตายจึงผลิตกรดแลคติก

จากกระบวนหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่มากนัก จึงมีผลทำให้ค่า pH_{24} ในกล้ามเนื้อชนิดนี้อยู่ในช่วง 5.9-6.0

ตารางที่ 10. ลักษณะทางกายภาพของซากของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆอายุ 21 วัน

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
45 นาที							
pH	6.12	6.08	6.10	6.04	6.10	0.03	0.4387
L	48.11	46.94	47.47	48.09	47.07	0.80	0.7352
a*	1.63	1.67	1.65	1.63	1.70	0.12	0.9929
b*	3.33	3.47	3.35	3.64	3.49	0.13	0.4431
24 ชั่วโมง[1]							
pH	5.84	5.81	5.85	5.85	5.81	0.02	0.6141
L	47.58	47.77	48.98	48.67	4.29	0.71	0.3786
a*	2.70	2.73	2.71	2.63	2.81	0.09	0.6695
b*	6.58	6.24	6.35	6.88	6.31	0.26	0.4736
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (กรัม)	3,790.10	3,684.74	3,505.10	3,638.18	3,847.24	175.93	0.6715
%Drip loss	4.19	4.45	4.24	4.80	4.23	0.24	0.9345
%Cooking loss	15.33	15.21	15.51	15.34	15.24	0.34	0.9742

[1]ชั่วโมงหลังจากฆ่า (post mortem time)

สำหรับผลที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อนั้น ในกรณีของค่าสีของเนื้อหน้าอก จากการศึกษาผลของการเสริมกลีเซอรีนดิบต่อค่าสีของเนื้อหน้าอกหลังจากสัตว์ตาย 45 นาทีและที่ 24 ชั่วโมง ที่อายุ 21 และ 42 วัน (ตารางที่ 10 และ 11) พบว่า การเสริมกลีเซอรีนดิบไม่มีผลต่อค่าค่า L* ค่า a* และค่า b* ของเนื้อหน้าอก ($P>0.05$) ในส่วนความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ได้แก่ การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บ (ตารางที่ 14 และ 15) พบว่า การเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 4.19, 4.45, 4.24, 4.80 และ 4.23 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jaturasitha และคณะ (2002) ได้รายงานค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บของเนื้อไก่กระทงที่มีอายุการเก็บ 1 วัน โดยพบว่า มีค่าเท่ากับ 4.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ผลที่ได้แตกต่างกับรายงานของ ขวัญใจ (2550) ที่พบว่าเนื้อไก่กระทงค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บเฉลี่ยเท่ากับ 8.98 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องมาจากการเสีย

สภาพของโปรตีนในเนื้อขณะเก็บ ทำให้โปรตีนสูญเสียความสามารถในการจับน้ำ และเกี่ยวข้องกับการหดตัวของ Myofibrilar lattice ทำให้น้ำจากภายในเซลล์ออกมาอยู่ระหว่างเซลล์ ซึ่งทั้งสองปัจจัยมีผลทำให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น (สัญชัย, 2543) ซึ่ง Honikel และ Woltersdorf (1991) กล่าวว่า โดยปกติค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บมีค่าประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้ และการสูญเสียน้ำ

สำหรับค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการประกอบอาหาร พบว่าเนื้อไก่กระทงที่ได้รับการเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.33 เปอร์เซ็นต์ แต่ต่ำกว่าผลการศึกษาของ Jaturasitha และคณะ (2002) และขวัญใจ (2550) ที่รายงานว่ามีค่าเท่ากับ 23.63 และ 24.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่ง Honikel และ Woltersdorf (1991) กล่าวว่า โดยปกติค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการประกอบอาหารมีค่าประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์

ในส่วนค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (ตารางที่ 10 และ 11) พบว่า การเสริมกลีเซอรีนดิบไม่มีผลทำให้เนื้อไก่กระทงที่ได้รับอาหารทุกสูตรมีค่าแรงตัดผ่านไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่ง Wattanachant และคณะ (2004) รายงานไว้ว่า เนื้อส่วนอกไก่กระทงมีค่าแรงตัดผ่านเฉลี่ย เท่ากับ 1.78 กิโลกรัม

ตารางที่ 11. ลักษณะทางกายภาพของซากไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ อายุ 42 วัน

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
45 นาที							
pH	6.16	6.14	6.11	6.10	6.19	0.04	0.4693
L	43.39	43.23	43.27	44.57	44.23	0.48	0.1731
a*	1.65	1.68	1.65	1.69	1.71	0.06	0.9566
b*	2.60	2.69	2.59	2.68	2.64	0.07	0.8095
24 ชั่วโมง[1]							
pH	5.79	5.75	5.77	5.83	5.84	0.02	0.0625
L	46.44	45.98	44.99	47.14	46.44	0.56	0.1109
a*	1.66	1.59	1.60	1.69	1.66	0.04	0.2587
b*	1.79	1.74	1.75	1.72	1.69	0.05	0.6244

ตารางที่ 11. (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	กลีเซอรีนดิบ (%)					SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5	10		
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (กรัม)	2,790.88	2,762.74	2,801.24	2,980.81	3,038.53	170.38	0.7215
%Drip loss	1.45	1.48	1.57	1.67	1.71	0.10	0.2642
%Cooking loss	18.83	17.93	18.76	18.42	17.62	0.58	0.5898

[1]ชั่วโมงหลังจากฆ่า (post mortem time)

ต้นทุนอาหารในการผลิตไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบในระดับต่างๆ

เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารในช่วงระยะเวลาการเลี้ยง 1-21 วันดังแสดงในตารางที่ 12 พบว่าการผสมกลีเซอรีนดิบในอาหารในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มต่ำลง โดยต้นทุนค่าอาหารของกลุ่มที่ผสมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนคิดเป็น 100, 99.43, 96.66, 98.31 และ 95.58 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ช่วงอายุที่ 22-42 วัน พบว่า การผสมกลีเซอรีนดิบในอาหารในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มต่ำลง เช่นเดียวกับไก่กระทงช่วงอายุ 1-21 วัน โดยต้นทุนค่าอาหารของกลุ่มที่ผสมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนคิดเป็น 100, 99.78, 95.36, 95.48 และ 86.09 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการคำนวณค่าอาหารดังแสดงในตารางที่ 16 เห็นได้ว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มต่ำที่สุด ขณะที่ไก่กระทงกลุ่มควบคุม มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยในเรื่องประสิทธิภาพการใช้อาหารที่พบว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่าไก่กระทงกลุ่มอื่น (ตารางที่ 7) นอกจากนี้ การที่ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มของ ไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มของไก่กระทงกลุ่มควบคุม เพราะกลีเซอรีนดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมมีราคาถูกกว่าข้าวโพดบด ดังนั้นเมื่อนำกลีเซอรีนดิบมาผสมในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่มีความแตกต่างกัน ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่มของไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ จึงต่ำกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 12. ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบระดับต่างๆ ในช่วงอายุ 1-21 และ 22-42 วัน

ลักษณะที่ศึกษา	สูตรอาหาร									
	ช่วงอายุ 1-21 วัน					ช่วงอายุ 22-42 วัน				
	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	20.78	20.67	20.55	20.43	20.32	19.86	19.77	19.67	19.51	19.46
ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (บาท/กก.)	27.85	27.69	26.92	27.38	26.62	42.71	42.70	40.73	40.78	36.77
	(100)	(99.43)	(96.66)	(98.31)	(95.58)	(100)	(99.78)	(95.36)	(95.48)	(86.09)
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดที่ใช้ต่อตัว	23.51	20.45	20.63	19.09	17.82	77.88	78.07	77.93	74.19	67.03

หมายเหตุ ราคากลีเซอรีนดิบเท่ากับ 7 บาท/กิโลกรัม คำนวณเมื่อตุลาคม พ.ศ. 2557

( ) ค่าที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าเปรียบเทียบโดยกำหนดให้กลุ่มควบคุมเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 4
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

กลีเซอรีนดิบเสามารถนำมาใช้ผสมในอาหารสัตว์ได้ แต่ตัวกลีเซอรีนดิบเองมีความแปรปรวนในแง่คุณภาพตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาผลิตไบโอดีเซล การศึกษาครั้งนี้ได้นำเอากลีเซอรีนดิบซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ใช้น้ำมันปาล์มมาทดลองผสมในอาหารในระดับต่างๆ (0, 2.5, 5, 7.5 และ10 %) แล้วนำไปเลี้ยงไก่กระทงเพศผู้นาน 42 วัน ระหว่างทดลองได้ทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพการเติบโต ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวและปริมาณการกินได้ของอาหาร และเมื่อครบ 42 วัน ได้สุ่มไก่จากทุกทรีทเมนต์มาศึกษาลักษณะซาก ซึ่งผลการศึกษามีข้อสรุปดังนี้

สมรรถภาพการผลิต

1. ช่วงอายุ 1-21วันไก่กระทงกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน มีค่าสูงกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่ผสมกลีเซอรีนดิบทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

2. ช่วงอายุ 22-42 วันไก่กระทงทุกกลุ่มมีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ลักษณะซาก

ที่อายุ 21วัน พบว่าการเสริมกลีเซอรีนดิบไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ซากเย็น สันใน น่อง หัวและคอ ($P>0.05$) แต่มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิต เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อรวมหน้าอก ปีก สะโพก แข้งและเท้า โครงร่าง อวัยวะภายในรวม และไขมันรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่อายุ 42 วัน ไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิต เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ซากเย็น กล้ามเนื้อรวม สันใน น่อง ปีก หัวและคอ แข้งและเท้า อวัยวะ

ภายในรวม และไขมันรวม แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์หน้าอก สะโพก โครงร่าง กระดูกรวม และผิวหนังรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

คุณภาพทางกายภาพบางประการของเนื้อไก่กระทง

การไม่เสริมและเสริมกลีเซอรีนดิบที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลทำให้เนื้อหน้าอกของไก่กระทงมีค่า pH_0 และ pH_μ ค่าสีในระบบ CIE (L*, a* และ b*) ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการอุ้มน้ำ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บ มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ต้นทุนอาหารในการผลิตไก่กระทงที่ได้รับอาหารผสมกลีเซอรีนดิบในระดับต่างๆ

เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารตลอดช่วงระยะเวลาการเลี้ยง (42 วัน) พบว่าการผสมกลีเซอรีนในอาหารในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารลดลง โดยต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดของกลุ่มที่ผสมกลีเซอรีนดิบที่ระดับ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด เท่ากับ 101.37, 98.53, 98.54, 93.26 และ 84.87 บาท ตามลำดับ แสดงว่าการเสริมกลีเซอรีนดิบในสูตรอาหารไก่กระทงที่ 10 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดต้นทุนในการผลิตอาหารได้ถึง 16.50 บาทต่อตัว เมื่อเปรียบเทียบกับราคาอาหารของกลุ่มควบคุม

ข้อเสนอแนะ

1. ในการนำกลีเซอรีนดิบไปผสมอาหารสัตว์ ควรไล่ความชื้นออกให้หมดเสียก่อน เนื่องจากองค์ประกอบของกลีเซอรีนดิบมีน้ำปนอยู่ด้วย ซึ่งอาจจะมีผลทำให้ได้ปริมาณกลีเซอรีนดิบต่ำกว่าความเป็นจริง
2. ควรวิเคราะห์หาค่าความบริสุทธิ์ องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของกลีเซอรีนดิบที่ได้จากแหล่งที่ได้ก่อนจะนำมาใช้ เพราะกลีเซอรีนดิบจากแต่ละแหล่งมีความแปรปรวนสูงและอาจจะส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนะเมื่อนำไปผสมในอาหารสัตว์
3. ควรเลือกใช้กลีเซอรีนดิบจากแหล่งผลิตขนาดใหญ่ เพราะมีความบริสุทธิ์สูง มีความแปรปรวนสิ่งปลอมปนต่ำ สามารถควบคุมคุณภาพของอาหารสัตว์หลังผสมได้ดีกว่ากลีเซอรีนดิบที่มาจากแหล่งผลิตขนาดเล็ก

4. จากผลการศึกษา หากขายไก่กระทงที่อายุ 42 วัน และเสริมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ ไก่จะมีน้ำหนักตัวสุดท้ายใกล้เคียงกับไก่กระทงที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม แต่ต้นทุนการผลิตอาหารที่เสริมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ จะต่ำกว่าอาหารกลุ่มควบคุม แต่หากเลือกเสริมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ ต้นทุนการผลิตอาหารก็จะต่ำกว่า อาหารกลุ่มควบคุม และอาหารที่เสริมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ แต่น้ำหนักสุดท้ายจะน้อยกว่า ไก่กระทงกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 170 กรัม/ตัว ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า ถ้าเสริมกลีเซอรีนดิบ 5 เปอร์เซ็นต์ ผู้เลี้ยงสามารถจับไก่ได้ที่อายุ 35 วัน แต่ถ้าเสริมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ ผู้เลี้ยงต้องเลี้ยงไก่กระทงจนอายุครบ 42 วัน เนื่องจากถ้าจับไก่กระทงที่เสริมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 35 วัน น้ำหนักสุดท้ายจะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักไก่กระทงที่เลี้ยงอาหารปกติ อาจจะทำให้ขาดทุนได้ ถ้าหากผู้เลี้ยงต้องการเสริมกลีเซอรีนดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ และเลี้ยง 42 วัน วงรอบของการเลี้ยงก็จะนานกว่าไก่กระทงกลุ่มควบคุม 1 สัปดาห์ จะทำให้จำนวนครั้งของการเลี้ยงต่อปีลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงไก่กระทงกลุ่มควบคุม

5. จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยส่วนใหญ่จะมีการศึกษาในไก่กระทงเพศผู้ควรมีการศึกษาการใช้กลีเซอรีนดิบในไก่กระทงเพศเมียด้วยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน

เอกสารอ้างอิง

ขวัญใจ ดำสว่าง. 2550. เทคนิคการเตรียมสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไก่กระทง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาสัตว-ศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์,อาภรณ์ ส่งแสง, สุธา วัฒนสิทธิ์, พิทยา อดุลธรรม และเสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2547. คุณภาพซากองค์ประกอบทางเคมีลักษณะทางกายภาพลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่คอล่อนและไก่พื้นเมือง. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานสนับสนุนการวิจัย (สกว.). สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.

นัสวัล บุญวงศ์, สุธา วัฒนสิทธิ์ และไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2557. ผลการประเมินค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกลีเซอรีนดิบในไก่ไข่เพศผู้พันธุ์ไฮเซ็ทบราวน์. ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 33(5) : 437-444.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 170 น.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2542. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์. เชียงใหม่.: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 178 น.

พรชุลีย์ นิลวิเศษ, ศิริลักษณ์ วงส์พิเชษฐ และ จำเนียร สัตยพันธุ์. 2543. วิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 316 น.

ภรณี ต่างวิวัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, กษิดิศ อื้อเชี่ยวชาญกิจ, วิบูลย์ ลาภจตุพร, จิตติมา กันตนามัลล-กุล, พรชุลีย์ นิลวิเศษ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และ เสาวคนธ์ โรจนสถิตย์. 2543. หลักการโภชนศาสตร์และอาหารสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมาธิราช. 516 น.

วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2546. คุณสมบัติและประโยชน์ของกลีเซอรีน. วารสารอาหาร. เม.ย.-มิ.ย. :87-89.

รัตนา โชติสังกาศ และ นิรัตน์ กองรัตนานันท์. 2542. การเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่พื้นเมือง เลี้ยงภายใต้ชั่วโมงแสงธรรมชาติ และชั่วโมงแสงยาว 23 ชั่วโมงต่อวัน. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 33(1) : 60-74.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์ธนบรรณการพิมพ์.

อดิศร เศรษฐพงค์. 2556.การใช้กลีเซอรีนดิบเป็นส่วนประกอบในอาหารไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยา-ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Anonymous. 2011. What is glycerin (or glycerine or glycerol). Green planet solar energy.com 2007-2011 build a brighter future (online). Available at http://www.green-planet-solar-energy.com/index.html[accessed on 24 March 2011].

Bartlet, J. and D. Schneider. 2002. Investigation on the energy value of glycerol in the feeding of poultry and pig. Meat Science 81 : 15-36.

Brambilla, S. and F. W. Hill. 1966. Comparison of neutral fat and free fatty acids in high lipid low carbohydrates diets for the growing chicken. J. Nutr. 88 : 84-92.

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. J. Poult. Sci. 5 : 1001-1007.

Cullen, M.P., O. G. Rasmussen and O. H. M. Wilder. 1962. Metabolizable energy value and utilization of different types and grade of fat by the chick. J. Poult. Sci. 41 : 360-367.

Dozier, W. A.,B. J. Kerr, A. Corzo, M. T. Kidd, E. Weber and K. Bregendals. 2008. Apparent metabolism energy of glycerine for broiler. J. Poult. Sci. 87 : 317-322.

Gianfelici, M. F., A. M. L. Ribeiro, A. M. Penz Jr, A. M. Kessler, M. M. Vieira and T. Machinsky.2011 Determination of Apparent metabolizable energy of crude glycerin in broilers chickens. Brazilian J. Poult. Sci. 13 : 255-258.

Hagopian, K., J. J. Ramsey and R. Weindruch. 2008. Enzymes of glycerol and glyceraldehyde metabolism in mouse liver and effects of caloric restriction and age on activities. J. Biosci. 28 : 107-115.

Hill, F.W. and D. L. Anderson. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. J. Nutr. 64: 587-603.

Honikel, K.O. and W. Woltersdorf. 1991. Feischqualitaet bei Qualitaes and Markenfleisch. Mittlbl. Der Baff Kulmbach Nr. 112:130-133.

Hunton, P. 1995. Poultry production. World Animal Science 9th. pp. 82-84. Amsterdam : Elsevier.

Jaturasitha, S., V. Leangwunta, A. Leotaragul, A. Phongphaew, T. Apichartsrungkoon, N. Simasathitkul, N. Vearasilp, 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. Conference on international agricultural research for development "Deutscher Tropentag Witzenhausen" October 9-11, 2002.

Kerr, B.J., W. A. Dozier and K. Bregendahl. 2007. Nutrition value of crude glycerin for nonruminant. *In* Proceeded proceeding of 23rd annual Carolina swine nutrition, pp. 6-18. North Carolina : Iowa State University Press.

Kerr, B.J., G. C. Shurson, L. J. Johnston andW. A. Dozier. 2011. Utilization of crude glycerin in nonruminants. (online) Available: http://www. Intechopen.com/books/biodiesel-quality-emissions-and-by-products/utilization-of-crude-glycerin-in-nonruminants [access on 16 November 2011].

Lammer, P.J., B. J.Kerr, M. S. Honeyman, W. A. Dozier, T. E. Weber, T. E. Kidd and K. Bregendahl. 2008. Nitrogen corrected apparent metabolism energy value of crude glycerol for layer hens. Poult. Sci. 87 : 104-107.

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.

National Research Council. 1994. Nutrient Research of Poultry. 9th rev. ed. Washington D.C. : National Acadamy Press.

Robergs, R.A. and S.E. Griffin. 1998. Glycerol: Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. Sports Med. 26(3) : 145-167.

Rosebrough, R.W., E. Geis, P. James, H. Ota and J. Whitehead.1980. Effects of dietary energy substitution on reproductive performance feed efficiency and lipogenic enzyme activity on large white turkey hens. Poult. Sci. 59: 1485-1492.

SDA 1990. Glycerine: an overview. Washinton, D.C. The Soap and Detergent Association, Inc.

Settapong, S. and C. Wattanachant. 2010. Preliminary study on chemical composition of glycerine from various sources. In Proceeding of the 7th IMT-GT UNINET and the 3rd joint International PSU-UNS conferences held at Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 70 p.

Sibblad, I.R. 1982.Measurement of mineral bioavailability: Extension of true metabolizable energy methodology. Poult. Sci. 61 : 485-487.

Sibblad, I.R. 1986. The T.M.E. system of feed evaluation: methodology, feed composition data and bibliography. Ontario: Animal Research Centre Contribution 85-19, Research Branch, Agriculture Canada.

Simon, A., H. Bergner and M. Schwabe. 1996. Glycerol feed ingredient for broiler chicken. Arch. Anim. Nutr. 49 : 103-112.

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

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

Topal, E and M. Ozdogan. 2013 Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. Appl. Poult. Res. 22:146-151.

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

Wattanachant, S., S. Benjakul and D. A. Ledward. 2004. Composition color and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. Poult. Sci. : 123-128.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมโรงเรือนทดลอง

ภาพที่ 1. ลักษณะการเตรียมคอก

ภาพที่ 2. ลักษณะการเตรียมคอก

ภาพที่ 3. สภาพการเลี้ยงไก่กระทง

ภาพที่ 4. สภาพการเลี้ยงไก่กระทง

ภาคผนวก ข

การเตรียมอาหารทดลอง

ภาพที่ 5. ลักษณะกลีเซอรีนดิบ

ภาพที่ 6. ลักษณะการผสมอาหาร

ภาพที่ 7. เครื่องอัดเม็ดอาหาร

ภาพที่ 8. ลักษณะอาหารหลังจากอัดเม็ด

ภาคผนวก ค

การชำแหละซากและเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์

ภาพที่ 9. ลักษณะการชั่งน้ำหนักไก่กระทง

ภาพที่ 10. สภาพการปล่อยให้เลือดออกหลังจากฆ่า

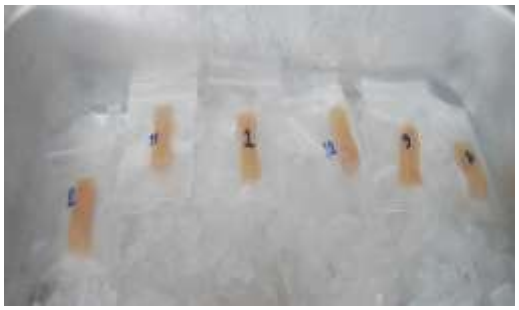
ภาพที่ 11. ลักษณะการลวกน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 12. ลักษณะซากหลังจากถอนขน

ภาพที่ 13. ลักษณะซากหลังจากชำแหละ

ภาพที่ 14. ลักษณะการเตรียมชิ้นเนื้อวิเคราะห์ Drip loss และ Cooking loss

ภาพที่ 15. การวิเคราะห์ Cooking loss และ Shear force



ภาพที่ 16. ขนาดชิ้นเนื้อที่ใช้วิเคราะห์ Cooking loss และShear force

ภาคผนวก ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 17. เครื่องวัดสี

ภาพที่ 18. อ่างควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า Shaking Water Bath

ภาพที่ 19. เครื่องชั่ง

ภาพที่ 20. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

ภาพที่ 21. ถังใส่น้ำ

ภาพที่ 22. ถังใส่อาหาร

ภาพที่ 23. เครื่องปั่นขนไก่

ภาพที่ 24. ถังน้ำแบบออโตเมติก

ภาคผนวก จ

ตารางภาคผนวกที่ 1. ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารไก่กระทง

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ราคา (บาท/กก.)[1]
ข้าวโพดบด	14.00
กากถั่วเหลือง	25.00
ปลาป่น	35.00
น้ำมันพืช	37.00
ไดแคลเซียม ฟอสเฟต	13.00
เกลือป่น	6.00
วิตามินแร่ธาตุพรีมิกซ์	77.00
ดีแอล-เมทโธโอนีน	180.00
แอล-ไลซีน	100.00
กลีเซอรีนดิบ	7.00[2]

หมายเหตุ [1] ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ทดลองโดย เฉลี่ยระหว่าง เดือนกรกฎาคม 2552 ถึง เดือนสิงหาคม 2557 จากร้านขายวัตถุดิบอาหารสัตว์ใน อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา; [2] ราคากลีเซอรีนดิบที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพ

ภาคผนวก ฉ
Manuscript ที่เสนอเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร SJST

Effect of crude glycerin from palm oil biodiesel production as a feedstuff for broiler diet on growth performance and carcass quality

Nusawan Boonwong[1], ChaiyawanWattanachant[1*] and SuthaWattanasit[1]

[1]*Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand.*

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of crude glycerin, a main by-product from palm oil biodiesel production, that supplemented in broiler diet on growth performance and carcass quality. Four hundred and eighty, one-day-old male Cobb500 were randomly allotted into a completely randomized design, 6 groups consisting of 4 replications per group. Commercial pellet with no glycerin and mixed diets containing 0, 2.5, 5, 7.5, 10 % of crude glycerin in pellet form were *ad libitum* fed to the broilers from the first day of age until the age of 42 days (6 weeks). The commercial pellet (CP) was applied to the broilers in order to compare with the mixed diet with no crude glycerin (0% crude glycerin). At the end of the experimental period, broilers were sacrificed for carcass measurement and meat quality study. Results showed that during the first stage, broilers received CP had similar live weight, live weight gain, ADG and feed intake with those received 0% crude glycerin ($P>0.05$) but both treatment diets had better live weight, live weight gain, ADG and feed intake than those received diet containing with 2.5 to 10% of crude glycerin ($P<0.01$). However, at 2nd stage, no significant difference was found in live weight, live weight gain, ADG, feed intake and FCR ($p>0.05$) in all treatments ($P>0.05$) although broilers fed CP tended to perform better than others. After slaughter, no significant differ was found in dressing percentage ($P>0.05$) but those received CP had higher fat percentage than other mixed diets ($P<0.01$). From this study, although crude glycerin can be supplemented in the diet but broilers tended to gain lesser when the level of glycerin increased.

Keywords: crude glycerin, palm oil biodiesel, broiler, growth performance, carcass quality

* Corresponding author E-mail address: chai_tum@yahoo.com

SJST SONGKLANAKARIN JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Effect of crude glycerin from palm oil biodiesel production as a feedstuff for broiler diet on growth performance and carcass quality

Journal:	*Songklanakarin Journal of Science and Technology*
Manuscript ID:	SJST-2015-0089
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	28-Apr-2015
Complete List of Authors:	Wattanachant, Chaiyawan; Prince of Songkla University, Department of Animal Science; Prince of Songkla University,
Keyword:	Agricultural and Biological Sciences

For Peer Review Only

SCHOLARONE™
Manuscripts

Effect of crude glycerin from palm oil biodiesel production as a feedstufffor broiler diet on growth performance and carcass quality

Nusawan Boonwong[1], Chaiyawan Wattanachant[1*] and Sutha Wattanasit[1]

[1]*Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand.*

Abstract

Effect of crude glycerinsupplementation in broiler diets on growth performance and carcass quality was studied. Four hundred and eighty, one-day-old male Cobb500were allotted into a completely randomized design, 6 groups consisting of 4 replications per group. Commercialpellet (CP)with no glycerin anddiets containing 0, 2.5, 5, 7.5, 10 % of glycerin were fedto broilers until the age of 42 days before sacrificed. During days 1-21, no significant difference was found in live weightchange and feed intake with those receiving CP and 0% glycerin (P>0.05) but both these diets had better live weight, ADG and feed intake than those receiving diets containing 2.5 to 10% of crudeglycerin (P<0.01). During days 22-42, no significant difference was found in live weight change and feed efficiency (P>0.05) among diets (P>0.05).After slaughter, no significant difference was found in dressing percentage (P>0.05) but broilers receiving CP had higher fat percentage than other diets (P<0.01).

Keywords: crude glycerin,palm oil biodiesel, broiler, growth performance, carcass quality

For Review Only

* Corresponding authorE-mail address: chai_tum@yahoo.com

1. Introduction

Biodiesel production has grown over the past several years due to the rising of world fossil fuel prices. From this production, crude glycerin is the main by-product and is used for various purposes, such as, fuel, lubricant, animal diet, etc. However, quality of crude glycerin in terms of physical properties and chemical composition is quite variable depending on the source of oil that used for biodiesel production (Dasari, 2007; Kerr *et al.*, 2007; Thompson and He, 2006).In the South of Thailand, results from Settapong and Wattanachant (2012) illustrated that crude glycerin from the village scale (small scale biodiesel production; less than 700 litre per day) hada higher pH value, heat of combustion, crude fat, free fatty acids, crude protein and moisture than that from medium (capacity: 700 litreper day) and large scale (capacity: 160,000 litreper day) productions, whereas the medium scale had the highest methanol level (2.87) followed by the small (1.10) and large scale (0.46). The previous reportconfirmed that physical and chemical qualities of crude glycerin areassociated with source of oil and method used for biodiesel production.

In terms of animal feed production, the crude glycerin that is most commonly supplemented in animal diet is a by-product from biodiesel plant that using soybean oil or animal fat or mixed soybean oil with animal fat or waste cooking oil. However, in Thailandpalm oil is the main vegetable oil used in various purposes including biodiesel. Thus, crude glycerin from palm oil biodiesel is the main by-product applied in the animal feed industry.Nevertheless, up to now little information on the utilization of this by-productin animal feedshas been reported. Therefore, the objective of this study was to evaluate the

For Review Only

influence of crude glycerin from palm oil biodiesel production added as an energy source in broiler diets, on growth performance and carcass quality.

2. Materials and methods

2.1 Broilers and management

This research study was done at the Chicken Unit, Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University (PSU), Hat Yai, Thailand, in September 2012. A total of four hundredand eighty,one-day-old male Cobb500 chicks, with 44.45±0.19 grams of initial live weight, from Charoen Pokphan Food (Thailand) Co. Ltd. (CPF)were allotted into six treatments with each treatment having four replicates each of 80 birds. Allbirds were raised to receive experimental diets in the evaporative closing house for 42 days (6 weeks).

2.2 Feeds and feeding

Fivediets consisting of 0, 2.5, 5.0, 7.5,10% of crude glycerin were formulated,mixed and pelleted at the Animal Feed Mill Unit, Department of Animal Science, PSU, while broiler commercial pellet (CP) was bought from CPF, Thailandwas applied to the broilers in order to compare with the mixed diet with no crude glycerin (0% crude glycerin). This CP contained about21% CP, 4% fat, 5% fiber and 13% moisture for the 1ststage and19% CP, 4% fat, 5% fiber and 13% moisture for the 2nd stage. All dietswereformulatedto supply the broilers' nutrient requirements according to NRC (1994).Crude glycerin used in this study was acquired from New Biodiesel Co., Ltd., Suratthani province, Thailand (a commercial

For Review Only

palm oil biodiesel production), and its composition, determined by Settapong (2012) was 87.65% purity, 4,650 kcal/kg, 0.22% EE, 0.48% CP and 1.44% ash. Ingredients and calculated nutritional values of the five mixeddiets are presented in Table 1.The feeding program during the studywas divided into two stages according to the management system: starter (1^{st} stage), from 1 to 21days(or 1-3 weeks) and finisher (2^{nd} stage), from 22 to 42days(4-6 weeks) of age. During the study, chickens were offered feed and water *ad libitum*.

2.3 Managements and data collection

Performance parameters such as live weight, average daily gain (ADG), feed intake and feed conversion ratio (FCR) were obtained for each raising phase. At the end of this study,eight chickensper treatment were sampled to fasting for about 12 hours before being slaughtered at the Department of Animal Science, PSU slaughterhouse. The slaughtering procedure used in this study was that described bySmith (1993) which was developed by Chotesangasa and Gongrattananum (1999).

After sacrifice, the weight of the carcass and organs was determined. Breast muscle(m. *Pectoralis major*) pH was determined at the right side of each carcass within 45 min *post mortem* (pH_0). The carcass was then stored at the temperature of 4^oC for 24 hours. After chilling, weights of chilled carcass and parts of breast, fillet, thigh, drumstick and wing were determined. Then the pH_μ, colour, shear force and cooking loss values of breast muscle of each carcass were determined as described by Wattanachant (2003). The pH of breast muscle was measured using a Mettler Teledo portable pH meter model SG2 with Mettler pH probe (Lot 406-M63DXK-57/25). Breast muscle colour was determined with a CR-10 Chromometer (Minolta Colour Meter, Osaka, Japan) and reported in the CIE colour system. Shear force value of the breast musclewas measured by a Texture Analyzer (TA-XT2i,

For Review Only

Texture expert Vision 1.17, Stable MicroSystem, Godalming, Surrey, UK) using a Warner-Bratzler shear blade as described by Dawson *et at*. (1991).

2.4 Statistical analysis

Performance and carcass traits were submitted for analysis of variance (ANOVA) using the GLM procedure of SAS (SAS, 1991).

3. Results and discussion

3.1 Growth performance

The effects of the dietary treatments on growth performance are shown in Table 2. At 21 days, broilers fed CP and those fed mixed diet with 0% crude glycerin showed similar live weight change, ADG and DM feed intake ($P>0.05$)but both these treatment diets had better live weight, live weight gain, ADG and feed intake than those receiving diet containing 2.5 to 10% of glycerin ($P<0.01$).However, no significantdifference in FCR was found amongfed all diets ($P>0.05$). In the 2nd stage, no significant effects on liveweight change, ADG, DM feed intake or FCR were indicated ($P>0.05$) although FCR tended to decrease when the level of glycerin increased. From this study, the addition of 5% of crude glycerin to the diet tended to have a better final live weight, weight gain and ADG than other treatment glycerin supplemented diets.

During the period of 1 to 42 days of age, no significant differencewas found in live weight change, ADG or FCR ($P>0.05$) but broilers thatreceived diets with 10% of crude glycerin had significantly lowerDM feed intake ($P<0.05$) than those fed CP and mixed diet

For Review Only

with crude glycerin at 2.5 to 7.5%. The lower live weight change when the level of glycerinincreased was probably related to the hardness of the pellet which affected the flowability of feed in the gut as described by Cerrate *et al*. (2006).

3.2 Carcass characteristics

Effect of crude glycerin from palm oil biodiesel production added as an energy source in broiler diets on carcass components is presented in Table 3.No significant differences in slaughter weight, warm carcass weight, chilled carcass weightordressing percentage were seen among diet groups (P>0.05).

Considering the retail cuts, broilers fed CP and mixed diet with 0% crude glycerin had higher breast percentage than others (P<0.05). No significant differenceinretail cutswere found in broilers receiving2.5, 5, 7.5 or 10%crude glycerin supplementation (P>0.05).Broilers fed mixed diet with 0% of crude glycerin had significantly lower fillet percentage than those fed dietswith 2.5, 5 and 7.5% of crude glycerin (P<0.05) but no significant difference from broilers fed diet with 10% crude glycerin(P>0.05) was found. However, broilers receiving CP showed the highest fillet percentage. In terms of thigh percentage, mixed diet of 0% crude glycerin showed significantly lower levelsthan CP and other mixed diets (P<0.05).

From this study,no significant differencein meat percentage was obtained in broilers receiving all diets.In terms of bone percentage, broilers fed with 2.5, 5, 7.5 and 10% of crude glycerinsupplementation hadsignificantly higher bone percentage than those receiving CP and a mixed diet with 0% of crude glycerin supplement (P<0.05).Consideringtotal fat, CP showed the highest fat percentage followed by 0, 2.5, 5, 7,5 and 10% of crude glycerinsupplementation(P<0.001).Nevertheless, no statistical difference in fat percentage

For Review Only

was obtained in broilersreceivingmixed diets with 0, 2.5, 5, 7.5 and 10% of crude glycerin supplementation (P>0.05). In addition, no significantly difference in drumstick and wingpercentages were found in broilers fed diets with 2.5, 5, 7.5 and 10% crude glycerin supplementation (P>0.05).

From this study, lower DM feed intake when the level of glycerin increased was related to a reduction in meat and fat percentages.This was probably related to the hardness of the pellet which increased altering the flowability of feed in gut as described in the earlier part.

Birds fed CP and mixed diets with 0, 2.5, 5, 7.5 and 10% glycerin (Table 5) showedstatistical difference (P>0.05) inpH, colour or shear force values of the breast meat(P>0.05). In addition, none of diets affecteddrip loss or cooking loss percentages (P>0.05).

4. Conclusions

The results of this study indicate that crude glycerin from palm oil biodiesel production can be used in broiler diets. However, a lower growth performance occurred when the percentage of crude glycerin increased. This was probably related to the hardnessof the mixed pellet diets. At the 1st stage, broilers fed mixed diets containing 2.5 to 10% of glycerin had lower live weight change, ADG and DM feed intake when compared to the CP and mixed diet with no glycerin. However, diet supplemented with 2.5 to 10% of crude glycerin did not show any significant difference in live weight change, ADG and DM feed intake of broilers. No significantdifference was found among treatments in FCR, carcass weight, dressing percentage or physical properties of meat(P>0.05). Therefore, it is recommended to supplement this by-product about 2.5 to 5% in the dietdue tofinal weight and weight gainof

For Review Only

broiler beinghigher than with other levelsof crude glycerin supplementation. In conclusion , although crude glycerin can be supplemented in the diet, broilers tended to gain less when the level of glycerin was increased.

Acknowledgements

We would like to express our gratitude to the Faculty of Natural Resources, PSU for the financial support. We also would like to thank Assistant Professor Telargsak Anguraselanee, Ms. Hong Yee Suk, Mr.Siam Kuchamnan, Mrs.Sujit Chondumrongkul and all chicken unit workers at Department of Animal Science, PSU, for the technical support.

References

Cerrate, S., Yan, F., Wang, Z., Coto, C., Sacakli, P. and Waldroup, P.W. 2006. Evaluation of glycerine from biodiesel production as feed ingredient for broiler. International Journal of Poultry Science. 5, 1001-1007.

Chotesangasa, R. and Gongrattananum, N. 1999. Growth and carcass quality of native chickens raised under the natural day length and the photoperiod of twenty-three hours a day. Kasetsart Journal (Natural Science). 33, 60-74.

Dasari, M. 2007. Crude glycerol potential described. Feedstuffs. 79, 1-3.

Dawson, P.L., Sheldon, B.W. and Miles, J.J. 1991. Effect of aseptic processing on the texture of chicken meat. Poultry Science.70, 2359-2367.

For Review Only

Kerr, B.J., Dozier III, W.A., Bregendahl, K. 2007. Nutritional Value of Glycerin for Nonruminants. In: Proceedings of Minnesota Nutrition Conference, September 18, 2007, Minneapolis, MN. p. 220-234.

National Research Council. 1994. Nutrient Research of Poultry. National Academy Press.Washington D.C. 154p.

SAS Institute. 1991. SAS User's Guide: Statistics. Version 6.03 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Settapong, A. 2013. The Use of Crude Glycerin in Broiler as Feed Ingredient. Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Animal SciencePrince of Songkla University. Songkhla, Thailand, 83p.

Settapong, A. and Wattanachant, C. 2012. Quantitative Analysis on Chemical Compositions from Various Sources of Crude glycerine. Chiang Mai University of Natural Science. 11, 157-161.

Smith, M.O. 1993. Parts of broilers reared under cycling high temperatures. Poultry Science. 72, 1146-1150.

Thompson, J.C. and He, B.B. 2006. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstock. Applied Engineering in Agriculture. 22, 261-265.

For Review Only

Wattanachant, S. 2004. Chemical Composition, Properties and Structure of Muscle Affecting Texture Characteristics ofMeat from Thai Indigenous and Broiler. Ph.D. Dissertation n Food Technology, Prince ofSongkla University, Thailand, 120p.

Wattanachant, S., Benjakul, S. and Ledward. D.A. 2004. Composition, color and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. Poultry Science. 83, 123-128.

For Review Only

1

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

Items	Glycerin (%)[1]									
	1st stage (1-21days of age)					2nd stage (22-42 weeks)				
	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10
Ingredients										
Corn	55.25	52.21	49.17	46.14	43.10	62.61	59.75	56.89	53.52	50.92
Soy bean meal	29.59	30.13	30.66	31.20	31.74	21.78	22.31	22.84	23.38	23.91
Fish meal	8.00	8.00	8.00	8.00	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	5.00	5.00	5.00	5.00
Dicalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00	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	0.30	0.30	0.30	0.30
Premix	0.50	0.50	0.50	0.50	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	0.12	0.12	0.12	0.12
Lys	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Crude glycerin[1]	***0.00***	***2.50***	***5.00***	***7.50***	***10.00***	***0.00***	***2.50***	***5.00***	***7.50***	***10.00***
Hall	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.27	0.10	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated values										
Crude protein, %	23	23	23	23	23	20	20	20	20	20
ME, kcal/kg	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Ca, %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Met, %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Lys, %	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Thr, %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Sodium, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20	0.15	0.15	0.15

For Proof Read only

Calcium, %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Nonphytate phosphorus, %	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lysine, %	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Methionine, %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Threonine, %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Sodium, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

[1]Containing 87.65% purity, 4,650 kcal GE/kg, 0.22%EE, 0.48%CP, 1.44%ash and pH 6.40 (Settapong, 2013)

For Review Only

Table 2. Live weight change, feed intake, feed conversion ratio (FCR) of broilersreceivingdiets containing 0, 2.5, 5, 7.5 and 10% of crude glycerin and commercial pellet (CP)

Items	Crude glycerin (%)						SEM	P-value
	CP	0	2.5	5	7.5	10		
Initial weight, g	44.30	44.50	44.20	44.45	44.10	44.65	0.28	0.7518
1-21 days (1st stage)								
Final weight, g	920[a]	887.50[a]	787.50[b]	812.50[b]	746.25[bc]	717.50[c]	21.01	0.0008
Weight gain, g	875[a]	842.97[a]	742.91[b]	768.09[b]	702.11[bc]	672.90[c]	20.93	<.0001
ADG, g/d	41.68[a]	40.14[a]	35.38[c]	36.58[b]	33.43[bcd]	32.05[d]	1.00	<.0001
Feed intake, g/bird	1,248.00[a]	1,131.30[a]	989.63[b]	1,003.98[b]	934.13[bc]	877.05[c]	23.50	<.0001
FCR	1.42	1.34	1.34	1.31	1.34	1.31	0.03	0.1237
21-42 days (2nd stage)								
Final weight, g	2,840.00	2,730.00	2,645.00	2,730.00	2,570.00	2,560.00	118.48	0.2643
Weight gain, g	1,926.67	1,842.50	1,857.50	1,917.50	1823.75	1842.50	108.64	0.7807
ADG, g/d	96.76	87.74	88.45	91.31	86.85	87.74	5.30	0.7805
Feed intake, g/bird	4,099.31	3,920.51	3,949.31	3,960.83	3,802.08	3,445.48	142.66	0.0693
FCR	2.03	2.15	2.16	2.07	2.09	1.89	0.11	0.5048
1-42 days								
Final weight, g	2,840.00	2,730.00	2,645.00	2,730.00	2,570.00	2,560.00	118.48	0.2643
Weight gain, g	2,736.94	2,642.68	2,558.24	2,517.41	2,415.77	2,404.29	137.52	0.3003
ADG, g/d	67.02	62.92	60.92	59.94	57.52	57.25	3.19	0.3005
Feed intake, g/bird	5,347.46[a]	5,051.81[a]	4,938.90[a]	4,964.80[a]	4,736.21[ab]	4,322.53[b]	148.54	0.0035
FCR	1.90	1.93	1.96	1.99	1.96	1.82	0.08	0.7494

[a,b] means on the same rows with different superscripts differ significantly ($p<0.05$)

For Review Only

Table 3. Carcass components of broiler receiving diets containing 0, 2.5, 5, 7.5 and 10% of crude glycerin and commercial pellet (CP)

Items	Crude glycerin (%)						SEM	P-value
	CP	0	2.5	5	7.5	10		
Number of broiler, birds	8	8	8	8	8	8	-	-
Slaughter weight, g	2,557.50	2,575.00	2,497.50	2,476.25	2,451.88	2,480.00	94.84	0.2447
Warmcarcass weight, g	1,806.88	1,870.50	1,760.86	1,737.20	1,759.60	1,790.20	78.56	0.1901
Chilled carcass weight, g	1,804.78	1,849.12	1,732.25	1,692.92	1,736.73	1,760.93	65.97	0.0769
Dressing percentage								
Warm carcass, %	70.65	71.54	70.79	70.44	70.67	70.59	0.49	0.6977
Chilled carcass, %	70.65	70.70	69.66	69.38	69.70	69.53	0.55	0.6880
Viscera, %	8.71[b]	10.68[a]	10.55[a]	10.86[a]	10.40[a]	10.37[a]	0.54	<.0001

[a,b,c] means on the same rows with different superscripts differ significantly (P<0.05)

For Proof Read only

Table 4. Carcass composition of broilers receiving diet containing 0, 2.5, 5, 7.5 and 10% of crude glycerin and commercial pellet (CP)

Items (%)	Crude glycerin (%)						SEM	P-value
	CP	0	2.5	5	7.5	10		
Breast	25.71[a]	26.10[b]	23.34[b]	23.75[b]	23.13[b]	25.11[ab]	2.08	0.0352
Fillets	5.93[a]	5.40[b]	5.86[a]	5.67[a]	5.71[a]	5.35[b]	0.41	0.0405
Drumsticks	13.79	13.50	13.23	14.09	13.85	13.65	1.06	0.7084
Wings	11.04	11.40	11.12	10.97	11.18	10.47	0.78	0.6931
Thighs	18.31[abc]	17.13[c]	19.37[a]	18.21[bc]	18.30[abc]	18.49[ab]	0.96	0.0456
Meat	58.78	58.42	54.64	57.20	56.00	57.83	3.46	0.1813
Bone	26.95[c]	27.86[bc]	29.39[ab]	29.12[ab]	30.55[a]	30.23[a]	1.86	0.0111
Total fat	10.65[a]	8.32[b]	8.26[b]	8.20[b]	7.98[b]	7.89[b]	0.31	<.0001

[a,b,c] means on the same rows with different superscripts differ significantly ($p<0.05$)

For Review Only

Table 5. pHat 45 min and 24 hr*post mortem* and colour of breast muscle from broilers receiving diet containing 0, 2.5, 5, 7.5 and 10% of crude glycerin and commercial pellet (CP)

Item	Crude glycerin (%)						SEM	P-value
	CP	0	2.5	5	7.5	10		
45 min (pH_0)								
pH	6.15	6.16	6.14	6.11	6.10	6.19	0.03	0.5054
L	44.39	43.39	43.23	43.27	44.57	44.23	0.59	0.3587
a*	1.70	1.65	1.68	1.65	1.69	1.71	0.08	0.9945
b*	2.65	2.60	2.69	2.59	2.68	2.64	0.08	0.9341
24 hr (pHμ)								
pH	5.83	5.79	5.75	5.77	5.83	5.84	0.03	0.1413
L	46.85	46.44	45.98	44.99	47.14	46.44	0.61	0.2033
a*	1.70	1.66	1.59	1.60	1.69	1.66	0.06	0.7397
b*	1.70	1.79	1.74	1.75	1.72	1.69	0.04	0.7006
Shear force[1]	2,719.73	2,790.88	2,762.74	2,801.24	2,980.81	3,038.53	170.32	0.7441
Drip loss, %	1.51	1.45	1.48	1.57	1.67	1.71	0.10	0.3362
Cooking loss, %	17.85	18.83	17.93	18.76	18.42	17.62	0.66	0.7641

[1]Crosshead speed was set to 2 mm/s and 25 kg load cell

For Review Only