

ผลการประเมินค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกลีเซอรินดิบในไก่ไข่เพศผู้พันธุ์ไฮเซ็ทบราวน์

Evaluation of Dry Matter Digestibility and Metabolizable Energy of Crude Glycerin in Male Hisex Brown Chickens

นัสวัล บุญวงศ์^{1*}, สุธา วัฒนสิทธิ์², ไชยวรรณ วัฒนจันทร์³

Nusawan Boonwong^{1*}, Sutha Wattanasit², Chaiyawan Wattanachant³

Received: 1 November 2013; Accepted: 30 January 2014

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการย่อยได้ของวัตถุดิบ (DM) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตไบโอดีเซล 3 ขนาด และกลีเซอรินบริสุทธิ์ ของไก่ไข่เพศผู้พันธุ์ไฮเซ็ทบราวน์ ผลการศึกษาพบว่า กลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตไบโอดีเซล 3 ขนาด คือ กลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตขนาดเล็ก (ระดับชุมชน) ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ (ระดับอุตสาหกรรม) และกลีเซอรินบริสุทธิ์ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบเท่ากับ 95.58, 95.45, 94.61 และ 93.09% ตามลำดับ เมื่อนำมาประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (AMEn) พบว่ากลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตทั้ง 3 ขนาด และกลีเซอรินบริสุทธิ์มีค่าเท่ากับ 3,354 และ 3,337, 3,279 และ 3,257, 3,028 และ 2,993 และ 2,913 และ 2,881 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ ขณะที่พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (TME) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แท้จริงเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (TMEn) ของตัวอย่างกลีเซอรินดิบจากสามแหล่งผลิตและกลีเซอรินบริสุทธิ์มีค่าเท่ากับ 3,415 และ 3,415, 3,342 และ 3,342, 3,089 และ 3,089 และ 2,974 และ 2,967 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ : ไก่ไข่เพศผู้ กลีเซอรินดิบ การย่อยได้ของวัตถุดิบ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

Abstract

This study aimed to determine dry matter (DM) digestibility and metabolizable energy (ME) of crude glycerin produced from 3 different sources: small (community scale), medium and large production scales (industrial scale) and pure glycerin using male Hisex brown chickens. From the study, the digestibility of crude glycerin from small, medium large scales and pure glycerin were 95.58, 95.45, 94.61 and 93.09% respectively. Crude glycerin from 3 production sources and pure glycerin contained the apparent metabolizable energy (AME) and nitrogen corrected AMEn of were 3,354 and 3,337, 3,279 and 3,257, 3,028 and 2,993 and 2,913 and 2,881 kcal/kg, respectively. In addition, the true ME (TME) and nitrogen corrected true ME (TMEn) of those three sources including pure glycerin sample were 3,415 and 3,415, 3,342 and 3,342, 3,089 and 3,089 and 2,974 and 2,967 kcal/kg respectively.

Keywords: Male Hisex brown, crude glycerin, DM digestibility, metabolizable energy

¹ นักศึกษาปริญญาโท, ²รองศาสตราจารย์, ³ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

¹ Master degree student, ²Assoc. Prof and ³Assist. Prof., Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University (PSU), Hat Yai, Songkhla 90112; *Corresponding E-mail address: nusawan_nr@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันราคาน้ำมันดีเซล (diesel fuel) ที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel) มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไบโอดีเซล (biodiesel) จึงเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ (biofuel) ทางเลือกที่ได้รับความนิยมนำมาทดแทนและนำมาผสมกับน้ำมันดีเซล ส่งผลให้มีการขยายตัวและเติบโตของอุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นทุกปี² ทั้งนี้กระบวนการผลิตไบโอดีเซล 22 ลิตร (1 US แกลลอน) จะได้กลีเซอรินดิบ (crude glycerin) เป็นผลผลิตพลอยได้ในปริมาณ 0.3 กิโลกรัม³ เมื่อมีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้กลีเซอรินดิบมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งกลีเซอรินดิบที่เป็นผลพลอยได้ที่มีราคาถูก และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น นำไปแยกเฟสและกลั่น เพื่อนำเมทานอลกลับมาใช้ใหม่ นำไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มสำหรับใช้ในครัวเรือน และนำไปผสมในอาหารสัตว์ เป็นต้น

ในแง่ของการนำกลีเซอรินดิบมาใช้ผสมในอาหารสัตว์ พบว่ากลีเซอรินดิบสามารถนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีราคาสูงขึ้น หรือใช้ทดแทนในภาวะการขาดแคลนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานได้ระดับหนึ่ง สำหรับประเทศไทยข้อมูลการทดลองและศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีและการใช้ประโยชน์ได้ของกลีเซอรินดิบในสัตว์ยังมีอยู่น้อยมาก อีกทั้งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานราคายังไม่สูงมากนัก ดังนั้นการนำกลีเซอรินดิบไปใช้ในอาหารสัตว์จึงยังไม่ได้รับความนิยม อย่างไรก็ตามเนื่องจากโรงงานการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยมีกำลังการผลิตไบโอดีเซลหลายระดับตั้งแต่ขนาดเล็ก ขนาดกลาง จนถึงขนาดใหญ่ อีกทั้งยังมีการใช้วัตถุดิบตั้งต้นและสารเคมีในกระบวนการผลิตต่างกัน ดังแสดงใน Table 1 ดังนั้นการที่จะนำกลีเซอรินดิบมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์จึงจำเป็นต้องทราบถึงคุณค่าทางโภชนาการ และการใช้ประโยชน์ได้ของกลีเซอรินดิบในสัตว์เสียก่อน

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการย่อยได้และระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของกลีเซอรินดิบจากแหล่งการผลิตขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยทำการประเมินในไก่ไข่เพศผู้พันธุ์ไฮเซ็กซ์ บราวน์

วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ไก่ไข่เพศผู้ (Hisex Brown) อายุ 7-8 เดือน จำนวน 5 ตัว ได้รับทรีทเมนต์ 4 ทรีทเมนต์ คือ กลีเซอรินดิบจากแหล่งการผลิตขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และกลีเซอรินบริสุทธิ์ โดยทำการประเมินวัตถุดิบแต่ละชุด โดย

มีระยะพักระหว่างชุดวัตถุดิบเป็นเวลา 3 วัน เก็บข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูล

กลีเซอรินดิบ

ลักษณะทางกายภาพทั่วไปของกลีเซอรินดิบมีสีน้ำตาลหนืด บางแหล่งมีกลิ่นของเมทานอลปนมาด้วย



Figure 1 Physique of crude glycerin

ตัวอย่างกลีเซอรินดิบที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากแหล่งการผลิตไบโอดีเซล 3 แหล่งที่มีขนาดกำลังการผลิตแตกต่างกันคือ

1. แหล่งการผลิตขนาดเล็กเก็บตัวอย่างจากโรงการผลิตไบโอดีเซลชุมชนสถานีตำรวจภูธรรัตภูมิ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา มีขนาดกำลังการผลิต 150 ลิตร/วัน
2. แหล่งการผลิตขนาดกลางเก็บตัวอย่างจากโรงการผลิตไบโอดีเซลจากผลผลิตปาล์มน้ำมัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีขนาดกำลังการผลิต 700 ลิตร/วัน
3. แหล่งการผลิตขนาดใหญ่เก็บตัวอย่างจากโรงงานผลิตไบโอดีเซล บริษัทนิวไบโอดีเซลจำกัด อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีขนาดกำลังการผลิต 160,000 ลิตร/วัน สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของกลีเซอรินดิบที่ผลิตจากทั้ง 3 แหล่งผลิต ได้แสดงไว้ใน Table 2

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกลีเซอรินดิบ

1. ประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกลีเซอรินดิบในห้องปฏิบัติการ ทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในโตรเจน และวิเคราะห์หาพลังงานรวม
2. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกลีเซอรินดิบโดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง ตามวิธีการของ Sibblad⁴ ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ระยะ คือ

2.1 ระยะปรับตัว (preliminary period) เป็นระยะฝึกป้อนอาหารให้ไก่กินเป็นระยะเวลา 5 วัน โดยไก่ทดลองจะได้รับการฝึกป้อนอาหารผสมที่มีโปรตีนร้อยละ 16 และพลังงาน 2,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ซึ่งในแต่ละวันไก่จะได้รับอาหาร 40 กรัม และให้ไก่กินเอง

Table 1 Information of crude glycerin collected from 3 production scales⁴

Items	Small scale ¹	Medium Scale ²	Large scale ³
Biodiesel process	Transesterification	Transesterification	Transesterification
Initial source	Animal fat, animal oil	Waste vegetable oil, animal oil	RBD Palm oil ⁴
Organic separate agent	-	H ₂ SO ₄	-
Catalyst agent	NaOH	NaOH	KOH
Reactant	MeOH	MeOH	MeOH
Crude glycerin neutralizing agent	-	NaOH	NaOH
Biodiesel process	Transesterification	Transesterification	Transesterification

¹ Rattaphum Community's Biodiesel Plant (local biodiesel plant), Rattaphum district, Songkhla province;² Specialized R&D center for alternative energy from palm oil and oil crops, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla province;³ New Biodiesel Co., Ltd., Suratthani province;⁴ Refined bleached deodorised palm oilTable 2 Gross energy, chemical composition and physical properties of crude glycerin from 3 different sources⁴

Analysis	Sources		
	Small scale ¹	Medium scale ²	Large scale ³
Gross energy (kcal/kg)	7554.61	4387.45	4650.22
Crude fat (%)	5.05	0.44	0.22
Purity	72.65	80.25	87.65
Crude protein (%)	0.65	0.85	0.48
Moisture (%)	3.93	13.85	4.27
Ash (%)	10.38	5.62	1.44
Viscosity (cSt/s)	90.28	12.52	99.20
pH	8.99	6.39	6.40

¹ Rattaphum Community's Biodiesel Plant (local biodiesel plant), Rattaphum district, Songkhla province;² Specialized R&D center for alternative energy from palm oil and oil crops, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla province;³ New Biodiesel Co., Ltd., Suratthani province;⁴ Refined bleached deodorised palm oil

40 กรัม โดยฝึกป้อนในเวลา 7.00 นาฬิกา ระยะทดลอง (experimental period) แบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 เป็นการหา metabolic fecal energy และ endogenous urinary energy การทดลองเริ่มต้นด้วยการชั่งน้ำหนักไก่ทดลองทุกตัว จากนั้นทำการอดอาหารไก่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ไก่ขับมูลและอาหารที่เหลือในระบบทางเดินอาหารออก ทำการเก็บมูลและปัสสาวะเพื่อนำไปวิเคราะห์โดยจะเก็บมูล 2 ครั้ง ใช้ harness เป็นอุปกรณ์ในการเก็บมูลที่ใช้ในการเก็บมูลรวมปัสสาวะมีกรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 โมลาร์

จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ไว้เพื่อป้องกันการเน่าเสียของมูลรวมปัสสาวะ ครั้งที่ 1 เก็บหลังจากอดอาหารครบ 24 ชั่วโมง เก็บมูลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการเปลี่ยนอุปกรณ์เก็บมูลใหม่ และเก็บมูลและปัสสาวะครั้งที่ 2 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รวมระยะเวลาในการเก็บมูลและปัสสาวะทั้งหมด 48 ชั่วโมง และ ช่วงที่ 2 เป็นการทดลองให้ไก่กินกลีเซอรินดิบเพื่อประเมินการย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ใน กลีเซอรินดิบ การทดลองระยะนี้ประกอบด้วยช่วงปรับตัว (preliminary period) หลังจากไก่ได้รับการฝึกแล้ว จะเป็นระยะทดลองไก่แต่ละตัวจะได้รับแบ่งข้าวโพดผสมกลีเซอรินดิบจากแหล่งการผลิตขนาดต่างๆ โดยนำกลีเซอรินดิบผสมกับแบ่งข้าวโพดในอัตราส่วนกลีเซอรินดิบ 1 ส่วน (10 เปอร์เซ็นต์) ต่อแบ่งข้าวโพด 9 ส่วน (90 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงใน Figure 2. ป้อนให้ไก่กิน 40 กรัม/วัน ป้อนเป็นเวลา 5 วัน การเก็บมูลเพื่อวิเคราะห์ ทำการเก็บ 2 ครั้ง เช่นเดียวกับการเก็บ metabolic fecal energy นำมูลของไก่แต่ละตัวที่เก็บได้ในแต่ละครั้ง ไปอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวางให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความชื้น ไนโตรเจน และพลังงานรวม สำหรับค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ สมดุลไนโตรเจน และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ คำนวณตามสมการและวิธีการของ Sibbald⁶

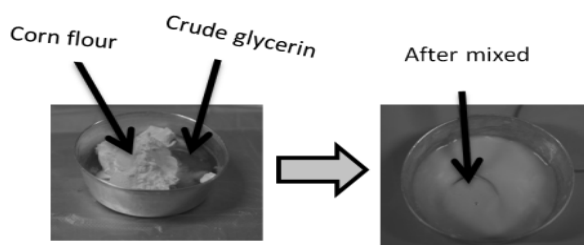


Figure 2 Glycerin mixed corn flour



Figure 3 Metabolic cage

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การประเมินการย่อยได้ของกลีเซอรินดิบ ปริมาณมูล

จากประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการประเมินจากตัวไก่โดยตรง พบว่าไก่ที่ได้รับแบ่งข้าวโพดผสมกลีเซอรินบริสุทธิ์ มีปริมาณ มูลเท่ากับ 2.77 กรัม/ตัว/24 ชั่วโมง ไก่ที่ได้รับแบ่งข้าวโพดผสมกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตขนาดใหญ่มีปริมาณมูลเฉลี่ยเท่ากับ 2.16 กรัม/ตัว/24 ชั่วโมง ไก่ที่ได้รับแบ่งข้าวโพดผสมกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตขนาดกลาง มีปริมาณมูลเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 กรัม/ตัว/24 ชั่วโมง และไก่ที่ได้รับแบ่งข้าวโพดผสมกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตขนาดเล็ก มีปริมาณมูลที่ขับถ่ายออกมาเฉลี่ยเท่ากับ 1.77 กรัม/ตัว/24 ชั่วโมง ดังแสดงใน Table 3

การย่อยได้ของวัตถุดิบ

การย่อยได้ของวัตถุดิบของกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตไบโอดีเซลที่แตกต่างกันตามขนาดของโรงงาน 3 ขนาด ได้แก่ แหล่งผลิตขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ รวมทั้งกลีเซอรินบริสุทธิ์ พบว่า ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบของกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และกลีเซอรินบริสุทธิ์ เท่ากับ 95.58, 95.45, 94.61 และ 93.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลดังแสดงใน Table 4 ซึ่งผลดังกล่าวแสดงว่ากลีเซอรินบริสุทธิ์มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุดิบต่ำกว่ากลีเซอรินดิบที่ผลิตจากทั้งสามแหล่ง 1.52-32.49 เปอร์เซ็นต์

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME, AMEn) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แท้จริง (TME, TMEn) ของกลีเซอรินดิบที่ได้จากแหล่งผลิตไบโอดีเซลที่มีขนาดกำลังการผลิตแตกต่างกัน 3 ขนาด ดังแสดงใน Table 5 พบว่า ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME) ของกลีเซอรินดิบที่ได้จากแหล่งผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก ขนาดกลาง

ขนาดใหญ่ และกลีเซอรินบริสุทธิ์ มีค่าเท่ากับ 3,354, 3,279, 3,028 และ 2,913 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (AMEn) มีค่าเท่ากับ 3,337, 3,257, 2,993 และ 2,881 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Dozier และคณะ⁷ ที่ทำการทดลองให้อาหารที่เสริมกลีเซอรินดิบระดับ 9 เปอร์เซ็นต์กับไก่กระต่ายอายุ 42-45 วัน

พบว่ากลีเซอรินดิบมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน เท่ากับ 3,054 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม สำหรับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แท้จริง (TME) ของกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และกลีเซอริน บริสุทธิ์ มีค่าเท่ากับ 3,415 3,342 3,089 และ 2,974 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แท้จริงเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (TMEn)

Table 3 Excreta weight of as crude glycerin from 3 different sources

sources of glycerin	Feed intake	Excreta±SD
	g(DM)	
Pure glycerin	40	2.77±0.93
Crude glycerin from small	40	1.77±0.38
Crude glycerin from medium	40	1.82±0.61
Crude glycerin from large	40	2.16±0.39

¹ Rattaphum Community's Biodiesel Plant (local biodiesel plant), Rattaphum district, Songkhla province;

² Specialized R&D center for alternative energy from palm oil and oil crops, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla province;

³ New Biodiesel Co., Ltd., Suratthani province

Table 4 Layer digestibility of dry matter of crude glycerin from 3 different sources

sources of glycerin	% DM Digestibility ⁴ ±SD
Pure glycerin	93.09±2.33
Crude glycerin from small ¹	95.58±0.98
Crude glycerin from medium ²	95.45±1.53
Crude glycerin from large ³	94.61±0.96

¹ Rattaphum Community's Biodiesel Plant (local biodiesel plant), Rattaphum district, Songkhla province;

² Specialized R&D center for alternative energy from palm oil and oil crops, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla province;

³ New Biodiesel Co., Ltd., Suratthani province

⁴ %Digestibility = $(F_i \text{ (DM)} - E_{\text{feed}} \text{ (DM)} + E_{\text{fast}} \text{ (DM)}) / F_i \text{ (DM)} \times 100^5$

มีค่าเท่ากับ 3,415 3,342 3,089 และ 2,967 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ การที่ค่าพลังงานของกลีเซอรินดิบที่ได้จากแหล่งการผลิตขนาดเล็กนั้นมีค่าสูงกว่ากลีเซอรินดิบจากแหล่งการผลิตขนาดกลางและแหล่งการผลิตขนาดใหญ่ นั้น น่าจะเนื่องจากน้ำมันหมูที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตไบโอดีเซลของแหล่งการผลิตขนาดเล็กนั้นมีปริมาณของกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) สูงกว่าการใช้ไขมันปาล์มบริสุทธิ์หรือน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว8 ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวจะทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันกับด่าง (KOH, NaOH) แทนการเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชันกับไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งจะทำให้เกิดสบู่จากปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน กรดไขมันอิสระและกลีเซอไรด์ที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชัน หลงเหลืออยู่ในไบโอดีเซลและกลีเซอรินดิบในปริมาณที่สูงกว่ากลีเซอรินดิบที่ได้จากแหล่งผลิตอื่น นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ได้ของกลีเซอรินนั้นยังขึ้นอยู่กับปริมาณของเอนไซม์กลีเซอรอลคิเนส และเอนไซม์กลีเซอรอล-3-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส (glycerol-3-phosphate dehydrogenase) ที่ถูกใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของกลีเซอรินด้วย9 ดังแสดงใน Figure 1 จาก Table 5 จะเห็นว่าค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของกลีเซอรินดิบที่ได้จากแหล่งการผลิตขนาดเล็กมีแนวโน้มสูงกว่าแหล่งการผลิตอื่น ซึ่งเป็นผลมาจากไทดอลงที่รับกลีเซอรินดิบจากแหล่งการผลิตขนาดเล็กมีกระบวนการเมแทบอลิซึมของกลีเซอริน ไตรกลีเซอไรด์ และกรดไขมันสูงกว่าแหล่งอื่น ในสภาวะปกติแล้วร่างกายสัตว์จะใช้พลังงานจากโภชนาประเภทคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าร่างกายของสัตว์ตกอยู่ในสภาวะขาดอาหารเป็นระยะเวลา 2-3 วัน กลีเซอรินจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการกลูโคเนโอเจเนซิส (gluconeogenesis) ในปริมาณสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในตับ และ 38 เปอร์เซ็นต์ในกล้ามเนื้อ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของกระบวนการกลูโคเนโอเจเนซิสเมื่อร่างกายสัตว์อยู่ในสภาวะอดอาหารจะส่งผลให้เกิดกระบวนการไลโปไลซิส (lipolysis) เพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันก็จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ กลีเซอรอล คิเนส (glycerol kinase) และเอนไซม์ กลีเซอรอล-3-ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส (glycerol-

3-phosphate dehydrogenase) ให้เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน¹⁰ จึงทำให้ไทดอลงที่ทำการอดอาหารหลังได้รับกลีเซอรินดิบจากแหล่งการผลิตขนาดเล็กสามารถใช้ประโยชน์พลังงานได้พลังงานได้สูงกว่า

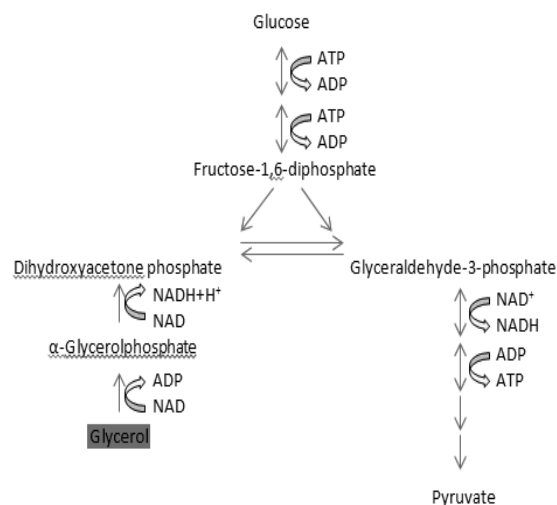


Figure 4 Metabolism of glycerin¹

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกลีเซอรินดิบในไก่ไข่เพศผู้พันธุ์ไฮเซทบราวน์จากแหล่งผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ โดยเปรียบเทียบกับกลีเซอรินบริสุทธิ์ พบว่า กลีเซอรินดิบทั้ง 3 แหล่ง และกลีเซอรินบริสุทธิ์เท่ากับ AME 3,354, 3,279, 3,028 และ 2,913 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนค่า AMEn มีค่าเท่ากับ 3,337, 3,257, 2,993 และ 2,881 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับค่า TME ของกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และกลีเซอรินบริสุทธิ์ มีค่าเท่ากับ 3,415, 3,342, 3,089 และ 2,974 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนค่า TMEEn มีค่าเท่ากับ 3,415, 3,342, 3,089 และ 2,967 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับการย่อยได้ของวัตถุดิบของกลีเซอรินดิบจากแหล่งผลิตขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และกลีเซอรินบริสุทธิ์ มีค่าเท่ากับ 95.58, 95.45, 94.61 และ 93.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 5 Apparent metabolisable energy (AME), nitrogen-corrected apparent metabolizable energy (AMEn), true metabolizable energy (TME) and nitrogen-corrected true metabolizable energy (TMEn) of crude glycerine from 3 different sources

Sources of glycerin	AME ⁴	AMEn ⁵	TME ⁶	TMEn ⁷
	(kcal/kg)±SD			
Pure glycerin	2,913±90	2,881±90	2,974±100	2,967±100
Crude glycerin from large ³	3,028±40	2,993±40	3,089±50	3,089±50
Crude glycerin from medium ²	3,279±120	3,257±120	3,342±120	3,342±120
Crude glycerin from small ¹	3,354±30	3,337±30	3,415±30	3,415±30

¹ Rattaphum Community's Biodiesel Plant (local biodiesel plant), Rattaphum district, Songkhla province;

² Specialized R&D center for alternative energy from palm oil and oil crops, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla province;

³ New Biodiesel Co., Ltd., Suratthani province

⁴ AME (kcal/g) = $(F_i - GE_f) - (E - GE_o) / Fi$ (DM)⁵

⁵ AME_n (kcal/g) = $(F_i - GE_f) - (E - GE_o) - (NR - K) / Fi$ (DM)⁵

⁶ TME (kcal/g) = $(F_i - GE_f) - (E - GE_o) - (FE_m - UF_o) / Fi$ (DM)⁵

⁷ TME_n (kcal/g) = $(F_i - GE_f) - (E - GE_o) - (FE_m - UF_o) + (NR - K) / Fi$ (DM)⁵

ข้อเสนอแนะ

1. กลิเซอรินดิบที่จะไปผสมในอาหารสัตว์ ควรจะ ต้องนำไปผ่านความร้อนไล่ความชื้นก่อน เนื่องจากกลิเซอรินดิบมีความชื้นปนเปื้อนอยู่ด้วยปริมาณหนึ่ง หากนำไปผสมกับอาหาร ปริมาณของกลิเซอรินดิบที่มีอยู่ในอาหารจะมี ปริมาณต่ำกว่าปริมาณแท้จริง อีกทั้งความชื้นที่ปนเปื้อนใน กลิเซอรินดิบอาจทำให้ค่าพลังงานรวมจากการวิเคราะห์ใน ห้องปฏิบัติการคลาดเคลื่อนจากค่าจริง และเมื่อนำค่าพลังงาน รวมจากการวิเคราะห์ใช้ในการประกอบสูตรอาหารอาจทำให้ ค่าทางโภชนาของอาหารไม่ตรงกับค่าโภชนาที่สัตว์ได้รับ

2. กลิเซอรินดิบจากแหล่งต่างๆ มีองค์ประกอบทาง เคมีที่แตกต่างกันตามวัตถุดิบ สารเคมี ชนิดของปฏิกิริยาเคมี และความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต ไบโอดีเซล ดังนั้นก่อนที่จะนำกลิเซอรินดิบจากแหล่งต่างๆไป เป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ จึงควรวิเคราะห์หาค่าความ บริสุทธิ์ ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น และค่าพลังงานของกลิเซอรินดิบที่นำมาใช้เสียก่อน

3. หากจะนำกลิเซอรินดิบมาผสมในอาหารสัตว์ ควรเลือกใช้กลิเซอรินดิบที่ได้จากแหล่งผลิตขนาดใหญ่เพราะ มีความแปรปรวน และสิ่งปนเปื้อนน้อยกว่า กลิเซอรินดิบที่ ได้จากแหล่งผลิตขนาดเล็ก และขนาดกลาง

4. ควรพิจารณาถึงต้นทุนของกลิเซอรินดิบก่อนนำ มาผสมในอาหารสัตว์ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณ ภาควิชา สัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ ที่ สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือวิจัย และขอขอบคุณบริษัท นิวไบโอดีเซลที่อนุเคราะห์ตัวอย่างกลิเซอรินดิบสำหรับการ วิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์. 3rd ed. เชียงใหม่: ธนบรรณพิมพ์; 2542. หน้า 117.
- อดิศร เศรษฐพงศ์, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. การใช้กลิเซอริน เพื่อเป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์. ว. สัตวบาล 2553; 20(91):36-41.
- Thompson JC, He BB. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feed stock. Appl. Eng. Agric 2006; 22(2): 261-265.

4. Sibbald IR. The effect of grinding on the true metabolizable energy value of hull-less barley. *Poult. Sci* 1982 Dec; 61(12): 2509-2511.
5. Settapong A, Wattanachant C. Quantitative analysis of chemical compositions from various sources of crude glycerine. *CMU.J.Nat.Sci.Special Issue on Agricultural & Natural Resources*. 2012 Sep 11(1):157-161
6. Sibbald IR. Metabolizable energy evaluation of poultry diets. In *Recent Developments in Poultry Nutrition* (eds. D.J.A Cole and W. Haresign), London: Butterworths;1989. p. 12-26.
7. Dozier WA, Kerr BJ, Corzo A, Kidd MT, Weber E, Bregendals K. Apparent metabolism energy of glycerine for broiler. *J. Poult. Sci* 2008; 87:317-322.
8. Lin MH, Romsos DR, Leveille GA. Effect of glycerol on enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken. *J. Nutr* 1976; 106:1668-1677.
9. Ma F, Clements LD, Hanna MA. 1998. The effects of catalyst, free fatty acids, and water on transesterification of beef tallow. *Trans Am Soc Agric Eng* 1998; 41:1261-4.
10. Hagopian K, Ramsey JJ, Weindruch R. Enzymes of glycerol and glyceraldehyde metabolism in mouse liver and effects of caloric restriction and age on activities. *J. Biosci* 2008; 28 : 107-115.