



การใช้กลีเซอรอลดิบที่มีเมทานอลต่ำต่อสมรรถภาพการผลิตและค่าทางเคมีในกระแสเลือดของไก่ไข่

เบญจวรรณ ปินไชย¹ อรประพันธ์ ส่งเสริม¹ และยุวเรศ เรืองพานิช^{1,*}

¹ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอลดิบที่มีเมทานอลต่ำที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม 80 เปอร์เซ็นต์และน้ำมันที่ใช่แล้ว 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และค่าทางเคมีในกระแสเลือดของไก่ไข่ โดยใช้ไก่สายพันธุ์ H&N Brown จำนวน 480 ตัว อายุ 32 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (กลุ่มละ 8 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 15 ตัว) ให้ได้รับอาหารที่มีระดับกลีเซอรอลดิบแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แบ่งการบันทึกข้อมูลสมรรถภาพการผลิตออกเป็น 4 ระยะ ระยะละ 4 สัปดาห์ (รวม 16 สัปดาห์) ทำการตรวจวัดคุณภาพไข่ในทุก 3 วันสุดท้ายของแต่ละระยะการทดลองและตรวจวัดค่าทางเคมีในกระแสเลือดของไก่ไข่เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะที่ 2 ผลการทดลองพบว่าการใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ ($P>0.05$) แต่การใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปส่งผลให้ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันสูงขึ้น ($P<0.01$) การใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับต่างๆ ในอาหาร ไม่ส่งผลต่อองค์ประกอบฟอสฟอรัสและคุณภาพไข่ ($P>0.05$) แต่พบว่าความหนาเปลือกไข่ และเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ของกลุ่มที่ใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์ลดลง ($P<0.05$) ค่ากลีเซอรอลในกระแสเลือดมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหาร ($P=0.2751$) นอกจากนี้ยังส่งผลให้ระดับกลูโคสในกระแสเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับการใช้กลีเซอรอลดิบที่เพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหารไก่ไข่สูงสุดที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์โดยไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่โดยรวม โดยการใช้กลีเซอรอลดิบควรนำปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่อยู่ในกลีเซอรอลดิบมาใช้ในการคำนวณสูตรอาหารเพื่อป้องกันปัญหาการมีระดับโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสม

คำสำคัญ: ไก่ไข่ กลีเซอรอลดิบ สมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ ค่าทางเคมีในกระแสเลือด

*ผู้รับผิดชอบบทความ

สัตวแพทยมหาวิทยาลัย. 2564. 16(1): 119-128.

E-mail address: agryos@ku.ac.th

The Utilization of Crude Glycerol with Low Methanol Content on Production Performance and Blood Chemistry of Laying Hens

Benjawan Pinchai¹, Ornrapun Songserm¹, and Yuwares Ruangpanit^{1,#}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University,
Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

Abstract: The experiment was conducted to determine the utilization of crude glycerol with low methanol content on production performance and blood chemistry of laying hens. A total of 480 laying hen, 32 WOA H&N Brown were divided into 4 dietary treatments (8 replications with 15 birds each) including 0, 2.5, 5 and 7.5 % crude glycerol respectively. Production performance was recorded for 4-4 weeks periods (a total of 16 weeks). Egg quality measurement was performed for the last 3 consecutive days of each period. Blood chemistry was analyzed at the end of period 2. There was no significant difference on production performance and egg quality among dietary treatments ($P>0.05$). However, using crude glycerol ≥ 5 % decreased average feed intake of laying hen ($P<0.01$). The use of crude glycerol at 7.5 % decreased eggshell thickness, % eggshell weight and yolk color ($P<0.05$). An increase in the level of crude glycerol in the diet numerically increased blood glycerol ($P=0.2751$) and significantly increased the level of blood glucose ($P<0.05$). From the present study, crude glycerol could be incorporated in laying hens diets up to 7.5 % without causing any negative effect of egg production and egg quality. However, the levels of sodium chloride in crude glycerol should be using to formulate the diet to obtain suitable levels of sodium chloride in the diets to prevent negative effect of excess sodium chloride in the diets.

Keywords: Laying hen, Crude glycerol, Performance, Egg quality, Blood chemistry

#Corresponding author

J. Mahanakorn Vet. Med. 2021 16(1): 119-128.

E-mail address: agryos@ku.ac.th

บทนำ

จากการที่ถ่านหินและฟอสซิลซึ่งเป็นแหล่งเชื้อเพลิงหลักมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ราคาน้ำมันแพงขึ้น ขณะที่ความต้องการเชื้อเพลิงมีมากขึ้นตามลำดับจึงได้มีการส่งเสริมให้มีการผลิตเชื้อเพลิงทางชีวภาพเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทางเลือก เช่น การผลิตไบโอดีเซลจากพืชน้ำมันและน้ำมันสัตว์ เช่น ปาล์ม

มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เมล็ดเรปซีด สนุ่นดำหรือน้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ที่ใช้แล้ว ผลิตผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตคือ กลิเซอรอลดิบ เมทานอลและสารอื่นๆ กลิเซอรอลทั้งในรูปกลีเซอรอลดิบและบริสุทธิ์นั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานแก่สัตว์ได้ โดยกลีเซอรอลจะถูกดูดซึมผ่านเซลล์เยื่อบุผนังลำไส้เล็กโดยการแพร่ (diffusion) เพื่อขนส่งเข้าสู่กระแสเลือด

และเมแทบอลิซึมที่ตับ (พัชรี และคณะ, 2551) ในสภาวะปกติเมื่อสัตว์ได้รับกลีเซอรอลจากอาหาร สัตว์จะสามารถใช้ประโยชน์กลีเซอรอลโดยผ่านวิถีไกลโคไลซิสเพื่อให้ได้พลังงาน และในสภาวะที่สัตว์อยู่ในสภาวะต้องการกลูโคสและได้รับคาร์โบไฮเดรตจากอาหารไม่เพียงพอ กลีเซอรอลจะถูกสังเคราะห์เป็นกลูโคสผ่านวิถีกลูโคนีโอเจนิซิสได้ ฉะนั้นกลีเซอรอลจึงสามารถเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกในอาหารสัตว์ได้ อย่างไรก็ตามกลีเซอรอลดิบจะมีเมทานอลปนเปื้อนอยู่ในระดับสูงส่งผลโดยตรงต่อระบบประสาทส่วนกลางและระบบทางเดินหายใจได้ (วิลาลีนี, 2546) โดยองค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration) ของสหรัฐอเมริกา มีข้อกำหนดให้มีปริมาณเมทานอลในกลีเซอรอลดิบหรือในอาหารสัตว์ไม่เกิน 150 mg/kg (Brian and Kerr, 2007) เพราะอาจก่อให้เกิดผลกระทบการทำงานของระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร และระบบสืบพันธุ์สัตว์ได้ (วิลาลีนี, 2546) ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ศึกษาการใช้กลีเซอรอลบริสุทธิ์และการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหารสัตว์ปีกที่ระดับต่างๆในอาหารไก่ไข่โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพไข่ (Nemeth *et al.*, 2013; Cufadar *et al.*, 2016; พิเชษฐ, 2562) ในงานวิจัยครั้งนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการใช้กลีเซอรอลดิบที่มีเมทานอลต่ำในการเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกในอาหารไก่ไข่ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกลีเซอรอลและกลูโคสในกระแสเลือดเพื่อให้เข้าใจข้อมูลเชิงลึกด้านการใช้ประโยชน์กลีเซอรอลในร่างกายสัตว์ปีกให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้เหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการทดลอง

จากการศึกษาในงานวิจัยก่อนหน้านี้และพบว่ากลีเซอรอลดิบที่มีเมทานอลต่ำที่ใช้ในงานทดลองครั้งนี้มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,697 Kcal/kg มีปริมาณเมทา

นอลน้อยกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ H&N Brown ที่อายุ 32 สัปดาห์ จำนวน 480 ตัว ทำการสุ่มแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 15 ตัว ทำการเลี้ยงแม่ไก่ในกรงตบจำนวน 3 ตัว/กรง ในโรงเรือนปิดที่มีระบบการระบายอากาศด้วยระบบระเหยไอน้ำ มีการจัดโปรแกรมการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวันตลอดการทดลอง มีระบบการให้น้ำดื่มอัตโนมัติแบบหัวหยด (nipple) 1 จุด/กรง ให้กินน้ำดื่มแบบเต็มตลอดระยะเวลาการทดลอง มีรางอาหารอยู่ด้านหน้ากรงโดยกันแบ่งแยกราางอาหารแต่ละกลุ่มการทดลองอย่างชัดเจน ให้อาหารเฉลี่ยตัวละ 115 กรัม/ตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง คือ เช้า เวลา 7.00 น. และบ่าย เวลา 14.00 น. โดยไก่ไข่ทั้งหมดจะได้รับอาหารทดลองต่างชนิดกันทั้งหมด 4 สูตร ก่อนบันทึกข้อมูลการทดลอง ทำการเลี้ยงไก่ไข่เพื่อปรับสภาพแม่ไก่ให้คุ้นเคยกับอาหารด้วยอาหารทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์ อาหารทดลองประกอบด้วยอาหารพื้นฐาน ข้าวโพด-กากถั่วเหลืองที่กำหนดให้มีการใช้กลีเซอรอลดิบที่มีเมทานอลต่ำที่ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ระยะการทดลอง ระยะการทดลองละ 4 สัปดาห์ รวม 16 สัปดาห์

วิธีการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์อาหารทดลอง ทำโดยการสุ่มตัวอย่างอาหารทดลอง 500 กรัม จากอาหารที่ผสมของทุกกลุ่มทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง คือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม เกลือและฟอสฟอรัส โดยวิธี proximate analysis และวิเคราะห์พลังงานรวมในอาหารโดยใช้ bomb calorimeter ตามวิธีของ A.O.A.C. (2012)

การวิเคราะห์สมรรถภาพการผลิตในแต่ละวันของการทดลอง ทำการบันทึกจำนวนไข่ทั้งหมด น้ำหนักไข่ทั้งหมด จำนวนไข่ตาย และปริมาณอาหารที่กินในแต่ละกลุ่มทดลองเพื่อนำมาคำนวณหาค่าผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่

เฉลี่ย มวลไข่ อัตราการเลี้ยงรอด ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย/ตัว/วัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่

การวิเคราะห์คุณภาพไข่และลักษณะของเปลือกไข่ เมื่อสิ้นสุดในแต่ละระยะการทดลอง ทำตรวจวัดคุณภาพไข่ 3 วันสุดท้ายของแต่ละระยะการทดลอง โดยการสุ่มเก็บไข่ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกันจากทุกกลุ่มทดลอง ซ้ำละ 3 ฟอง รวมทั้งหมด 96 ฟองในแต่ละวันเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ไข่แดง เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ ทำการวัดความสูงไข่ขาว ค่าฮอฟฟูนิต ค่าสีไข่แดงและความแข็งแรงของเปลือกไข่ โดยใช้เครื่อง Digital egg tester DET6000 วัดความหนาเปลือกไข่ด้วยเครื่อง Coolant proof micrometer และใช้เครื่องวัดสีรุ่น Miniscan EZ 4500L spectro photometer สำหรับวัดสีผิวเปลือกไข่

การวิเคราะห์ค่าทางเคมี ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเลือด โดยเจาะเลือดจากแม่ไก่อายุ 40 สัปดาห์ในช่วงเช้าของวันสุดท้ายของการเลี้ยงระยะที่ 2 ในทุกเช้า ซ้ำละ 2 ตัว รวมทั้งหมด 64 ตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างเลือดไปทำการปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกเซรัม จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณกลูโคส (Schieck *et al.*, 2010) และปริมาณกลีเซอรอลโดยชุดทดสอบ ab 65337 Free Glycerol Assay kit (Abcam)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมารวมกันแล้ว หาค่าเฉลี่ย และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ผลการทดลองและวิจารณ์

สมรรถภาพการผลิตไข่

จากการศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตในครั้งนี้ พบว่าการใช้อาหารที่มีกลีเซอรอลดิบที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,697 kcal/kg และมีเมทานอลน้อยกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ส่งผลให้อัตราการให้ผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (HD) อัตราการให้ผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มการทดลอง (HH) อัตราการเปลี่ยนอาหารต่อน้ำหนักไข่ น้ำหนักฟองไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง) มวลไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง) และอัตราการเลี้ยงรอดในแต่ละกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ Yalçın *et al.* (2010), Boso *et al.* (2013) และ Duarte *et al.* (2014) ที่ทำการทดลองพบว่าสามารถใช้กลีเซอรอลดิบสูงถึง 7.5 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารไก่ไข่ได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต นอกจากนี้ Bregendahl *et al.* (2008) ได้ทำการทดลองพบว่าสามารถใช้กลีเซอรอลดิบได้สูงสุดถึง 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต แต่การใช้ที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์จะส่งผลให้อัตราการไหลของอาหารในระบบลำไส้ของการผลิตอาหารลดลงอย่างชัดเจนและ Alvarenga *et al.* (2012) รายงานการศึกษากการใช้กลีเซอรอลดิบหลายแหล่งที่ใช้ในอาหารสัตว์ปีก พบว่ากลีเซอรอลดิบจากแหล่งที่มาแตกต่างกันมีความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีที่ค่อนข้างมาก สามารถใช้ในอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่ได้ที่ระดับ 5 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ และในอาหารนกกระทาสามารถใช้ได้สูงสุด 15 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองครั้งนี้ พบว่าการใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ส่งผลให้มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับ 0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่ใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) อาจเนื่องจากความ

น้ำหนักของอาหารส่งผลต่อปริมาณการกินของอาหาร ซึ่ง ให้มีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แต่
 แตกต่างกับ Mandalawi *et al.* (2014) ที่พบว่าการใช้ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่โดยรวมไม่ส่งผล
 กลีเซอรอลดิบในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 7 เปอร์เซ็นต์ ส่งผล กระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต

Table 1 Ingredient composition and calculated analysis of experimental diets.

Ingredient (%)	Crude glycerol (%)			
	0	2.5	5	7.5
Corn	59.36	56.45	53.54	50.62
Rice bran oil	0.92	0.84	0.76	0.68
Soybean meal (46%CP)	23.61	24.10	24.59	25.08
Canola meal	5.00	5.00	5.00	5.00
L- lysine	0.04	0.03	0.02	0.01
DL- methionine	0.26	0.26	0.26	0.27
Choline chloride (60%)	0.01	0.01	0.01	0.01
Calcium carbonate	8.84	8.84	8.83	8.83
Monocalcium phosphate	1.36	1.37	1.38	1.39
Salt	0.36	0.36	0.36	0.36
Premix ¹	0.25	0.25	0.25	0.25
Crude glycerol	0.00	2.50	5.00	7.50
Chemical analysis (%)				
GE (kcal/kg)	3,940.41	3,992.84	4,072.02	3,895.66
CP	17.68	17.76	17.44	17.61
Ash	14.20	13.21	13.97	14.76
Fat	3.46	3.31	3.20	2.94
Fiber	3.59	3.37	3.27	3.24
Calcium	4.10	3.81	4.10	4.28
Total phosphorus	0.72	0.71	0.72	0.71
Sodium	0.41	0.49	0.53	0.70

¹Vitamin and mineral premix include per kilogram of diet: vitamin A 5 IU, vitamin E 4 IU, vitamin D3 1.2 IU, vitamin K3 0.6 mg, vitamin B1 0.8 mg, vitamin B2 2 mg, vitamin B6 1.2 mg, vitamin B12 0.0025 mg, nicotinic acid 5 mg, pantothenic acid 3.760 mg, Folic 0.2 mg, biotin 0.036 mg, Manganese 24 mg, Zinc 20 mg, iron 16 mg, Copper 4 mg, Iodine 0.8 mg, Cobalt 0.080 mg, Selenium 0.040 mg.

Table 2 Effect of crude glycerol on layer performance in early egg production period (32-48 weeks of age).

Parameter	Crude glycerol (%)				SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5		
Hen day production (%)	89.58	89.59	92.32	89.34	0.0250	0.2265
Hen house production (%)	87.99	85.07	88.94	86.7	0.0295	0.3388
Average daily feed intake (g/b/d)	110.88 ^b	112.63 ^{ab}	114.30 ^a	110.92 ^b	0.2550	0.0073
Feed conversion ratio (kg feed/kg egg)	2.04	2.09	2.03	2.04	0.0532	0.5413
Egg weight (g)	60.76	60.8	60.98	60.37	0.1839	0.7264
Egg mass (g)	54.39	54.43	56.26	53.92	0.2877	0.3211
Livability (%)	99.79	98.01	99.17	98.94	0.0179	0.2973

^{a,b}Values within a row with different superscription are significantly different ($P < 0.05$)

คุณภาพของไข่และคุณลักษณะของเปลือกไข่

ผลของการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพไข่ พบว่าการใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับต่างๆ ในอาหารมีผลทำให้ค่าความแข็งแรงของเปลือกไข่ ความสูงไข่ขาว ค่าฮอฟยูนิต เปอร์เซ็นต์ไข่แดงและเปอร์เซ็นต์ไข่ขาว ในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับ Duarte *et al.* (2014) ที่พบว่าการใช้กลีเซอรอลดิบที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันถั่วเหลืองในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบฟองไข่และคุณภาพไข่ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Erol *et al.* (2009) ที่พบว่าการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหารนกกระทาที่ระดับสูงถึง 7.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ แต่เมื่อใช้ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร พบว่าส่งผลให้ค่าความสูงไข่ขาวและค่าฮอฟยูนิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

จากงานทดลองครั้งนี้พบว่าการใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ความหนาของเปลือกไข่มีค่าต่ำที่สุดและต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับกลีเซอรอลดิบ 0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่าง จากกลุ่มที่ได้รับ

กลีเซอรอลระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารขณะที่ไก่ไข่กลุ่มที่ใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์มีเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3) ซึ่งการลดลงของเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่นั้นเป็นผลต่อเนื่องมาจากการลดลงของความหนาเปลือกไข่ดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เนื่องจากกลีเซอรอลดิบมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงและในงานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้นำค่าโซเดียมคลอไรด์ไปคำนวณสูตรอาหารจึงส่งผลให้ค่าโซเดียมคลอไรด์ในอาหารสูงขึ้นตามระดับกลีเซอรอลที่เพิ่มขึ้นในอาหาร โดยโซเดียมจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ carbonic anhydrase ที่ทำหน้าที่เร่งการทำปฏิกิริยาของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเพื่อเปลี่ยนเป็นคาร์บอนเนตไอออนในกระบวนการสร้างเปลือกไข่ เมื่อปริมาณคาร์บอนเนตไอออนที่จะเข้าทำปฏิกิริยากับแคลเซียมเพื่อสร้างเปลือกไข่ลดลงจะส่งผลให้ความหนาเปลือกไข่ลดลงตามไปด้วย (Persson, 2009) แตกต่างกับ Yalçın *et al.* (2010) และ Boso *et al.* (2013) ที่พบว่าการใช้กลีเซอรอลดิบสูงสุดที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อค่าความหนาของเปลือกไข่ ($P > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองดังกล่าวนี้มีการใช้ค่าโซเดียมคลอ

ไรต์ของกลีเซอรอลดิบไปในการคำนวณสูตรอาหาร ทดลองส่งผลให้มีค่าโซเดียมคลอไรด์ในสูตรอาหาร ทดลองทุกสูตรมีค่าเท่ากันและอยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงไม่ส่งผลต่อกระบวนการสร้างเปลือกไข่ ทางด้านสีของไข่แดงพบว่ามีความแตกต่างตามระดับกลีเซอรอลดิบที่เพิ่มขึ้นในอาหาร ($P < 0.01$) เนื่องจากกลีเซอรอลดิบเป็นแหล่งพลังงานในอาหาร การใช้กลีเซอรอลดิบเพิ่มขึ้นที่ทำให้ปริมาณการใช้ข้าวโพดเป็นองค์ประกอบหลักในสูตรอาหารทดลองลดลง ส่งผลให้มีปริมาณสารสีเหลืองจากข้าวโพดที่จะนำไปผสมในไข่แดงลดลงตามปริมาณข้าวโพดที่ลดลงในสูตรอาหาร

ค่าทางเคมีในกระแสดเลือด

ผลของการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหารไก่ไข่ต่อระดับกลีเซอรอลในกระแสดเลือด พบว่ามีแนวโน้มมีปริมาณกลีเซอรอลในเลือดสูงขึ้นตามระดับการใช้

กลีเซอรอลดิบในอาหารแต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P = 0.2751$) เนื่องมาจากกลีเซอรอลอาจถูกนำไปสังเคราะห์เป็นกลูโคสเพื่อสะสมเป็นพลังงานสำรองในรูปของไกลโคเจนที่ตับและกล้ามเนื้อโดยผ่านวิถีกลูโคเนโอเจเนซิส (Kovács *et al.*, 2011) และเข้าสู่วิถีไกลโคไลซิสเพื่อสลายเป็นพลังงาน ซึ่งให้ผลต่างกับ Romano *et al.* (2014) ที่พบว่าการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีปริมาณกลีเซอรอลในกระแสดเลือดสูงขึ้น เนื่องจากโดยปกติร่างกายสัตว์จะมีกลไกการควบคุมการเปลี่ยนกลูโคสเป็นพลังงานได้ระดับหนึ่ง ดังนั้นเมื่อปริมาณกลีเซอรอลที่สูงมากเกินไป กลีเซอรอลส่วนหนึ่งถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสและส่วนที่ไม่ถูกเปลี่ยนยังคงปรากฏปริมาณกลีเซอรอลในกระแสดเลือดที่สูง

Table 3 Effect of crude glycerol on egg quality in early period.

Parameter		Crude glycerol (%)				SEM	P-value
		0	2.5	5	7.5		
Egg shell strength (kg/cm ²)		44.8	45.21	43.18	42.81	0.2983	0.2700
Albumen height (mm)		8.29	8.29	8.07	8.38	0.1263	0.6697
Hauge unit		90.5	90.34	89.14	90.87	0.3005	0.6595
Yolk color (score)		7.21 ^a	6.97 ^b	6.73 ^c	6.76 ^c	0.0722	<0.0001
Egg shell weight (%)		12.93 ^{ab}	13.04 ^a	12.74 ^{bc}	12.63 ^c	0.0176	0.0091
Yolk weight (%)		23.97	24.28	24.49	24.27	0.0186	0.2606
Albumen weight (%)		63.09	62.68	62.78	63.10	0.0145	0.6056
Egg shell thickness (mm)		0.351 ^a	0.352 ^a	0.345 ^{ab}	0.341 ^b	0.4540	0.0052
Egg shell color	Lightness (L [*])	53.96	54.07	54.60	53.58	0.1860	0.3469
	Redness (a [*])	19.69	19.83	19.53	19.74	0.1196	0.5968
	Yellowness (b [*])	28.24	28.37	28.68	28.66	0.1196	0.1681

^{a,b,c}Values within a row with different superscription are significantly different ($P < 0.05$)

Table 4 Effect of crude glycerol on blood chemistry.

Parameter	Crude glycerol (%)				SEM	P-value
	0	2.5	5	7.5		
Glycerol ($\mu\text{mol/L}$)	8.18	11.52	14.45	20.72	0.1541	0.2751
Glucose (mmol/L)	246.13 ^b	247.81 ^b	249.19 ^b	266.13 ^a	0.5636	0.0015

^{a, b} Values within a row with different superscription are significantly different ($P < 0.05$)

ผลของการใช้กลีเซอรอลดิบในอาหารไก่ไข่ต่อระดับกลูโคสในกระแสเลือด พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่มีกลีเซอรอลดิบที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดสูงสุด ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4) เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ให้โปรแกรมแสงทั้งหมด 16 ชั่วโมงต่อวัน โดยในช่วงเช้าเริ่มเปิดไฟตั้งแต่เวลา 5.00 น. พบว่ายังคงมีอาหารที่ค้ำวางเล็กน้อยและไก่ไข่จะได้กินอาหารที่ค้ำวางในรางอาหารในปริมาณที่ไม่มากนักก่อนให้อาหารช่วงเช้าเวลา 7.00 น. ขณะที่การเจาะเลือดไก่ไข่ได้ทำที่เวลา 6.00 น. ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าในร่างกายไก่ไข่จะมีระดับกลูโคสในเลือดที่ระดับหนึ่งจากการกินแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ค้ำวางในรางอาหาร และกลีเซอรอลบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับร่างกาย (McDonald, 2002) ซึ่งแตกต่างกับ Suchy et al. (2012) รายงานว่าการใช้กลีเซอรอลดิบจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลแทนน้ำมันถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ ส่งผลให้มีปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ใช้กลีเซอรอลดิบ ($P > 0.05$) อาจเนื่องมาจากโดยปกติร่างกายจะไม่เกิดวิถีกลูโคโนโอเจนิซิสและวิถีไกลโคไลซิสพร้อมกันเพราะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้นกลีเซอรอลเปลี่ยนเป็นพลังงานผ่านวิถีไกลโคไลซิสและในร่างกายมีเอนไซม์ที่เป็นจุดควบคุมอัตราเร็วของการเกิดวิถีไกลโคไลซิสทำให้ร่างกายมีระดับกลูโคสที่เหมาะสม (Mathews, 1990)

สรุป

การใช้กลีเซอรอลดิบจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลที่มีเมทานอลต่ำในอาหารไก่ไข่สามารถใช้ได้สูงสุดที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่โดยรวม แต่การใช้กลีเซอรอลดิบที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์โดยไม่นำค่าโซเดียมคลอไรด์มาใช้ในการคำนวณสูตรอาหารจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเปลือกไข่ การใช้กลีเซอรอลดิบส่งผลให้ปริมาณกลูโคสและกลีเซอรอลในกระแสเลือด ไก่ไข่สูงขึ้นตามระดับกลีเซอรอลดิบในอาหารแสดงให้เห็นว่ากลีเซอรอลสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับสัตว์ปีกได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) สำหรับทุนวิจัย ศูนย์การเรียนรู้วิชาการด้านสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และบุคลากรในการเลี้ยงไก่ไข่เพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิต ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพไข่

เอกสารอ้างอิง

พิเชษฐ ศรีบุญยงค์. 2562. การใช้กลีเซอรอลจากการผลิตไบโอดีเซลเป็นแหล่งพลังงานในอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

- พัชรี บุญศิริ, เปรมใจ อารีจิตรานุสรณ์, อุบล ชำอ่อน และ ปิติ ฐวจิตต์. 2551. ตำราชีวเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 5. ภาคชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น.
- วิลาสินี หิรัญพานิช. 2546. เอกสารประกอบการสอน วิชาพิษวิทยา (Toxicology). ภาควิทยาศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.
- Alvarenga, R. R., E. M. C. Lima, M. G. Zangeronimo, P. B. Rodrigues, and V. M. P. Bernardino. 2012. Use of glycerine in poultry diets. *Poult. Sci. J.* 68: 637-644.
- A.O.A.C. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- Boso, K. M. O., A. E. Murakami, C. R. A. Duarte, G. R. Nascimento, P. T. Matumoto-pintro, and I. C. Ospina-Rojas. 2013. Fatty acid profile, performance and quality of eggs from laying hens fed with crude vegetable glycerine. *Poult. Sci.* 12: 341-347.
- Bregendahl, K., P. J. Lammers, B. Kerr, M. S. Honeyman, and K. J. Stalder. 2008. Metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. *Animal Industry Report*. AS 654, ASL R2333.
- Brian J. Kerr. 2007. Feeding Bioenergy Coproducts to Swine. *IPIC 11b* December 2007.
- Cherian K. Mathews, Christopher K. Mathews, and Kensal Edward Van Holde. 1990. *Biochemistry*. Benjamin/Cummings Publishing Company. 1129 p.
- Cufadar, Y., R. Gocmen, and G. Kanbur. 2016. The effect of replacing soya bean oil with glycerol in diets on performance, egg quality and egg fatty acid composition in laying hens. *The Animal Consortium* 2015. 10(1): 19-24.
- Duarte, C. R. A., A. E. Murakami, K. M. O. Boso, C. Eyng, I. C. Ospina-Rojas, and P. T. Matumoto-Pintro. 2014. Mixed crude glycerin in laying hen diets: live performance and egg quality and fatty acid profile. *Brazil. J. Poult. Sci.* 16: 351-358.
- Erol, H., S. Yalcin, and M. Midilli. 2009. The effects of dietary glycerol on growth and laying performance, egg traits and some blood biochemical parameters in quails. *Revue Méd. Vét.* 160(10): 469-476.
- Kovács, P., E. Zsedely, A. Kovács, G. Virág, and J. Schmidt. 2011. Apparent digestible and metabolizable energy content of glycerol in feed of growing pigs. *Livest. Sci.* 142: 229-234.
- Mandalawi, H. A., M. V. Kimiaieitalab, V. Obregon, D. Menoyo, and G. G. Mateos. 2014. Influence of source and level of glycerin in the diet on growth performance, liver characteristics, and nutrient digestibility in broilers from hatching to 21 days of age. *Poult. Sci.* 93: 2855-2863.
- Mcdonald, P., R A Edwards, J F D Greenhalgh, and C A morgan. 2002. *Animal nutrition*. 6th ed. Pearson Education Limited. Edinburgh Gate Harlow. UK. 693 p.
- Nemeth, K., E. Zsedely, and J. Schmidt. 2013. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. *Annals of Animal Science*. 13: 829-836.

- Persson, K. 2009. The effect of sodium chloride on eggshell quality in laying hens - A Review. SLU, Uppsala.
- Romano, G. G., J. F. M. Menten, L. W. Freitas, M. B. Lima, R. Perira, K. C. Zavarize, and C. T. S. Dias. 2014. Effects of glycerol on the metabolism of broilers fed increasing glycerine levels. ISSN. 16: 97-106.
- Schieck, S., L. Johnston, B. Kerr, S. Baidoo and J. Shurson. 2010. Use of crude glycerol, a biodiesel co-product, in diets for lactating sows. Final report to Minnesota Pork Board 2009.
- Suchý, P., E. Strakova, L. Kroupa, and I. Herzig. 2012. The effect of replacing soybean oil with glycerol in feeding mixtures designed for utility layers on their production and state of health. ISSN. 0003-9438.
- Yalçın, S., H. Erol, B. Özsoy, İ. Onbaşılar, S. Yalçın, and A. Üner. 2010. Effects of glycerol on performance, egg traits, some blood parameters and antibody production to SRBC of laying hens. Livestock Science. 129: 129-134.

