

การเสริมไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสมในอาหารโคนมต่อ ค่าองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในหลอดทดลอง

Supplementation of bypass fat from mixed oil in dairy cow diets on chemical composition and In vitro digestibility

ประวิทย์ ห่านไต้¹, ณรภมล เล่าห์รอดพันธ์^{4,2}, สอนทยา นุ่มท้วม^{1,2},
เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ³ และ วันดี ทาตระกุล^{1,2*}

Prawit Hantai¹, Norakamol Laorodphan^{4,2}, Sonthaya Numthuum^{1,2}

Saowaluck Yammuen-art³ and Wandee Tartrakoon^{1,2*}

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการเสริมไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสมในอาหารโคนมต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีและประเมินค่าการย่อยสลายในหลอดทดลองรวมทั้งหาค่าการย่อยสลายในกระเพาะหมักโดยวิธี *in vitro* gas production technique โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) แบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลอง และทุกกลุ่มการทดลองให้อาหารชั้นที่มีโปรตีนที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันที่ใช้ประกอบด้วย น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil; SBO) น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (palm kernel oil; PKO) น้ำมันปาล์มดิบ (crude palm oil; CPO) รวมทั้งผสมสารกันหืน Butylated hydroxytoluene (BHT) ในน้ำมันผสมทุกชนิด 1% ได้แก่ ควบคุม (T1) มีการใช้ไขมันไหลผ่านจาก SBO กลุ่มที่ 2 (T2) มีการใช้ไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสม PKO 25% : CPO 50% : SBO 24% กลุ่มที่ 3 (T3) มีการใช้ไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสม PKO 50% : CPO 25% : SBO 24% กลุ่มที่ 4 (T4) มีการใช้ไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสม PKO 75% : SBO 24% จากนั้นนำวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและวัดค่าการย่อยได้โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊ส ผลการทดลองพบว่า วัดดูแห่งของอาหารทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 86.32 - 89.95 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบมีค่าอยู่ระหว่าง 21.39 - 22.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณแก๊สในหลอดทดลองที่ชั่วโมงต่างๆ, ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME), การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ (OMD) และปริมาณกรดไขมันระเหยได้ (SCFA) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้การเสริมไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสมทั้ง 4 สูตรในอาหารที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองของอินทรีย์วัตถุในอาหาร

คำสำคัญ: ไขมันไหลผ่าน, การย่อยได้ในหลอดทดลอง, ปริมาณแก๊สสะสม

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000

Division of Animal Science and Feed Technology, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

² สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมและการเกษตรและปศุสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000

Center of Excellence for Agricultural and Livestock Innovations, Faculty of Agriculture Natural Resource and Environment, Naresuan University, 65000

³ ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

Department of Animal and Aquatic Science Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

⁴ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 65000

Faculty of Food and Agricultural technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, 65000

* Corresponding author: wandee@nu.ac.th

ABSTRACT: This study aimed to investigate the effect of by-pass fat supplementation in dairy cow diet on chemical composition and *in vitro* digestibility. Completely Randomized Design (CRD) was used as experimental design. The dietary treatments were divided into 4 treatments and all the experimental groups received a 20 % protein concentrate diet contained with different mixed oil prepared in form of bypass fat or Ca-salt. The control ration was mixed with ca-salt from soybean oil (SBO) and Butylated hydroxytoluene (BHT) (99:1) (T1), Treatment 2, 3 and 4 were used Ca-salt from mixed oil of palm kernel oil (PKO) + crude palm oil (CPO) + soybean oil (SBO) + Butylated hydroxytoluene (BHT) at the ratio of 25:50:24:1, 50:25:24:1 and 75:0:24:1, respectively. The results showed that dry matter composition of experimental diet ranged from 86.32 to 89.95 % and crude protein ranged from 21.39 to 22.08 %. The gas accumulation of experimental diets incubated with rumen fluid at 2, 4, 8, 10, 12, 24, 48, 72 and 96 hrs. were not affected by treatments. Furthermore, metabolizable energy (ME), organic matter digestibility (OMD) and short chain fatty acid (SCFA) were not significantly different ($P>0.05$). According to the results of this research, it is suggested that the supplementation in dairy cow diet with 3% bypass fat from all formula of mixed oil would be suitable without any negative effects on *in vitro* digestibility.

Keywords: Bypass fat, *In vitro* digestibility, Cumulative gas production

บทนำ

แหล่งพลังงานสำหรับโคมีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตทั้งในด้านการผลิตน้ำนมของโคนมและการสร้างไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคเนื้อ แต่การใช้แหล่งพลังงานหรือไขมันจำนวนมากจะส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยเซลลูโลส (cellulolytic bacteria) (Russell, 1987) ทำให้การย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารหยาบลดลงจะส่งผลเสียต่อการให้ผลผลิตและสุขภาพของโค (เมธา, 2533) จากปัญหาดังกล่าว จึงมีการศึกษาการป้องกันไขมันที่จะช่วยเพิ่มพลังงานในอาหารที่ไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน การใช้ไขมันไหลผ่านนั้นยังส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของตัวสัตว์ (Ganjkanlou et al., 2009) ไขมันไหลผ่านเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ bypass fat, rumen protected fat และ inert fat การทำไขมันไหลผ่านจากกระบวนการที่นิยมนำมาใช้มากที่สุดคือ calcium salt of fatty acids (Schauff and Clark, 1989) แหล่งของน้ำมันที่นำสนใจนำมาเสริมในอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง คือ การใช้น้ำมันจากปาล์มจึงอาจเป็นทางเลือกที่เหมาะสมเนื่องจากประเทศไทยผลิตปาล์มได้มากขึ้น มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น ประกอบกับราคาปาล์มสดลดลงตามแนวโน้มตลาดพืชน้ำมันของโลก (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) และเนื่องจากน้ำมันปาล์มมีองค์ประกอบของกรดไขมันในกลุ่มของ palmitic acid (C16:0) 44 % stearic acid (C18:0)

4.5 % myristic acid (C14:0) 1.1 %, oleic acid (C18:1) 39.2 % และ linoleic acid (C18:2) 10.1 % ส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acids) (Edem, 2002) ซึ่งกรดไขมันกลุ่มดังกล่าวเป็นแหล่งของกรดไขมันสายยาว (Long Chain Fatty Acid; LCFA) ซึ่งสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีการให้ผลผลิตน้ำนมจะนำสังเคราะห์เป็นไขมันในน้ำนมถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (Riis et al., 1960) ดังนั้นในการศึกษาจึงมีการใช้ไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสมเพื่อนำไปทดสอบองค์ประกอบทางเคมีและการประเมินการย่อยได้ในหลอดทดลองก่อนนำไปทำการศึกษาในตัวสัตว์ต่อไป

วิธีการศึกษา

การวิจัยในสัตว์ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่อการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ NU-AG590710 วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลอง และทุกกลุ่มการทดลองให้อาหารชั้นที่มีโปรตีนที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยในอาหารชั้นประกอบด้วย มันเส้น รำละเอียด กากถั่วเหลือง กากน้ำตาล ยูเรีย เกลือ DCP และ กำมะถัน ดังแสดงใน Table 1 น้ำมันที่ใช้ประกอบด้วย น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil; SBO) น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (palm kernel oil; PKO) น้ำมันปาล์มดิบ (crude palm oil; CPO) รวมทั้งผสมสารกันหืน Butylated

hydroxytoluene (BHT) ในน้ำมันผสมทุกชนิด 1% ได้แก่ ควบคุม (T1) มีการใช้ไขมันไหลผ่านจาก SBO กลุ่มที่ 2 (T2) มีการใช้ไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสม PKO 25% : CPO 50% : SBO 24% กลุ่มที่ 3 (T3) มีการใช้ไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสม PKO 50% : CPO 25% : SBO 24% กลุ่มที่ 4 (T4) มีการใช้ไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสม PKO 75% : SBO 24% โดยการเตรียมไขมันไหลผ่านมีการใช้น้ำมันผสมในอัตราส่วนดังกล่าว จากนั้นเติม NaOH ที่มีความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วเติม CaCl_2 ที่มีความเข้มข้น 35 เปอร์เซ็นต์ นำตัวอย่างเซลล์เซียมไซที่ได้มากรองผ่านตะแกรงและนำตัวอย่างที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิตั้งแต่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาบด ผสมในอาหารทดลองที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ และทำการสุ่มตัวอย่างอาหารมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีน หยาบ และไขมันหยาบ โดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 2000)

ทำการเก็บของเหลวจากการเปิดท่ออาหารถาวรภายในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองที่เจาะกระเพาะติดท่ออาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน (rumen fistulated Thai native cattle) เพศผู้ จำนวน 4 ตัว อายุ 8-10 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 263 ± 12 กก. ที่ได้รับอาหารชั้นที่มีโปรตีนที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ วันละ 1 กก. และอาหารหยาบเป็นฟางข้าวให้กินเต็มที่ (ad libitum) ได้รับอาหารวันละ 2 ช่วงคือ 7:00 น. และ 17:00 น. ทำการศึกษาจุลพลศาสตร์การผลิตแก๊สเพื่อประเมินการย่อยได้ของอาหารทดลองตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Blümmel et al. (1997) โดยการบ่มสารละลาย rumen liquor buffer จำนวน 30 มล. ลงในหลอดที่มีตัวอย่างอาหารบดผ่านตะแกรง 1 มม. ประมาณ 200 มก. นำไป incubate ที่อุณหภูมิ 39 องศา อ่านค่าแก๊สที่เวลา 2, 4, 8, 10, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชม. จากนั้นนำมาคำนวณค่าแก๊สสุทธิ, ค่าพลังงานเมตาบอไลท์ (ME), การย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (OMD) ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (SCFA) ตามวิธีของ Blümmel and Ørskov (1993) จากสูตร

$$\text{Gb} \text{ (ml/200 mg DM, 24 hr)} = \frac{[(V_{24} - V_0 - \text{Gb}_0) \times 200 \times (F_H + F_c) / 2]}{W}$$

$$\text{Metabolizable energy: (ME, MJ/Kg DM)} = 2.20 + 0.136\text{Gv} + 0.057\text{CP} + 0.0029\text{CF}$$

$$\text{Organic matter digestibility: (OMD \%)} = 14.88 + 0.88\text{Gv} + 0.45\text{CP} + 0.651\text{XA}$$

$$\text{Short chain fatty acid (SCFA, mol)} = 0.0239\text{Gv} - 0.0601$$

เมื่อ Gb = ปริมาณแก๊สสุทธิที่วัดได้ (มิลลิลิตร) เมื่อหมักที่ 24 ชั่วโมง

V = ปริมาณส่วนผสมทั้งหมด (มิลลิลิตร) เมื่อหมักที่ 24 ชั่วโมง

V₀ = ปริมาณส่วนผสมทั้งหมด (มิลลิลิตร) ที่อ่านก่อนหมัก

Gb₀ = ค่าเฉลี่ยของแก๊สที่เกิดขึ้น (มิลลิลิตร) ในหลอด blank ที่ 24 ชั่วโมง

F_H = ค่า roughage correction factor คำนวณจาก $49.61 / (\text{Gb}_H - \text{Gb}_0)$

F_c = ค่า concentrate correction factor คำนวณจาก $65.18 / (\text{Gb}_c - \text{Gb}_0)$

Gb_H = ค่าเฉลี่ยของแก๊สเมื่อหมักตัวอย่างอาหารหยาบมาตรฐานที่ 24 ชั่วโมง (มิลลิลิตร)

Gb_c = ค่าเฉลี่ยของแก๊ส (มิลลิลิตร) เมื่อหมักตัวอย่างอาหารชั้นมาตรฐานที่ 24 ชั่วโมง

W = น้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ตั้งสมการในข้างต้น คือ

เมื่อ OM = อินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ (digestibility of organic matter)

ME = พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy)

Gb = ปริมาณแก๊สสุทธิที่วัดได้ (มิลลิลิตร) เมื่อ incubate ที่ 24 ชั่วโมง

XP = ปริมาณโปรตีนโดยรวม (กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)

XL = ปริมาณไขมันโดยรวม (กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)

XA = ปริมาณเถ้า (กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 19

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (Table 2) พบว่า ค่าโปรตีนหยาบมีค่าอยู่ระหว่าง 21.39 - 22.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการคำนวณ เป็นผลมาจากความแปรปรวนของวัตถุดิบ

ของอาหารสัตว์ที่นำมาใช้ในการผสมอาหารทดลอง นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลองสูงกว่าระดับที่ใช้ในโคเนื้อ เนื่องจากเป็นการประเมินการประเมินการย่อยได้ในหลอดทดลองของอาหารทดลองก่อนนำไปศึกษาต่อในโครีดนม

Table 1 Ingredient of experimental diets

| Ingredients | Percentage (%) | | | |
|--|----------------|-------------|-------------|-------------|
| | Treatment 1 | Treatment 2 | Treatment 3 | Treatment 4 |
| Cassava meal | 61.2 | 61.2 | 61.2 | 61.2 |
| Rice bran | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| Molasses | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Soybean meal | 27.6 | 27.6 | 27.6 | 27.6 |
| Urea | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| Premix | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Dicalcium Phosphate | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Sulphur | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Salt | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Calcium salt of SBO | 3 | - | - | - |
| Calcium salt of PKO+CPO+SBO (25:50:24) | - | 3 | - | - |
| Calcium salt of PKO+CPO+SBO (50:25:24) | - | - | 3 | - |
| Calcium salt of PKO+SBO (75:24) | - | - | - | 3 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

T1 = Soybean oil (SBO) 99%: Butylated hydroxytoluene (BHT)1%, T2= Palm kernel oil (PKO) 25%, Crude palm oil (CPO) 50%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%, T3= Palm kernel oil (PKO) 50%, crude palm oil (CPO) 25%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%, T4= Palm kernel oil (PKO) 75%, crude palm oil (CPO) 0%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%

Table 2 Chemical composition of the experimental diets

| Item (%) | Treatment | | | |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Dry matter | 86.32 | 88.59 | 87.31 | 89.95 |
| Organic matter | 77.09 | 80.95 | 78.30 | 79.86 |
| Crude protein | 21.39 | 21.53 | 21.81 | 22.08 |
| Ether extract | 1.71 | 1.62 | 1.56 | 1.23 |
| Nitrogen free extract | 66.51 | 66.60 | 66.28 | 65.95 |
| Gross energy (Kcal/KgDM) | 4,418 | 5,115 | 5,356 | 3,907 |

T1 = Soybean oil (SBO) 99%: Butylated hydroxytoluene (BHT)1%, T2= Palm kernel oil (PKO) 25%, Crude palm oil (CPO) 50%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%, T3= Palm kernel oil (PKO) 50%, crude palm oil (CPO) 25%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%, T4= Palm kernel oil (PKO) 75%, crude palm oil (CPO) 0%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%

จากการศึกษาปริมาณแก๊สสะสม (Table 3) พบว่า แก๊สสะสมที่ชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 10, 12, 24, 48, 72 และ 96 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ปริมาณแก๊สสะสมที่ชั่วโมงที่ 12 อยู่ในช่วง 27.68-30.18 มิลลิลิตร ปริมาณแก๊สสะสมใกล้เคียงกับการเสริมไขมันจากสัตว์ น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันดอกทานตะวันซึ่งมีปริมาณแก๊สสะสมอยู่ในช่วง 30 มิลลิลิตร (ณ พงศ์พจน์และคณะ, 2561) ปริมาณแก๊สสะสมที่ชั่วโมงที่ 24 อยู่ในช่วง 45.57-64.40 มิลลิลิตร มีปริมาณของแก๊สสะสมต่ำกว่าการใช้ น้ำมันลินซีดที่ระดับ 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (78.25 และ 79.25 เปอร์เซ็นต์) (Gawad et al., 2015) สอดคล้องกับ Mohammadian-Tabrizi et al. (2011) ไขมันที่ได้รับการป้องกันจะส่งผลให้มีการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนต่ำและส่งผลให้มีการผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นลงไปด้วยอีกทั้งการใช้ไขมันในรูปของกรดไขมันสายยาว (long chain fatty acids) และกรดไขมันอิสระจะลดการผลิตแก๊สในช่วงการหมักย่อย ณ ชั่วโมงต่าง ๆ (Palizdar et al., 2012) นอกจากนี้ยังพบว่า

ระดับของโปรตีนสูงส่งผลให้มีปริมาณแก๊สในการหมักย่อยของกระเพาะรูเมนลดลงเนื่องจากระดับของโปรตีนมีผลต่อปริมาณแบง์ในอาหาร (Maccarana et al., 2016) ในส่วนของ Metabolizable energy (ME, MJ/Kg DM) ค่า Organic matter digestibility (OMD, %) และค่า Short chain fatty acid (SCFA, mol) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่า Short chain fatty acid (SCFA, mol) จากการทดลองอยู่ที่ช่วง 1.03-1.36 mol/L สูงกว่าการรายงานของ คมนพรและคณะ (2560) มีค่า SCFA อยู่ที่ 0.74-0.84 mol/L อาจเนื่องมาจากอาหารทดลองมีส่วนที่สามารถย่อยได้สูง จุลินทรีย์จึงสามารถย่อยได้ดี ส่งผลทำให้มีการผลิตอะซิเตท โพรพิโอเนท และ บิวทีเรท ในปริมาณสูงส่งผลต่อค่า SCFA ที่สูง ซึ่งส่งผลต่อการให้ผลผลิต เช่น ปริมาณน้ำนม (คมนพรและคณะ, 2560) และปริมาณของ SCFA ของอาหารทดลองอยู่ในระดับปกติ ซึ่งระดับความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของโคควรมีค่าอยู่ในช่วง 0.7-1.3 mol/L (France and Siddons, 1993)

Table 3 Study on gas accumulation, estimated organic matter digestion, metabolizable energy and short chain fatty acids of the experimental diets

| Gas accumulation (hrs.) | Treatment | | | | SEM | P-value |
|----------------------------------|-----------|-------|-------|-------|------|---------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | | |
| 2 | 4.65 | 6.01 | 3.62 | 4.51 | 0.54 | 0.48 |
| 4 | 6.20 | 6.01 | 6.40 | 6.38 | 0.46 | 0.99 |
| 8 | 14.95 | 15.29 | 14.75 | 12.21 | 1.00 | 0.74 |
| 10 | 20.87 | 19.65 | 20.59 | 20.49 | 0.64 | 0.94 |
| 12 | 30.18 | 28.39 | 29.22 | 27.68 | 0.69 | 0.67 |
| 24 | 59.51 | 45.57 | 64.40 | 49.55 | 3.85 | 0.35 |
| 48 | 67.40 | 56.76 | 77.19 | 58.86 | 4.16 | 0.40 |
| 72 | 73.89 | 63.01 | 68.45 | 67.68 | 5.25 | 0.93 |
| 96 | 75.01 | 64.39 | 70.12 | 69.27 | 5.07 | 0.93 |
| Estimated parameters | | | | | | |
| Metabolizable energy (MJ/Kg) | 11.52 | 9.64 | 10.72 | 10.32 | 0.54 | 0.72 |
| Organic matter digestibility (%) | 84.60 | 71.82 | 79.55 | 78.35 | 3.39 | 0.67 |
| Short chain fatty acid (mol) | 1.36 | 1.03 | 1.22 | 1.12 | 0.01 | 0.70 |

T1 = Soybean oil (SBO) 99%: Butylated hydroxytoluene (BHT)1%, T2= Palm kernel oil (PKO) 25%, Crude palm oil (CPO) 50%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%, T3= Palm kernel oil (PKO) 50%, crude palm oil (CPO) 25%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%, T4= Palm kernel oil (PKO) 75%, crude palm oil (CPO) 0%, Soybean oil (SBO) 24%, Butylated hydroxytoluene (BHT) 1%

ค่า OMD มีค่าอยู่ในช่วง 71.82-84.60 เปอร์เซ็นต์ซึ่งสูงกว่าการเสริมไขมันสัตว์ น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันดอกทานตะวันซึ่งมีค่า OMD อยู่ที่ 58.23, 58.48, 58.15 และ 58.06 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ณพพงศ์พจน์และคณะ, 2561) อาจเป็นผลมาจากระดับของโปรตีนในอาหารทดลองอยู่ในระดับสูง (21.39 - 22.08 เปอร์เซ็นต์) ประกอบกับอาหารทดลองมีแป้งและน้ำตาลสูง จึงทำให้ ค่า OMD สูงกว่างานทดลองอื่น (นฤมลและคณะ, 2545) ส่วนค่า Metabolizable energy สูงขึ้นมีปริมาณอยู่ที่ 9.64-11.52 MJ/Kg DM สูงกว่ากับการเสริมไขมันสัตว์ (5.36-10.41 MJ/Kg) และการเสริมน้ำมันปาล์ม (5.40-10.77 MJ/Kg) (Mohammadian-Tabrizi et al., 2011) และประกอบกับอาหารทดลองมีปริมาณของ Nitrogen free extract (NFE) อยู่ในช่วง 65.95-66.60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าการรายงานของ Lunagariya et al. (2017) มีปริมาณ Nitrogen free extract (NFE) ในอาหารอยู่ที่ 59.79 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลให้มีการหมักย่อยได้ดี (Getachew et al., 2003) และค่า Metabolizable energy (9.64-11.52 MJ/Kg DM) เพียงพอต่อความต้องการของโคนมระยะให้นม ซึ่งโคนมในระยะให้ผลผลิตจะต้องได้รับ Metabolizable energy ในระดับ 9.57-10.46 MJ/day (NRC, 2001)

สรุป

การเสริมไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสมทั้ง 4 สูตรในสูตรอาหารที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลกระทบต่อการย่อยได้ในหลอดทดลองและยังส่งผลให้มีปริมาณของ Metabolizable energy อยู่ในระดับที่สูงซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของโคนมในระยะให้นมและการเสริมไขมันไหลผ่านจากน้ำมันผสมยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเป็นแหล่งของไขมันและพลังงานสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องในระยะให้ผลผลิตโดยทำการทดลองในตัวสัตว์ต่อไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2560 ในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ณพพงศ์พจน์ สุภาพ, ฉลอง วชิราภากร, ไชยพัศร์ อารยศวิทยากุล และจันทิรา วงศ์เนตร. 2561. ผลของแหล่งน้ำมันต่อการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง การย่อยได้ และผลผลิตจากกระบวนการหมักในโคนมลูกผสมไทยฟรีเซียน. วารสารเกษตรพระวรุณ. 15(1): 248-259.
- เมธา วรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. กรุงเทพฯ :พินิจพับลิชชิง.
- นฤมล สุมาลี, โชค มิเกล็ด, เทอดชัย เวียรศิลป์, เกียรติศักดิ์ ไชยโรจน์ และ เอกสิทธิ์ สมคุณา. 2545. การหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ในอาหารโคนมโดยใช้เทคนิคการวัดแก๊สแบบไฮเซนไฮม์. 18(2): 129-134.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2560. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- ศมนพร วงศ์เวียน, ศิริรัตน์ บัวผัน และ เลอชาติ บุญเอก. 2560. ผลของสารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอสในอาหารโคนมต่อผลผลิตแก๊สและการย่อยได้ในหลอดทดลอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 48 (2): 169-175.
- AOAC. 2000. Office Methods of Analysis. Association of official analytical chemists. Washington, DC.

- Blümmel, M., H. Steingas, and K. Becker. 1997. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *Br. J. Nutr.* 77: 911–921.
- Bluemmel, M. and E. R. Orskov. 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Tech.* 40: 109-119.
- Corley, R. H. V. and P. B. H. Tinker. 2015. *The Oil Palm*, 5th Edition, Wiley-Blackwell, Malden, USA
- Edem, D. O. 2002. Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: A review. *Plant Foods Hum. Nutr.* 57: 319–341.
- France, J, and Siddons R. C. 1993. Volatile fatty acid production. *Quantitative Aspects Ruminant Digestion and Metabolism*. Forbes JM, France J, editors. C. A. B. International; Willingford, UK: p. 107–122.
- Ganj Khanlou, M., K. Rezayazdi, G. R. Ghorbani, H.D. Banadaky, H. Morraveg and W. Z. Yang, 2009. Effects of protected fat supplements on production of early lactation Holstein cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 154: 276-283.
- Gawad, R. M. A., H. M. Kattab, M. Strabel, S. A. Abo El-Nor, A. Cieslak, P. Zmora, M. Elnashar, H. El-Sayed and S. M. Kolif. 2015. Effect of different level from linseed oil and linseed oil beads on rumen fermentation and microbial parameters using gas production system and rumen simulation technique. *Asian. J. Anim. Vet. Adv.* 10(3): 97-118.
- Getachew, G., P. H. Robin, E. J. Depeters and S. J. Talor. 2003. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. *Past* 57-71.
- Lunagariya, P. M., R. S. Gupta and S. Parnerkar. 2017. *In vitro* evaluation of total mixed ration supplemented with exogenous fibrolytic enzymes for crossbred cows. *Vet. World.* 10(3): 281-285.
- Maccarana, L., M. Cattani, F. Tagliapietra, L. Bailoni and S. Schiavon. 2016. Influence of main dietary chemical constituents on the *in vitro* gas and methane production in diets for dairy cows. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 7(54): 1-8.
- Mohammadian-Tabrizi, H. R., H. Sadeghipanah, M. Chamani, Y. Ebrahim-Nejad and H. Fazaeli. 2011. *In vitro* gas production of wheat grain flour coated with different fat types and levels. *Afr. J. Biotechnol.* 10(39): 7710-7716.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements for Dairy Cattle*. 7th revised edition, National Academic Press, Washington, DC.
- Palizdar, M. H., H. Sadeghipanah, H. Amanlou, M. Mohammadian-Tabrizi and A. S. Amiri. 2012. Investigation of Digestion kinetics and gas production of fat coated protein sources using *in vitro* gas production technique. *Res. Opin. Anim. Vet. Sci.* 2(5): 372-376.
- Riis, P. M. L., R. Jack and K. Max. 1960. The role of plasma lipids in transport of fatty acid for butterfat formation. *Am. J. Physiol.* 198: 45.

- Russell, J. B. 1987. Effect of extracellular pH on growth and proton motive force of *Bacteroides succinogenes*, a cellulolytic ruminal bacterium. Appl Environ Microbiol. 53(10): 2379-2383.
- Schauff, D. J. and J. H. Clark. 1989. Effects of pilled fatty acids and calcium salts of fatty acids on rumen fermentation, nutrient digestibility, milk production, and milk composition. J. Dairy Sci. 72: 917-927.
- Steel R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd Edition. McGraw-Hill. NY.