

ผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยใบชายาบต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส ความสามารถในการย่อยได้ และกระบวนการหมักโดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊ส ในหลอดทดลอง

Effect of replacing soybean meal by Chaya leaves meal on gas
production kinetics, digestibility and rumen fermentation using
in vitro gas production technique

สุบรรณ ฝอยกลาง^{1*}, ศรีัญญา ม่วงทิพย์มัลย์¹, ตะวัน คำภีร์¹, จุฑารักษ์ กิตติยานุภาพ¹,
ชุติกัญจน์ ศรีทองแดง¹, เมธา วรรณพัฒน์², อานนท์ ปะเสระกัง¹ และ อนุสรณ์ เชิดทอง²

Suban Foiklang^{1*}, Saranya Maungthipmalai¹, Tawan Kumpee¹,

Jutharak Gitiyanuphap¹, Chutikan Sonthongdaeng¹, Metha Wanapat²,

Anon Paserakung¹ and Anusorn Cherdthong²

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ใบชายาบทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้น โดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทำการศึกษา 5 ทรีทเมนต์ ซึ่งใช้ใบชายาบ (CLM) ทดแทนกากถั่วเหลือง (SBM) ในสัดส่วน SBM:CLM ที่ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ การใช้ใบชายาบทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารข้นส่งผลต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยค่า a, b และ a+b มีค่าเพิ่มขึ้นส่วนค่า c มีค่าลดลง ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณแก๊สสะสมที่ 96 h กลุ่ม SBM:CLM ที่ 50:50, 25:75 และ 0:100 มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลอง (IVOMD) ในช่วงเวลาที่ 12 กลุ่มที่ใช้สัดส่วน SBM:CLM ที่ 50:50 มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) และในช่วงเวลาที่ 24 ในกลุ่มที่ใช้สัดส่วน SBM:CLM ที่ 50:50, 25:75 และ 0:100 มีค่า IVOMD สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) โดยมีค่าอยู่ที่ 84.2, 85.1 และ 84.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยใบชายาบ 100% ค่าความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่าสูงที่สุดโดยมีค่าอยู่ที่ 17.3 mg/dL ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) จากข้อมูลผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยใบชายาบ สามารถช่วยปรับปรุงกระบวนการหมัก จลนศาสตร์การผลิตแก๊สและการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลอง จึงควรมีการวิจัยเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะงานวิจัยที่ศึกษาผลต่อสมรรถภาพการผลิตในโคเนื้อและโคนม

คำสำคัญ: ใบชายาบ, ความสามารถในการย่อยได้, จลนศาสตร์การผลิตแก๊ส, เทคนิคแก๊สในหลอดทดลอง

¹ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Tropical Feed Resources Research and Development Center (TROFREC) Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

* Corresponding author: bungung@hotmail.com

ABSTRACT: This study aimed to investigate the effect of replacing soybean meal (SBM) by chaya leave meal (CLM) in concentrate mixture using *in vitro* gas production technique. Completely randomized design (CRD) was used to evaluate five treatments of SBM: CLM ratios at 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100, respectively. Replacing SBM by CLM in concentrate mixture revealed that gas production kinetics (a, b, a+b) was increased while “c” was decreased. Moreover, cumulative gas production at 96 h of SBM: CLM ratios at 50:50, 25:75 and 0:100 was significantly higher than those in the control group ($P<0.05$). *In vitro* organic matter digestibility (IVOMD) at 12 h of incubation in SBM: CLM at 50:50 was significantly higher than control group ($P<0.05$) while at 24 h, the groups of SBM: CLM at 50:50, 25:75 and 0:100 had higher IVOMD than control group ($P<0.05$) which were 84.2, 85.1 and 84.8%, respectively. Moreover, the group of SBM: CLM at 0:100 had higher $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration ($P<0.05$) than those in the control group and the value was 17.3 mg/dL. Based on the results, it could be summarized that replacing soybean meal by chaya leave meal could improve rumen fermentation, *in vitro* gas production kinetics and IVOMD. Therefore, it should be move further to evaluate *in vivo* trial especially in beef cattle and dairy cows.

Keywords: Chaya leaves meal, *In vitro* digestibility, Gas production kinetics, *In vitro* gas technique

บทนำ

ผักชayaหรือคะน้าเม็กซิกัน เป็นพืชท้องถิ่นแถบอเมริกาใต้เชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดในคาบสมุทรยูคาตันของประเทศเม็กซิโก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst ต้นชayaได้นำเข้ามาในเมืองไทยน่าจะไม่ถึง 10 ปี ต้นชayaเป็นไม้พุ่มมีอายุหลายปี อยู่ในวงศ์เดียวกับยางพาราและสบู่ดำ ใบมีลักษณะกว้างมีแฉกตั้งแต่ 3 แฉกขึ้นไป ชayaเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย ทนฝนทนแล้ง และทนต่อการทำลายของแมลงได้เป็นอย่างดีดี เป็นแหล่งของโปรตีน วิตามิน แคลเซียม โฟสเฟอรัส และเหล็กที่มีคุณภาพดี และยังเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของ Babalola and Alabi (2015) พบว่าใบชayaมีโปรตีน 31.14% วัตถุแห้ง และยังมีแร่ธาตุในปริมาณสูง รวมทั้งยังมีโภชนาการที่เป็นประโยชน์ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก ไทอามีน ไรโบฟลาวิน และเบต้าแคโรทีน ในปริมาณ 165, 0.12, 0.15 และ 0.094 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ (Kuti and Kuti, 1999) แต่ในการใช้มีข้อพึงระวังเนื่องจากใบชayaสดนั้นมีสารพิษจำพวกไฮยาไนดจึงจำเป็นต้องทำให้สุกก่อนรับประทานโดยใช้เวลาประมาณ 15-20 นาทีในการทำให้สุกเพื่อลดฤทธิ์ของสารที่เป็นพิษให้อยู่ในระดับปลอดภัย

จากการศึกษาของ Franco et al. (2002) ที่ทำการเสริมใบชayaบดในอาหารไก่เนื้อระดับ

150, 250 และ 350 กรัม/ กิโลกรัมอาหาร พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อการบินได้ การเจริญเติบโต แต่การเสริมใบชayaบดที่ระดับ 150 และ 250 กรัม/ กิโลกรัมอาหาร ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของซี่กัมและลำไส้เล็ก จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของ Babalola and Alabi (2015) พบว่าใบชayaมีโปรตีน 31.14% วัตถุแห้ง ซึ่งมีศักยภาพสูงและสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาลงของการใช้ใบผักชayaหรือคะน้าเม็กซิกันบดเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารชั้นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องยังมีข้อมูลอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ใบชayaเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้น ต่อความสามารถในการย่อยได้ จลนศาสตร์การผลิตแก๊สและกระบวนการหมักโดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยมีทรีตเมนต์ที่ทำการการศึกษา 5 ทรีตเมนต์ที่ใช้ใบชayaบด (CLM) ทดแทนกากถั่วเหลือง (SBM) ในสูตรอาหารชั้น (C) ในสัดส่วน SBM:CLM ratios ที่ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 100:0 ตามลำดับ ในปริมาณ 0.2 กรัม และใช้ฟางบด (R)

เป็นอาหารพื้นฐานในปริมาณ 0.3 กรัม เพื่อให้ได้สัดส่วน R:C เท่ากับ 60:40 องค์ประกอบทางเคมีของใบชายา ฟางข้าว และสูตรอาหารทดลองแสดงใน Table1 และ Table2

ทำการศึกษาในหลอดทดลองตามวิธีการของ Menke et al. (1979) โดยนำฟางที่บดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร มาชั่งและจัดบันทึกน้ำหนักและทำการบรรจุฟางบด 0.3 กรัม ลงในขวดแก้วขนาด 50 มิลลิตร จากนั้นบรรจุอาหารทดลองแต่ละสูตรลงในขวดในปริมาณ 0.2 กรัม ทำการบรรจุสารละลายของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ได้จากโคพื้นเมืองที่เจาะกระเพาะภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน เสร็จแล้วปิดจุกยางและฝาครอบอะลูมิเนียมให้สนิท แล้วนำไปบ่มรักษาอุณหภูมิที่ 39 องศาเซลเซียส ทำการวัดผลผลิตแก๊สในช่วงเวลาที่ 0, 1.5, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 และ 96 หลังจากการบ่มตามวิธีการของ Foiklang et al. (2016) และใช้สมการของ Ørskov and McDonald (1979) ในการหาค่าจลนศาสตร์การผลิตแก๊สในหลอดทดลองโดยใช้ค่าปริมาณแก๊สสะสม เก็บตัวอย่างอาหารทดลองและฟางข้าวเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (dry matter, DM), เถ้า (ash) และโปรตีนหยาบ (crude protein,

CP) ตามวิธีของ AOAC (1995) และวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF), เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid-detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Van Soest et al. (1991) และวิเคราะห์หาค่าพลังงานของใบชายา โดยใช้เครื่องบอมแคลอรีมิเตอร์ ยี่ห้อ IKA รุ่น C5000 ในช่วงเวลาที่ 4 หลังการบ่มทำการวัดค่าความเป็นกรดต่าง และค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน

ในช่วงเวลาที่ 12 และ 24 หลังจากการบ่มทำการวัดค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (in vitro dry matter digestibility, IVDMD) และการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (in vitro organic matter digestibility, IVOMD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองโดย Duncan's New Multiple Range Test ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองโดยใช้ GLM procedures (SAS, 1996).

Table 1 Chemical composition of Chaya leave meal (CLM) and rice straw used in the experiment

Items	Chaya leave meal (CLM)	Rice straw
Dry matter, %	91.2	90.1
----- % of dry matter -----		
Organic matter	89.9	84.8
Crude protein	27.4	2.2
Ether extract	5.9	-
Neutral detergent fiber	35.4	86.3
Acid detergent fiber	23.8	57.6
Gross Energy (cal/ g)	4344	-

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ใบชาภายในงานทดลองนี้มีโปรตีนหยาบอยู่ที่ 27.8 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ซึ่งค่าโปรตีนของใบชาภายในงานทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Donkoh et al. (1999) ที่รายงานค่าโปรตีนของใบชาที่ระดับ 26.9 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง และต่ำกว่าการรายงานของ Babalola and Alabi (2015) ที่รายงานว่าใบชาที่มีโปรตีน 31.14% วัตถุแห้ง ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการที่ต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของอายุการเก็บเกี่ยว สัดส่วนใบชาระหว่างใบแก่และใบอ่อนที่เก็บมาทำการศึกษาวิจัย

นอกจากนี้ยังพบว่าใบชาที่มีค่าพลังงานรวม (GE) เท่ากับ 4344 cal/g ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Babalola and Alabi (2015) ที่ได้รายงานว่าใบชาสดมีพลังงาน 4.47 kcal ส่วนก้านใบมีค่าพลังงาน 4.40 kcal ในขณะที่ฟางข้าวมีโปรตีนหยาบอยู่ที่ 2.2 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 1 โดยสูตรอาหารทดลองทุกสูตรมีค่าโปรตีนใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 13.4 – 13.8 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 2

Table 3 แสดงผลของการทดแทนกากั่วเหลืองด้วยใบชาต่อบดต่อজনদ্রকার্মলিত্ৰৈষ্টและความสามารถในการย่อยได้ในหลอดทดลองซึ่งพบว่าการใช้สูตรใบชาบดจะส่งผลต่อการเพิ่ม

Table 2 Ingredients and chemical composition of the dietary treatments used in the experiment

Ingredients	SBM:CLM ratios				
	100: 0	75:25	50:50	25: 75	0:100
Cassava chip	56.0	55.8	55.5	55.3	55.0
Rice bran	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Soybean meal (SBM)	15.0	11.3	7.5	3.8	0.0
Chaya leaves meal (CLM)	0.0	3.8	7.5	11.3	15.0
Palm kernel meal	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Urea	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0
Coconut meal	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Premix	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Molasses	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Sulfur	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	100	100	100	100	100
Chemical composition					
Dry matter, %	92.4	92.5	92.4	92.3	92.5
Organic matter, %DM	94.1	93.9	93.9	93.7	93.8
Crude protein, %DM	13.6	13.5	13.4	13.8	13.7
Neutral detergent fiber, %DM	41.9	42.3	42.6	43.1	43.4
Acid detergent fiber, %DM	10.9	11.4	11.6	11.8	11.7
Total digestible nutrients*, %DM	73.6	73.2	73.0	72.8	72.5

*data from calculation

ขึ้นของค่า a (ส่วนที่ละลายได้ทันที) ค่า b (ส่วนที่ไม่ละลาย) และค่า a+b (ขอบเขตที่มีศักยภาพของการผลิตแก๊ส) ($P<0.05$) ส่วนค่าอัตราการผลิตแก๊ส (c) พบว่ามีค่าลดลงเมื่อมีการใช้ใบชาया ($P<0.05$) นอกจากนี้ ยังพบว่าปริมาณแก๊สสะสมที่ 96 ชั่วโมง หลังการบ่มในกลุ่มที่ใช้ใบชาयाทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 50, 75 และ 100% มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การย่อยได้ของวัตถุดิบ (IVDMD) และอินทรียัตถุในหลอดทดลอง (IVOMD) ที่ชั่วโมงที่ 12 และ 24 แสดงใน Table 3 โดยพบว่า ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบในหลอดทดลองของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 12 และในชั่วโมงที่ 24 หลังจากการบ่ม มีค่าอยู่ระหว่าง 65.8 – 67.6 และ 75.2 – 76.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การย่อยได้ของอินทรียัตถุในหลอดทดลองมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 12 กลุ่มที่ใช้สัดส่วน SBM:CLM ratio ที่ 50:50 มีค่าการย่อยได้ของอินทรียัตถุในหลอดทดลองอยู่ที่ 76.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่า 74.2 เปอร์เซ็นต์ และในชั่วโมงที่ 24 หลังจากการบ่ม ในกลุ่มที่ใช้สัดส่วน SBM:CLM

ratios ที่ 50:50, 25:75 และ 0:100 มีค่าการได้ของอินทรียัตถุในหลอดทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) โดยมีค่าอยู่ที่ 84.2, 85.1 และ 84.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยใบชาयाบด ในสูตรอาหารขึ้นไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความเป็นกรดต่าง ($P>0.05$) โดยพบว่าค่าความเป็นกรดต่างมีค่าอยู่ระหว่าง 6.6 – 6.8 ในขณะที่เมื่อทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยใบชาयाบด 100% ค่าความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่าสูงที่สุดโดยมีค่าอยู่ที่ 17.3 mg/dL และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในสูตรอาหารที่ใช้ใบชาयाบดทดแทนกากถั่วเหลือง 100% มีการเพิ่ม urea ซึ่งเป็นแหล่งของ iso-nitrogenous จึงส่งผลให้เกิดการย่อยสลายได้ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ในปริมาณที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยความเข้มข้นของ $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่าอยู่ระหว่าง 15.2 – 17.3 mg/dL ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Wanapat (1990) (15 ถึง 30 mg/dL) ซึ่งได้รายงานว่ามีความเหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

Table 3 Effect of replacing SBM by CLM on gas kinetics, *in vitro* digestibility and fermentation

Items	SBM:CLM ratios ¹					SEM	Significant
	100: 0	75:25	50:50	25: 75	0:100		
Gas Kinetics ²							
a	1.8 ^{ab}	1.6 ^b	2.1 ^a	1.9 ^a	2.0 ^a	0.14	*
b	63.5 ^b	71.0 ^a	70.6 ^a	69.6 ^a	73.5 ^a	1.35	*
c	0.043 ^a	0.032 ^c	0.035 ^{bc}	0.038 ^b	0.034 ^{bc}	0.001	**
a+b	65.3 ^b	72.5 ^a	72.8 ^a	71.5 ^a	75.5 ^a	1.47	*
Gas ³ (96 h),mL/0.5 g of substrate	65.9 ^b	68.8 ^{ab}	70.6 ^a	70.0 ^a	72.3 ^a	1.77	*
IVDMD, %							
12h of incubation	67.6	65.8	66.2	66.1	65.9	1.04	ns
24h of incubation	75.2	76.8	75.7	76.0	76.2	0.94	ns
IVOMD, %							
12h of incubation	74.6 ^b	75.3 ^{ab}	76.2 ^a	75.7 ^{ab}	75.5 ^{ab}	0.52	*
24h of incubation	81.4 ^b	83.4 ^{ab}	84.2 ^a	85.1 ^a	84.8 ^a	0.54	*
pH	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	0.08	ns
NH ₃ -N, mg/dl	15.2 ^b	14.9 ^b	15.4 ^b	16.4 ^{ab}	17.3 ^a	0.85	*

¹SBM = Soybean meal, CLM = Chaya leaves meal. ²a= the gas production from the immediately soluble fraction, b= the gas production from the insoluble fraction, c= the gas production rate constant for the insoluble fraction (b), a+b = the gas potential extent of gas production. ³Cumulative gas after 96 h. of incubation time(mL/0.5g of substrate).

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาที่สามารถสรุปได้ว่า การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยใบชายาบด สามารถช่วยปรับปรุงจุลนาศาสตร์การผลิตแก๊สและการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลอง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าใบชายาบดมีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงควรมีการวิจัยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะงานวิจัยที่ใช้ใบชายาบดเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในสัตว์ตัวโนขนาดโตเพื่อศึกษาผลต่อสมรรถภาพการผลิตโดยเฉพาะในโคนเนื้อและโคนมในลำดับต่อไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณฟาร์มโคนม-โคเนื้อ และห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในการสนับสนุนวัสดุและอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 1995. Official Method of Analysis, 16th ed. Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists, VA, USA.
- Babalola, J.O. and O.O. Alabi. 2015. Effect of processing methods on nutritional composition, phytochemicals, and anti-nutrient properties of chaya leaf (*Cnidoscolus aconitifolius*). *Afr. J. Food Sci.* 9(12):560-565.
- Donkoh, A., C.C. Atuahene, Y.B. Poku-Prempehl, and G.Twum. 1999. The nutritive value of chaya leaf meal (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) Johnston): studies with broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 77:163-172.
- Foiklang, S., M. Wanapat, and T. Norrapoke. 2016. In vitro rumen fermentation and digestibility of buffaloes as influenced by grape pomace powder and urea treated rice straw supplementation. *Anim. Sci. J.* 87:370-377.
- Franco, L.S., J.M. McNab, R.A. Pearson, and R. B.Casso. 2002. Performance of broilers fed on diets containing different amounts of chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf meal. *Trop. Anim. Health Prod.* 34:257-269.
- Kuti, J.O. and H.O. Kuti. 1999. Proximate composition and mineral content of two edible species of *Cnidoscolus* (tree spinach). *Plant Foods Hum Nutr.* 53:275-283.
- Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 92:217-222.
- Ørskov, E.R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92:499-503.
- SAS, 1996. User's Guide: Statistics, Version 5th Edition. SAS. Inst, Inc., Cary, NC., U.S.A.
- Van Soest, P. J., J.B. Robertson, and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Wanapat, M. 1990. Nutritional Aspects of Ruminant Production in Southeast Asia with Special Reference to Thailand. Funny Press, Ltd., Bangkok, Thailand.