

การศึกษาเปรียบเทียบฟางข้าวและข้าวฟ่างในอาหารผสมครบส่วนหมักต่อการกินได้ การย่อยได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแกะ

A comparative study of rice straw and sorghum in fermented total mixed ration on intake, nutrients digestibility, and rumen fermentation of lamb

พิชาด เขจรศาสตร์^{1*}, วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่¹ และ ชีระยุทธ จันทะนาม¹

Pichad Khejornsart^{1*}, Watcharawit Meenongyai¹ and Theerayut Juntanam¹

บทคัดย่อ: การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบชนิดอาหารหยาบในอาหารผสมครบส่วนหมักต่อปริมาณการกินได้วัตถุดิบ ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะ จุลินทรีย์ในรูเมน และกระบวนการหมักในรูเมนของแกะ ใช้แกะจำนวน 15 ตัว เป็นสัตว์ทดลอง ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการกินได้วัตถุดิบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ในแกะที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนหมักที่มีฟางข้าว (CYR) หรือข้าวฟ่าง (CYS) มีค่าสูงกว่าแกะที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนไม่หมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จำนวนประชากรของแบคทีเรียและเชื้อรา ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูเมน กรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด และอะซิเตทในแกะที่เลี้ยงด้วย CYR สูงกว่าแกะที่เลี้ยงด้วย CYS จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการใช้ข้าวฟ่างในอาหารผสมครบส่วนหมักเลี้ยงแกะมีความเหมาะสมกว่าฟางข้าว และการหมักสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ในอาหารผสมครบส่วนในแกะ

คำสำคัญ: ข้าวฟ่าง, อาหารผสมครบส่วนหมัก, การย่อยได้, กระบวนการหมักในรูเมน, แกะ

ABSTRACT: This study was conducted to investigate sorghum or rice straw in fermented total mixed ration on intake, digestibility, and rumen fermentation efficiency of lamb. Fifteen growing lambs were offered mixed ration with control, sorghum (CYS) or with rice straw (CYR) ad libitum and fed individually twice a day. The results show that voluntary feed intake was not significantly different while the digestibility coefficient of nutrients were significantly higher in lamb fed with CYS. Ruminant bacteria and anaerobic fungi were greater ($P<0.05$) in lamb fed with CYS but protozoa was not different. In conclusion, fermented total mix ration with sorghum resulted in high digestibility coefficient than rice straw and fermentation TMR could improve quality and digestibility of feed.

Keywords: sorghum, total mixed ration silage, digestibility, rumen fermentation, lamb

¹ ภาควิชาเกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 59 หมู่ 1 ต.เชียงเครือ อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

Department of Agriculture and Resource, Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalermpkrakiat Sakon Nakhon Province Campus, 59 Moo 1 Chaingkruea Subdistrict, Muang District, Sakon Nakhon Province, 47000

* Corresponding author: pkhejornsart@hotmail.com

บทนำ

แกะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก กินหญ้าเป็นอาหารหลักเช่นเดียวกับวัว แต่ปริมาณในการกินอาหารน้อยกว่า ถ้านำมาเลี้ยงในเชิงพาณิชย์จะให้ผลผลิตและผลตอบแทนเร็วกว่า อีกทั้งใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อย แต่จากปัญหาการเลี้ยงของเกษตรกรที่พบประการหนึ่งคือ การขาดแคลนอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อน ปริมาณวัตถุดิบอาหารสัตว์จะลดลงมาก และหาได้ยาก เกษตรกรจะมีฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักแต่เนื่องจากฟางข้าวมีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ เช่น เพราะฟางข้าวมีโปรตีนต่ำ ประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ และอัตราการย่อยได้ต่ำ ประมาณ 30-45 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ (เมธา, 2533) ในการที่จะเลือกสรรวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อให้สัตว์ได้กินในปริมาณที่เพียงพอตลอดทั้งปีนั้นจะต้องคำนึงความสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และสามารถเก็บไว้ได้นานตลอดทั้งปี เช่น แหล่งอาหารหยาบที่น่าสนใจคือ ข้าวฟ่างอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น จึงปลูกได้ปีละหลายครั้ง มีปริมาณน้ำตาลในลำต้นใกล้เคียงกับอ้อย จัดเป็นพืชที่มีคุณสมบัติทนแล้งได้ดีและให้ผลผลิตชีวมวลสูงกว่าต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโอกาสการพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตปศุสัตว์โดยทรัพยากรอาหารที่มีศักยภาพของท้องถิ่นมีมากมายหลากหลายและไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เต็มศักยภาพทั้งจากแหล่งพืชอาหารสัตว์ ผลพลอยได้ทางการเกษตรและผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม (Sommart et al., 2000a; Wanapat, 2003) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันที่มีความสำคัญต่อปัญหาอาหารหยาบ คือ มีปริมาณไม่เพียงพอ และขาดการตรวจสอบควบคุมคุณภาพ ทางเลือกหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำได้โดยการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการให้อาหารจากวิธีดั้งเดิมที่แยกให้อาหารหยาบและอาหารข้นมาใช้อาหารผสมสำเร็จรูป (Total mixed ration, TMR) ซึ่งเป็นการจัดอาหารที่ตรงตามความต้องการโภชนาและศักยภาพการให้ผลผลิตของ

สัตว์ แต่อาหารผสมสำเร็จรูปมีข้อจำกัดด้านอายุการเก็บรักษาจึงได้ปรับปรุงระบบการจัดการให้อาหารเป็นรูปแบบอาหารหมักสำเร็จรูป (Ferment total mixed ration, FTMR) ซึ่งข้อดีของการผลิตและจัดการให้อาหารแบบอาหารหมักสำเร็จรูปมีหลายด้าน เช่น ช่วยลดฝุ่นอาหารมีความนุ่ม เพิ่มความน่ากิน เพิ่มการย่อยได้ของวัตถุดิบ เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน เพิ่มผลผลิตน้ำนม และลดการผลิตแก๊สมีเทนได้ดีกว่ารูปแบบอาหารสำเร็จรูปปกติ (TMR) (ไกรสิทธิ์ และคณะ 2549; Cao et al., 2010; Kim et al., 2012; Xu et al., 2007; Yangklang et al., 2004)

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้เพื่อศึกษาปริมาณการกินอาหาร การย่อยได้ กระบวนการหมักและจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแกะที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่ไม่ผ่านการหมัก (กลุ่มควบคุม) และอาหารผสมครบส่วนหมักจากฟางข้าวหรือข้าวฟ่างเป็นอาหารหยาบ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์

สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้แกะทดลองลูกผสมเพศผู้ น้ำหนัก 15.31 ± 1.8 กิโลกรัม จำนวน 15 ตัว โดยจะทำการถ่ายพยาธิและวิตามิน AD_3E ก่อนเข้างานทดลอง และชั่งน้ำหนักแกะทุกตัวก่อนนำเข้าทดลอง แบ่งแกะทดลองเป็น 3 กลุ่มตามอาหารทดลอง ทรงทดลองแบบขังเดี่ยว ที่จัดให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ให้อาหาร 2 ครั้งต่อวันในเวลา 07.30 น. และ 16.30 น. และบันทึกปริมาณอาหารที่กินและอาหารที่เหลือในแต่ละครั้งเพื่อบันทึกเป็นปริมาณการกินอาหารจนครบ 45 วัน

อาหารทดลอง

อาหารทดลองประกอบด้วยอาหารผสมครบส่วนไม่หมัก (กลุ่มควบคุม) และอาหารผสมครบส่วนหมักที่มีฟางข้าวหรือข้าวฟ่างเป็นแหล่งอาหารหยาบ ซึ่งองค์ประกอบในอาหารผสม TMR ประกอบด้วยวัตถุดิบดัง

Table 1 ในการเตรียมอาหารผสมครบส่วนใช้ฟางข้าวสับ และใช้ข้าวฟ่างที่มีอายุ 70 วัน นำมาสับย่อยให้มีขนาด 2-5 เซนติเมตร ส่วน FTMR มีส่วนประกอบของวัตถุดิบเช่นเดียวกับ TMR นำมาปรับให้มีความชื้น 45% นำไปบรรจุลงในถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร หมักไว้นานอย่างน้อย 14 วัน ก่อนเปิดใช้ และสุมตัวอย่างอาหารผสมครบส่วนหมักรอการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกปริมาณการกินได้ในแต่ละวันโดยและสุมเก็บอาหารผสมครบส่วนก่อนให้และอาหารที่เหลือในรางอาหารทุกสัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์หาความชื้นและองค์ประกอบเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง(dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) และไขมัน (Ether extract, EE) และเถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (1990) และวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเยื่อใย ได้แก่ ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) เก็บมูลใน 5 วันสุดท้ายของงานทดลองโดยสุมเก็บจากทวารหนัก เพื่อนำไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง และองค์ประกอบทางเคมี (Ash, CP, EE, NDF, ADF และ AIA) และนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ตามวิธีของ Van Keulen and Young (1977) ในวันสุดท้ายของการทดลองทำการสุมของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแกะหลัง

จากการกินอาหาร 4 ชั่วโมง โดยวิธี Stomach tube ร่วมกับเครื่องดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump) หลังจากเก็บแล้วทำการวัด pH ทันที และเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมนจำนวน 1 มิลลิลิตร เติมนลงในหลอดที่มี 9% Formalin solution 9 มิลลิลิตร เพื่อนำไปนับจำนวนจุลินทรีย์ตามวิธีการของ Galyean (1989) นำข้อมูลที่ได้อ้างอิงมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วย Proc Anova ด้วยโปรแกรม SAS (1998) เพื่อหาความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ด้วยวิธีการ Duncan New Multiple Rang Test

ผลและวิจารณ์ผล

ผลอาหารผสมครบส่วนหมักต่อคุณภาพอาหารหมัก

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วนดังแสดงใน Table 1 จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า DM, OM, CP, NDF และ ADF ของอาหารมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความชื้นในอาหารหมักจะสูงกว่าอาหารผสมครบส่วนที่ไม่หมัก เนื่องจากมีองค์ประกอบของกากมันสำปะหลังและเปลือกมันประกอบอยู่หลังกระบวนการหมักจะเกิดความชื้นเพิ่มขึ้น นอกจากนี้จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพของอาหารหมักจะมีกลิ่นกรดอ่อนๆ และมีความชื้นสูงหากแกะกินเหลือจะทำให้เน่าเสียง่ายและเกิดการหมักที่เกิดขึ้นในรางอาหารซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ไกรสิทธิ์ และคณะ (2549)

Table 1 Ingredients and chemical composition of dietary treatments

Item	T1	T2	T3
Ingredients, %			
Sorghum	-	-	20
Rice straw	10	10	-
Concentrate*	55	55	45
Cassava pulp fermented	20	20	19
Cassava peel	14	14	14
Molasses	1	1	1
Chemical composition, %DM			
DM	55.02	54.56	53.37
OM	93.34	94.49	93.93
CP	12.07	12.27	12.45
NDF	51.15	48.85	50.74
ADF	29.30	27.40	28.12

T1 = TMR with rice straw, T2 = FTMR with rice straw, T3 = FTMR with sorghum

*Concentrate = cassava chip 18.0, palm meal 47.0, soybean meal 15.5, rice bran 16.5, urea 1.0, mineral premixed 2 kg.

ปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ โภชนะ

ปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ
โภชนะในแกะที่ได้รับผสมครบส่วนหมักดังแสดงใน
Table 2 พบว่าแกะที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และใน
กลุ่มของอาหารผสมครบส่วนฟางหมักหรือข้าวฟ่าง มี
ปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)
ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะนั้น DM, OM,
NDF และ ADF ของอาหารผสมครบส่วนหมักมีค่าสูง

กว่าที่ไม่ได้หมัก จากผลการทดลองมีความสอดคล้อง
กับ ไกรสิทธิ์ และคณะ (2549) และ Kim et al. (2012)
ที่พบว่าค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในโคที่ได้รับ
อาหารผสมครบส่วนหมักมีค่าสูงกว่าโคที่กินอาหาร
ผสมครบ ส่วน และการหมักช่วยให้ประสิทธิภาพการ
ใช้อาหารในโคนมเพศผู้ดีขึ้น นอกจากนี้ Yuangklang
et al. (2004) พบว่าโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วน
หมักมีปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะสูงกว่า
โคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วน

Table 2 Effect of fermented total mixed ration on intake, digestibility coefficient of lamb

Items	T1	T2	T3	SEM
Intake, g/d				
DM	602.45	640.56	627.68	13.213
OM	479.83	586.09	561.82	14.150
CP	81.33	83.71	82.38	9.028
NDF	560.48	544.47	548.59	13.021
ADF	351.96	350.86	348.65	12.198
Digestibility coefficient, %				
DM	53.96 ^a	56.96 ^b	58.74 ^c	0.828
OM	56.48 ^a	60.13 ^b	61.82 ^b	1.389
CP	61.33	61.71	62.38	1.298
NDF	60.92 ^a	61.67 ^a	64.94 ^b	1.001
ADF	50.96 ^a	57.16 ^b	58.65 ^b	2.028

T1 = TMR with rice straw, T2 = TMR silage with rice straw, T3 = TMR silage with sorghum

^{a,b,c} Means within the row superscript with differ ($p < 0.05$)**จุลินทรีย์และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน**

จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแกะที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีข้าวฟ่าง และฟางข้าวพบว่าจำนวนประชากรของแบคทีเรียของแกะที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนหมักที่มีข้าวฟ่างมีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนจำนวนประชากรของโปรโตซัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับรายงานของ Yuangklang et al. (2004) ศึกษาการใช้อาหาร TMR และ FTMR ที่ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งเชื้อใยในโคนมจะเพาะพบว่ามีจำนวนแบคทีเรียมีแนวโน้มสูงขึ้นและมีจำนวนโปรโตซัวลดลงในโคที่ได้รับ FTMR ซึ่งยังไม่ทราบสาเหตุแน่นอน แต่การที่มีจำนวนโปรโตซัวลดลงเป็นการช่วยเพิ่มจำนวนแบคทีเรียทางอ้อม มีผลให้การย่อยได้ของเชื้อใยเพิ่มขึ้น

ค่าพารามิเตอร์ในกระเพาะรูเมนของแกะที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนหมัก พบว่า Rum $\text{NH}_3\text{-N}$ และความเป็นกรด-ด่างในรูเมนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน TVFAs และค่ากรดอะซิติกมีสูงที่สุดในแกะที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนหมักที่มีข้าวฟ่าง ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์โดยมีผลมาจากอาหารที่สัตว์ได้รับ จากการทดลองครั้งนี้ ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน สูงกว่ารายงาน Satter and Slyter (1974) ที่พบว่าระดับของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมต่อการย่อยได้และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ควรอยู่ที่ระดับ 5 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณผลผลิตสุดท้ายที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายที่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญแก่สัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งสัดส่วน

ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายในกระเพาะหมักมีความสัมพันธ์กับประเภทของอาหารที่สัตว์ได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารแหล่งพลังงาน หากคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้าง (structural carbohydrate) มีสัดส่วนมาก

ปริมาณของกรดอะซิติกจะเพิ่มขึ้นตาม ขณะที่สัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกจะเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตไม่ใช่โครงสร้าง (non-structural carbohydrate) ได้แก่ แป้งและน้ำตาล

Table 3 Parameter of ruminal microorganism and fermentation in lamb fed fermented total mixed ration

Items	T1	T2	T3	SEM
Bacteria, x10 ⁹ cell/ml	1.01 ^a	1.03 ^a	1.25 ^b	0.071
Protozoa, x10 ⁵ cell/ml	1.69	1.69	1.65	0.084
Fungal zoospore, x10 ⁶ cell/ml	4.01	4.09	4.04	0.145
Rumen pH	6.98	6.84	6.93	2.134
Ruminal NH ₃ -N	14.11	14.71	15.40	1.008
Total VFAs, mmol	86.24 ^a	94.50 ^b	98.06 ^c	1.110
VFAs, mol/100 mol				
Acetate (C2)	68.43 ^a	68.33 ^a	67.38 ^b	0.302
Propionate (C3)	20.38 ^a	20.78 ^a	22.45 ^b	0.383
Butyrate (C4)	11.19	10.89	10.17	0.993

T1 = TMR with rice straw, T2 = FTMR with rice straw, T3 = FTMR with sorghum

^{a,b} Means within the row superscript with differ (p<0.05)

สรุป

การใช้อาหารผสมครบส่วนหมักส่งผลดีคุณภาพอาหารและเพิ่มสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาดีกว่าอาหารผสมครบส่วนที่ไม่ได้หมัก ประสิทธิภาพการหมักในรูเมน การใช้ข้าวฟ่างในอาหารผสมครบส่วนให้ผลดีกว่าฟางข้าว จึงทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรรายย่อยผู้เลี้ยงแกะ และสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นๆ ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตรสำหรับสัตว์ทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ, เฉลิมพล เยื้องกลาง, ชวง สารคล่อง, ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, จำลอง มิตรชาวไทย และไพรัช ศรีนานวล. 2549. ผลของอาหารผสมครบส่วนและอาหารผสมครบส่วนหมักต่อปริมาณการกินได้อย่างอิสระ ค่าการย่อยได้ของโภชนาและผลผลิตน้ำนมในโคนม. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44, กรุงเทพฯ.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ฟันนัฟลับ บิช, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Office Anal. Chem., Arlington, VA.

- Cao, Y., T. Takahashi, K. Horichochi, N. Yoshida, and Y. Cai. 2010. Methane emissions from sheep fed fermented or non-fermented total mixed ration containing whole-crop rice and rice bran. *Anim. Feed Sci. Technol.* 157:72-78.
- Cao, Y., Y. Cai, T. Takahashi, M. Tohno, R. Uegaki, K. Nonaka, and F. Terada. 2011. Effect of lactic acid bacteria inoculants and beet addition on fermentation characteristics and *in vitro* ruminal digestion of vegetable residue silage. *J. Dairy Sci.* 94:3902-3912.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA. Washington, DC.
- Galyean, M. 1989. Laboratory procedure in animal nutrition research. Department of Animal and Range Science. New Mexico State University, USA.
- Kim, S. H., M. J. Alam, M. J. Gu, K. W. Park, C. O. Jeon, J. K. Ha, K. K. Cho, and S. S. Lee. 2012. Effect of total mixed ration with fermented feed on ruminal *in vitro* fermentation, growth performance and blood characteristics of Hanwoo steers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 25(2):213-223.
- SAS, 1996. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974. Effect of ruminal ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *Br. J. Nutr.* 32:199-208.
- Sommart, K., M. Wanapat, D. S. Parker, and P. Rowlinson. 2000a. Cassava chip as an energy source for lactating dairy cows fed rice straw. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13: 1094-1101.
- Van Keulen, J. and B.A. Young. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44: 282.
- Wanapat, M. 2003. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16:463-472.
- Xu, C., Y. Cai, N. Moriya, and M. Ogawa 2007. Nutritive value for ruminants of green tea grounds as a replacement of brewers' grains in totally mixed ration silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 138:228-238.
- Yuangklang, C., K. Vasupen, S. Wittayakun, P. Srinanaun, and C. Sukho. 2004. Effect of total mixed ration and fermented total mixed ration on feed intake, ruminal fermentation, nutrient digestibility and blood metabolites in dairy cows. In: Processing of the 11th AAAP Congress "New Dimensions and challenges for sustainable livestock farming" The Asian-Australasian Association of Animal Production Societies, Kuala Lumpur, Malaysia.