

ผลของระดับความชื้นและเยื่อใยในอาหารสูตรรวมโคนมต่อผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนม

Effect of moisture and fiber levels in Total Mixed Ration on milk yield
and composition

วัชรารภณ์ สีมูลโท¹ และ วิโรจน์ ภัทรจินดา^{1*}

Watcharaporn Srimoontho¹ and Virote Pattarajinda^{1*}

บทคัดย่อ: การเลี้ยงโคนมเพื่อได้น้ำนมคุณภาพดีและมีปริมาณน้ำนมที่สูง ทางหนึ่งคือการให้อาหารแบบสูตรรวม ซึ่งในการทำอาหารสูตรรวมที่ได้นอกจากจะมีโภชนะคำนวณตรงตามความต้องการโคนมแล้ว ปัจจัยจากความชื้นและขนาดชิ้นอาหารมีความสำคัญต่อการกินได้เช่นกัน วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อหาระดับที่เหมาะสมของความชื้นและระดับเยื่อใยที่เหมาะสมต่อโคนม โดยศึกษาในโคนมลูกผสมไฮลด์ฟรีเซียน จำนวน 8 ตัวใช้อาหารสูตรรวมที่มีข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหลัก ใช้แผนการทดลองแบบ 2 × 2 factorials in replicated Latin square design (LSD) สูตรอาหารจะแบ่งเป็น ปัจจัย A ระดับเยื่อใย peNDF_{1.18 mm} 2 ระดับ คือ 22 และ 26 เปอร์เซ็นต์ และ ปัจจัย B ค่าความชื้น 2 ระดับ คือ 45 และ 65 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอาหารสูตรรวมระดับ peNDF_{1.18 mm} ที่ 22 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับค่าความชื้น 45 เปอร์เซ็นต์ โคจะมีกรกินได้สูงที่สุด และ peNDF_{1.18 mm} ที่ 22 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับระดับความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมสูงสุด ส่วนไขมันน้ำมนั้นหากใช้ค่า peNDF_{1.18 mm} สูงที่ 26% จะทำให้ไขมันน้ำนมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื้อนํ้ามนรวมสูงสุดเมื่อใช้ค่า peNDF_{1.18 mm} 26 ร่วมกับค่าความชื้น 45-65%

คำสำคัญ: กากมันสำปะหลัง, ข้าวโพดหมัก, องค์ประกอบน้ำนม, อาหารสูตรรวม

ABSTRACT: Dairy cattle has a capability to produce a high yield and milk quality by feeding a Total Mixed Ration. TMR, along with a well ration formulation, moisture content and particle size of fiber may affect feed intake of dairy cattle. The objective of this study was to identify the optimum levels of moisture and fiber level. The experiment was randomized completely design include peNDF 2 levels as 22 and 26% and moisture contents as 45 and 65 % of TMR. The result indicated that TMR diet included peNDF_{1.18 mm} at 22 and 26 % with 45 % of moisture had highest DMI. Also peNDF_{1.18 mm} at 22 and 26 % with 65 % of moisture had increased in milk yield. Milk fat had increased when peNDF_{1.18 mm} at 26%. Milk total solid had increased with peNDF_{1.18 mm} 26 and 45-65% of moisture.

Keywords: Cassava pulp, Corn silage, Total solid, TMR

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

* Corresponding author: Email: virotekku@hotmail.com

บทนำ

การเลี้ยงโคนมในปัจจุบันปัจจัยสำคัญที่จะทำให้กิจการฟาร์มประสบผลสำเร็จคือเลี้ยงโคนมให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทั้งผลผลิตนํ้านม สุขภาพและคุณภาพนํ้านม อาหารคุณภาพดีจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะอาหารหยาบ หรืออาหารประเภทเยื่อใย (dietary fiber) เพราะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการนำไปใช้ประโยชน์ และการย่อยได้ของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมัก เพื่อให้ได้ผลผลิตสุดท้าย คือ กรดไขมันระเหยง่าย (volatile fatty acids, VFA) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ และตัวโค การให้อาหารหยาบให้มีประสิทธิภาพจึงต้องคำนึงถึงในเรื่องการกระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง และการรักษาสมดุลในกระเพาะหมัก ในปัจจุบันจึงได้มีการใช้ค่า Physically effective fiber NDF (peNDF) มาใช้คำนวณสัดส่วนของอาหารหยาบในอาหารสูตรรวม ซึ่งค่า peNDF หมายถึงลักษณะของอาหารหรือวัตถุดิบที่สามารถกระตุ้นการเคี้ยวเอื้องหรือ สามารถแขวนลอยเป็นตาข่ายเยื่อใยในกระเพาะหมักโคได้ (วิโรจน์, 2557) NRC (2001) แนะนำไว้ว่าในอาหารสูตรรวมของโคที่ให้ผลผลิตนํ้านมสูง ควรมีระดับของ NDF อย่างต่ำที่ 25 เปอร์เซ็นต์ และมี NFC ไม่เกิน 44 เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยรักษาระดับสภาพแวดล้อมความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะหมักให้เหมาะสม (pH=6.5) ความชื้นในอาหารเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่ออาหารสูตรรวมเนื่องจากมีส่วนช่วยให้อาหารมีความอ่อนนุ่มและผสมเข้ากันได้มากขึ้น ช่วยเพิ่มความน่ากินและลดการเลือกกินอาหารของโค Shaver (2002) ได้ทำการทดลองหาระดับของสิ่งแห้งในอาหารสูตรรวม (61.7 และ 51.9 เปอร์เซ็นต์ สิ่งแห้ง) พบว่า ผลผลิตนํ้านม, การกินได้สิ่งแห้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการศึกษาจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความชื้น และระดับเยื่อใย peNDF ของอาหารสูตรรวมที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบนํ้านมในโคนม เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการให้อาหารโคนม

วิธีการศึกษา

ใช้สัตว์ทดลองเป็นโครีดนมลูกผสมไฮลด์ไคน์ฟรีเซียน อยู่ในช่วง Lactation ที่ 2-4 ของการให้นมและมีระยะการให้นํ้านมอยู่ในช่วง 60-100 วัน จำนวน 8 ตัว โดยโคแต่ละตัวจะถูกจัดให้อยู่ในคอกชั่งเดี่ยวและให้อาหารในสูตรที่แตกต่างกันตามงานทดลองในรูปแบบอาหารสูตรรวม โดยจะแบ่งให้ 2 ช่วงเวลาคือ 08.00 น. และ 16.00 น. ในแต่ละวันจะให้มื้อาหารเหลือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหารทั้งหมด จัดนํ้าให้โคได้กินอาหารอย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาในการทดลอง การทดลองจะถูกแบ่งเป็นระยะปรับตัว 14 วัน เพื่อให้โคปรับตัวกับสูตรอาหารและคอกทดลองโดยมีระยะการทดลองเก็บข้อมูล 112 วัน ใช้แผนการทดลองแบบ 2×2 factorials in replicated Latin square design (LSD) สูตรอาหารจะแบ่งเป็น ปัจจัย A ระดับเยื่อใย peNDF 1.18 mm 2 ระดับ คือ 22 และ 26 เปอร์เซ็นต์ และ ปัจจัย B ค่าความชื้น 2 ระดับ คือ 45 และ 65 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตรรวมที่มีข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก และอาหารแต่ละสูตรมีระดับพลังงานและโปรตีนเท่ากัน

การเก็บข้อมูลทั่วไป

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารในวันที่ 0, 7, 14, 21 ของอาหารสูตรรวม เพื่อมาวัดค่า pH และวิเคราะห์หา DM, Ash, CP, EE (AOAC, 2000) และวิเคราะห์หาเยื่อใย ADF และ NDF (Van Soest et al., 1991) บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และทำการชั่งอาหารที่เหลือในแต่ละวันของโคแต่ละตัวเพื่อที่จะนำไปคำนวณหาปริมาณการกินได้สิ่งแห้ง (dry matter intake, DMI) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสูตรรวม (TMR) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาวัตถุดิบ (DM), เถ้า (Ash), โปรตีนหยาบ (CP), ไขมัน (EE) (AOAC, 2000) และหา NDF และ ADF (Van Soest et al., 1991) บันทึกน้ำหนักตัวโคก่อนและหลังทำการทดลองเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคก่อนและหลังจากทำการทดลองโดยจะ

ทำการชั่งน้ำหนักตัวในวันที่ 28 ของการทดลองแต่ละช่วงโดยจะทำการเก็บน้ำหนักก่อนเวลาให้อาหารคือ เก็บเวลา 08.00 น. บันทึกปริมาณน้ำนมในตอนเช้าและตอนเย็นทุกวันตลอดการทดลอง เพื่อดูผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยต่อวันของโคนมแต่ละตัว เก็บตัวอย่างน้ำนมรายตัว ในทุกวันที่ 7, 14, 21 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบน้ำนม ไขมัน (fat), โปรตีน (protein), ของแข็งทั้งหมด(total solid), ของแข็งไม่รวมไขมัน (solids not fat) และ น้ำตาลแลคโตส (lactose) โดยเครื่อง Milkoscan (FOSS FT1, ICAR Technology, Netherland) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยตาราง Analysis of variance (ANOVA) ด้วยวิธีการทดลองแบบ 2×2 factorials in replicated Latin square design (LSD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSMEANS test โดยโปรแกรม Statistical Analysis System (SAS, 2002)

ผลการศึกษา

การกินได้และการเจริญเติบโต

การกินได้ของวัตถุแห้ง, การกินได้คิดเป็นน้ำหนักตัว (BW) และการกินได้คิดเป็นน้ำหนักตัวยกกำลัง 0.75 (BW^{0.75}) พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันระหว่าง peNDF และความชื้นในอาหาร ในทางบวก

($P < 0.01$) โดยพบว่าในอาหารสูตรรวมที่มีความชื้นต่ำ มีค่าการกินได้สิ่งแห้งต่อวัน เปอร์เซ็นต์การกินได้คิดเป็นน้ำหนักตัว(BW) สูงที่สุด (15.1, 3.55; $P < 0.01$) ค่า BW^{0.75} พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันระหว่าง peNDF และความชื้นในทางบวก ($P < 0.001$) ในอาหารสูตรรวมที่มีความชื้นต่ำ จะมีค่า BW^{0.75} สูงที่สุด การกินได้สิ่งแห้งของโคจะกินได้มากในสูตรอาหารที่มีความชื้นต่ำมากกว่าสูตรอาหารที่มีความชื้นสูง แต่อัตราการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ Oh et al. (2016) ที่กล่าวว่าในสูตรอาหารที่มีความชื้นมากจนเกินไปจะมีผลทำให้สัตว์มีการกินได้สิ่งแห้งลดลงและได้รับสารอาหารหรือพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย แต่หากว่าสัตว์มีความคุ้นเคยกับสูตรอาหารนั้นแล้ว ก็จะสามารถเพิ่มการกินเพื่อให้ได้รับสารอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายได้ Behgar et al. (2011) ได้ทดสอบระดับ peNDF ในสูตรอาหารที่มีหญ้าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ 3 ระดับ (30.00, 25.2 และ 23.5 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับพบว่าระดับของ peNDF ในอาหารสูตรรวมไม่มีผลให้การกินได้ลดลง แต่ระดับของ peNDF ที่ลดลงจะมีแนวโน้มให้เกิดการเคี้ยวเอื้อง จากงานทดลองสามารถสรุปได้ว่า ที่ระดับ peNDF 1.18 mm 26 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับความชื้น 45 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีการกินได้สิ่งแห้งสูงที่สุด

Table 1 Effect peNDF and moisture content on dry matter intake and body weight

Items	Treatments				SEM	P-value		
	M65N22	M65N26	M45N22	M45N26		N	M	N×M
DMI, kg/d	12.2 ^b	12.3 ^b	14.5 ^a	15.1 ^a	0.24	NS	***	**
DMI,%BW	2.8 ^b	2.8 ^b	3.4 ^a	3.5 ^a	0.09	NS	**	**
DMI,%BW ^{0.75}	1.3 ^b	1.3 ^b	1.5 ^a	1.6 ^a	0.06	NS	***	***
Initial weight, kg	494.3	490.1	494.3	497.6	1.08	NS	NS	NS
Final weight, kg	498.9	494.7	499.3	502.7	1.19	NS	NS	NS
BW change, kg	4.5	4.6	5.0	5.1	0.61	NS	NS	NS
ADG	0.18	0.20	0.24	0.27	0.13	NS	NS	NS

N: peNDF_{1.18 mm}, M: Moisture NS: Non-significant different ($P > 0.05$), *Statistically significant level of 0.05,

Statistically significant level of 0.01, and *Statistically significant level of 0.001. ^{a,b,c,d} Different superscripts in the same row show significant different ($P < 0.01$).

ปริมาณน้ำนมและองค์ประกอบของนม (Milk production and milk composition)

ผลทดลองพบว่าผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของปริมาณน้ำนมที่คิดเป็นกิโลกรัมต่อวันจะพบว่า มีอิทธิพลร่วมกันระหว่าง peNDF และความชื้น ($P<0.05$) โดยที่ความชื้นสูงจะมีปริมาณผลผลิตน้ำนมมากที่สุด M65N26 (20.68 kg/d ; $P<0.05$) และเมื่อพิจารณาในด้านปัจจัย จะพบว่าระดับของ peNDF ไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำนมแต่ปัจจัยของความชื้นมีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม ($P<0.05$) ส่วนไขมันในน้ำนมพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่าง peNDF และความชื้น ($P<0.001$) โดยในอาหารสูตรรวมที่มีค่า peNDF สูง M45N26 จะมีค่าไขมันในน้ำนมมากที่สุดจากนั้นจะเป็น M65N26 M45N22 M65N22 ตามลำดับ (4.15, 3.88, 3.87, 3.49 เปอร์เซ็นต์) (Calberry, 2003) และ Beauchemin et al. (2003) ได้รายงานไว้ว่าในอาหารสูตรรวมที่มีค่า peNDF อยู่ระหว่าง 21.9-41.3 เปอร์เซ็นต์ จะไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนมและโปรตีนในน้ำนม แต่จะส่งผลให้ไขมันในน้ำนมเพิ่มมากขึ้นส่วนค่าของของแข็งในน้ำนม (TS) พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันระหว่าง peNDF และความชื้น ($P>0.001$) โดยอาหารสูตรรวมที่มีระดับ peNDF สูง M65N26 มีค่าของของแข็งในน้ำนม

มากที่สุด จากนั้นคือ M45N26 M45N22 M65N22 ตามลำดับ (12.42, 12.41, 12.26, 11.86 เปอร์เซ็นต์ Li et al.(2014) รายงานว่าระดับความชื้นในอาหารสูตรรวมไม่ได้มีผลต่อองค์ประกอบน้ำนมและผลผลิตน้ำนม ($P>0.05$) ซึ่งขัดแย้งกับงานทดลองที่พบว่าระดับความชื้นมีผลต่อผลผลิตน้ำนมไขมันในน้ำนม และปริมาณของของแข็งในน้ำนม อาจเนื่องมาจากอาหารที่ใช้ในงานทดลองครั้งนี้เป็นอาหารสูตรรวมที่ถูกหมัก และด้วยระยะเวลาในการจัดเก็บจึงทำให้เกิดการย่อยสลายอาหารประเภทเยื่อใยได้ง่าย ส่งผลให้โคได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นและมีผลผลิตน้ำนมที่มากขึ้นโดย (ตารางที่ 2) จะพบว่าที่ความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลผลิตน้ำนมได้มากกว่าอาหารที่มีความชื้น 45 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) สอดคล้องกับ Leonardi et al. (2005) และ Felton and Devries (2010) ที่รายงานว่ามีค่าความชื้นจะเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการกินได้สิ่งแห้งของโค แต่ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนมในโคนม จากงานทดลองจึงสรุปได้ว่า ระดับ peNDF 1.18 mm ที่ 22 - 26 เปอร์เซ็นต์และความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตรรวมที่มีข้าวโพดหมักเป็นอาหารหลักเป็นระดับที่ดีที่สุดในการปรับปรุงผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม และพบว่าที่ระดับ peNDF 1.18 mm ที่ 26 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่ดีที่สุดสำหรับการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม

Table 2 The effects of peNDF and moisture content on milk yield and composition

Items	Treatments				SEM	P-Value		
	M65N22	M65N26	M45N22	M45N26		N	M	N*M
Milk yield, kg/d	18.67 ^{ab}	20.68 ^a	18.25 ^b	17.23 ^b	0.342	NS	*	*
Fat, %	3.49 ^c	3.88 ^b	3.87 ^b	4.15 ^a	0.042	***	**	***
Protein, %	3.50 ^b	3.66 ^a	3.55 ^a	3.50 ^a	0.032	NS	NS	NS
Lactose, %	4.87 ^b	4.88 ^a	4.83 ^a	4.76 ^a	0.027	NS	NS	NS
Total solids, %	11.86 ^b	12.42 ^a	12.26 ^a	12.41 ^a	0.042	***	***	***

N: peNDF 1.18 mm, M: Moisture NS: Non-significant different ($P>0.05$), *Statistically significant level of 0.05,

Statistically significant level of 0.01, and *Statistically significant level of 0.001. ^{a,b,c,d} Different superscripts in the same row show significant different ($P<0.01$).

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหา ระดับของเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ (peNDF) และ ความชื้นที่เหมาะสมของอาหารสูตรรวม โดยพบว่า ในอาหารสูตรรวมที่มีระดับ peNDF 1.18 mm ที่ 22 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับระดับความชื้น 45 เปอร์เซ็นต์ โคจะมีการกินได้สูงที่สุด และ ระดับ peNDF 1.18 mm ที่ 22 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับระดับความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่ม ผลผลิตน้ำนมสูงสุด ส่วนไขมันน้ำนมจะเพิ่มขึ้นเมื่อ ใช้ค่า peNDF 1.18 mm สูงที่ 26% โดยรวมในครั้ง นี้ อาหาร TMR ที่มีเหมาะสมควรมีค่า peNDF 1.18 mm 22-26 เปอร์เซ็นต์และความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลนี้เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถปรับใช้เพื่อ ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถานที่ทดลองและฝึกอบรม เกษตรกรรมจังหวัดร้อยเอ็ด และสาขาวิชาสัตว ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และกลุ่มวิจัยโคนมหนองนาคำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ใน การทำวิจัย ตลอดจนการให้ความร่วมมือในการ ทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- วิโรจน์ ภัครจินดา. 2557. อาหารและฟาร์มโคนม สมัยใหม่. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC international, Washington, DC. Available: newsletters/2009nov/dap1109. pdf. Accessed on: Jan. 1, 2016.
- Beauchemin, K. A., W. Z., and L.M. Rode. 2003. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. J. Dairy Sci. 86: 630-643.
- Behgar, M., R. Valizadeh, M. Mirzaee, A. A. Naserian, and S. Ghasemi. 2011. The impact of alfalfa hay particle size on the utilization of soy hull by early lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 142: 147-154.
- Calberry, J. M., J. C Plaizier, M. S. Einarson, and B. W. McBride . 2003. Effects of replacing chopped alfalfa hay with alfalfa silage in a total mixed ration on production and rumen conditions of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86: 3611-9.
- Felton, C. A., and T. J. DeVries. 2010. Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior and milk production of dairy cows. J. Dairy Sci. 93:2651-2660.
- Leonardi, C., F. Giannico, and L. E. Armentano. 2005. Effect of water addition on selective consumption (sorting) of dry diets by dairy cattle. J. Dairy Sci. 88:1043-1049.
- Li, F., L. Zongjun, L. Shengxiang, D. James Ferguson, Y. Cao, J. Yao, and F. Sun 2014. Effect of dietary physically effective fiber on ruminal fermentation and the fatty acid profile of milk in dairy goats. J. Dairy Sci. 97: 2281-2290.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Oh, M., H. Hong, H. L. Li, B. T. Jeon, C. H. Choi, Y. L. Ding, and Y. J. Tang. 2016. Effects of physically effective neutral detergent fiber content on intake, digestibility and chewing activity in fattening heifer fed total mixed ration. Asian Australas. J. Anim. Sci. 29: 1719-1724.
- SAS. 2002 . SAS Version 9.0. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

- Shaver, R. D. 2002. Rumen acidosis in dairy cattle: Bunk management considerations. J. Adv. Dairy Tech. 14:241-249.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B.A. Lewis. 1991 Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J.Dairy Sci.74:3583-3597.