

การประกอบสูตรอาหารสำหรับโคนม

1) ศึกษาระดับโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในรูเมนต่อผลผลิตน้ำนม

1) ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

จากการที่รัฐบาลพยายามส่งเสริมเกษตรกรให้เลี้ยงโคนมทดแทน การเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีปริมาณมากเกินไป ความต้องการของตลาด ทั้งนี้เป็นเพราะรัฐบาลได้เล็งเห็นวามนอกจากจะช่วยแก้ปัญหาการเพาะปลูกพืชแล้ว ยังช่วยลดดุลย์การค้าในการส่งผลิตภัณฑ์นมจากต่างประเทศจะเห็นได้ว่าในปี 1987 มีจำนวนโคทั้งหมด 75,000 ตัว และมีโครีดนมจำนวน 42,200 ตัว (FAO, 1990a) ทำให้ปริมาณการผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น 23.5% (FAO, 1990b) แต่อย่างไรก็ตามจากการสำรวจของ จีรัชย์ และคณะ (2534) พบว่าปัญหาสำคัญที่เกษตรกรจะต้องแก้ไขในระยะสั้นคือ การปรับปรุงในเรื่องการจัดการการให้อาหารเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ปราโมช และคณะ (2534) พบว่าปริมาณการให้น้ำนมค่อนข้างต่ำ 5.7 กิโลกรัมต่อวัน ถึง 9.85 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากโคนมที่กำลังให้ผลผลิตสูงนั้นมีความต้องการโภชนาการสูง (NRC, 1989) โดยเฉพาะความต้องการอาหารโปรตีนในรูปของกรดแอมมิโน (amino acid) ในปริมาณสูงซึ่งกรดแอมมิโนนี้จะมีการดูดซึมที่ลำไส้เล็กจากอาหารที่กินเข้าไป จุลินทรีย์โปรตีนและโปรตีนจากผนังเซลล์ที่หลุดจากทางเดินอาหาร (Cecava et al., 1990; Satter and Roffler, 1974) แต่การย่อยสลายของอาหารโปรตีนในรูเมนจะมีผลต่อการเพิ่มการดูดซึมกรดแอมมิโนในลำไส้เล็ก (Winsryg et al., 1991) กล่าวคือ อาหารที่ย่อยสลายได้เร็วเมื่อผ่านเข้าสู่รูเมนจะถูกย่อยสลายเป็นแอมโมเนีย ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รูเมนเพื่อใช้เป็นแหล่งไนโตรเจน สำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน และโปรตีนที่ได้จากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในรูเมนสามารถใช้เพื่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโต และการตั้งท้องในระยะแรกได้ (Satter and Roffler, 1974) แต่ก็ยังไม่เพียงพอตามความต้องการเพื่อการให้ผลผลิตในระดับสูง (Wohlt et al., 1991) เนื่องจากกรดแอมมิโนในอาหารจะมีโอกาสในการไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจากการย่อยสลายในรูเมนต่ำ (Winsryg et al., 1991) แต่กรดแอมมิโนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนนั้นควรมีคุณภาพสูงและมีกรดแอมมิโนที่จำเป็นอยู่ในปริมาณที่เพียงพอตามความต้องการ (NRC, 1989)

การย่อยสลายของอาหารโปรตีนในรูเมนมีผลต่อการเพิ่มและลดผลผลิตน้ำนมในโคนม การย่อยสลายต่ำมีผลต่อการส่งเสริมให้ปริมาณและเปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้นจากการที่โคนมที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนที่ย่อยสลายต่ำเนื่องจากโคที่กำลังให้ผลผลิตน้ำนมโดยเฉพาะการให้ผลผลิตสูงมีความต้องการโภชนาการเพื่อใช้ในการดำรงชีพ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการให้ผลผลิต ซึ่งอาหารและโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน (escape protein) ออกจากรูเมนจะมีการดูดซึมที่ลำไส้เล็กและนำไปใช้ในขบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกาย นอกจากนั้นแล้วยังพบปัจจัยทางด้านอาหารที่มีผลกระทบต่อปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมคือ ปริมาณไขมันที่มีในอาหารและผลผลิตที่ได้จากการย่อยอาหารหยาบโดยขบวนการหมัก (fermentation) ภายในรูเมน ดังนั้นในการศึกษาวิจัยทางด้านอาหารและการให้อาหารโปรตีนในโคนมที่กำลังให้น้ำนม จึงควรใช้ความสามารถในการย่อยสลายโปรตีนต่ำ (low degradability) ในอาหารรวมกับการใช้แหล่งโปรตีนที่มีความสามารถในการย่อยสลายอย่างเหมาะสมต่อสภาพนิเวศวิทยาในรูเมน

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงได้มุ่งศึกษาถึงผลของความสามารถในการย่อยสลายโปรตีนในรูเมนต่อผลผลิตน้ำนมของโคนม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการศึกษาและวิจัยในเขตร้อนก่อนในรายละเอียดก่อนการแนะนำการใช้หรือให้อาหารโปรตีนในโคนมที่กำลังให้นมในระดับเกษตรกรต่อไป

2) วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาาระดับโปรตีนไม่ย่อยสลายในรูเมนหรือโปรตีนไหลผ่านต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำนม
2. เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนไม่ย่อยสลายในรูเมนหรือโปรตีนไหลผ่านที่มีต่อเมแทบอลิซึมในรูเมนและเลือด
3. เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์อาหารสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่เหมาะสม ในการนำมาใช้ประกอบสูตรอาหารสำหรับโคนม

3) ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการวิจัยในโคนมลูกผสมโฮลส์ไตน์เฟรเชียน ที่กำลังรีดนมในช่วงกลางของการให้นม โดยมุ่งเน้นถึงระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนในสูตรอาหารชั้น โดยใช้ร่วมกับหญ้าสด

4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สภาวะที่สัตว์อยู่ในภูมิอากาศที่ร้อนเกินกว่าที่สัตว์จะอยู่ได้อย่างปกติจะก่อให้เกิดความเครียดอันเนื่องมาจากความร้อน (heat stress) (เมธา. 2533) ซึ่งในสภาพดังกล่าวมีผลให้ปริมาณการกินอาหารได้ของสัตว์แห้ง (dry matter intake, DMI) ลดลง (เมธา. 2533; Beede and Collier, 1986; Young, 1987; McMuire et al., 1989; Taylor et al., 1991) เพิ่มปริมาณความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพ และการให้ผลผลิตน้ำนมลดลง (McDowell et al., 1969)

จากการที่โคนมมีปริมาณการกินอาหารได้น้อย จึงมีผลต่อโปรตีนที่นำไปใช้ในการให้ผลผลิต ถ้าไม่มีการเพิ่มความเข้มข้นของโปรตีนในอาหารให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น (Taylor et al., 1991; Higginbotham et al., 1989a; McMuire et al., 1989) แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มอาหารโปรตีนในอาหารในระดับสูงเกินไปก็ไม่ช่วยให้สัตว์ได้รับประโยชน์จากอาหารที่ให้อย่างมีประสิทธิภาพได้ (Claypoole et al., 1980) เนื่องจากการย่อยสลายโปรตีนโดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะหมักคือ แบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อรา ซึ่งจะได้ เปปไทด์ กรดแอมมีโน และปลดปล่อยผลผลิตสุดท้ายออกมา คือ แอมโมเนียไนโตรเจน (ammonia-nitrogen, $\text{NH}_3\text{-N}$) (เมธา. 2533; Winsyng et al., 1991; Orskov, 1982; Satter and Roffler, 1974) ดังจะเห็นว่า ถ้ามีการย่อยสลายอาหารโปรตีนในรูเมนสูงมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ต่ำลง สำหรับแอมโมเนียไนโตรเจนในของเหลวรูเมนที่มีความเหมาะสมจะมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 45-50 มิลลิกรัมต่อลิตร (Satter and Slyter, 1974; Satter and Roffler, 1974; Boniface et al., 1986) Higginbotham et al. (1989a) และ Taylor et al. (1991) ได้รายงานถึงอาหารที่มีระดับโปรตีนและความสามารถในการย่อยสูงในรูเมน ขณะอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูง (36-40 องศาเซลเซียส) จะมีผลทำให้โคนมให้ผลผลิตน้ำนมลดลงแตกต่างจากการให้อาหารที่มีการย่อยสลายต่ำ และผลต่อความเข้มข้นของแอมโมเนียและความเข้มข้นของยูเรียในพลาสมา ดังแสดงในตารางที่ 1 แต่จากรายงานของ Winsyng et al. (1991) ไม่พบความแตกต่างของการเพิ่มปริมาณน้ำนม แต่ความสามารถในการย่อยสลายต่ำมีผลทำให้โปรตีนในน้ำนมสูงขึ้นและไม่แตกต่างในส่วนประกอบน้ำนม ซึ่งได้ผลสรุปคล้ายคลึงกับ Robinson et al. (1991) และไม่พบความแตกต่างทั้งในปริมาณและส่วนประกอบน้ำนม ตามผลทดลองของ Robinson and Kennelly (1988) แต่อย่างไรก็ตามการให้ผลผลิตน้ำนมอาจมีผลมาจากความสามารถในการย่อยสลายอย่างเด่นชัดขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโปรตีนและโปรตีนที่ย่อยสลายได้ต่ำในอาหาร (Winsyng et al., 1991; Kung and Huber, 1983; McGuffey et al., 1988) สิ่งสำคัญในการใช้ประโยชน์จากการไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนโปรตีน

(escape protein) ก็คือการที่อาหารไม่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์รูเมน สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในลำไส้เล็กซึ่งจะช่วยให้การให้ผลผลิตและปริมาณโปรตีนในน้ำนมเพิ่มขึ้น (Chalupa, 1976; Winsryg et al., 1991) หรือช่วยลดความเข้มข้นของโปรตีนในอาหารลงได้ (Satter and Roffler, 1974) ส่วนโปรตีนที่ย่อยสลายนั้นจะเกิดการสูญเสียในรูปแอมโมเนียจากรูเมน ซึ่งทำให้สัตว์ใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้ต่ำ จากการหมุนเวียนผ่าน urea recycle ทางน้ำลายหรือการขับถ่ายของเสีย ดังนั้นการให้มีการย่อยสลาย (degradation) ที่รูเมนต่ำ แต่ให้มีการย่อยและดูดซึมในส่วนลำไส้เล็กสูง จึงเป็นแนวทางที่สนับสนุนในการใช้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า เนื่องจากการได้รับโภชนะหรือกรดแอมมิโนในปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่มีอยู่ในอาหารเพิ่มขึ้น (Kung and Huber, 1983; Higginbotham et al., 1984a; Higginbotham et al., 1989b)

...อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำนมและส่วนประกอบน้ำนม ก็ไม่ได้มีผลกระทบมาจากอาหารพลังงานและโปรตีนที่ดูดซึมที่ลำไส้เล็กแต่เพียงอย่างเดียว แต่มีผลจากรูปแบบของการย่อยที่ได้ผลผลิตสุดท้ายจากขบวนการหมักด้วย (end product) (Chalupa and Galligan, 1989) ซึ่งจะมีการดูดซึมกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ที่รูเมน 40-57 เปอร์เซ็นต์ และก่อนลงไปถึงดูโอดินัม 97-99 เปอร์เซ็นต์ (Peters et al., 1990) ดังผลแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อปริมาณน้ำนมและส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำนม (Chalupa and Galligan, 1989)

กรดไขมันที่ระเหยได้ ซึ่งผลิตโดยขบวนการหมักจากจุลินทรีย์ภายในรูเมน จากตารางที่ 2 จะเห็นว่ามีผลต่อปริมาณน้ำนมคือ acetate มีผลกระทบต่อปริมาณไขมันในน้ำนมคือ acetate และ butyrate และมีผลกระทบต่อปริมาณโปรตีน คือ propionate (Chalupa and Galligan, 1989; Chow et al., 1987) ผลกระทบของไขมันในอาหารทำให้ปริมาณน้ำนมและไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น แต่มีผลให้ปริมาณโปรตีนในน้ำนมลดลง (Canale et al., 1987) ส่วนกลไกของไขมันที่มีต่อโปรตีนที่ผลิตได้นั้น ไม่สามารถทราบสาเหตุที่แน่นอน (Chow et al., 1987) ถ้าไขมันที่เติมลงไปในการอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ไปมีผลต่ออาหารคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ในรูเมน อาจเป็นไปได้ที่ปริมาณโปรตีนในน้ำนมลดลงเนื่องจากการเจริญเติบโตหรือเนควิทยาในรูเมนไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และกรดแอมมิโนจากจุลินทรีย์ที่ลดลงนี้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของต่อมสร้างน้ำนม ทำให้กรดแอมมิโนที่ไปสังเคราะห์โปรตีนไม่เพียงพอตามความต้องการในที่สุด หรืออาจเป็นพิษต่อ rumen cellulolytic และ methanogenic bacteria (Chow et al., 1987) เมื่อให้สัตว์ได้รับการเสริมกรดแอมมิโนที่ป้องกันการย่อยสลายที่รูเมน หรือ intra-abomasal infusion พบว่ามีผลให้ปริมาณน้ำนมและปริมาณไนโตรเจนหรือโปรตีนในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น (Chow et al., 1987; Canale et al., 1990; DePeters and Cant, 1990; Seymour et al., 1990) จะเห็นว่าการที่มีปริมาณกรดแอมมิโนผ่านลงไปในส่วนลำไส้เล็กเพิ่มขึ้นและมีการดูดซึมที่บริเวณดังกล่าว สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณและโปรตีนในน้ำนมให้สูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาปริมาณน้ำนมที่ลดลงเนื่องจากการเสริมไขมันในอาหาร (Canale et al., 1990)

ตารางที่ 1 แสดงผลผลิตน้ำนมในโคนมที่ได้รับอาหารที่มีความสามารถในการย่อยสลายสูง (HD) และย่อยสลายต่ำ (LD)

References	ความสามารถในการย่อยสลายโปรตีน	
	HD	LD
Higginbotham et al. (1989a)		
Milk Production [*] , kg/d	26.5	28.7
FCM [*] (3.5%)	23.5	26.8
Fat, %	2.9	3.1
Protein, %	3.1	3.1
DM Intake [*] , kg/d	21.2	21.6
Taylor et al. (1991)		
Milk Production [*] , kg/d	29.1	29.5
FCM [*] (3.5%)	26.1	25.0
Fat, %	2.93	2.44
Protein, %	3.1	3.0
DM Intake [*] , kg/d	22.5	23.8
Winnsvyg et al. (1991)		
Milk Production [*] , kg/d	35.7	34.1
FMC [*] (3.5%)	35.2	35.2
Fat, %	3.4	3.7
Protein, %	2.9	3.1
DM Intake [*] , kg/d	22.4	22.1
Roomson et al. (1991)		
Milk Production, kg/d	31.5	31.3
Fat, %	3.8	4.0
Protein, %	3.0	3.1
DM Intake [*] , kg/d	24.0	24.5
McGuire et al. (1988)		
Milk Production [*] , kg/d	33.3	35.1
FCM [*] (3.5%)	31.0	33.2
Fat, %	3.2	3.3
Protein, %	3.2	3.1
DM Intake, kg/d	20.7	20.9

* ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < .05$)

ตารางที่ 2 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูเมน และยูเรียในพลาสมาในโคนมที่ได้รับอาหารที่มีการย่อยสลายสูง(HD) และต่ำ (LD)

Sources	NH ₃ -N		BUN	
	LD	HD	LD	HD
Higginbotham et al. (1989) ^a	16.6	13.4	10.3 /b	14.0/a
Kung and Huber (1983)	9.7 /b	11.3/a	17.1	16.7
Robinson et al. (1991)	17.9	23.0	19.5 /b	20.4 /a
Spain et al. (1990)	9.9 /b	13.5 /a	13.7	16.3

^a /b P < 05

ตารางที่ 3 แสดงผลของกรดไขมันที่ระเหยได้ (VFA) ไขมันและกรดแอมมิโนต่อปริมาณและส่วนประกอบน้ำนม

Sources	แหล่งที่ดูดซึม	Response (% of control)			
		Milk yield (kg/d)	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)
Acetate /1	Rumen	-8	-9	-1	+2
Propionate /1		-2	-8	-7	-1
Butyrate /1		-5	+14	-2	+2
Glucose /2		-6	-10	-1	+1
Fatty /5	SI/5				
Thomas and Martin (1988) /3		-2	-3	-	-
Canaie et al. (1990)		-4	-1	-3	-
Amino acids	SI/5				
Seymour et al. (1990) /4		-2	+9	-3	+1
Canaie et al. (1990) /4		0	-3	-3	-
Chow et al. (1990) /4		+8	0	-3	0
Munnéxe et al. (1991) /4		-4	-3	-1	-1
Thomas and Martin (1988) /2		-7	-3	+6	-1

/1 Intraruminal infusion; Chalupa and Galligan (1989)

/2 Intra-abomasal infusion.

/3 Intravenous infusion.

/4 Ruminal-Protected.

/5 SI = Small intestine

5) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความสามารถในการเพิ่มผลผลิตในโคนม
2. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของเมแทบอลิซึมในเลือดทางรูเมน
3. ทราบถึงแนวทางในการนำวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่น นำมาประกอบสูตรอาหารโคนมเพื่อลดต้นทุน
4. สามารถนำผลการวิจัยมาประกอบการเรียนการสอน การวิจัยได้ต่อไป
5. สามารถนำผลการวิจัยส่งเสริมไปยังเกษตรกรต่อไป

6) อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลองและการให้อาหาร

โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์เฟรเชียน จำนวน 12 ตัว อายุการให้น้ำนมเฉลี่ย 172 วัน ได้ถูกสุ่มให้ได้รับปัจจัยการทดลองซึ่งอาหารทดลองได้คำนวณให้ได้ระดับโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในรูเมน 3 ระดับ คือ 1) 30%. 2) 35%. และ 3) 38% และมีการคำนวณโภชนาอื่นๆ ตามความต้องการของสัตว์โดยอาศัยข้อมูลจาก NRC (1989) สุ่มเข้าตามแผนการทดลองแบบ Reversal หรือ Switch Back Design ตามวิธีการของ Lucas (1956) และ Atwal and Erfle (1992) ซึ่งสามารถช่วยจัดความแปรปรวนจากสิ่งแวดล้อม ระดับความแตกต่างทางพันธุกรรมและความคงทนของการให้ผลผลิตน้ำนมของวัวแต่ละตัว

โคนมที่เข้าทดลองทุกตัวจะได้รับอาหารแบบ Total Mixed Ration (TMR) ซึ่งได้จากการผสมอาหารหยาบโดยใช้หญ้ารัฐสตรวมกับอาหารข้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 ต่อ 70 ตามรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4 อาหาร TMR จะทำการผสมก่อนการนำไปเลี้ยงสัตว์แบบเต็มที (ad libitum) ในช่วงเช้าและบ่าย (09.00 น. และ 15.30 น.) ปริมาณอาหารที่นำไปเลี้ยงจะดำเนินการชั่งและบันทึกน้ำหนักก่อนการให้และชั่งน้ำหนักเหลือในช่วงเช้าเพื่อวัดปริมาณการกินได้โดยอิสระ หญ้ารัฐสตรที่นำมาเลี้ยงสัตว์จะสุ่มตัวอย่างและนำไปวิเคราะห์หาความชื้นทุกวัน เพื่อใช้ในการคำนวณสัดส่วนของอาหารหยาบในอาหาร TMR ให้คงที่อยู่เสมอ

สัตว์ทดลองจะถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวมีน้ำสะอาด และอาหารอยู่ตลอดเวลา และทำการรีดนมด้วยเครื่องรีดนมวันละ 2 ครั้ง (06.00 น. และ 18.00 น.) ก่อนสิ้นสุดการทดลองในแต่ละช่วงของการทดลอง ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมในช่วงเย็นและเช้ามืด 2 วันติดต่อกันและนำปริมาณน้ำนมที่สุ่มผสมกันเป็นเนื้อเดียวตามสัดส่วนของปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ในแต่ละวันโดยปริมาตรและนำส่งเพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมี (โปรตีน, ไขมัน, แล็กโตส, ของแข็งในน้ำนมและของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน) โดยใช้เครื่องมือ MilkO-Scan 133 (Foss Electric, Denmark) ณ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์ทางเคมี

อาหารทดลองจะถูกสุ่มเก็บตัวอย่างในช่วงท้ายของการทดลองในแต่ละช่วงของการทดลอง Period เป็นระยะเวลา 3 วัน ติดต่อกันและนำมาผสมรวมในสัดส่วนที่เท่ากันก่อนการส่งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (DM, Ash, CP, NDF, ADF และ UNDP) ณ โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน โดยใช้เครื่องดูดสุญญากาศ Vacuum stomach tube ที่เวลา 3 ชั่วโมง หลังการให้อาหารเช้า ของเหลวที่ได้นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทันทีหลังการสุ่มเก็บ และนำของเหลว

ตารางที่ 4 แสดงส่วนประกอบและองค์ประกอบของโภชนาในอาหาร

Ingredients composition,% DM	Levels of undegraceible protein		
	30	35	38
Ruzi grass	30	30	30
Cassava chip	28.3	22.4	17.4
Corn grain	15.6	15.4	25.2
Rice bran	5.6	7.0	5.6
Broken rice	5.6	4.2	1.4
Soybean meal	1.4	3.5	0.70
Whole cotton seed	7.1	7.7	7.0
Fish meal	1.4	9.7	12.0
Urea	2.4	0.3	0.0
Dicalcium phosphate	1.9	0.0	0.0
Mineral-vitamin premix ¹	0.7	0.7	0.7
Calculated			
NEL Mca/kg	1.6	1.7	1.7
IP %	17.1	17.1	17.2
UIP %	5.1	5.9	6.5
Chemical composition of concentrate			
DM	97.5	96.6	97.5
Ash	7.3	8.3	9.0
CP	14.1	14.1	14.2
Mg	0.4	0.3	0.3
Ca	0.9	0.5	0.7
P	0.7	0.6	0.6
K	0.7	0.9	0.7
C	0.5	0.7	0.6

¹ Ca2 Po4 11.4 kg. COO3 6.33 kg. KI 10g. FeCl3 1.4 kg. CoSo4 5 g. CuSO 4 250 g. MnO2 700 g. Znso4 .7H2O 1 kg. Na2SeO 20g. vit.A 5g. vit D 6.2 g. vit E 240g

ปริมาตร 100 มิลลิลิตรเติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 6 นอร์มอล ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพื่อหยุดขังการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในรูเมนก่อนการนำไปเหวี่ยงใส่ (centrifuge) และแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนการนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃-N) โดยใช้ Animonia Electrode ที่ต่อเข้ากับเครื่อง Ion Analyser (JENWAY 3040) และวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย (volatile fatty acid. VFA) โดยเครื่อง Gas chromatography (GP 10% SP-1200/1% H3PO4 on 80/100 chromosorb WAW: supeleo Inc..

Belefonte.PA.USA; 4 mm x 2.5 m column, oven temperature 136 °C, injector/detector temperature 200 °C N₂ carrier gas flow rate 30 ml/min) (Seal et al., 1992)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในรูเมน (rumen undegradable protein, RUP) ได้จากการบ่มอาหารโดยใช้เทคนิคถุงไนลอนทดลองในกระเพาะรูเมนโคมนพันธ์โฮลส์ไตน์ฟรีเซียนเพศผู้ตามรายละเอียดวิธีการของ Orskov and McDonald (1979) หลังจากการบ่มในกระเพาะรูเมนเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ฤงอาหารจะถูกนำไปล้างสะอาดและอบที่อุณหภูมิ 65 °C นาน 72 ชั่วโมง จนกระทั่งแห้งน้ำหนักคงที่ นำอาหารที่เหลือในถุงไนลอนไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่เหลือและคิดคำนวณปริมาณโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายจากปริมาณโปรตีนก่อนการนำไปบ่มในรูเมน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่สุ่มเก็บจากการทดลองได้แก่ ปริมาณการกินได้โดยอิสระ, ค่าความเป็นกรด-ด่าง, กรดไขมันที่ระเหยได้ภายในของเหลวจากรูเมน, การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสัตว์, ปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม จะถูกเข้าประมวลผลและวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติตามการวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance) ตามวิธีการของ Sanders and Gaynor (1987) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ออร์โธโกนอลโพลีโนเมียล (orthogonal polynomial) ตามความสัมพันธ์แบบ Linear และ Quadratic

7) ผลการทดลอง

ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ทดลองแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4 ซึ่งเป็นการจัดสัดส่วนของอาหารโคมนให้มึระดับโปรตีนหยาบใกล้เคียงกัน โดยคำนวณระดับโปรตีนไหลผ่านมีค่าเท่ากับ 30, 35 และ 38% ของโปรตีนหยาบในสูตรอาหาร

ปริมาณการกินได้และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก

ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของอาหารเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แบบ linear ตามระดับการเพิ่มสูงขึ้นของโปรตีนไหลผ่านในสูตรอาหารโคมน โดยมีปริมาณการกินได้เท่ากับ 14.0, 14.8 และ 14.4 กิโลกรัม ต่อตัวต่อวัน สำหรับโคมนที่ได้รับสูตรอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนไหลผ่าน 30, 35 และ 38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีรูปแบบการเพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับปริมาณการกินได้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 3.1, 3.2 และ 3.3 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัว ($p < 0.03$)

การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักโคมนในระหว่างการทดลองพบว่าโคมนที่ได้รับสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนไหลผ่าน 35 เปอร์เซ็นต์ จะมีการเก็บสะสมน้ำหนักได้สูงกว่า แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม

จากตารางที่ 5 พบว่าปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ต่อวันมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระดับโปรตีนไหลผ่านในอาหาร และเมื่อคิดคำนวณปริมาณผลผลิตน้ำนมที่ไขมันนมมาตรฐาน 3.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำนมเพิ่มสูงขึ้นตามระดับโปรตีนไหลผ่านมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมไม่มีความแตกต่างกันยกเว้นเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมซึ่งมีแนวโน้มต่ำลง ($p < 0.05$) เมื่อระดับโปรตีนไหลผ่านเพิ่มสูงขึ้น องค์ประกอบทางเคมี, ปริมาณโปรตีน, น้ำตาลแลคโตส, ของแข็งในน้ำนมทั้งหมดและของแข็งที่ไม่รวมไขมันมีค่าอยู่ระหว่าง 3.6-3.9, 2.7-2.9, 12.7-12.9, และ 9.0-9.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลของระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนต่อการกินได้ ปริมาณน้ำนม และองค์ประกอบน้ำนม

Items	Levels of undegradable protein			SE	Contrast	
	30	35	38		L	C
Animal weight (kg)	449.5	465.9	444.1	12.4		
Weight change (kg/d)	0.1	0.4	-0.2	2.0	ns	ns
Feed intake (kg/d)	14.0	14.9	14.4	0.66	0.05	ns
Feed intake (%BW)	3.1	3.2	3.3	0.21	0.01	ns
Milk yield (kg/d)	10.6	12.9	11.7	0.41	0.01	0.05
FCM (3.5%)	11.2	13.3	12.2	1.10	ns	ns
Fat (%)	3.9	3.6	3.9	0.59	0.05	0.09
Protein (%)	3.9	3.9	3.9	0.21	ns	ns
Lactose (%)	2.7	2.9	2.9	0.23	ns	ns
Total solids (%)	12.7	12.8	12.9	0.60	ns	ns
Solid-not-fat (%)	9.0	9.0	9.2	0.40	ns	ns

FCM (3.5%) = 0.432 (kg of milk) + 16.2 (kg of fat)

รูปแบบของขบวนการหมักในรูเมน

ค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะรูเมนพบว่ามีค่าเท่ากับ 5.9, 6.2 และ 6.0 ในโคนมที่รับประทานอาหารโปรตีนไหลผ่าน 30, 35 และ 38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.03$) แบบ Quadratic

ตารางที่ 6 ผลของระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนต่อขบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

	Levels of undegradable protein			SE	Contrast	
	30	35	38		L	Q
Ruminal pH	5.9	6.2	6.0		ns	0.03
TVFA (mM)	71.2	70.2	79.3	4.3	0.004	0.02
Acetic acid (C2,%)	65.5	65.2	67.5	2.4	ns	ns
Propionic acid (C3,%)	20.7	21.2	17.6	2.2	0.02	0.06
Isovaleric acid (iso-C4,%)	0.8	1.0	1.1	0.1	0.005	ns
Butyric acid (C4,%)	10.1	9.9	10.9	0.9	ns	ns
Isovaleric acid (iso-C5,%)	1.6	1.6	1.9	0.3	0.09	ns
Valeric acid (C5,%)	0.9	0.9	1.1	0.1	0.09	ns
C2/C3 ratio	3.4	3.1	3.9	0.7	ns	ns

ปริมาณและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบขบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของกรดไขมันที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากขบวนการหมักที่สำคัญพบว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น ($p < 0.004$) ตามปริมาณการเพิ่มโปรตีนไหลผ่านในสูตรอาหาร ซึ่งมีแนว

โน้มของการเพิ่มคล้ายกันกับการเพิ่มสูงขึ้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายอิสระแต่ละชนิด ยกเว้นความเข้มข้นของกรดอะซิติกและที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและส่วนกรดโปรปิโอนิก ($p < 0.02$) มีแนวโน้มลดลง ส่วนสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อโปรปิโอนิกของของเหลวในน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.1-3.9

8) วิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณการกินได้คิดเป็น % ของน้ำหนักตัวของโคนมที่ได้รับอาหารชั้นที่มีโปรตีนเท่ากันแต่ระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายก็แตกต่างกัน พบว่าเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลาย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Taylor et al. (1991) การเพิ่มขึ้นของปริมาณการกินได้อาจจะเนื่องมาจากเกิดความสมดุลของโภชนาที่กระเพาะรูเมนของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสำหรับจุลินทรีย์ ทำให้เกิดขบวนการหมักที่เหมาะสม เกิดการย่อยและไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมนเร็วขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลคือระดับโปรตีนที่โคนมได้รับจากโปรตีนจากอาหารที่ไม่ถูกย่อยสลายมากขึ้นและมีผลต่อเนื่องถึงปริมาณการให้ผลผลิตน้ำนม ดังผลที่ได้รับจากการทดลองนี้

ระดับของโปรตีนทั้งหมดและระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่ากันในการใช้ประกอบสูตรอาหารสำหรับโคนม ซึ่งการประกอบสูตรอาหารจะต้องคำนึงถึงระดับแอมโมเนียที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์ คือ 45-50 มิลลิกรัมต่อลิตร (Boniface et al. 1986) และระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนที่จะต้องผ่านมาถึงกระเพาะจริงและลำไส้เล็ก ซึ่งที่นี้โปรตีนจะถูกนำย่อยจากตัวสัตว์หลังออกมาใช้ได้กรดแอมมิโนและเกิดการดูดซึมไปใช้ต่อไป NRC (1988) ได้เสนอแนะว่าระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนในสูตรอาหารสำหรับโครีดนมได้ต่ำกว่า 13 กก./วัน การที่จะมีระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน เท่ากับ 5.2% ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่าสูตรอาหารที่เหมาะสมจะมีระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน เท่ากับ 4.9% มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากพันธุ์โคนมที่ใช้ในการประเมินเป็นโคนมในเขตหนาว นั้นแสดงว่าระดับความต้องการระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนของโคนมในเขตร้อนอาจจะต่ำกว่าก็เป็นได้ ซึ่งน่าที่จะได้มีการทดลองเปรียบเทียบต่อไป

อย่างไรก็ตาม ผลของระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตสุดท้ายของขบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะ VFA ที่เกิดขึ้น ซึ่งสัดส่วนของกรดอะซิติก กรดโปรปิโอนิก และกรดบิวทิริก มีสัดส่วนที่อยู่ในระดับที่เหมาะสมแต่ละระดับของ TVFA ค่อนข้างต่ำเล็กน้อย ดังนั้นถ้ามีการปรับสัดส่วนของทั้งคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมร่วมกับระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน น่าจะส่งผลกระทบต่อโคโคนมทั้งในแง่ของการให้ผลผลิตและการใช้ประโยชน์ของอาหาร จึงน่าที่จะมีการดำเนินการศึกษาวิจัยต่อไป

9) สรุปและขอเสนอแนะ

การเพิ่มระดับของโปรตีนไหลผ่านในสูตรอาหารโคนมมีผลต่อการเพิ่มปริมาณการกินได้ ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด กรดไอโซบิวทิริกและกรดวารริก และมีผลต่อการเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำนม ให้สูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปริมาณกรดแอมมิโนจากอาหารซึ่งมีความสมดุลสูงที่ไหลผ่านลงสู่ลำไส้เล็กถูกย่อยสลายและดูดซึมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลดีในโคนมอันที่นำไปใช้ประโยชน์ของร่างกายต่อไป

ดังนั้นในการประกอบสูตรอาหารสำหรับโคนม นอกเหนือจากระดับโปรตีนทั้งหมดในอาหารแล้วจะต้องคำนึงถึงระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนที่เหมาะสมสำหรับโครีดนมด้วย จากการทดลองนี้ สูตรอาหารที่เหมาะสมมีโปรตีน

ทั้งหมด 14% และระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน 35% หรือคิดเป็นระดับโปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนของสูตรอาหารทั้งหมด เท่ากับ 4.9%

10) บรรณานุกรม

- จิระชัย กาญจนพตติพงษ์, สมเกียรติ ทิมพัฒน์พงศ์, พลกฤษณ์ บุญทองแสน และ สมยศ ลิตตลวรงค์. 2534. การสำรวจการเลี้ยงดูและการจัดการฟาร์มในเขต ของ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย รายงานผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2534
- ปราโมช คิตะโกเศศ, สมปอง สรวมศิริ, กริสน์ เลือภู, พิสุทธิ เนียมทรัพย์ และ อนุชา ศิริ. 2534. การสำรวจ ข้อมูลสภาพการเลี้ยงโคนมในจังหวัดเชียงใหม่ รายงานผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2534.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. พิมพ์ลับขีชิง. กรุงเทพฯ.
- Atwal, A.S. and J.D. Erfle. 1992. Effects of feeding fish meal to cows on digestibility, milk production, and milk composition. *J. Dairy Sci.* 75:502 - 507.
- Beede, D.K. and R.J. Collier. 1989. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J. Anim. Sci.* 62:543.
- Boniace, A.N., R.M. Murray and J.P. Hogan. 1986. Optimal level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. In: *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* Vol. 16:151.
- Canaie, C.J., L.D. Muller and H.A. McCahon, T.J. Whitseil, G.A. Varga and M.J. Lormore. 1990. Dietary fat ruminally protected amino acids for high production dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:135.
- Cecava, M.J., N.R. Merchen, L.L. Berger and G.C. Eahey. 1990. Intestinal supply of amino acid in sheep fed alkaline hydrogen peroxide-treated wheat straw-based diets supplemented with soybean meal or combinations of corn gluten meal and blood meal. *J. Anim. Sci.* 68:467.
- Chalupa, W. 1976a. Degradation of amino acids by the mixed rumen microbial population. *J. Anim. Sci.* 43:828.
- Chalupa, W. and D.T. Galligan. 1989. Manipulating protein levels in milk. In: T.P. Lyons (Ed) *Biotechnology in the feed industry*. Alltech Technical Publications, Nicholasville, NY.
- Chow, J.M., E.J. Depeters and R.L. Baldwin. 1987. Effect of rumen protected methionine and lysine on casein in milk when diets high in fat or concentrate are fed. *J. Dairy Sci.* 70:1051.
- Claypool, D.W., M.V. Pangborn and H.P. Adams. 1980. Effect of dietary protein on high-producing dairy cow in early lactation. *J. Dairy Sci.* 63:833.
- DePeter, R.J. and J.P. Cant. 1990. Factors influencing the nitrogen composition of milk. *J. Dairy Sci.* 73:(Suppl.1):241(Abstr).

- FAO 1990a. Dairy cooperative successful experiences of selected Asia countries. Bangkok.
- FAO 1990b. Statistical profile of livestock development in Asia-Pacific region 1979-1989. Bangkok.
- Higginbotham, G.E., M. Torabi and J.T. Huber. 1989a. Influence of dietary protein concentration and degradability on performance of lactating cows during hot environmental temperatures. *J. Dairy Sci.* 72:2554.
- Higginbotham, M.V., N.P. Johnson, J.T. Huber and D. Adrea. 1989b. Influence of protein percentage and degradability on performance of lactating cows during moderate temperature. *J. Dairy Sci.* 72:1818.
- Higginbotham, G.E., N.P. Johnson, D.D. Andrus and J.T. Huber. 1984. Effect of non-protein nitrogen supplementation of highly insoluble dairy rations on the performance of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67(Suppl. 1):120(Abstr.).
- Kang, L. Jr. and J.T. Huber. 1983. Performance of high production cows in early lactation fed protein of varying amount, sources and degradability. *J. Dairy Sci.* 66:227.
- Lucas, H.L. 1956. Switchback trials for more than two treatments. *J. Dairy Sci.* V. 39 No. 2.
- McGuffey, H.B., H.B. Green and R.P. Basson. 1988. Protein nutrition of the somatotropin-treated cow in early lactation. *J. Dairy Sci.* 71(Suppl. 1):120(Adstr.).
- Munneke, R.L., D.J. Schingoethe and D.P. Casper. 1991. Lactational evaluation of ruminally protected methionine in diets containing extruded soybeans and urea. *J. Dairy Sci.* 74:227.
- McMuire, M.A., D.K. Beeds, M.A. Delorenzo, C.J. Wilcox, G.B. Huntington, C.K. Reynolds and R.J. Gollier. 1989. Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 67:1050.
- McDowell, R.E., E.G. Moody, P.J. Van Soest, R.P. Leibman and G.L. Fors. 1969. Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 52:188.
- National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Oskov, O.R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press, Inc. London.
- Peters, J.D., R.Y.W. Shen and S.T. Chester. 1990. Propionic acid disappearance from the foregut and small intestine of the beef steer. *J. Anim. Sci.* 68:3905.
- Roffler, R.E., L.D. Satter, A.R. Harndie and W.J. Tyler. 1978. Influence of dietary protein concentration on milk production by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci.* 61:1422.
- Robinson, P.H., P.R. McQueen and P.L. Burgess. 1991b. Influence of rumen undegradable protein levels on feed intake and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:1623.
- Robinson, P.H. and J.J. Kennelly. 1988a. Influence of intake of rumen undegradable protein on milk production of late lactation Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 71:2135.

- Rodriguez, L.A., G. Mekonnen, C.J. Wilton, F.G. Martin and W.A. Krienke. 1985. Effect of relative humidity, maximum and minimum temperature, Pregnancy and stage of lactation on milk composition and yield. *J. Dairy Sci.* 68:973.
- Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *BR. J. Nutr.* 32:199.
- Satter, L.D. and R.K. Roffler. 1974. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58:1219.
- Spain, L.D., M.D. Alvarado, C.E. Polan, C.N. Miller and M.L. McGilliard. 1990. Effect of protein source and energy on milk composition in midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:445.
- Sadik, M.S., J.T. Huber, K. King, R. Wamderley, D. Deyoung, A. Al-Dehneh and C. Dudas. 1990. Comparison of nitrogen-15 and diaminopimelic acid for estimating bacterial protein synthesis of lactating cows fed diets of varying protein degradability. *J. Dairy Sci.* 73:694.
- Sanders, W.L. and P.T. Gaynor. 1987. Analysis of switchback data using statistical analysis system. Inc. Software. *J. Dairy Sci.* 70:2186.
- Seymour, W.M., C.E. Polan and J.H. Herbein. 1990. Effects of dietary protein degradability and casein or amino acid infusion on production and plasma amino acid in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:735.
- Thomas, P.C. and P.A. Martin. 1988. The influence of nutrient balance on milk yield composition. In: P.C. Garnsworthy (Ed) *Nutrition and Lactation in Dairy Cow*. Butterworths, London.
- Taylor, R.B., J.T. Huber, R.A. Gomez-Arcon, F. Wiresma and X. Pang. 1991. Influence of protein degradability and evaporative cooling on performance of dairy cows dairy hot environmental temperature. *J. Dairy Sci.* 74:243.
- Wonit, J.D., S.L. Chmiel, P.K. Zajac, L. Backer, D.B. Hlethen and J.L. Evans. 1991. Dry matter intake, milk yield and composition and nitrogen use in Holstein cows fed soybean, fish or corn gluten meals. *J. Dairy Sci.* 74:1609.
- Winsing, M.D., M.J. Aramile and J.L. Walters. 1991. The effect of protein degradability on milk composition and production of early lactation somatotropin-injected cows. *J. Dairy Sci.* 74:1648.
- Young, B.A. 1987. The effect of climate upon food intake. In: Hacker, J.H. and J.H. Ternouth (Ed) *The Nutrition of Herbivores*. Academic Press, Australia.



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๖๑

SF

253

๑๖๖๒