

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ส่วนประกอบของโภชนะในอาหาร

อาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ใช้หญ้าเฮย์ (ruzi hay) เป็นอาหารหยาบ ร่วมกับอาหารข้น 3 สูตร คือ สูตร A สูตรควบคุม (Control) ใช้อาหารข้นสำหรับแม่โคที่กำลังรีดนมของบริษัท แผลมทองสหการ จำกัด สูตร B สูตรควบคุมเสริมด้วยอาหารเม็ดคุณภาพสูงที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน 27.5 เปอร์เซ็นต์ (HQFP 1) จำนวน 500 กรัม/ตัว/วัน และ สูตร C สูตรควบคุมเสริมด้วยอาหารเม็ดคุณภาพสูงที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน 35.0 เปอร์เซ็นต์ (HQFP 2) จำนวน 500 กรัม/ตัว/วัน ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ อาหารข้น และอาหารเม็ดคุณภาพสูงทั้ง 2 สูตรแสดงในตารางที่ 6 พบว่า อาหารหยาบ ประกอบด้วย DM 95.0 เปอร์เซ็นต์, NDF 83.3 เปอร์เซ็นต์, ADF 50.5 เปอร์เซ็นต์, CP 3.4 เปอร์เซ็นต์ และ ADL 3.0 เปอร์เซ็นต์ ค่าเหล่านี้ใกล้เคียงกับองค์ประกอบของโภชนะของหญ้าเฮย์ที่รายงานโดย พิทยา (2536) ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนะใกล้เคียงกับฟางข้าวที่รายงานโดย กฤตพล (2535) โดยมีค่า DM 95.0 เปอร์เซ็นต์, CP 4.5 เปอร์เซ็นต์, NDF 77.3 เปอร์เซ็นต์, ADF 56.3 เปอร์เซ็นต์ และ ADL 4.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการใช้หญ้าเฮย์เป็นอาหารหยาบให้คุณค่าทางโภชนะใกล้เคียงกับฟางข้าว แต่มีข้อดีคือ เปอร์เซ็นต์ของ NDF สูงกว่าขณะที่เปอร์เซ็นต์ ADF และ ADL ต่ำกว่า จึงอาจใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าฟางธรรมดา

อาหารข้นทั้ง 3 สูตร จากการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคถุงในลอน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน เท่ากับ 24.8, 26.2 และ 32.4 สำหรับสูตรควบคุม, HQFP1 และ HQFP2 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นและ HQFP ทั้ง 2 สูตรนั้น มีค่า CP เท่ากับ 16.3, 35.6 และ 36.5 ซึ่งค่า CP ของ HQFP จะสูงมาก

เนื่องจากต้องการที่จะใช้เสริมในระดับต่ำ แต่สัตว์จะได้รับโภชนาที่พอเพียง ส่วนค่า NDF, ADF, ADL นั้น ใน HQFP มีค่าต่ำเนื่องจากวัตถุดิบหลักที่ใช้คือ กากน้ำตาล เบอร์เชินต์ ADF ของอาหารทั้ง 3 สูตร ต่ำกว่าที่แนะนำโดย NRC (1988) คือ ต้องไม่ต่ำกว่า 19 เบอร์เชินต์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากอาหารชั้นเท่านั้น แต่เมื่อนำมาผสมอาหารหยาบรวมด้วย จะมีค่าประมาณ 27 เบอร์เชินต์

ตารางที่ 7 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารชั้น, HQFP และหญ้าหยาบ

รายการ	ชนิดอาหารชั้น			หญ้าหยาบ
	สูตรควบคุม (A)	HQFP 1	HQFP 2	
DM, %	96.35	93.28	93.25	95.03
	----- (% of DM) -----			
OM	88.90	89.17	88.39	90.09
NDF	35.05	10.09	19.70	83.32
ADF	9.61	2.67	3.64	50.53
ADL	1.96	1.59	0.78	1.59
Ash	11.10	10.83	11.61	9.91
ATA	1.61	1.65	1.61	10.37
CP	16.28	35.61	36.53	3.39
UDP ¹	24.82	26.24	32.43	-

¹ วัดโดยวิธี nylon bag technique

4.2 ปริมาณการกินได้โดยอิสระ (Voluntary feed intake, VFI)

ในการทดลองนี้จะแบ่งเป็นปริมาณการกินได้อย่างอิสระของอาหารหยาบ คือ รูซีเฮย์ และปริมาณการกินได้ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 8 ปริมาณการกินได้อย่างอิสระของอาหารหยาบ มีค่า 6.5, 6.8 และ 6.6 ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างมีนัยสำคัญ แต่ในอาหารสูตร B และ C ซึ่งเสริม HQFP มีแนวโน้มที่สูงกว่า เมื่อคิดในรูปเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีค่า 1.5, 1.6 และ 1.6 ตามลำดับ แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาในรูปกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว⁷⁵ พบว่ามีค่า 70.0, 74.0 และ 72.2 g DM/Kg BW⁷⁵ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณการกินได้ (Kg DM/d) ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากว่าเมื่อการกินได้เพิ่มขึ้น พลังงานที่ต้องใช้สำหรับการเมแทบอลิซึมของโภชนาการย่อมสูงตามไปด้วย (Leng and Nolan, 1984) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Garg และ Gupta (1992a), Badurdeen และคณะ (1994) และ Cheva-Isarakul และ Cheva-Isarakul (1991) แต่ kung และ Huber (1983b) รายงานว่า เมื่อระดับของโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนสูงขึ้น ปริมาณการกินได้ลดลง เนื่องจากมีผลกระทบต่อการผลิตจุลินทรีย์โปรตีน แต่ในการทดลองนี้เมื่อเสริม HQFP ซึ่งมีระดับโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนสูงกว่า แต่ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น อาจเนื่องจาก HQFP มีกากน้ำตาลและยูเรีย ซึ่งเป็นแหล่งของพลังงานและแอมโมเนียที่ใช้ในการสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีน (บุญล้อม, 2527)

สำหรับปริมาณการกินได้ทั้งหมด เมื่อคิดรวมทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบ (ตารางที่ 8) พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ คือ เมื่อเสริม HQFP จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 8 ผลของการเสริม HQFP ต่อปริมาณการกินได้อย่างอิสระ

รายการ	อาหารทดลอง			SE

	A	B	C	
ปริมาณการกินได้อย่างอิสระ				
ของอาหารหยาบ				
kg/d	6.5	6.8	6.6	0.15
% BW	1.5	1.6	1.6	0.04
g/kg BW ^{0.75}	70.0	74.0	72.2	1.38
ปริมาณการกินได้ทั้งหมด				
kg/d	14.8	15.5	15.1	0.62
% BW	3.4	3.7	3.6	0.16
g/kg BW ^{0.75}	156.4	166.3	161.5	7.19

(P>.05)

A = control

B = control + 500 g ของ HQFP1

C = control + 500 g ของ HQFP2

SE = standard error

4.3 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนา

จากการทดลองพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (digestion coefficients) โดยวิธีใช้ตัวชี้บ่งภายในคือ acid-insoluble ash (AIA) ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ (ตารางที่ 9) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (dry matter digestibility, DMD) มีค่า 54.0, 56.5 และ 55.3 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเสริม HQFP จะมีแนวโน้มการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งเพิ่มขึ้น โดยในอาหารสูตร B มีค่าสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Badurdeen และคณะ (1994) เช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter digestibility, OMD) มีค่าเท่ากับ 65.9, 72.3 และ 69.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ NDF มีค่าเท่ากับ 47.0, 54.0 และ 41.7 เปอร์เซ็นต์ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ ADF มีค่าเท่ากับ 36.1, 41.9 และ 41.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมื่อเสริม HQFP การย่อยได้ของ NDF และ ADF ซึ่งเป็นส่วนของเยื่อใยในอาหารนั้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .05$) และเมื่อพิจารณาในส่วนของการกินอาหารได้ (ตารางที่ 8) พบว่ามีความสอดคล้องกันคือ เมื่อเสริม HQFP ปริมาณการกินได้จะเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการแตกตัวของยูเรียและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้จากกากน้ำตาล ทำให้จุลินทรีย์ได้รับโภชนาที่เพิ่มขึ้น มีการสังเคราะห์จุลินทรีย์เพิ่มขึ้น การย่อยได้จึงเพิ่มขึ้น (จระชัย และ บุญล้อม, 2529) ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น (เมธา, 2533) แต่เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มของการเสริม HQFP พบว่าในอาหารสูตร B มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้สูงกว่าในสูตร C แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากว่าในอาหารสูตร C มีปลายันเป็นองค์ประกอบอยู่สูง (23.36%) ทำให้การย่อยได้ลดลง (Paul, 1991; Atwal and Erfle, 1992) ซึ่งจะมีผลกระทบต่อบริมาณการกินได้ โดยจะเห็นได้จากปริมาณการกินได้ในอาหารสูตร B สูงกว่าสูตร C (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 9 ผลของการเสริม HQFP ต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้

รายการ	อาหารทดลอง			SE
	A	B	C	
Drymatter	54.0	56.5	55.3	3.04
Organic matter	65.9	72.3	69.2	6.73
Neutral detergent				
fiber (NDF)	47.0 ^a	53.0 ^b	53.5 ^b	1.12
Acid detergent				
fiber (ADF)	36.1 ^a	41.9 ^b	41.7 ^b	0.97

a, b values on the same row with deifferent superscripts differ ($P < 0.5$)

A = control

B = control + 500 g ของ HQFP1

C = control + 500 g ของ HQFP2

SE = standard error

4.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของของเหลวในรูเมน

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของของเหลวในรูเมน ซึ่งวัดที่ชั่วโมงที่ 4 หลังให้อาหารตอนเช้าในอาหารสูตร A, B และ C มีค่าเท่ากับ 6.6, 6.5 และ 6.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 10) คัดยไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ เมื่อเสริม HQFP มีแนวโน้มของ pH ที่ลดลง อาจเป็นเพราะ HQFP มีส่วนประกอบของกากน้ำตาล ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยหมักได้เร็ว ดังนั้นการย่อยสลายและการผลิต VFA เกิดขึ้นในอัตราที่เร็ว pH จึงลดต่ำลง

(กังวาน, 2531) อย่างไรก็ตาม pH ของอาหารทั้ง 3 สูตร นี้เมื่อวัดในชั่วโมงที่มีการหมักสูงสุด พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย คือ ช่วง 6.5-7.0 (เมธา, 2533)

ตารางที่ 10 ผลของการเสริม HQFP ต่อระดับของความเป็นกรด-ด่าง (pH), แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$), กรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (total VFA, จำนวนโปรโตซัวและแบคทีเรีย และ blood urea nitrogen (BUN)

รายการ	อาหารทดลอง			SE
	A	B	C	
BUN, mg%	9.9	8.9	8.5	0.24
Rumen measurement				
pH	6.6	6.7	6.5	0.16
$\text{NH}_3\text{-N}$, mg%	8.4	8.0	7.9	0.15
Total VFA, mM	79.0	82.8	81.5	1.09
Protozoal count ($\times 10^5$)	8.9	9.0	9.1	0.11
Bactereal count ($\times 10^8$)	2.9	3.3	3.2	0.08

$P > .05$

A = control

B = control + 500 g ของ HQFP1

C = control + 500 g ของ HQFP2

SE = standard error

4.5 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ของของเหลวในรูเมน

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในการทดลองนี้ สุ่มวัดในชั่วโมงที่ 4 พบว่า มีค่า 8.4, 8.0 และ 7.9 ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ในอาหารสูตร A ที่ไม่เสริม HQFP และมีโปรตีนที่ย่อยสลายได้เร็วในรูเมนสูงกว่า จะมีแนวโน้มของระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Kung และ Huber (1983b) และ Veen (1986) ที่พบว่าในอาหารที่มีโปรตีนที่ย่อยสลายได้เร็วจะมีการผลิตแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในปริมาณที่มากกว่า นอกจากนี้เมื่อเสริม HQFP นั้น แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในรูเมนอาจถูกนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนร่วมกับ keto acid ที่ได้จากการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยหมักได้เร็ว คือ กากน้ำตาล (Arias *et al.*, 1951; McDonald, 1958; Warner, 1956 อ้างถึงโดย Church, 1979) แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่ได้จากการทดลองนี้ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในรูเมน คือ 5-8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามที่รายงานโดย Satter และ Slyter (1974) ซึ่ง Smith (1975) พบว่า แอมโมเนียในรูเมนจะถูกดูดซึมได้เร็ว เมื่อ pH ในรูเมนมากกว่า 7.5 ส่วนค่า pH ที่อยู่ในช่วง 6.5-7.5 นั้น อัตราการดูดซึมของแอมโมเนียจะช้าลง และจะถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์เป็นเซลล์ของจุลินทรีย์มากกว่า ซึ่งค่า pH นี้สอดคล้องกับผลของการทดลอง (ตารางที่ 10) คือมีค่า pH เท่ากับ 6.6, 6.5 และ 6.5 ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ

4.6 ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (BUN)

ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด ซึ่งทำการตรวจวัดในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหารในตอนเช้า พบว่ามีค่า 9.9, 8.9 และ 8.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ในอาหาร สูตร A, B และ C ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดที่ได้จากการทดลองนี้มีแนวโน้มว่า การไม่เสริม HQFP จะมีความเข้มข้นสูงกว่า แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ซึ่งน่าจะเป็นผลจากโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลาย

ในรูเมนของ HQFP โดยความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับของโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ หิทยา (2536), Kung และ Huber (1983b) และ Folman และคณะ (1981) นอกจากนี้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด จะสัมพันธ์กับผลผลิตของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในรูเมน (Wohlt *et al.*, 1976) ซึ่งในการทดลองนี้ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในรูเมนมีค่า 8.4, 8.0 และ 7.9 ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ (ตารางที่ 10) อาจเป็นเพราะโปรตีนที่ย่อยสลายได้สูงกว่าจะมีการสลายโปรตีนเป็นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนได้มาก มีการดูดซึมผ่านผนังรูเมนได้เพิ่มขึ้น ทำให้แอมโมเนียในกระแสเลือดสูงขึ้น และการผลิตยูเรียออกสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบอาหารสูตร B กับ C พบว่าในสูตร B มีค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดสูงกว่าสูตร C ซึ่งอาจเป็นผลจากระดับของโปรตีนที่ย่อยสลายในรูเมนและยูเรีย ซึ่งในอาหารสูตร B มีระดับที่สูงกว่าสูตร C โดยพบว่าสัตว์ที่ได้รับยูเรียจะส่งผลให้ระดับของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดสูงขึ้น (เมธา, 2533)

4.7 ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile fatty acid, TVFA)

ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด วัดในช่วงวันที่ 4 หลังให้อาหาร เข้าพบว่า มีค่าเท่ากับ 79.0, 82.8 และ 81.5 m mole/l ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ แต่เมื่อเสริม HQFP พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เมธา และคณะ (2535), Wanapat และ Sommart (1992) การที่ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากกากน้ำตาล ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยหมักได้เร็ว ทำให้อัตราการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้เกิดขึ้นเร็วและมีความเข้มข้นมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตร A นอกจากนี้ Sutton (1980) รายงานว่า การผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้มีความสัมพันธ์สูงกับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ (apparent digestible organic matter) ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองนี้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ

65.9, 72.3 และ 69.2 ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ (ตารางที่ 9) เมื่อพิจารณาถึงค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดกับค่า pH ดังแสดงในตารางที่ 10 จะเห็นได้ว่าค่า pH มีค่า 6.6, 6.5 และ 6.5 ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ ซึ่งเมื่อความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ค่า pH จะลดลง เนื่องจากเมื่อมีการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้เพิ่มขึ้น จะทำให้ความเป็นกรดในรูเมนเพิ่มขึ้น ค่า pH จึงลดลง (Mahadevan *et al.*, 1982)

4.8 ผลต่อจำนวนแบคทีเรีย และโปรโตซัวในของเหลวของรูเมน (rumen fluid)

ผลของการเสริม HQFP ที่มีต่อจำนวนแบคทีเรียที่วัดในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหารเข้า มีค่าเท่ากับ 2.9, 3.3 และ 3.2 ($\times 10^8$ เซลล์/ml) ของของเหลวในรูเมนในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ แต่มิแนวนั้นว่าเมื่อเสริม HQFP จะมีจำนวนแบคทีเรียที่ตรวจนับจากของเหลวในรูเมนสูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 10 ผลที่ได้สอดคล้องกับ Garg และ Gupta (1992b) ซึ่งน่าจะเป็นผลจากภาคน้ำตาลและยูเรียที่เป็นแหล่งของพลังงาน และแอมโมเนียในการสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีน (บุญล้อม, 2527) เมื่อพิจารณาถึงสัมประสิทธิ์การย่อยได้พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้จะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับจำนวนแบคทีเรียที่ตรวจนับได้ นั่นคือจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเสริม HQFP เนื่องจากการเสริม HQFP จะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและการทำงานจุลินทรีย์ในรูเมน (Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul, 1991) เมื่อเปรียบเทียบการเสริม HQFP ในอาหารสูตร B และ C พบว่าในอาหารสูตร B ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในรูเมนต่ำกว่า จะมีค่าจำนวนแบคทีเรียสูงกว่า อาจเนื่องจากการที่มีระดับของโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนต่ำกว่า จะมีการผลิตแอมโมเนียสูงกว่าในอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนสูง (Robinson *et al.*, 1991; Kung and Huber, 1983b) ทำให้การผลิตเป็นเซลล์ของแบคทีเรียสูงกว่า ซึ่งผลของ HQFP ต่อระดับแอมโมเนีย สูงกว่าในอาหารสูตร C (ตารางที่ 9)

ส่วนจำนวนของโปรโตซัวที่ตรวจนับจากของเหลวในรูเมน ซึ่งเก็บในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหารเข้า พบว่ามีค่า 8.9, 9.0 และ 9.1 ($\times 10^5$ เซลล์/ml) ของของเหลว

ในรูเมน ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ แต่เมื่อเสริม HQFP จำนวนของโปรโตซัวจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจาก HQFP จะมีส่วนประกอบของกากน้ำตาล ซึ่งโปรโตซัวที่พบนั้นจะเป็นพวก Holotrichia เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ พวกที่มีขนาดใหญ่ มีขนปกคลุมอยู่เต็ม มีรูปร่างเป็นรูปไข่ โดยที่โปรโตซัวจากพวกนี้จะหมักในสัตว์ที่ได้รับอาหารที่มี soluble sugar อยู่สูง (บุญล้อม, 2527) ผลที่ได้สอดคล้องกับ Wanapat และ Sommart (1992) ซึ่งพบว่าเมื่อสัตว์ได้รับอาหารก่อนคุณภาพสูงจะมีจำนวนโปรโตซัวเพิ่มขึ้นจาก 4.0 เป็น 7.9 ($\times 10^5$ เซลล์/ml ของของเหลวในรูเมน)

4.9 ผลต่อผลผลิตน้ำนม

ผลของการเสริม HQFP ต่อผลผลิตน้ำนมมีค่าเท่ากับ 12.3, 13.6 และ 13.1 กิโลกรัม/วัน ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ โดยที่เมื่อเสริม HQFP จะมีผลผลิตน้ำนมสูงขึ้น และในสูตร B จะมีค่าสูงสุด รองลงมาคือสูตร C ดังแสดงในตารางที่ 11 ผลที่ได้สอดคล้องกับงานทดลองของ Ghebrehimet และคณะ (1994) และ เมธา (2537) ทั้งนี้ผลที่ได้อาจเนื่องมาจาก HQFP มีส่วนประกอบของกากน้ำตาล, ยูเรีย ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยหมักได้เร็ว และไนโตรเจนที่ละลายได้ในรูเมน นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของวัตถุดิบอื่น ๆ ที่เพิ่มส่วนของโภชนาอื่นให้มีความเหมาะสมขึ้น ส่วนกากน้ำตาลและยูเรียจะทำให้อาหารมีความสมดุลของพลังงานและโปรตีน (จิระชัย และ บุญล้อม, 2529) ในโคนม ผลผลิตน้ำนมต่อวันและการใช้ประโยชน์ของโปรตีนที่ย่อยได้ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับพลังงานเมตาบอลิซึม (ME) ที่ได้รับ เนื่องจากในการสังเคราะห์ได้จากคาร์โบไฮเดรตและแอมโมเนียร่วมกัน พลังงานที่ได้นี้จะใช้เป็นแรงผลักดันในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (Orskov, 1982) ผลของผลผลิตน้ำนมที่ได้สอดคล้องกับสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาที่สูงขึ้น เมื่อมีการเสริม HQFP อาจเนื่องมาจากการเสริม HQFP ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนและพลังงานเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ทำให้ขบวนการย่อยหมักในรูเมนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Doyle, 1983 อ้างถึงโดย กังวาน, 2531) แต่ในอาหารสูตร B มีแนวโน้มที่สูงกว่าสูตร C ทั้งนี้เนื่องจากในสูตร C มีการใช้ปลายี่งซึ่งเป็นแหล่งของ

โปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนในระดับที่ค่อนข้างสูง (23.36%) ซึ่งปลาบ่มีไขมันเป็นองค์ประกอบจะขัดขวางการทำงานของจุลินทรีย์ในรูเมน ทำให้มีผลต่อการย่อยเยื่อใยในอาหาร (Hassain and Jordan, 1991) แต่อย่างไรก็ตามปลาบ่จัดว่าเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนสูง และถูกย่อยสลายในรูเมนได้น้อย (NRC, 1988) นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับสัตว์ที่กำลังอยู่ในระยะการให้ผลผลิต (Hussein and Jordan, 1991)

ตารางที่ 11 ผลของการเสริม HQFP ต่อผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนม

รายการ	อาหารทดลอง			SE
	A	B	C	
Milk yield, kg/d	12.3	13.6	13.1	0.38
4% FCM, kg/d	11.2	12.5	12.0	0.56
Fat, %	3.4	3.5	3.5	0.12
Protein, %	3.7	4.1	4.3	0.16
SNF, %	8.0	8.4	8.5	0.19
Total solids, %	12.4	12.8	13.0	0.17
Fat, kg/d	0.4	0.5	0.5	0.03
Protein, Kg/d	0.4	0.6	0.6	0.03

P>.05

A = control

B = control + 500 g ของ HQFP1

C = control + 500 g ของ HQFP2

SE = standard error

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำนมในรูปของการปรับเปอร์เซ็นต์ไขมันแล้ว (fat corrected milk, FCM) มีค่า 11.2, 12.5 และ 12.0 ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ พบว่าเมื่อเสริม HQFP จะมีแนวโน้มที่สูงขึ้น เนื่องจากการคำนวณ 4% FCM ได้จากสูตร $[(0.4) \times (\text{Kg น้ำนม})] + [(15) \times (\text{kg ของไขมัน})]$ (NRC, 1988) ดังนั้นเมื่อคำนวณค่า 4% FCM แล้ว อาหารสูตร B จะมีค่าสูงสุด เนื่องจากมีค่าปริมาณน้ำนมสูงสุด (13.6 กิโลกรัม/วัน) และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันใกล้เคียงกับสูตร C ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงสุด คือ 3.5 ทำให้ค่า 4% FCM ของอาหารสูตร B สูงสุด รองลงมาคือสูตร C และ A ตามลำดับ

4.10 ผลต่อองค์ประกอบที่สำคัญในน้ำนม

องค์ประกอบที่สำคัญในน้ำนม แสดงในตารางที่ 11 พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันมีค่าเท่ากับ 3.4, 3.5 และ 3.5 เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมัน (Solids not fat, NSF) มีค่าเท่ากับ 8.0, 8.4 และ 8.5 ของแข็งทั้งหมดในนม (Total solids) มีค่าเท่ากับ 12.4, 12.8 และ 13.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าเท่ากับ 3.7, 4.1 และ 4.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลที่ได้ขององค์ประกอบน้ำนมเหล่านี้ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ แต่การเสริม HQFP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ องค์ประกอบของน้ำนม ในเปอร์เซ็นต์ไขมัน พบว่าเมื่อเสริม HQFP แล้วจะทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อเสริม HQFP ทำให้การย่อยเยื่อใยเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 10) จะส่งผลให้ปริมาณของอะซิเตท (C_2) และบิวทีเรท (C_4) เพิ่มขึ้น ซึ่งในโคนมจะใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์เป็นไขมันในน้ำนม (เมธา, 2533) นอกจากนี้แล้ว Preston และ Leng (1987) ยังพบว่า เมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นอาหารโค จะช่วยเพิ่มสัดส่วนของบิวทีเรท จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น

ค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีน ในน้ำนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเสริม HQFP ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระดับโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมนที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพการไหลผ่านของกรดอะมิโนไปดูดซึมที่ลำไส้เล็กได้สูงขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น (Winsryg *et al.*, 1991) ซึ่งสอดคล้องกับพิทยา (2536) และ

Majdoub และคณะ (1978) พบว่า ทั้งเปอร์เซ็นต์ไขมัน, เปอร์เซ็นต์โปรตีน, total solids และ slides not fat ในอาหารที่มีโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในรูเมน มีค่าเพิ่มขึ้น

สำหรับปริมาณไขมันและโปรตีนที่ผลิตได้ต่อวัน พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.5 กิโลกรัมต่อวันในปริมาณไขมัน และ 0.4, 0.6 และ 0.6 ในปริมาณโปรตีน จากอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามปริมาณน้ำมันกับเปอร์เซ็นต์โปรตีนและเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ได้ โดยเมื่อเสริม HQFP จะมีค่าที่เพิ่มขึ้นทั้งปริมาณโปรตีนและไขมันผลที่ได้นี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เมธา (2538)

4.11 ค่าประเมินผลตอบแทนเปรียบเทียบทางเศรษฐกิจจากผลผลิตน้ำมัน

เมื่อคำนวณผลตอบแทนของเศรษฐกิจเปรียบเทียบโดยคิดจากปริมาณน้ำมัน ที่ผลิตได้ต่อวัน แล้วหักค่าใช้จ่ายทั้งหมดออกโดยคิดตามวิธีขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) ซึ่งรายงานในข่าวเศรษฐกิจการเกษตร (2538) พบว่าอาหารสูตร B มีค่าตอบแทนสูงสุดคือ 20.51 บาท/วัน เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตร C และ A ซึ่งมีค่าตอบแทนเท่ากับ 16.12 และ 12.89 บาท/วัน (ตารางที่ 12) อาจเนื่องมาจากอาหารสูตร B มีปริมาณน้ำมันที่สูงที่สุดคือ 13.62 กิโลกรัม/วัน ถึงแม้ว่าเมื่อคิดราคาอาหารและค่าใช้จ่ายทั้งหมดแล้วอาหารสูตร B จะมีค่าสูงสุด เนื่องจากคิดจากปริมาณการกินได้ต่อวัน ซึ่งในสูตร B มีค่าสูงสุด และเนื่องจากอาหารสูตร C มีราคาสูงสุด เพราะมีส่วนประกอบของปลาป่นในปริมาณที่สูง ทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูงตามไปด้วย และผลผลิตที่ได้จากทั้งอาหารสูตร C และ A ยังมีค่าต่ำกว่าด้วย แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับ Ghebrehimet และคณะ (1994) ซึ่งพบว่าเมื่อเสริม HQFP/B จะได้รับค่าตอบแทนสูงสุดจากผลผลิตน้ำมันที่ได้

ตารางที่ 12 ผลของการเสริม HQFP ต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

รายการ	อาหารทดลอง		
	A	B	C
ราคาอาหาร (บาท/วัน) ^a	45.22	47.87	47.72
ต้นทุนทั้งหมด (บาท/วัน)	85.26	87.91	87.76
รายได้จากน้ำนม (บาท/วัน) ^b	98.15	108.42	103.88
กำไรสุทธิ (บาท/วัน)	12.89	20.51	16.12
รายได้จากน้ำนมเมื่อคิด			
4% FCM (บาท/วัน)	89.31	99.42	95.84
กำไรสุทธิ (บาท/วัน)	4.05	11.51	8.08
กำไรสุทธิ (บาท/28 วัน)	113.40	322.28	226.24

^a ราคาอาหาร (บาท/กิโลกรัม) : ruzi hay = 1.25

สูตรควบคุม = 4.50

HQFP 1 = 5.12

HQFP 2 = 6.81

^b ราคาน้ำนม (บาท/กิโลกรัม) 7.96

A = control

B = control + 500 g ของ HQFP1

C = control + 500 g ของ HQFP2

เมื่อประเมินค่าตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยคำนวณปริมาณน้ำนมที่รับเปอร์เซ็นต์ไขมันแล้ว (4% FCM) เพื่อให้ได้เป็นมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันน้ำนม พบว่า ได้ผลสอดคล้องกัน คือ ในอาหารสูตร B ได้ผลตอบแทนที่สูงที่สุดคือ 11.51 บาท/วัน ส่วนในอาหารสูตร C และ A มีค่า 8.08 และ 4.05 บาท/วัน และรวมทั้งเมื่อประเมินค่าตอบแทนต่อระยะเวลาทดลอง(period) พบว่ามีค่า 113.40, 322.28 และ 226.24 บาท ในอาหารสูตร A, B และ C ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ซึ่งได้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเสริม HQFP และกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตร B จะมีค่าสูงสุด ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า เมื่อเสริม HQFP จะมีแนวโน้มที่ให้ค่าตอบแทนที่ดีกว่า