บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารผสมสำเร็จ

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าว ซังข้าวโพด และสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ในการทดลอง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1 พบว่า ถั่วคาวาลเคดแห้งที่ใช้ในการทดลองเป็นถั่วที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน (ประมาณ 3 ปี) แต่มีค่าของโปรตีนหยาบเท่ากับ 13.4 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง มีค่าใกล้เคียงกับถั่วคาวาลเคดแห้งที่ผลิตที่อายุเก็บเกี่ยว 120 วัน และที่อายุตัด 125 วัน ที่มีโปรตีนหยาบ 13.3 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (กรมปศุสัตว์ 2547 ก) และ 13.1 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (ธำรงศักดิ์ 2543) ตามลำดับ สำหรับค่าเยื่อใย NDF เยื่อใย ADF และ ADL ของถั่วคาวาลเคดแห้งที่ใช้ในการทดลองมีค่าเท่ากับ 68.7, 48.1 และ 9.50 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ สูงกว่าผลวิเคราะห์ของ กรมปศุสัตว์ (2547ข) จินดา และคณะ (2546) และ จินดา และคณะ (2547) ทั้งนี้อาจเนื่องจากถั่วคาวาลเคดแห้งที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีอายุการตัดมากกว่า 90 วัน จึงทำให้ส่วนประกอบที่เป็นเยื่อใยของถั่วคาวาลเคดแห้งมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี, %วัตถุแห้ง	TMR				ถั่วคาวาลเคดแห้ง	ฟางข้าว	ซังข้าวโพด
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			
วัตถุแห้ง	91.3	91.3	90.7	90.7	93.4	92.0	92.2
อินทรียวัตถุ	90.8	90.9	91.1	90.5	89.2	91.2	95.2
เถ้า	9.2	9.1	8.9	9.5	10.8	8.8	4.8
โปรตีนหยาบ	14.7	14.4	13.2	13.8	13.4	3.1	2.8
เยื่อใย NDF	51.6	53.7	49.4	52.2	68.7	76.3	86.5
เยื่อใย ADF	40.9	41.0	37.7	35.8	48.1	51.1	46.1
เยื่อใย ADL	1.58	1.58	1.59	1.59	9.50	3.50	8.40
ไขมัน	2.22	2.67	3.09	2.21	1.42	2.10	0.85
ความหนาแน่น, กรัม/ลิตร	275.1	359.5	221.5	344.9	95.7	68.3	202.1

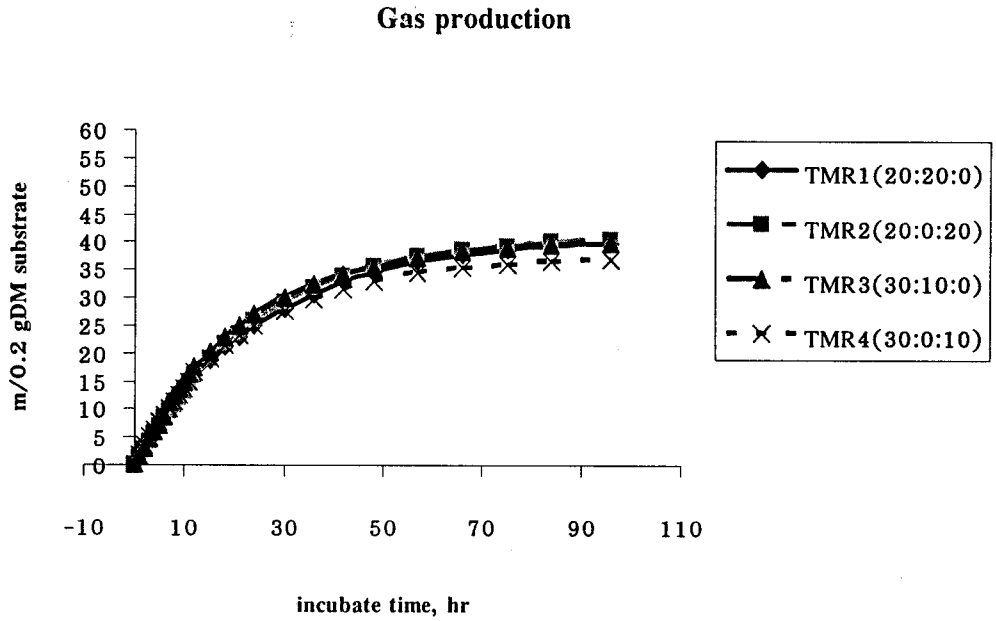
ส่วนฟางข้าวมีค่าของโปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF เยื่อใย ADF และ ADL เท่ากับ 3.1, 76.3, 51.1 และ 3.50 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ซึ่งค่าของโปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ของฟางข้าวมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการงานทดลองของ วลัยลักษณ์ และคณะ (2543) ที่มีค่าเท่ากับ 4.5, 81.7 และ 52.0 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ ส่วนซังข้าวโพดมีค่าเท่ากับ 2.8, 86.5, 46.1 และ 8.40 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ ซึ่งค่าของโปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ของฟางข้าวมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการงานทดลองของ อัจฉรา (2549) ที่มีค่าเท่ากับ 3.1, 87.5 และ 43.5 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งตามลำดับ และพบว่าเยื่อใย NDF ของซังข้าวโพดมีค่าใกล้เคียงกับค่าเยื่อใย NDF จากงานทดลองของ Kung (2003) ที่มีค่าเท่ากับ 89 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งอีกด้วย

สูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร ที่มีสัดส่วนระหว่างถั่วคาวาลเคดแห้ง ร่วมกับฟางข้าวหรือซังข้าวโพดต่ออาหารข้นในสูตรอาหารต่างกัน คือ 20:20:0 (TMR1), 20:0:20 (TMR2), 30:10:0 (TMR3) และ 30:0:10 (TMR4) มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และเถ้าอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน มีระดับโปรตีนหยาบใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้คือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง แม้ว่าสูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตรมีระดับโปรตีนหยาบที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณวัตถุดิบอาหารอื่น ๆ ที่เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารผสมสำเร็จนั้น ๆ สำหรับค่าเฉลี่ยของค่าเยื่อใย NDF และ ADF มีค่าลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ทั้งนี้อาจเนื่องจากถั่วคาวาลเคดแห้งมีค่าเยื่อใย NDF และ ADF ต่ำกว่าของฟางข้าวและซังข้าวโพด ในขณะที่ สุภาพร (2549) รายงานว่า เมื่อเพิ่มปริมาณถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จจะทำให้ค่าเยื่อใย NDF เยื่อใย ADF และ ADL เพิ่มสูงขึ้น

การเปรียบเทียบระหว่างการใช้ฟางข้าวกับซังข้าวโพดที่ระดับเดียวกัน พบว่า ค่าเยื่อใย NDF มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีซังข้าวโพด อย่างไรก็ตาม ค่าเยื่อใย NDF และ ADF ที่ได้อยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับที่ NRC (1988) ให้คำแนะนำว่า ในอาหารโคนมควรมีระดับเยื่อใย NDF ไม่ต่ำกว่า 26-30 เปอร์เซ็นต์ และมีเยื่อใย ADF ไม่ต่ำกว่า 19-21 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 2001) ในขณะที่ Grant (2000) แนะนำว่า โคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำกว่า 20 กิโลกรัมต่อวัน ควรมีความเข้มข้นของเยื่อใย NDF เท่ากับ 39 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ระดับของไขมันในสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร พบว่า มีค่าเท่ากับ 2.22, 2.67, 3.09 และ 2.21 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ตามลำดับ ซึ่งสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR1, TMR2 และ TMR4 มีระดับไขมันในสูตรอาหารต่ำกว่าที่ Palmquist and Jenkins (1980 อ้างถึงโดย เมธา, 2533) แนะนำไว้ โดยกล่าวว่าระดับไขมันในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องควรอยู่ในระหว่าง 3-5 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นผลเนื่องมาจาก ปริมาณวัตถุดิบอาหารข้นที่เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ในการปรับสูตรอาหาร อย่างไรก็ตาม NRC (2001) ได้แนะนำว่า ปริมาณไขมันในอาหารโคนมไม่ควรมีเกิน 5-7 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้สามารถรักษาระดับของไขมันในน้ำนม

4.2 ผลผลิต รูปแบบ และจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส

เมื่อทำการศึกษาผลผลิตแก๊สด้วยวิธีการ *in vitro* gas production technique เพื่อใช้ในการประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) พบว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 มีผลผลิตแก๊สเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีปริมาตรมากที่สุด และลดลงในสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR3, TMR1 และ TMR4 ตามลำดับ ภาพที่ 4.1 สามารถอธิบายค่าที่แสดงผลผลิตรูปแบบ และจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส (ตารางที่ 4.2) โดยการประเมินจากสมการ $y = a + b[1-Exp^{(-ct)}]$ (□rskov and McDonald, 1979) พบว่า ค่า a คือ ค่าปริมาณการผลิตแก๊ส ณ เวลา 0 (จุดตัดแกน y) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายที่เกิดจากองค์ประกอบที่ละลายน้ำได้ในสูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตร ค่า b หมายถึง ปริมาณแก๊สรวมทั้งหมด ณ จุดเส้นกราฟราบเรียบ บ่งบอกถึงส่วนที่มีศักยภาพในการย่อยสลายของสูตรอาหารผสมสำเร็จ หากสูตรอาหารผสมสำเร็จมีค่า b สูง แสดงว่า มีส่วนที่มีศักยภาพในการย่อยสลายสูง เนื่องจากปริมาณแก๊สที่ผลิตได้มีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับการย่อยสลายได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Menke et al., 1979; Menke and Steingass, 1988) ส่วนค่า c หมายถึง อัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า ค่า a มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนค่า b ของสูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) และมีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ($p<0.08$) และค่า c มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ($p<0.05$) และเมื่อประเมินศักยภาพการผลิตแก๊ส จากสมการ $d = |a| + b$ ปรากฏว่า ค่า d ของสูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่พบว่า เมื่อระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จเพิ่มขึ้นทำให้ค่า d ลดลง และสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับฟางข้าวมีค่า d ที่สูงกว่าสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับซังข้าวโพด นอกจากนี้ปริมาตรแก๊สสะสมที่เกิดขึ้นเมื่อบ่มครบเวลา 96 ชั่วโมง พบว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 มีปริมาตรแก๊สสะสมสูงสุด ($p>0.05$) คือ 55.6 มิลลิลิตร รองลงมาคือ TMR3, TMR1 และ TMR4 ซึ่งมีปริมาตรแก๊สสะสมเท่ากับ 54.4, 53.3 และ 51.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อการผลิตแก๊ส

เมื่อประเมินระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากการวัดผลผลิตแก๊สในห้องปฏิบัติการ โดยใช้สมการของ Menke and Steingass (1988) พบว่า ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของสูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (McalME/kgDM) ของสูตรอาหารผสมสำเร็จเพิ่มขึ้น เมื่อระดับถั่วคาวาลเคดแห้งเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จ และสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้ง ร่วมกับฟางข้าวมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูงกว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับซังข้าวโพด และสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตรมีระดับพลังงานที่ต่ำกว่าความต้องการของโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อวัน (2.30 McalME/kgDM) (NRC, 1988) คืออยู่ระหว่าง 1.73-1.84 McalME/kgDM (ตารางที่ 4.2) นอกจากนี้ ระดับพลังงานดังกล่าวยังต่ำกว่ารายงานของ สมคิด และบุญล้อม (2540) ที่ได้ประเมินความต้องการโภชนะของโคนมลูกผสมขาวดำที่เลี้ยงในประเทศไทย ที่พบว่า สำหรับโคนมน้ำหนัก 400 กิโลกรัม ให้ผลผลิตน้ำนม 10-15 กิโลกรัมต่อวัน มีความต้องการพลังงานเท่ากับ 2.32-2.42 McalME/kgDM

ตารางที่ 4.2 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส ปริมาตรแก๊สและปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

รายการ	TMR				SEM	P-value	ค่าเฉลี่ย				Contrast3	
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			20%	30%	RS	CC	20% vs 30%	RS vs CC
Gas production characteristic[1]												
a	-0.13[a]	-0.84[b]	-0.50[ab]	0.05[a]	0.29	0.01	-0.49	-0.23	-0.32	-0.40	0.21	0.72
b	40.8	42.4	39.0	37.2	2.92	0.12	41.6	38.1	39.9	39.8	0.08	0.94
c	0.04	0.04	0.05	0.05	0.01	0.13	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.43
d	41.5	43.2	35.1	37.5	4.26	0.56	42.4	36.3	38.3	40.4	0.34	0.47
ปริมาตรแก๊สที่ 96 ชั่วโมง (มิลลิลิตร/0.2 กรัม)												
	53.3	55.6	54.4	51.5	3.03	0.51	54.5	53.0	53.9	53.6	0.47	0.91
ME[2], Mcal/kg DM												
	1.73	1.81	1.84	1.74	0.08	0.67	1.77	1.79	1.79	1.78	0.74	0.84

[1] a = the intecept and ideally reflects the fermentation of the soluble fraction (ml), b = the fermentation of the insoluble (but with time fermentation, ml), c = rate of gas production (ml/hr), d = lal + b

[2] ME (MJ/kg DM) = 1.24 + 0.146(gas, ml/200 mg DM) + 0.007(CP) + 0.0224(EE) in g/kg DM.

[3] เปรียบเทียบระหว่างระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง และระหว่างฟางข้าวกับซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ, 20% = 20% of cavalcade hay in TMR, 30% = 30% of cavalcade hay in TMR, RS = rice straw, CC = corn cobs.

4.3 ปริมาณการกินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้

จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า การให้สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งเพิ่มขึ้น โคนมมีปริมาณการกินได้อย่างอิสระของวัตถุแห้งต่อวัน (กิโลกรัมต่อวัน) ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว$^{0.75}$ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.3) แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณการกินได้ของโคนมจะลดลง เมื่อเพิ่มระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ อาจเป็นเพราะว่าการเพิ่มระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ทำให้ความหนาแน่นของอาหารลดลง คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 317.3 และ 283.2 กรัมต่อลิตรในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารตามลำดับ อาหารจึงมีความฟ่ามมากขึ้น (ตารางที่ 4.1) ดังนั้น ปริมาณการกินได้ของโคนมจึงมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับ Mertens (1995) และ NRC (2001) ที่รายงานว่า ปริมาณเยื่อใยในอาหารมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของอาหาร เมื่อเยื่อใยในอาหารมาก (มีความฟ่ามมาก) ส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลง

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับฟางข้าว และการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับซังข้าวโพด พบว่า การใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารมีปริมาณการกินได้ต่ำกว่าการใช้ซังข้าวโพดในสูตรอาหาร (14.3 และ 14.4 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) ซึ่งซังข้าวโพดบดที่เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร TMR2 และ TMR4 มีขนาดเล็ก มีเยื่อใย NDF (86.5 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) สูงกว่าถั่วคาวาลเคดแห้งและฟางข้าว จึงมีการย่อยสลายได้ง่าย ทำให้กระเพาะรูเมนมีอัตราการหมุนเวียน (rumen turnover rate) เพิ่มขึ้น โคนมจึงกินอาหารได้มากขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับ Lammers et al. (1995) ที่รายงานว่า การลดขนาดของเยื่อใยลงจะเพิ่มปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งมากขึ้น นอกจากนี้ ความน่ากินของอาหารจะมีผลต่อปริมาณการกินได้ของสัตว์ ซึ่งอาจไปมีผลต่อการย่อยได้ด้วย (ฉลอง และคณะ, 2541) สอดคล้องกับรายงานการทดลองของ กรุง (2547) ที่พบว่า เมื่อทดแทนซังข้าวโพดด้วยฟางข้าวในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ที่มีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่ระดับ 40:60 ทำให้ปริมาณการกินได้ของสูตรอาหารผสมสำเร็จลดลง ส่วนการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร การใช้ฟางข้าวมีปริมาณการกินได้สูงกว่าการใช้ซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ อาจเนื่องมาจากสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ซังข้าวโพด (TMR4) มีความหนาแน่นลดลง และจากการสังเกตพบว่า มีความเป็นฝุ่นมากขึ้น อาจทำให้อาหารมีความน่ากินต่ำ โคนมจึงกินอาหารน้อยลง ส่งผลให้มีปริมาณการกินได้ต่ำตามไปด้วย และพบว่าในสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (0.25, 0.18, 0.07 และ 0.05 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่าการเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง และการใช้ฟางข้าวแทนซังข้าวโพดทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้น อาจเนื่องจาก โคนมมีปริมาณการกินได้วัตถุแห้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับที่ NRC (1988) รายงานไว้ว่า โคนมที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 400 กิโลกรัม ให้ผลผลิตเมื่อปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 10-15 กิโลกรัมต่อวัน ควรมีปริมาณการกินได้วัตถุแห้งประมาณ 2.7-3.2

เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จึงทำให้โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร ซึ่งมีปริมาณการกินได้อยู่ระหว่าง 3.2-3.4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ได้รับพลังงานอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต (ตารางที่ 4.4) โคนมจึงมีการนำพลังงานที่เหลือใช้ไปเก็บสะสมไว้ในร่างกายส่งผลให้โคนมมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

จากการประเมินสัมประสิทธิ์การย่อยได้โดยใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรดเป็นตัวบ่งชี้ พบว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และ ADF มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เมื่อมีระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งเพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (ตารางที่ 4.3) เมื่อเปรียบเทียบการใช้ฟางข้าวกับซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ เยื่อใย NDF และ ADF ของสูตรอาหารผสมสำเร็จมีแนวโน้มลดลง (63.0, 67.6, 46.1 และ 51.7 และ 62.8, 66.8, 45.9 และ 43.8 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ฟางข้าวและซังข้าวโพดตามลำดับ) เมื่อทดแทนฟางข้าวด้วยซังข้าวโพด เพราะซังข้าวโพดบดมีขนาดเล็ก ทำให้กระเพาะรูเมนมีมีอัตราการหมุนเวียนสูง การย่อยได้ของอาหารจึงลดลง สอดคล้องกับ Wilkins et al. (1972) รายงานว่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ และเซลลูโลส มีความสัมพันธ์กับอัตราการไหลผ่านของอาหารผ่านท่อทางเดินอาหาร คือ เมื่อขนาดเล็กลงจะมีอัตราการไหลผ่านของอาหารได้เร็วขึ้น ทำให้การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ และเซลลูโลสลดลง สอดคล้องกับการศึกษาถึงความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใยในโคนมที่กินอาหารที่มีเยื่อใยขนาดเล็ก ทำให้ความสามารถในการย่อยได้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจาก มีอัตราการไหลผ่านของอาหารสูงและมีอัตราการหมุนเวียนเพิ่มขึ้น ทำให้จุลินทรีย์มีเวลาเข้ายึดเกาะกับอาหารเพื่อย่อยสลายน้อยลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการย่อยอาหารลดลง (วุฒิชัย, 2541; Beauchemin and Rode, 1997; Yang et al., 2001)

ตารางที่ 4.3 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวและซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว ปริมาณการกินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้

รายการ	TMR				SEM	P-value	ค่าเฉลี่ย				Contrast[1]	
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			20%	30%	RS	CC	20% vs 30%	RS vs CC
น้ำหนักเริ่มต้น, กิโลกรัม	434	437.8	439.8	436.8			435.9	438.3	436.9	437.3		
น้ำหนักสุดท้าย, กิโลกรัม	439.3	441.5	441.3	437.8			440.4	439.6	440.3	439.7		
น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง, กิโลกรัม/วัน	0.25	0.18	0.07	0.05	0.09	0.88	0.22	0.06	0.16	0.12	0.48	0.83
ปริมาณการกินได้อิสระ												
กิโลกรัม/วัน	14.3	14.9	14.3	13.8	0.43	0.49	14.6	14.1	14.3	14.4	0.25	0.85
%น้ำหนักตัว	3.31	3.43	3.29	3.22	0.10	0.62	3.37	3.26	3.30	3.33	0.25	0.78
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	150.6	156.5	150	146.5	4.19	0.58	153.6	148.3	150.3	151.5	0.39	0.81

ตารางที่ 4.3 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวและซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว ปริมาณการกินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (ต่อ)

รายการ	TMR				SEM	P-value	ค่าเฉลี่ย				Contrast[1]	
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			20%	30%	RS	CC	20% vs 30%	RS vs CC
สัมประสิทธิ์การย่อยได้, %												
วัตถุแห้ง	63.3	65.6	62.8	60	3.12	0.57	64.5	61.4	63.1	62.8	0.92	0.20
อินทรียวัตถุ	67.7	69.7	67.5	63.9	3.17	0.56	68.7	65.7	67.6	66.8	0.88	0.21
โปรตีนหยาบ	73.7	73.3	69.4	71.3	3.49	0.88	73.5	70.4	71.6	72.3	0.69	0.56
เยื่อใย NDF	46.8	50.1	45.5	41.7	3.49	0.58	48.5	43.6	46.2	45.9	0.96	0.22
เยื่อใย ADF	48.3	43.2	46.6	36.6	4.12	0.55	45.8	41.6	47.5	39.9	0.58	0.22
ไขมัน	74.9	83.3	87.3	84.8	2.68	0.42	79.1	86.1	81.1	84.1	0.71	0.49

[1] เปรียบเทียบระหว่างระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง และระหว่างฟางข้าวกับซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ, 20% = 20% of cavalcade hay in TMR, 30% = 30% of cavalcade hay in TMR, RS = rice straw, CC = corn cobs.

4.4 โภชนะย่อยได้ที่โคนมได้รับ

เมื่อประเมินโภชนะย่อยได้ที่โคนมได้รับจากสูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตร พบว่า โคนมได้รับอินทรียวัตถุไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โปรตีนหยาบ และเยื่อใย ADF ลดลง ($p<0.05$) แต่เยื่อใย NDF มีแนวโน้มลดลง ($p<0.09$) ส่วนไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p<0.09$) เมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (ตารางที่ 4.4) เนื่องจาก โคนมมีปริมาณการกินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ลดลง ทำให้โคนมได้รับโภชนะลดลงตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ระดับโปรตีนหยาบที่โคนมได้รับยังคงอยู่ในระดับที่เหมาะสมคือ อยู่ในช่วง 1.90-2.12 กิโลกรัมต่อวัน โดย NRC (1988) รายงานว่า โปรตีนหยาบสำหรับโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนม 12.5-14.0 กิโลกรัมต่อวัน ควรได้รับโปรตีน 1.47-1.66 กิโลกรัมต่อวัน ในขณะที่โคนมได้รับไขมันเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับฟางข้าว กับการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับซังข้าวโพด ปรากฏว่า ไม่ว่าโคนมจะได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหาร โคนมทั้งหมดได้รับ อินทรียวัตถุ โปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับซังข้าวโพดได้รับไขมันจากอาหารต่ำกว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับฟางข้าว (0.35 และ 0.38 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) ($p<0.05$) และจากการทดลองนี้ พบว่าโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 ได้รับอินทรียวัตถุ โปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF มีแนวโน้มสูงกว่าสูตรอื่น ๆ เนื่องจากโคนมมีปริมาณการกินได้ที่มีแนวโน้มสูงกว่าสูตรอาหารผสมสำเร็จอื่น ๆ (ตารางที่ 4.3)

เมื่อประเมินการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนจากอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (digestible organic matter, DOMI) ที่โคนมได้รับ พบว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จมีการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนไม่แตกต่างกัน เมื่อเพิ่มระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 4.4 โดย Chen and Gomest (1992 อ้างถึงโดย สุภาพร, 2549) กล่าวว่า การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนสามารถประเมินจากอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และปริมาณการสังเคราะห์จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการกินได้ ดังจะเห็นได้จากการทดลองครั้งนี้ว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 มีแนวโน้มว่ามีปริมาณการกินได้สูงที่สุด ทำให้การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนมีแนวโน้มที่จะสูงกว่า โคนมที่ได้รับอาหารสูตรผสมสำเร็จอื่น ๆ และเมื่อเปรียบเทียบการใช้ฟางข้าวกับซังข้าวโพด พบว่า การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$)

เมื่อประเมินระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ ที่โคนมได้รับในการทดลองนี้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) เมื่อระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จเพิ่มขึ้น (34.3 และ 31.6 McalME/d) (ตารางที่ 4.4) แต่จะเห็นได้ว่าการที่โคนมกินอาหารได้น้อยลง ส่งผลให้สัตว์ได้รับพลังงานสุทธิลดลงตามมาด้วย และโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีฟางข้าวมีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ไม่มีความแตกต่างกับโคนมกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีซังข้าวโพดในสูตรอาหาร (33.1 และ 32.8

McalME/d) ($p>0.05$) โดยสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 ได้รับพลังงานสูงสุด คือ 35.6 McalME/d สูงกว่า NRC (1988) ที่แนะนำว่า ความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพและให้ผลผลิตน้ำนมสำหรับ โคให้นมไม่เกิน 12.5-14.0 กิโลกรัมต่อวัน ควรได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 26-30 McalME/d และโคให้นมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อวัน ต้องได้รับพลังงานไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 2.30 McalME/kgDM เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการสำหรับดำรงชีพ (NRC, 1988) และมีค่าใกล้เคียงกับโคลูกผสมขาว-ดำที่เลี้ยงในประเทศไทยที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 400 กิโลกรัม ให้ผลผลิตน้ำนม 10-15 กิโลกรัมต่อวัน มีความต้องการโปรตีน 14-16 เปอร์เซ็นต์ ควรได้รับพลังงาน 2.23-2.42 McalME/kgDM (สมคิด และบุญล้อม, 2540) ดังนั้น โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR4 ที่มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่าสูตรอาหารอื่น ๆ ทำให้โคนมมีการเปลี่ยน แปลงน้ำหนักที่เพิ่มน้อยกว่าสูตรอื่น ๆ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.4 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อโภชนะย่อยได้ที่ได้รับและปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME)

รายการ	TMR				SEM	P-value	ค่าเฉลี่ย				Contrast[1]	
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			20%	30%	RS	CC	20% vs 30%	RS vs CC
โภชนะย่อยได้ที่ได้รับ, กิโลกรัม/วัน												
อินทรียวัตถุ	12.7	13.1	12.7	12.4	0.2	0.81	12.9	12.6	12.7	12.8	0.24	0.45
โปรตีนหยาบ	2.07^{ab}	2.12^{a}	1.90^{b}	1.91^{b}	0.06	0.02	2.10	1.91	1.99	2.02	0.02	0.63
เยื่อใย NDF	7.53^{ab}	7.60^{a}	7.48^{ab}	6.80^{b}	0.22	0.02	7.57	7.14	7.51	7.20	0.09	0.22
เยื่อใย ADF	5.75^{ab}	6.03^{a}	5.40^{bc}	4.93^{c}	0.16	0.01	5.89	5.17	5.58	5.48	0.01	0.58
ไขมัน	0.31^{a}	0.39^{b}	0.44^{c}	0.30^{a}	0.01	0.01	0.35	0.37	0.38	0.35	0.09	0.03
MCP[1]	1.12	1.22	1.13	1.03	0.05	0.05	1.17	1.08	1.13	1.13	0.13	0.87
ME[2], Mcal/d	34	35.6	33.2	30.0	1.56	0.05	34.8	31.6	33.6	32.8	0.13	0.86
ME, Mcal/kgDM	2.31^{ab}	2.38^{a}	2.31^{ab}	2.17^{b}	0.05	0.48	2.35	2.24	2.31	2.28	0.01	0.14

[1] MCP (microbial crude protein), kg/d = 0.130 x kg DOMI

[2] 1 kg DOMI = 3.8 ME, Mcal/kgDM (Kearl, 1982)

[3] เปรียบเทียบระหว่างระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง และระหว่างฟางข้าวกับซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ, 20% = 20% of cavalcade hay in TMR, 30% = 30% of cavalcade hay in TMR, RS = rice straw, CC = corn cobs.

4.5 ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม

โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร มีปริมาณผลผลิตน้ำนม พบว่า ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 แต่ปริมาณผลผลิตน้ำนมมีแนวโน้มลดลง เมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหาร เนื่องจากปริมาณการกินได้ที่ลดลง ทำให้โคได้รับโภชนะที่จะนำไปใช้ในการให้ผลผลิตลดลง สอดคล้องกับ Briceno et al. (1987) ที่พบว่า การให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ โดย Beede and Collor (1986) กล่าวว่า การให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมเขตร้อนมีอิทธิพลมาจากการกินได้ทั้งหมด แต่จากการทดลองนี้ เมื่อปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์แล้ว พบว่า มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งจาก 20 เป็น 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมเท่ากับ 12.2 และ 13.0 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ($p<0.08$) และเมื่อเปรียบเทียบการใช้ฟางข้าวกับซังข้าวโพด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ซังข้าวโพด และโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ฟางข้าวในสูตรอาหาร ($p>0.05$)

ประสิทธิภาพการใช้อาหารของสูตรอาหารผสมสำเร็จทุกสูตร คิดในหน่วยกิโลกรัมของน้ำนมต่อกิโลกรัมของอาหาร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่เมื่อปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ แล้วพบว่า ประสิทธิภาพการใช้อาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งจาก 20 เป็น 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยให้ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 0.83 และ 0.94 กิโลกรัม ตามลำดับ ($p<0.07$)

สำหรับองค์ประกอบน้ำนม พบว่า ไขมันนมมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งจาก 20 เป็น 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารผสมสำเร็จ โดยให้ค่าไขมันนมเท่ากับ 3.52 และ 4.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($p<0.05$) อาจเนื่องมาจาก เมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ทำให้มีการสังเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย โดยเฉพาะกรดอะซิติคที่เป็นสารตั้งต้นของไขมันในน้ำนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.6) ส่งผลให้ค่าไขมันนม และของแข็งทั้งหมดในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับ สุภาพร (2549) ที่ศึกษาการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จสำหรับโครีดนมที่ระดับ 40, 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร พบว่า ไขมันนมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ โดยมีค่าเท่ากับ 3.76, 3.94, 4.11 และ 4.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าโปรตีน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดในน้ำนม มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ เช่นเดียวกับการใช้ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

รายการ	TMR				SEM	P-value	ค่าเฉลี่ย				Contrast[1]	
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			20%	30%	RS	CC	20% vs 30%	RS vs CC
ผลผลิตน้ำนม, กิโลกรัม/วัน												
	12.7	13.3	13.0	12.5	0.29		13.0	12.8	12.9	12.9	0.49	0.90
ผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4%, กิโลกรัม/วัน												
	12.3	12.0	12.9	13.1	0.37		12.2	13.0	12.6	12.6	0.08	0.97
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร												
กิโลกรัมของน้ำนม/กิโลกรัมของอาหาร, วัตถุแห้ง												
	0.89	0.89	0.91	0.92	0.04	0.99	0.89	0.92	0.90	0.91	0.65	0.97
กิโลกรัมของน้ำนมปรับไขมัน 4%/กิโลกรัมของอาหาร, วัตถุแห้ง												
	0.86[ab]	0.80[a]	0.91[ab]	0.96[b]	0.04	0.49	0.83	0.94	0.89	0.88	0.07	0.97

ตารางที่ 4.5 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม (ต่อ)

รายการ	TMR				SEM	P-value	ค่าเฉลี่ย				Contrast[1]	
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			20%	30%	RS	CC	20% vs 30%	RS vs CC
องค์ประกอบน้ำนม, %												
ไขมัน	3.72[ab]	3.32[a]	3.93[ab]	4.34[b]	0.25	0.04	3.52	4.14	3.83	3.83	0.04	0.98
โปรตีน	3.15	3.24	3.20	3.44	0.11	0.31	3.2	3.3	3.2	3.3	0.28	0.17
น้ำตาลแลคโตส	4.32	4.46	4.40	4.71	0.15	0.36	4.4	4.6	4.4	4.6	0.30	0.18
ของแข็งไม่รวมไขมัน	8.07	8.31	8.20	8.80	0.27	0.34	8.2	8.5	8.1	8.6	0.29	0.18
ของแข็งทั้งหมด	11.8	11.9	12.1	13.6	0.56	0.20	11.9	12.9	12.0	12.8	0.13	0.21
ไขมัน:โปรตีน	1.18	1.03	1.23	1.26	0.08	0.27	1.11	1.25	1.21	1.15	0.13	0.48
ยูเรีย-ไนโตรเจน, มิลลิกรัม%												
	18.7	19.1	18.0	17.2	1.83	0.89	18.9	17.6	18.4	18.2	0.50	0.91

[1] เปรียบเทียบระหว่างระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง และระหว่างฟางข้าวกับซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ, 20% = 20% of cavalcade hay in TMR, 30% = 30% of cavalcade hay in TMR, RS = rice straw, CC = corn cobs.

สัดส่วนระหว่างไขมันและโปรตีนนม พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบการใช้ฟางข้าวกับ ซังข้าวโพด สัดส่วนระหว่างไขมัน และโปรตีนนมในโคนมที่ได้รับฟางข้าวมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่ม โคนมที่ได้รับซังข้าวโพด โดยมีค่าเท่ากับ 2.12 และ 1.15 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.5) ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้ สูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตร มีค่าสัดส่วนระหว่างไขมันและโปรตีนนมเท่ากับ 1.18, 1.03, 1.23 และ 1.26 ตามลำดับ สูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR3 และ TMR4 มีค่าที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสม คือ 1.3 ค่านี้สามารถบ่งบอกว่าความสมดุลระหว่างระดับพลังงานและโปรตีน หากสัดส่วนระหว่างไขมันและโปรตีนนมมีค่ามากกว่า 1.3 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.5 โคนมมีแนวโน้มขาดพลังงาน และถ้ามีค่าน้อยกว่า 1.0 แสดงว่า มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายสูงเกินไป อาจก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมน (ประวีร์, 2546)

สำหรับค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) เมื่อระดับถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.5) เช่นเดียวกันกับ เมื่อเปรียบเทียบการใช้ฟางข้าวกับซังข้าวโพด ($p>0.05$) โดยค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมสามารถบ่งบอกถึงสมดุลของโปรตีนและพลังงาน และสมดุลของระดับโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ได้รับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากไนโตรเจน และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน (Broderic and Clayton, 1997; Kohn et al., 2002; Nousiainen et al., 2004) จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมของสูตรอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตร มีค่าใกล้เคียงกับช่วงค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมที่เหมาะสม คือ ระหว่าง 10-18 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Hopkins and Whitlow, 2003) แต่อย่างไรก็ตาม สูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR1 และ TMR2 มีค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมที่สูงกว่าระดับที่เหมาะสมเล็กน้อย (18.7 และ 19.1 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) ซึ่งอาจส่งผลให้ตัวสัตว์ได้รับโปรตีนและพลังงานไม่สมดุล ส่วนสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR3 และ TMR4 อยู่ระดับที่เหมาะสม (18.0 และ 17.2 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)

4.6 รูปแบบของกระบวนการหมัก และผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการหมัก

4.6.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิ

ระยะเวลาการสุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 พบว่าระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (7.15 และ 7.08 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับการใช้ซังข้าวโพดทดแทนฟางข้าวที่ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกัน (7.13 และ 7.10 ตามลำดับ) ดังแสดงในภาพที่ 4.2 สอดคล้องกับ Brago et al. (2002) ที่กล่าวว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จช่วยรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างให้คงที่ ไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน อีกทั้งการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ ทำให้ความผันแปรของการเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะรูเมนน้อย

กว่าการให้อาหารแบบแยกประเภท มีผลทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนดีกว่า (Ørskov, 1994; ฉลอง, 2541) และ Kirchgessner et al. (1981) พบว่า การให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ เป็นการช่วยปรับสภาพกระเพาะรูเมนให้เหมาะสมต่อจุลินทรีย์ ช่วยเพิ่มปริมาณการกินอาหาร และการให้ผลผลิต แต่ระดับของระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จมีผลต่ออุณหภูมิในกระเพาะรูเมน ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.3)

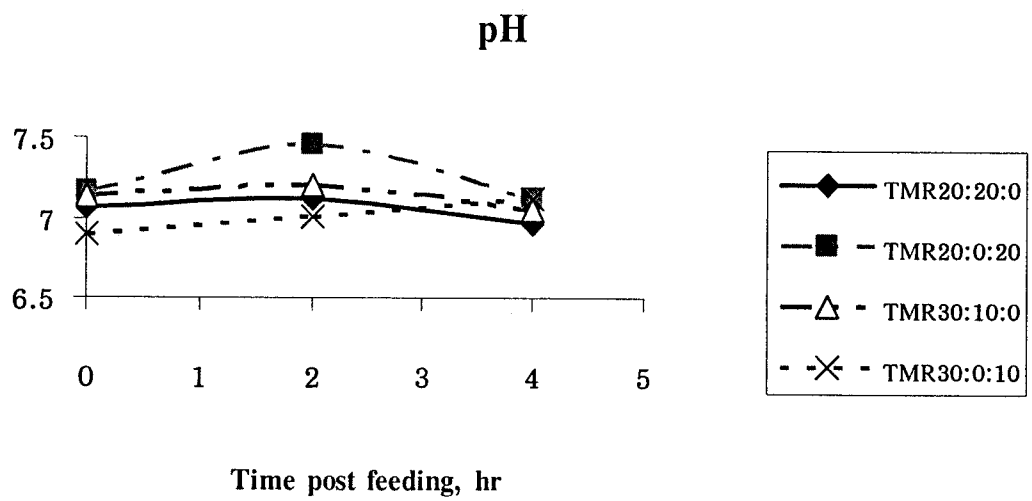
ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน มีค่าค่อนข้างสูง (ตารางที่ 4.6) ซึ่งตามรายงานของ Van Soest (1983 อ้างถึงโดย ฉลอง, 2541) ที่กล่าวว่าสภาวะภายในกระเพาะรูเมนควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 6.0-7.0 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสำคัญต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน บุญล้อม (2541) รายงานว่าสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่ 6.2-6.8 เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่มย่อยเซลลูโลส (cellulolytic digester) ส่วนจุลินทรีย์กลุ่มย่อยแป้ง (amylolytic flora) มีสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมประมาณ 5.2-6.2 อาจเนื่องจากระดับเยื่อใยที่สูง รวมทั้งลักษณะทางกายภาพของสูตรอาหารผสมสำเร็จอาจมีผลต่อกระบวนการเคี้ยวเอื้องและการหลั่งน้ำลาย ไอออนจากน้ำลายจะทำหน้าที่ต่อต้านกรดที่เกิดจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดค่าได้ในโคนมแต่ละกลุ่มทดลองมีค่าที่สูงกว่าระดับปกติ

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของของเหลวจากกระเพาะรูเมนในโคนม มีค่าเพิ่มหลังการให้อาหาร ดังแสดงในภาพที่ 4.3 และเมื่อระดับถั่วคาวาลเคดแห้งที่เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ทำให้อุณหภูมิของของเหลวในกระเพาะรูเมนมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจมีผลมาจากกระบวนการย่อยเยื่อใยในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีถั่วคาวาลเคด 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าที่ต่ำกว่า อาจทำให้มีความร้อนเกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยเยื่อใยที่เพิ่มขึ้น

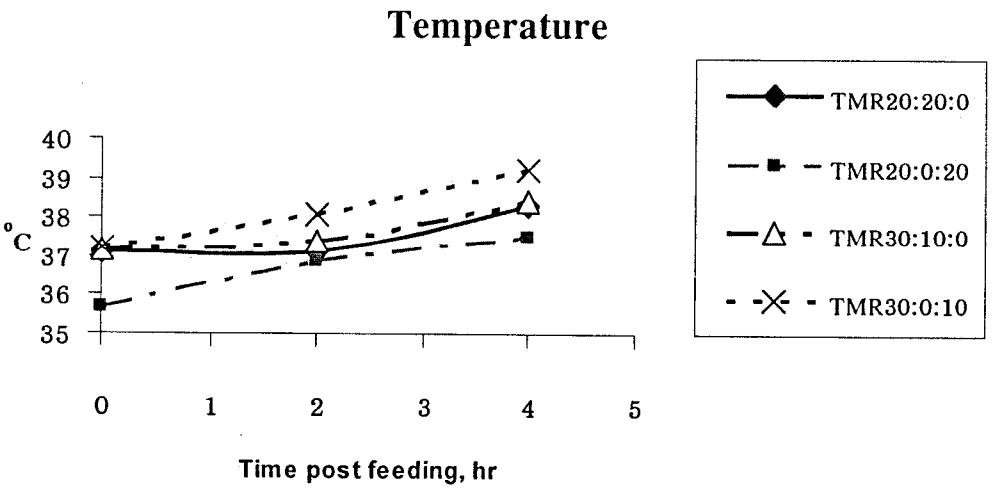
ตารางที่ 4.6 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ กรดไขมันระเหยได้ง่าย และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในพลาสมา (PUN) ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังกินอาหาร

รายการ	TMR				SEM	P-value	ค่าเฉลี่ย				Contrast[1]	
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			20%	30%	RS	CC	20% vs 30%	RS vs CC
ความเป็นกรด-ด่าง	7.05^{a}	7.25^{b}	7.14^{ab}	7.01^{a}	0.04	0.04	7.15	7.08	7.10	7.10	0.12	0.44
อุณหภูมิ, ^{0}C	37.5^{ab}	36.7^{a}	37.7^{b}	38.2^{b}	0.14	0.04	37.1	38.0	37.6	37.5	0.02	0.60
กรดไขมันระเหยได้ง่าย, %												
Acetic acid, C_2	70.5	66.9	67.6	70.5	35.0	0.73	68.7	69.1	69.1	68.7	0.39	0.53
Propionic acid, C_3	18.5	22.7	20.9	17.7	7.89	0.25	20.6	19.3	19.7	20.2	0.30	0.50
Butyric acid, C_4	11.0	10.5	11.4	11.8	0.25	0.70	10.7	11.6	11.2	11.1	0.93	0.30
C_2:C_3	3.82	2.95	3.23	3.99	0.39	0.75	3.38	3.61	3.52	3.50	0.98	0.71
NH_3-N, mg%	17.2^{a}	15.8^{ab}	18.0^{a}	14.0^{b}	1.12	0.04	16.5	16.0	17.6	14.9	0.55	0.01
PUN	21.8	21.5	20.6	20.0	1.19	0.69	21.7	20.3	21.2	20.8	0.29	0.71

[1] เปรียบเทียบระหว่างระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง และระหว่างฟางข้าวกับซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ, 20% = 20% of cavalcade hay in TMR, 30% = 30% of cavalcade hay in TMR, RS = rice straw, CC = corn cobs.



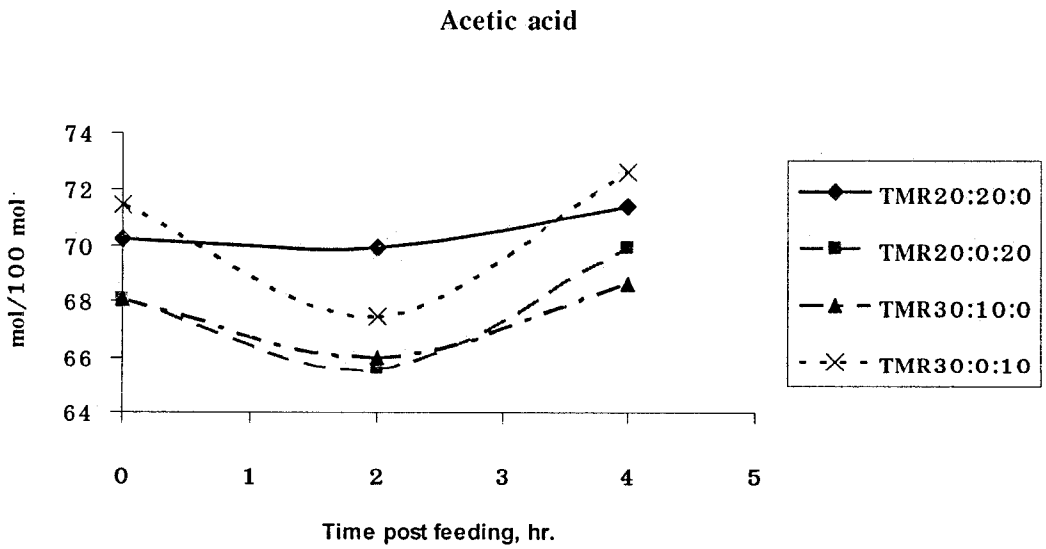
ภาพที่ 4.2 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อความเป็นกรด-ด่าง ภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังกินอาหาร



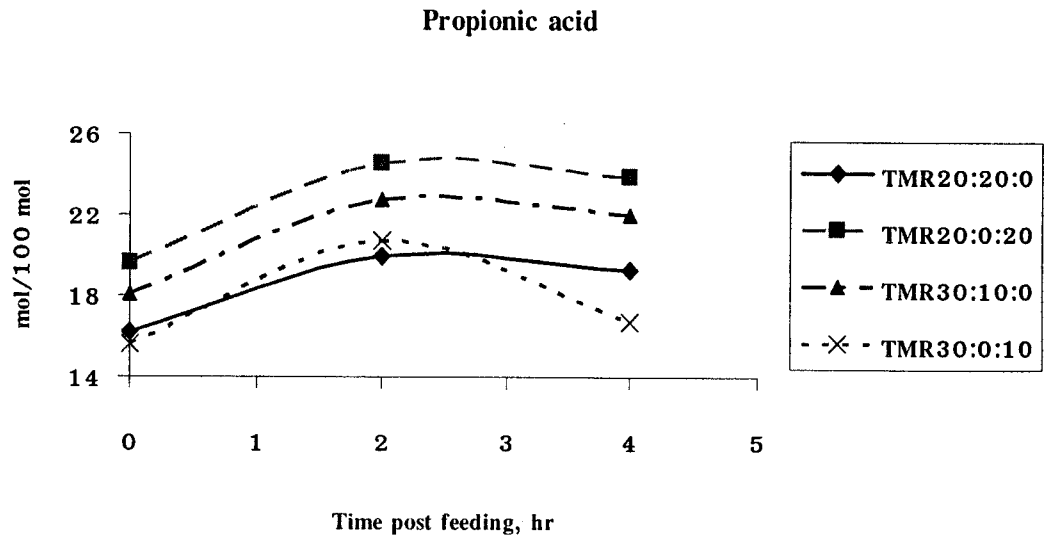
ภาพที่ 4.3 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่ออุณหภูมิ ภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังกินอาหาร

4.6.2 ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

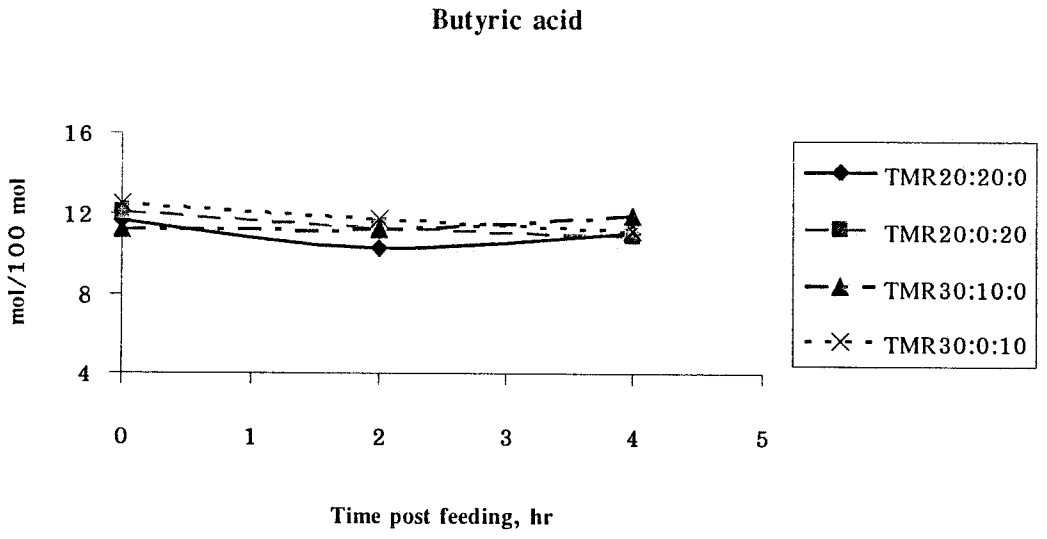
ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่าย ได้แก่ กรดอะซิติค กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทิริคในแต่ละสูตรอาหารผสมสำเร็จ ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังกินอาหารมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 พบว่า ความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิคเพิ่มสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 2 ภายหลังจากโคนมได้กินอาหาร เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย เช่น แป้ง น้ำตาล เป็นต้น ถูกย่อยสลายก่อนพวกที่เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้าง ได้แก่ เยื่อใย ในขณะที่กรดอะซิติคความเข้มข้นมีสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 4 ภายหลังการกินอาหาร สอดคล้องกับ ฉลอง (2541) ที่กล่าวว่า การผลิตกรดไขมันที่ระเหยง่ายจะเพิ่มสูงขึ้นภายใน 2-4 ชั่วโมงหลังกินอาหาร แต่สัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยง่ายขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร โดยโคนมที่ได้รับอาหารหยาบเป็นจำนวนมากจะมีความเข้มข้นของกรดอะซิติคสูงขึ้น กรณีที่มีการเสริมอาหารข้นในระดับสูงทำให้กรดโพรพิโอนิคเพิ่มสูงขึ้น สำหรับความเข้มข้นของกรดบิวทีริคนั้น ระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งที่ใช้ (20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร) และเปรียบเทียบการใช้ฟางข้าวกับซังข้าวโพด พบว่าค่าความเข้มข้นของกรดบิวทีริคในชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังการกินอาหาร ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.6) ($p>0.05$)



ภาพที่ 4.4 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อการผลิตกรดอะซิติค ภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังกินอาหาร



ภาพที่ 4.5 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อการผลิตกรดโพรพิโอนิค ภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังกินอาหาร



ภาพที่ 4.6 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อการผลิตกรดบิวทิริค ภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังกินอาหาร

ค่าเฉลี่ยของการผลิตกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้ง 3 ชนิด คือ กรดอะซิติค กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทิริค เมื่อระดับถั่วคาวาลเคดแห้งเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) เช่นเดียวกับ การใช้ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.6) โดยค่าความเข้มข้นของกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทิริคของสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ในงานทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 66.9-70.5, 17.7-22.7 และ 10.5-11.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.9 ต่อ 19.6 ต่อ 11.2 ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Hungate (1966 อ้างถึงโดย เมธา, 2533) และสุภาพร (2549) ที่กล่าวว่า ความเข้มข้นของกรดอะซิติค ต่อกรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทิริค มีค่าประมาณ 62 ต่อ 22 ต่อ 16 เปอร์เซ็นต์ และ 68.2 ต่อ 22.4 ต่อ 9.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นของกรดอะซิติคจากการทดลองครั้งนี้ มีค่าค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากภาวะการเป็นกรด-ด่างของของเหลวภายในกระเพาะรูเมนในงานทดลองนี้ มีค่าใกล้เคียงกับค่าประมาณ 6.8 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยสลายเยื่อใย (cellulolytic bacteria) (เมธา, 2533) ทำให้ผลพลอยได้จากการย่อยสลายเยื่อใยส่วนใหญ่ได้กรดอะซิติคเป็นผลผลิตสุดท้าย

สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคและกรดโพรพิโอนิคของอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) เมื่อเพิ่มระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ และการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับฟางข้าวหรือซังข้าวโพด พบว่า สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคและกรดโพรพิโอนิคไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) เช่นกัน (ตารางที่ 4.5) ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้พบว่า สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคและกรดโพรพิโอนิคมีค่าอยู่ระหว่าง 2.95-3.99 หรือมีค่าประมาณ 3.47 ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่ Sheperd and Combs (1998) รายงานว่า สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค ควรมีค่าประมาณ 1.3-3.3 แต่ Hungate (1966 อ้างถึงโดย เมธา, 2533) แนะนำว่า สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค ควรมีค่าประมาณ 2.8 ซึ่งทำให้เกิดกระบวนการหมัก และมีการใช้ไฮโดรเจนได้หมดพอดี เนื่องจากไฮโดรเจนที่ถูกผลิตขึ้นเป็นตัวจำกัดการผลิตแก๊สเมธเทน

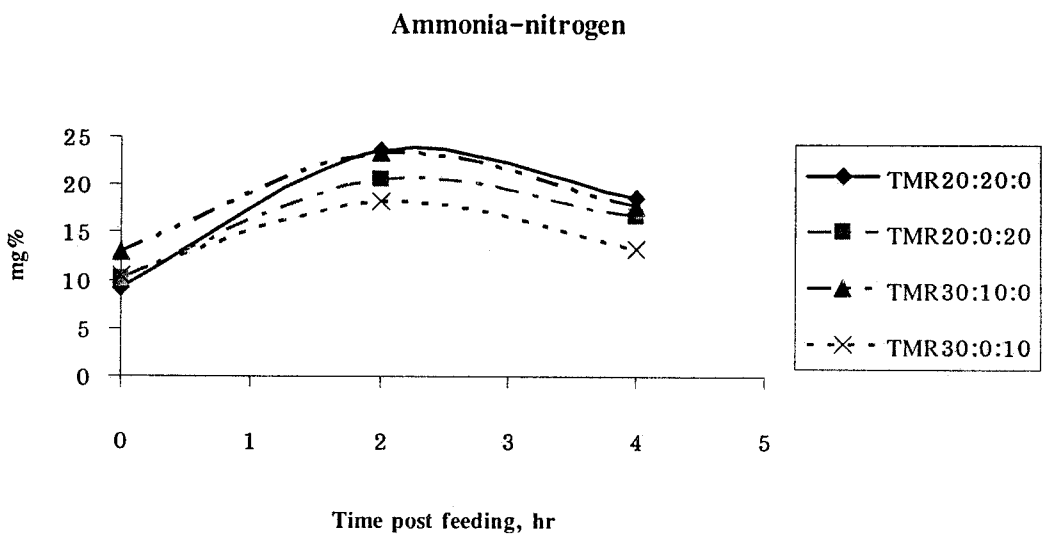
4.6.3 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมน และค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมา

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมน ของอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยสูตรอาหาร TMR3 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ TMR1, TMR2 และ TMR4 ตามลำดับ (18.0, 17.2, 15.8 และ 14.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และเมื่อระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมนไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่เมื่อทดแทนฟางข้าวด้วยซังข้าวโพดในสูตรอาหาร พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลว

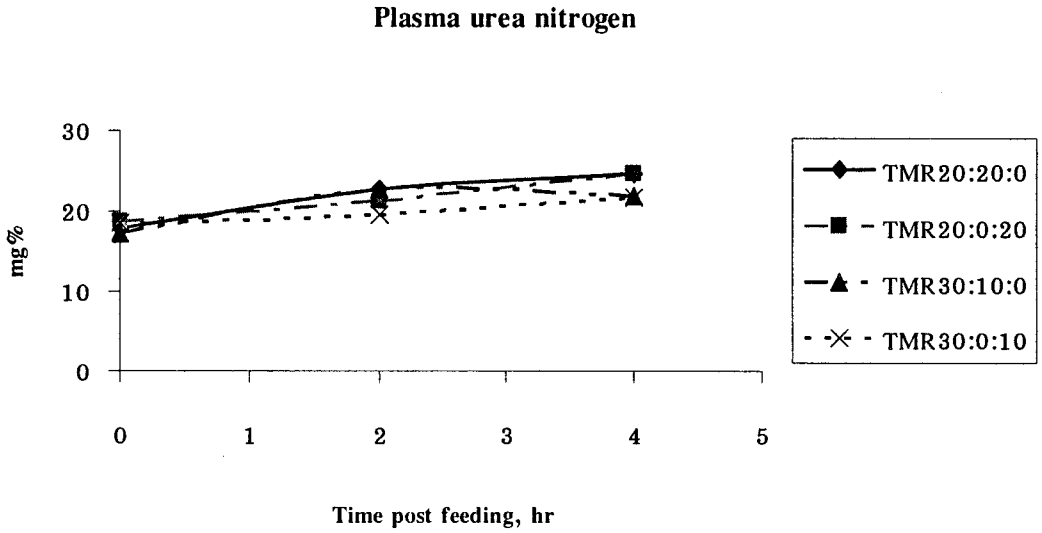
ในกระเพาะรูเมนลดลง (17.6 และ 14.9 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ($p<0.05$) เนื่องจากซังข้าวโพดที่ใช้ในสูตรอาหารมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ถูกย่อยสลายได้ง่าย ทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosacharide) ได้เร็วกว่าการผลิตน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ได้จากฟางข้าวที่มีการย่อยสลายได้ช้า ทำให้สามารถนำน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวดังกล่าวไปใช้ร่วมกับไนโตรเจนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนของถั่วคาวาลเคดแห้งอย่างต่อเนื่องและเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการผลิตจุลินทรีย์โปรตีน ทำให้มีไนโตรเจนที่จะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนน้อยกว่าการใช้ฟางข้าวในสูตรอาหาร โดยแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะมีปริมาณสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 2 และลดลงในชั่วโมงที่ 4 หลังกินอาหาร (ภาพที่ 4.7) ขณะที่ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมายังมีค่าที่สูงขึ้นในชั่วโมงที่ 4 หลังกินอาหาร (ภาพที่ 4.8) สอดคล้องกับ NRC (1989) ที่ได้รายงานว่า โคนมจะมีแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมนสูงสุด เมื่อสัตว์ได้รับอาหารมาแล้ว 1.5-2.0 ชั่วโมงและหลังจากนั้นประมาณ 4 ชั่วโมง จะมีระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมาสูงสุด

ระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เป็นค่าหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และกิจกรรมของจุลินทรีย์อยู่ระหว่าง 5-25 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Preston and Leng, 1978) และจากรายงานของ Geerts et al. (2004) ที่รายงานว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะเพิ่มสูงขึ้นภายหลังกินอาหาร 2 ชั่วโมง และมีรายงานว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ระดับ 5.6-7.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เป็นความเข้มข้นต่ำสุดของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนที่ทำให้มีการผลิตมวลของจุลินทรีย์ (microbial biomass) จากสารตั้งต้น (substrate) ที่มีอยู่ และเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงถึง 23.8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ จะทำให้มีไนโตรเจนจากจุลินทรีย์ (microbial nitrogen) สูงสุด และพบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ทำให้กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยเซลลูโลส (cellulolytic enzyme activity) ได้ดีในช่วง 6.0-10.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (ฉลอง, 2541) จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ มีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมนอยู่ระหว่าง 14.0-18.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งสูงกว่าความเข้มข้นต่ำสุดของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมนที่ทำให้มีการผลิตมวลของจุลินทรีย์ได้ผลดีจากสารตั้งต้นที่มีอยู่ และพบว่า ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมาจากการทดลองในครั้งนี้ มีค่าอยู่ในช่วง 20.0-21.8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมาที่ได้มีค่าสูงกว่าที่ Bargo et al. (2002) ได้รายงานว่า ในโคที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ ควรมีค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมาเฉลี่ย 14 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ โดย Nousiainen et al. (2004) กล่าวว่า ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมาที่สูงเกินไปบ่งบอกถึง การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนในอาหารของโคนมนั้นไม่มีประสิทธิภาพ และจากการทดลองครั้งนี้ยังพบว่า ยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมน คือ หากมีความเข้มข้นของค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมนสูง

ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมาจะสูงตามไปด้วย เนื่องจากการดูดซึมแอมโมเนียจากกระเพาะรูเมนแล้ว ถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปของยูเรียที่ตับ เพื่อป้องกันความเป็นพิษของแอมโมเนีย (ฉลอง, 2541) นอกจากนี้ ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมายังมีความสัมพันธ์อย่างมากกับค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนม (Broderick and Clayton, 1997; Hof et al., 1997) เนื่องจากหลังจากที่แอมโมเนียจากกระเพาะรูเมน แล้วถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปของยูเรียที่ตับแล้ว จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด (PUN) และถูกส่งต่อไปยังเต้านม (MUN) สอดคล้องกับปราโมทย์ (2541) กล่าวว่า การเพิ่มขึ้นของยูเรียในพลาสมามีสหสัมพันธ์กับระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมน เกิดจากอาหารโปรตีนย่อยสลายได้ในสัดส่วนที่ต่างกัน และความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสมา



ภาพที่ 4.7 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังกินอาหาร



ภาพที่ 4.8 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อค่าพลาสมายูเรีย-ไนโตรเจน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 ภายหลังกินอาหาร

4.7 ผลตอบแทนจากการให้อาหาร

การประเมินผลตอบแทนจากการให้อาหาร โดยการคำนวณจากรายได้ของการผลิตน้ำนมแต่ละวัน แล้วหักต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนของราคาสูตรอาหารผสมสำเร็จ ซึ่งไม่รวมกับต้นทุนอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อประเมินราคาต้นทุนค่าอาหารทดลองทั้งหมดของแต่ละวัน และผลตอบแทนจากการจำหน่ายน้ำนมต่อวัน พบว่า เมื่อเพิ่มระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จแล้วทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อวันมีแนวโน้มลดลง (72.15 และ 71.45 บาทต่อวัน ตามลำดับ) ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.7) เช่นเดียวกับการใช้ถั่วคาวาลเคดแห้งร่วมกับซังข้าวโพด ทำให้มีต้นทุนค่าอาหารต่อวันมีแนวโน้มต่ำกว่าการใช้ร่วมกับฟางข้าว (70.25 และ 73.35 บาทต่อวัน ตามลำดับ) ($p>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก ระดับของถั่วคาวาลเคดแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารและการใช้ฟางข้าว ทำให้การกินได้ของโคนมมีแนวโน้มลดลง แต่เมื่อพิจารณาจากรายได้ของการจำหน่ายน้ำนมดิบ และน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์แล้วพบว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 และ TMR4 ให้รายได้สูงสุด ตามลำดับ ($p<0.05$) และเมื่อประเมินผลตอบแทนจากการจำหน่ายน้ำนมดิบหลังหักต้นทุนค่าสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 ให้ผลตอบ แทนสูงสุด แต่เมื่อประเมินผลตอบแทนจากการจำหน่ายน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์แล้ว หลังหักต้นทุนค่าสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR4 ให้ผลตอบแทนสูงสุด ($p>0.07$)

นอกจากนี้ เมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.91, 5.38, 5.69 และ 5.27 บาท (ภาคผนวก 4) ในโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสม

สำเร็จ TMR1, TMR2, TMR3 และ TMR4 ตามลำดับ โดยราคาน้ำนมดิบจากที่รับซื้อโดยสหกรณ์โคนมขอนแก่น เฉลี่ย 10.8 บาทต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่า ถึงแม้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ในสูตรอาหารผสมสำเร็จมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อคำนึงถึงรายได้จากผลผลิตน้ำนมที่ได้และรายได้จากผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์จากการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีถั่วคาวาลเคดแห้งระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตน้ำนม และมีผลตอบแทนที่ดีกว่าสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีถั่วคาวาลเคดแห้งระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ (57.5 และ 54.8 บาทต่อวัน ตามลำดับ) ($p<0.07$)

ตารางที่ 4.7 ผลของระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง ฟางข้าวหรือซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อผลตอบแทนจากการให้อาหาร

รายการ	TMR				SEM	P-value	ค่าเฉลี่ย				Contrast[1]	
	TMR1	TMR2	TMR3	TMR4			20%	30%	RS	CC	20% vs 30%	RS vs CC
ความเป็นกรด-ด่าง	7.05[a]	7.25[b]	7.14[ab]	7.01[a]	0.04	0.04	7.15	7.08	7.10	7.10	0.12	0.44
ต้นทุนค่าอาหาร, บาท/วัน	72.8	71.5	73.9	69.0	2.17	0.48	72.2	71.5	73.4	70.3	0.77	0.2
รายได้จากผลผลิตน้ำนม, บาท/วัน	133.8	139.7	136.3	131.4	3.97	0.53	136.8	133.9	135.1	135.6	0.49	0.90
รายได้จากผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4%, บาท/วัน	124.5	122.3	131.6	134.0	3.56	0.16	123.4	132.8	128.1	128.2	0.04	0.97
รายได้จากผลผลิตน้ำนมที่หักต้นทุนค่าอาหาร, บาท/วัน	61.0	68.3	62.4	62.4	4.93	0.74	64.7	62.4	61.7	65.4	0.67	0.49
รายได้จากผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4% ที่หักต้นทุนค่าอาหาร, บาท/วัน	51.7	50.8	57.6	65.0	4.52	0.20	51.3	61.3	54.7	57.9	0.07	0.5

[1] เปรียบเทียบระหว่างระดับถั่วคาวาลเคดแห้ง และระหว่างฟางข้าวกับซังข้าวโพดในสูตรอาหารผสมสำเร็จ, 20% = 20% of cavalcade hay in TMR, 30% = 30% of cavalcade hay in TMR, RS = rice straw, CC = corn cobs.