บทที่4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารผสมสำเร็จและอาหารแบบแยกให้

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารผสมสำเร็จ อาหารข้น ฟางข้าว และเปลือกฝักถั่วเหลือง ที่ใช้ในการทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 พบว่าเปลือกฝักถั่วเหลืองมีโปรตีนหยาบ 7.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง มีค่าสูงกว่า บุญล้อมและเจริญ (2529) รายงานว่าเปลือกฝักถั่วเหลืองมีโปรตีน 6.5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และมีระดับโปรตีนหยาบสูงกว่าอิทธิพล (2544) รายงานไว้ (โปรตีน 4.7 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย NDF, ADF และ ADL มีค่าเท่ากับ 67.5, 49.5 และ 10.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ อิทธิพล (2544) สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวในตารางที่ 4.1 มีค่าใกล้เคียงกับ กรุง (2547) และ อัจฉรา (2549) ที่รายงานไว้ รวมทั้งมีปริมาณเยื่อใยและเถ้าสูง สำหรับเถ้าที่สูงนี้ประกอบด้วยซิลิก้าเป็นส่วนใหญ่ มีผลทำให้ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของสัตว์ลดลง (Clawson and Carret, 1970) นอกจากนี้ เปลือกฝักถั่วเหลืองและฟางข้าวมีระดับโปรตีนและไขมันต่ำ แต่มีเยื่อใย NDF, ADF และ ADL ที่สูง อย่างไรก็ตาม เปลือกฝักถั่วเหลืองมีเถ้าต่ำกว่าฟางข้าว (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี	TMR1	TMR2	TMR3	อาหารข้น	เปลือกฝักถั่วเหลือง	ฟางข้าว
วัตถุแห้ง	88.7	89.1	89.3	89.3	91.0	89.0
อินทรียวัตถุ	93.2	92.8	92.4	94.8	91.1	90.7
เถ้า	6.8	7.2	7.6	5.2	8.9	9.3
โปรตีนหยาบ	14.8	14.6	14.4	22.4	7.2	3.7
เยื่อใย NDF	49.8	50.9	52.1	17.8	67.5	79.1
เยื่อใย ADF	21.6	28.3	30.5	11.9	49.5	51.9
เยื่อใย ADL	6.0	4.7	4.1	3.9	10.2	7.4
ไขมัน	3.0	3.3	2.9	3.7	2.9	2.3

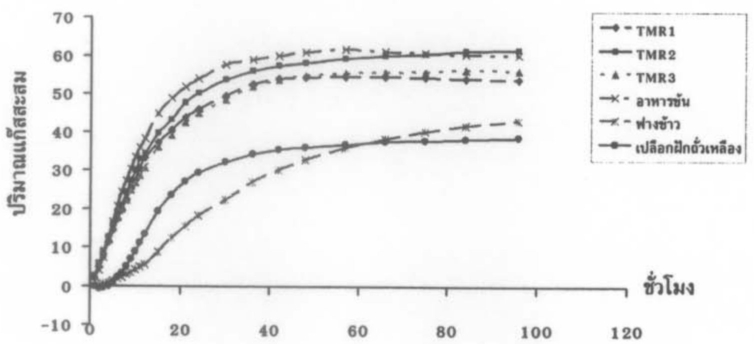
ในสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 3 สูตร มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.1) โดยมีเยื่อใย NDF และ ADF ในปริมาณสูงขึ้น เมื่อสัดส่วนของฟางข้าวในสูตรอาหารผสมสำเร็จเพิ่มขึ้น เนื่องจากฟางข้าวมีเฮไมเซลลูโลสและเซลลูโลสสูงกว่าเปลือกฝักถั่วเหลือง ส่วน ADL มี

ปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีเปลือกฝักถั่วเหลืองมากขึ้น เพราะว่าเปลือกฝักถั่วเหลืองมีลิกนินเป็นส่วนประกอบสูงกว่าฟางข้าว สำหรับเยื่อใย ADF ของสูตรอาหาร TMR1 จากการทดลองนี้ มีค่าต่ำกว่า สมคิดและคณะ (2541) รายงานว่า โคนมลูกผสมพันธุ์ขาว-ดำในประเทศไทย ควรได้รับเยื่อใย ADF ขั้นต่ำประมาณ 28-30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร อย่างไรก็ตาม ในสูตรอาหารโคนมควรมีเยื่อใย ADF ไม่น้อยกว่า 19-21 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 2001) และมีเยื่อใย NDF ไม่น้อยกว่า 26-30 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 1989) ซึ่งเป็นระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตและไขมันในน้ำนม

ในการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดสัดส่วนของอาหารข้นต่ออาหารหยาบ ที่ระดับ 60 ต่อ 40 ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวเป็นระดับที่ ฉลองและคณะ (2547) รายงานว่าไม่ส่งผลกระทบต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง, อินทรียวัตถุ และเยื่อใย NDF ตลอดทั้งค่าความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมน, ความเข้มข้นของยูเรียในพลาสม่า, ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม นอกจากนี้ส่งผลดีต่อปริมาณการกินได้และความสามารถในการย่อยได้ที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้าให้สัดส่วนของอาหารข้นเกินกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ทำให้การผลิตไขมันในน้ำนมลดลง (Aldrich et al., 1993) ดังนั้น เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อปริมาณไขมันในน้ำนมควรมีอาหารหยาบไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร (NRC, 1988)

4.2 ประเมินคุณค่าของอาหารทดลองและรูปแบบจลศาสตร์การผลิตแก๊ส

เมื่อศึกษาการย่อยได้ด้วยวิธี in vitro gas production technique นั้น ค่าที่ได้แสดงเป็นรูปของแก๊สในหลอดทดลอง และปริมาณแก๊สแสดงเป็นกราฟ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่อผลผลิตแก๊ส

จากภาพที่ 4.1 แสดงผลผลิตแก๊สทั้งหมดที่ได้ในแต่ละสูตรอาหารทดลอง พบว่า อาหารข้นมีผลผลิตแก๊สเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ TMR2, TMR3 และ TMR1 สำหรับเปลือกฝักถั่วเหลือง พบว่าในระยะแรกมีผลผลิตแก๊สเกิดขึ้นมากกว่าฟางข้าว เนื่องจากเปลือกฝักถั่วเหลืองมีส่วนที่ละลายได้ง่าย (cell content) สูงกว่าฟางข้าว แต่เมื่อถึงระยะท้าย ๆ ของชั่วโมงในการวัดผลผลิตแก๊ส ฟางข้าวมีปริมาณแก๊สเกิดขึ้นสูงกว่าเปลือกฝักถั่วเหลืองอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเปลือกฝักถั่วเหลืองมีเฮไมเซลลูโลสที่ต่ำ แต่มีลิกนินสูงกว่าฟางข้าว

เมื่อใช้ผลผลิตแก๊สเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการหมักย่อยอาหารของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง สามารถอธิบายโดยใช้สมการ $y = a + b\ [1-Exp^{(-ct)}]$ (Ørskov and McDonald, 1979) พบว่า ค่า a คือ ปริมาณการผลิตแก๊ส ณ ชั่วโมงที่ 0 หลังการบ่ม (จุดตัดแกน y) เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถในการย่อยสลายที่เกิดจากองค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ จากการทดลอง พบว่า ค่า a มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ ($P<0.01$) คือ TMR1 มีค่า a สูงสุด รองลงมาคือ TMR2 และ TMR3 ตามลำดับ สำหรับในกลุ่มอาหารแบบแยกให้ อาหารข้นมีค่า a สูงกว่า เปลือกฝักถั่วเหลือง และฟางข้าว ดังตารางที่ 4.2

สำหรับค่า b หมายถึง ผลผลิตแก๊สรวมทั้งหมด ณ จุดเส้นกราฟราบเรียบ เป็นค่าที่บอกถึงผลผลิตแก๊สจากส่วนที่ไม่ละลายน้ำ แต่เป็นส่วนที่หมักย่อยได้ของสูตรอาหารทดลอง กล่าวคือ ถ้าสูตรอาหารทดลองใด มีค่า b ที่สูง แสดงว่าสูตรอาหารทดลองนั้นมีการย่อยได้ที่สูง เนื่องจากปริมาณแก๊สที่ผลิตได้ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการย่อยสลายของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Menke and Steingass, 1988) ดังนั้น ในกลุ่มสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 มีค่า b สูงกว่า TMR3 และ TMR1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และในกลุ่มอาหารแบบแยกให้ พบว่า อาหารข้นมีค่า b สูงสุด คือ 64.6 มิลลิลิตร เนื่องจากว่าอาหารข้นเป็นแหล่งอาหารพลังงาน จึงมีจุดเส้นกราฟราบเรียบเร็วกว่าอาหารสูตรอื่น ๆ (ภาพที่ 4.1) ทำให้อาหารข้นสามารถถูกย่อยสลายได้เร็ว ส่วนฟางข้าวมีค่า b สูงกว่าเปลือกฝักถั่วเหลือง (ตารางที่ 4.2) สำหรับค่า c หมายถึง ความเร็วในการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมัก มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อชั่วโมง จากการทดลองพบว่าในกลุ่มสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR1 มีค่า c สูงกว่า TMR2 และ TMR3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และในกลุ่มอาหารแบบแยกให้ อาหารข้นมีความเร็วในการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมัก (ค่า c) สูงสุด และมีค่าสูงกว่าเปลือกฝักถั่วเหลืองและฟางข้าว (ตารางที่ 4.2)

ในการทดลองนี้ ฟางข้าวมีค่า a, b และ c เท่ากับ -4.3, 57.2 และ 0.02 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) ซึ่งค่า b และ c มีค่าใกล้เคียงกับ บุญล้อมและคณะ (2542) รายงานว่า ฟางข้าวมีค่า a, b และ c ที่ได้จากวิธีการวัดแก๊สเท่ากับ -0.22, 57.9 และ 0.02 ตามลำดับ ส่วนค่า a มีค่าสูงกว่า บุญล้อมและคณะ (2542) ได้รายงานไว้ นอกจากนี้ อิทธิพล (2544) ศึกษาการย่อยได้ของเปลือกฝักถั่วเหลืองโดยวิธี in vitro gas production technique พบว่า ค่า a, b และ c ของ

เปลือกฝักถั่วเหลืองเท่ากับ -2.1 21.7 มิลลิลิตร และ 0.08 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง สำหรับปริมาณแก๊สสูงสุด (a + b) มีค่าเท่ากับ 19.5 มิลลิลิตร จะเห็นว่าเปลือกฝักถั่วเหลืองในตารางที่ 4.2 มีค่า c ต่ำกว่า แต่มีค่า a และ b สูงกว่างานทดลองของ อิทธิพล (2544) นอกจากนี้ ปริมาณแก๊สสะสมที่เกิดขึ้น เมื่อทำการบ่มครบ 96 ชั่วโมง พบว่าเปลือกฝักถั่วเหลืองมีปริมาณแก๊สสะสมต่ำสุด (38.6 มิลลิลิตร) (ตารางที่ 4.2) สอดคล้องกับรายงานของ วรรณา (2544) อ้างโดย บุญเสริม (2545) พบว่าการหมักย่อยพืชตระกูลถั่วในหลอดทดลองมีปริมาณแก๊สต่ำกว่าพืชตระกูลหญ้าและธัญพืชอื่น ๆ และในกลุ่มของสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่า อาหาร TMR2 มีปริมาณแก๊สสูงกว่า TMR1 และ TMR3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.2)

จากการประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากการวัดผลผลิตแก๊สชั่วโมงที่ 24 ร่วมกับองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง โดยใช้สมการของ Menke and Steingass (1988) พบว่าอาหารข้นมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูงสุด (2.7 Mcal ME/kgDM) สำหรับในกลุ่มสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูงกว่า TMR1 ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจาก TMR3 ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.2) อย่างไรก็ตาม สูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 3 สูตร มีพลังงานเพียงพอต่อความต้องการของโคที่ให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อวัน ตามที่ NRC (1989) ได้กำหนดไว้ที่ระดับ 2.3 Mcal ME/kgDM นอกจากนี้ เปลือกฝักถั่วเหลืองมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 1.6 Mcal ME/kgDM (ตารางที่ 4.2) ซึ่งเป็นพลังงานที่สูงกว่าพลังงานของเปลือกฝักถั่วเหลืองที่ อิทธิพล (2544) รายงานไว้ (1.4 Mcal ME/kgDM)

สำหรับการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการ พบว่า อาหารข้นมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุ ในชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าสูงสุด แต่ฟางข้าวมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุต่ำกว่าเปลือกฝักถั่วเหลืองในชั่วโมงที่ 24 และ 48 สำหรับการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR2 ในชั่วโมงที่ 24 มีค่าสูงกว่า TMR3 และ TMR1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหาร ต่อปริมาตรแก๊ส พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการ ณ ชั่วโมงที่ 24 และ 48

	อาหารแบบแยกให้			สูตรอาหารผสมสำเร็จ				TMR	
	อาหารข้น	เปลือกฝักถั่วเหลือง	ฟางข้าว	TMR1	TMR2	TMR3	SEM	L	Q
Gas production characteristic[1]									
a	-8.2	-7.6	-4.3	-3.8^{b}	-3.1^{b}	-1.2^{a}	0.13	0.42	<0.01
b	64.6	48.4	57.2	56.3^{b}	63.8^{a}	58.3^{ab}	2.18	0.79	<0.01
c	0.10	0.05	0.02	0.08^{a}	0.07^{b}	0.06^{c}	0.01	<0.01	0.17
ปริมาตรแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 96 (มิลลิลิตร/0.2 กรัม)									
	61.6	38.6	42.8	53.0^{b}	57.4^{a}	55.0^{b}	2.05	<0.01	<0.01
ME, Mcal/kgDM[2]									
	2.7	1.6	1.2	2.4^{b}	2.6^{a}	2.5^{ab}	0.07	<0.01	<0.05
การย่อยได้ในห้องปฏิบัติการ, %									
การย่อยได้ของวัตถุแห้ง									
ชั่วโมงที่ 24									
	76.4	52.2	35.6	60.0^{b}	71.1^{a}	62.5^{b}	5.61	<0.01	0.29
ชั่วโมงที่ 48									
	90.3	71.7	65.1	70.6	74.2	72.7	10.1	0.18	0.99
การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ									
ชั่วโมงที่ 24									
	77.6	61.3	36.4	68.3^{a}	74.0^{a}	72.3^{b}	4.15	<0.01	0.68
ชั่วโมงที่ 48									
	91.6	72.7	70.3	74.1	79.8	76.8	8.57	0.91	0.78

[abc] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกำกับอักษร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[1] a = the intercept and ideally reflects the fermentation of the soluble fraction, b = the fermentation of the insoluble (but with time fermentation, ml), c = rate of gas production

[2] อาหารข้น ME (MJ/kg DM) = 1.06+(0.157*gas(ml/200mgDM))+(0.0084*CP) +(0.022*EE)-(0.0081*Ash) in g/kg DM.

อาหารหยาบ ME (MJ/kg DM) = 2.20+(0.136*gas(ml/200mgDM))+(0.0057*CP) +(0.0029*EE^{2}) in g/kg DM.

อาหารผสมสำเร็จ ME (MJ/kg DM) = 1.24+(0.146*gas(ml/200mgDM))+(0.007*CP) +(0.0224*EE) in g/kg DM. (1 Mcal=4.184 MJ)

4.3 ปริมาณการกินได้อย่างอิสระและอัตราการเจริญเติบโต

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการให้อาหารแบบแยกให้ โคทดลองได้รับอาหารข้น 8.6 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน, ฟางข้าว 3.3 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และได้รับเปลือกฝักถั่วเหลือง 2.5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ ในสัดส่วน อาหารข้น : ฟางข้าว : เปลือกฝักถั่วเหลือง เท่ากับ 59.6 : 22.7 : 17.4 มีค่าใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ในสัดส่วน 60 : 20 : 20 และการให้อาหารแบบแยกให้ พบว่าโคทดลองมีปริมาณการกินได้อย่างอิสระต่ำกว่ากลุ่มโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต และปริมาณการกินได้

รายการ	สูตรอาหารทดลอง				SEM	Contrast[1]	TMR[2]	
	SF	TMR1	TMR2	TMR3		SFvsTMR	L	Q
น้ำหนักเริ่มต้น, กิโลกรัม	447.8	459.0	458.0	452.3				
น้ำหนักสุดท้าย, กิโลกรัม	447.2	459.8	458.5	452.5				
น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง, กิโลกรัม	-0.61	0.86	0.48	0.35	9.19	0.19	0.97	0.99
อัตราการเจริญเติบโต, กิโลกรัม/วัน	-0.08	0.12	0.06	0.05	1.31	0.19	0.97	0.99
ปริมาณการกินได้อย่างอิสระ								
กิโลกรัม/วัน	14.4[a]	16.2[b]	16.3[b]	15.7[ab]	0.52	<0.05	0.46	0.71
%น้ำหนักตัว	3.32	3.58	3.60	3.50	0.18	0.25	0.75	0.53
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	147.1	164.6	169.3	161.9	8.63	0.11	0.83	0.56

[abc] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกำกับอักษร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[1] เปรียบเทียบวิธีการให้อาหารแบบแยกให้กับสูตรอาหารผสมสำเร็จ

[2] เปรียบเทียบระดับของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารผสมสำเร็จ; L=เส้นตรง, Q=เส้นโค้งกำลังสอง

เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$ ระหว่างการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จและการให้อาหารแบบแยกให้ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 4.3) แต่ปริมาณการกินได้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรมีค่าสูงกว่า NRC (1983) รายงานว่า โคนมที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 400 กิโลกรัม มีปริมาณน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 10-15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ควรมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งประมาณ 2.7-3.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

นอกจากนี้ น้ำหนักเริ่มต้นของโคทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และอัตราการเจริญเติบโต กิโลกรัมต่อวัน ของโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ (P>0.05) (ตารางที่ 4.3) แต่พบว่าโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ มีน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และอัตราการเจริญเติบโตลดลง 0.61 และ 0.08 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ เนื่องจากวิธีการให้อาหารแบบแยกให้มีการให้อาหารหยาบอย่างเดียวเกือบตลอดทั้งวัน ซึ่งอาหารหยาบมีความฟ่ามมาก จึงส่งผลต่อความจุแน่นของกระเพาะรูเมน (gut fill) โดยเยื่อใยไปจำกัดปริมาณการกินอาหาร ส่งผลให้โคนมมีปริมาณการกินได้ลดลง สอดคล้องกับ Mertens (1995) และ NRC (2001) รายงานว่า ปริมาณเยื่อใยมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของอาหาร เมื่อเยื่อใยในอาหารมาก ทำให้ปริมาณการกินได้ลดลง ส่งผลให้ร่างกายได้รับพลังงานต่ำกว่าความต้องการ อาจไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต โคนมจึงมีการดึงเอาพลังงานที่สะสมไว้ในร่างกายมาใช้ในการดำรงชีพ และให้ผลผลิต จึงทำให้โคนมมีน้ำหนักตัวที่ลดลง

4.4 สัมประสิทธิ์การย่อยได้และโภชนะที่ได้รับ

การศึกษาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรดเป็นตัวบ่งชี้ จากตารางที่ 4.4 พบว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะทุกตัวไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการให้อาหารแบบแยกให้กับการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ สำหรับการศึกษาโภชนะที่โคทดลองได้รับ พบว่าโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ ได้รับไขมันต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) (ตารางที่ 4.4) อย่างไรก็ตาม อาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีระดับโปรตีนหยาบที่ได้รับ มีค่าใกล้เคียงกับความต้องการโปรตีนหยาบสำหรับโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนม 12.5-14.0 กิโลกรัมต่อวัน (1.47-1.66 กิโลกรัมโปรตีนต่อวัน) (NRC, 1988) สำหรับค่าเฉลี่ยของโคทดลองได้รับเยื่อใย NDF และ ADF จากวิธีการให้อาหารทั้งสองวิธีมีค่าเฉลี่ย 52.8 และ 32.2 เปอร์เซ็นต์ (17.8-79.1 เปอร์เซ็นต์) และ (11.9-51.9) (ตารางที่ 4.1) สูงกว่า Grant (2000) แนะนำว่าโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำกว่า 20 กิโลกรัมต่อวัน ควรมีเยื่อใย NDF ในอาหาร 39 เปอร์เซ็นต์ หรือควรมีค่าอยู่ระหว่าง 26-30 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 1989) และมีเยื่อใย ADF ในอาหารไม่น้อยกว่า 19-21 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 2001) ซึ่งการได้รับอาหารที่มีเยื่อใยต่ำกว่านี้ อาจนำไปสู่การ

เกิดเปอร์เซ็นต์ไขมันนมที่ต่ำ เกิดกรดในกระเพาะรูเมน ปริมาณการกินได้ไม่สม่ำเสมอ (Grant, 2000a) ดังนั้น ในการทดลองนี้มีเยื่อใย NDF และ ADF เพียงพอแก่ความต้องการ จึงไม่สามารถนำไปสู่อาการที่ผิดปกติดังกล่าว

ตารางที่ 4.4 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ โภชนะที่ได้รับ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

รายการ	สูตรอาหารทดลอง				SEM	Contrast[1]	TMR[2]	
	SF	TMR1	TMR2	TMR3		SFvsTMR	L	Q
สัมประสิทธิ์การย่อยได้, %								
วัตถุแห้ง	63.4	61.0	61.1	62.5	2.67	0.56	0.71	0.85
อินทรียวัตถุ	66.6	64.8	64.8	65.9	2.49	0.63	0.76	0.85
โปรตีนหยาบ	63.4	61.1	60.9	60.5	1.82	0.28	0.81	0.96
เยื่อใย NDF	48.9	47.6	46.3	46.9	2.42	0.51	0.85	0.75
เยื่อใย ADF	39.6	30.8	45.5	37.5	5.52	0.80	0.42	0.14
ไขมัน	85.0	89.9	89.6	87.1	2.02	0.14	0.35	0.67
โภชนะที่ได้รับ, กิโลกรัม/วัน								
อินทรียวัตถุ	8.99	9.87	9.77	9.64	0.46	0.20	0.74	0.98
โปรตีนหยาบ	1.33	1.46	1.43	1.37	0.10	0.51	0.59	0.91
MCP[3]	1.16	1.28	1.27	1.25	0.06	0.20	0.74	0.98
เยื่อใย NDF	4.43	4.83	4.82	4.66	0.26	0.30	0.66	0.81
เยื่อใย ADF	1.63	1.45	1.97	1.68	0.22	0.79	0.49	0.20
ไขมัน	0.37[b]	0.44[a]	0.44[a]	0.41[a]	0.01	<0.01	0.26	0.59
ME, Mcal/d[4]	34.1	37.5	37.1	36.6	1.77	0.20	0.74	0.98
ME, Mcal/kgDM	2.35	2.28	2.28	2.32	0.09	0.64	0.77	0.86

[abc] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกำกับอักษร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[1] เปรียบเทียบวิธีการให้อาหารแบบแยกให้กับสูตรอาหารผสมสำเร็จ

[2] เปรียบเทียบระดับของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารผสมสำเร็จ; L=เส้นตรง, Q=เส้นโค้งกำลังสอง

[3] MCP (microbial crude protein), kg/d = 0.130 x kgDOMI

[4] 1 kg DOMI = 3.8 Mcal ME/kgDM (Kearl, 1982)

จากตารางที่ 4.4 เมื่อประเมินการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนจากอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ พบว่าโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ มีการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนไม่มีความแตกต่างจากโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ (P>0.05) (ตารางที่ 4.4)

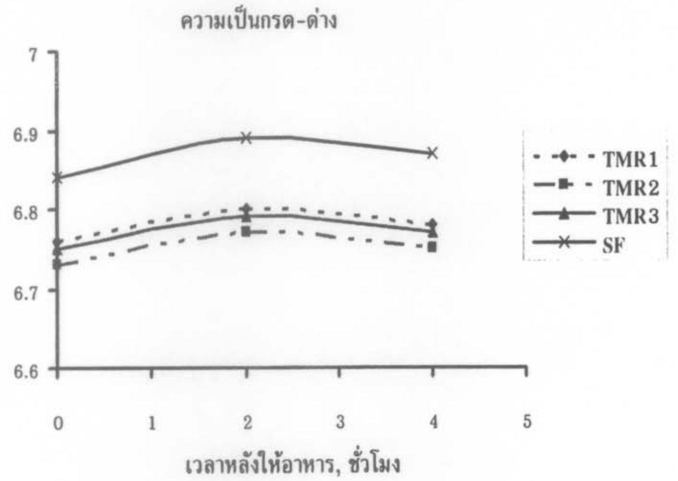
สำหรับการให้อาหารแบบแยกให้ทำให้โคทดลองได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (34.1 Mcal ME/d หรือ 2.35 Mcal ME/kgDM) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 36.6-37.5 Mcal ME/d หรือ 2.28-2.32 Mcal ME/kgDM อย่างไรก็ตาม พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในการทดลองนี้ มีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่า NRC (1989) รายงานว่า โคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อวัน ต้องได้รับพลังงานไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 2.30 Mcal ME/kgDM เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการสำหรับการดำรงชีพ และมีค่าอยู่ระหว่าง สมคิดและบุญล้อม (2540) รายงานว่าความต้องการพลังงานของโคนมลูกผสมขาว-ดำที่เลี้ยงในประเทศไทยที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 400 กิโลกรัม ให้ผลผลิตน้ำนม 10-15 กิโลกรัม มีความต้องการโปรตีน 14-16 เปอร์เซ็นต์ ควรได้รับพลังงาน 2.23-2.42 Mcal ME/kgDM

จากการทดลองนี้ โคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ ได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ สูงกว่าระดับที่ NRC (1989) และ สมคิดและบุญล้อม (2540) ได้รายงานไว้ แต่วิธีการให้อาหารแบบแยกให้ สัตว์สามารถเลือกกินอาหาร รวมทั้งพลังงานที่โคนมได้รับจากอาหารข้นเป็นตัวจำกัดปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ จึงส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด (ฉลอง, 2541) ผลที่ตามมา คือ โคนมมีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง (ตารางที่ 4.3) ถ้าโคนมได้รับพลังงานเกินความต้องการสำหรับการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิต โคนมถึงสามารถรักษาน้ำหนักตัวให้อยู่ในระดับที่ปกติได้ และสามารถสะสมน้ำหนักตัวในระหว่างการทดลองได้ ซึ่งน้ำหนักตัวของโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จอยู่ในระดับปกติ (ตารางที่ 4.3) และพบว่าค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่คำนวณจากอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (ตารางที่ 4.4) มีค่าใกล้เคียงกับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่คำนวณจากการวัดแก๊ส (ตารางที่ 4.2)

4.5 รูปแบบและผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการหมักภายในกระเพาะรูเมน

4.5.1 ความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมน

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างที่ทำการสุ่มจากของเหลวภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 พบว่าการให้อาหารแบบแยกให้มีความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนมีค่าสูงกว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่อค่าความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังได้รับอาหารทดลอง

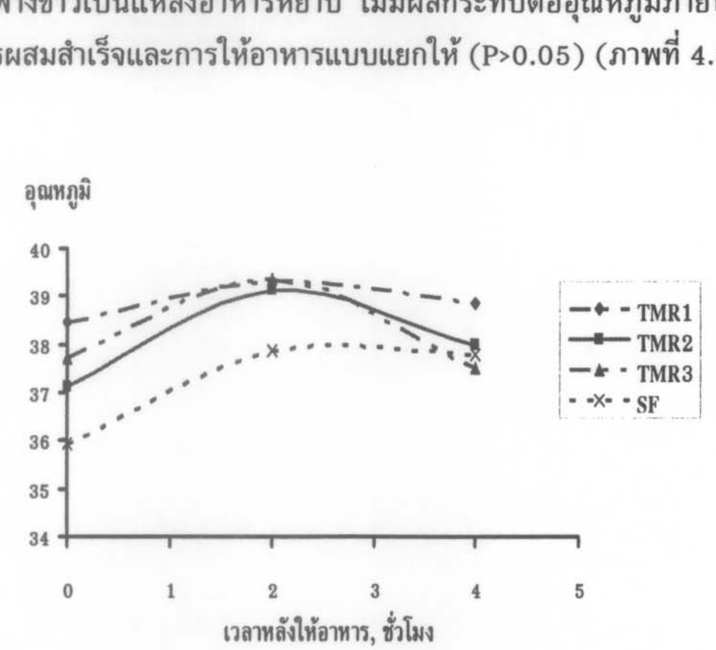
ในการทดลองพบว่าหลังจากชั่วโมงที่ 0 โคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ ได้รับอาหารข้นก่อน หลังจากนั้นจึงกินฟางข้าวและเปลือกฝักถั่วเหลืองทันที ซึ่งอาหารข้นที่แบ่งให้ (โดยเฉลี่ยครั้งละ 2.86 กิโลกรัม ในตอนเช้า กลางวัน และเย็น) อาจมีปริมาณไม่มากพอที่ทำให้ความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 2 มีค่าลดลง รวมทั้งอาหารหยาบโดยเฉพาะฟางข้าวมีความฟ่าม จึงทำให้โคทดลองมีการเคี้ยวและหลั่งน้ำลายออกมามาก ซึ่งน้ำลายมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 7.7-8.7 (ฉลอง, 2541) จึงส่งผลให้ความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมน ในชั่วโมงที่ 2 หลังจากได้รับอาหาร มีค่าที่สูง ดังภาพที่ 4.2

สำหรับค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนในโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ (6.9) มีค่าสูงกว่าโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ TMR1, TMR2 และ TMR3 (6.5, 6.6 และ 6.7 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4.5) อย่างไรก็ตาม การให้สูตรอาหารผสมสำเร็จทำให้ความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนหลังกินอาหารมีความผันแปรน้อยกว่าการให้อาหารแบบแยกให้ (ฉลอง, 2546) และการให้อาหารแบบแยกให้พบว่าเมื่อให้อาหารข้นแก่โคนมทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ($pH<5.5$) อาจทำให้เกิดภาวะความเป็นกรด เพราะในช่วงนี้มีการเคี้ยวเอื้องลดลง ส่งผลให้น้ำลายของโคนมถูกหลั่งออกมาน้อย แต่ในขณะที่ให้อาหารหยาบทำให้ความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนค่อนข้างสูง ($pH>6.8-7$) เนื่องจากมีการหลั่งน้ำลายออกมาก เพราะมีการเคี้ยวเอื้องที่เพิ่มขึ้น (ฉลอง, 2540)

สอดคล้องกับ Allen (1997) กล่าวว่าความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนมีค่าลดลงเพื่อตอบสนองต่ออาหารที่สัตว์ได้รับ และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นระหว่างที่สัตว์มีการเคี้ยวเอื้อง และ

สอดคล้องกับ Briggs et al. (1957) รายงานว่าหลังกินอาหารข้น ความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนมีค่าลดลง แต่เมื่อโคกินฟางข้าวประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร เป็นผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนจากการกินฟางยังคงมีค่าสูง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.7-6.9 (Sutton et al., 1985) แต่ยังคงเหมาะสมกับสภาพการย่อยสลายเซลลูโลส (cellulolysis) ในกระเพาะรูเมนที่ต้องการความเป็นกรด-ด่างไม่ต่ำกว่า 6 (Sutton et al., 1986) สอดคล้องกับ Church (1991) รายงานว่าก่อนกินอาหารความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนมีค่าระหว่าง 6.25-7.30 และความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนมีค่าลดลงหลังจากได้กินอาหารประมาณ 2-6 ชั่วโมง แต่การให้สูตรอาหารผสมสำเร็จสามารถช่วยรักษาความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนให้คงที่ หรือทำให้ความผันแปรของความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนน้อยกว่าการให้อาหารแบบแยกให้ ส่งผลให้การทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนดีกว่า (Bargo et al., 2002; Ørskov, 1994; ฉลอง, 2541) อย่างไรก็ตาม ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนที่วัดได้ในโคทดลองที่ให้อาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าอยู่ในระดับปกติ คือ อยู่ระหว่าง 6.0-7.0 (Van Soest, 1983 อ้างโดย ฉลอง, 2541) แต่ความเป็นจริงแล้ว ระดับความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ควรอยู่ที่ระดับ 6.65 (ฉลอง, 2540) จากผลการทดลองพบว่าสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 3 สูตร มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมน ที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ (ตารางที่ 4.5)

จากการศึกษาอุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 พบว่าการใช้เปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ ไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมน ทั้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จและการให้อาหารแบบแยกให้ (P>0.05) (ภาพที่ 4.3)

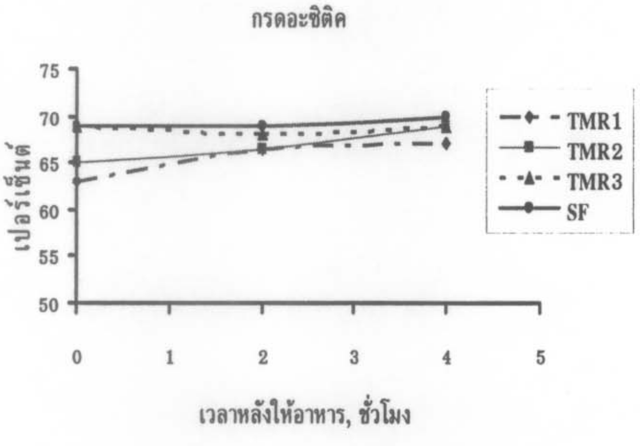


ภาพที่ 4.3 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่ออุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังได้รับอาหารทดลอง

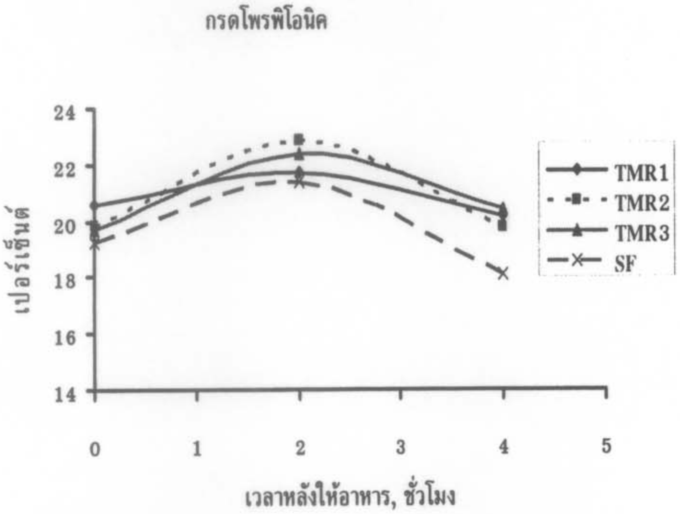
จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมน พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ มีอุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมนต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ ($P>0.05$) และมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนที่ ฉลอง (2541) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนควรมีค่าเท่ากับ 38–40 องศาเซลเซียส

4.5.2 ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

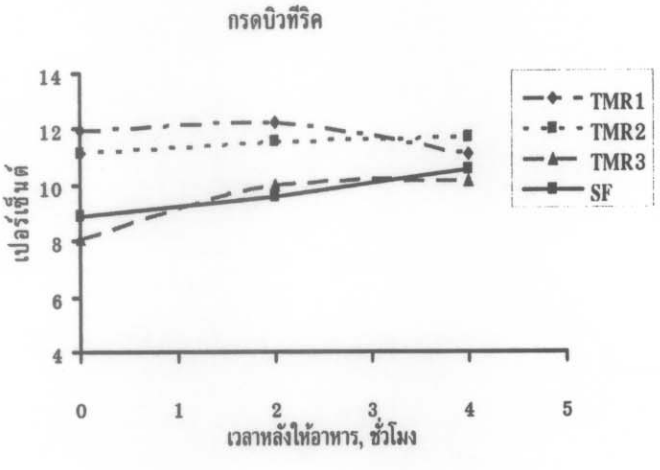
สำหรับการศึกษาปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย ได้แก่ กรดอะซิติค, กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทีริค ในแต่ละสูตรอาหารทดลองในชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังจากได้รับอาหาร แสดงในภาพที่ 4.4, ภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6 พบว่ากรดอะซิติคมีค่าสูงในชั่วโมงที่ 4 ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ยาก เช่น พวกเยื่อใย ส่วนกรดโพรพิโอนิคมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 2 ภายหลังจากโคทดลองได้รับอาหาร เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย เช่น แป้ง น้ำตาล เป็นต้น ถูกย่อยสลายก่อน สอดคล้องกับ ฉลอง (2541) รายงานว่า การผลิตกรดไขมันระเหยง่ายเพิ่มสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 2–4 หลังกินอาหาร สำหรับความเข้มข้นของกรดบิวทีริค พบว่าในชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังจากกินอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันในอาหารทดลองแต่ละสูตร



ภาพที่ 4.4 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารทดลองต่อผลผลิตของกรดอะซิติค ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังได้รับอาหารทดลอง



ภาพที่ 4.5 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารทดลองต่อผลผลิตของกรดโพรพิโอนิค ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังได้รับอาหารทดลอง



ภาพที่ 4.6 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารทดลองต่อผลผลิตของกรดบิวทีริค ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังได้รับอาหารทดลอง

สำหรับค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้ง 3 ชนิด คือ กรดอะซิติค, กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทีริค ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ในโคทดลองที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร ซึ่ง

กรดอะซิติค, กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทีริค ของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าอยู่ระหว่าง 65.6-69.2, 19.8-20.9 และ 11.0-13.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือโดยเฉลี่ยแล้วมีค่าเท่ากับ 67.1, 20.5 และ 12.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) มีค่าใกล้เคียงกับ Hungate (1966) อ้างโดย เมธา (2533) รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดอะซิติค, กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทีริค มีค่าเท่ากับ 62, 22 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นของกรดอะซิติคจากการทดลองนี้มีค่าที่สูง อาจเนื่องจากความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมน จากการทดลองนี้มีค่าประมาณ 6.7 (ตารางที่ 4.5) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.2-6.8 (บุญล้อม, 2541) สำหรับความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนในช่วงนี้เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเยื่อใย (เมธา, 2533)

ตารางที่ 4.5 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่อความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ กรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) และค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่า (BUN)

รายการ	สูตรอาหารทดลอง				SEM	Contrast[1]	TMR[2]	
	SF	TMR1	TMR2	TMR3		SFvsTMR	L	Q
ความเป็นกรด-ด่าง	6.9[a]	6.5[b]	6.6[b]	6.7[b]	0.09	<0.05	0.59	0.61
อุณหภูมิ	37.8[a]	38.9[b]	38.4[ab]	38.1[ab]	0.44	0.06	0.23	0.49
กรดไขมันระเหยได้, mol/100 mol								
กรดอะซิติค	69.2	65.6	66.4	67.3	7.18	0.75	0.82	0.99
กรดโพรพิโอนิค	19.8	20.8	20.9	20.4	1.34	0.54	0.84	0.35
กรดบิวทีริค	11.0	13.6	12.7	12.3	0.80	0.74	0.65	0.72
กรดอะซิติค:กรดโพรพิโอนิค	3.5	3.1	3.2	3.3	0.34	0.61	0.59	0.76
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, mg%	16.9	14.3	14.7	14.5	1.29	0.11	0.92	0.68
ยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่า, mg%	17.3	20.5	20.9	18.2	1.74	0.25	0.39	0.50

[abc] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกำกับอักษร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[1] เปรียบเทียบวิธีการให้อาหารแบบแยกให้กับสูตรอาหารผสมสำเร็จ

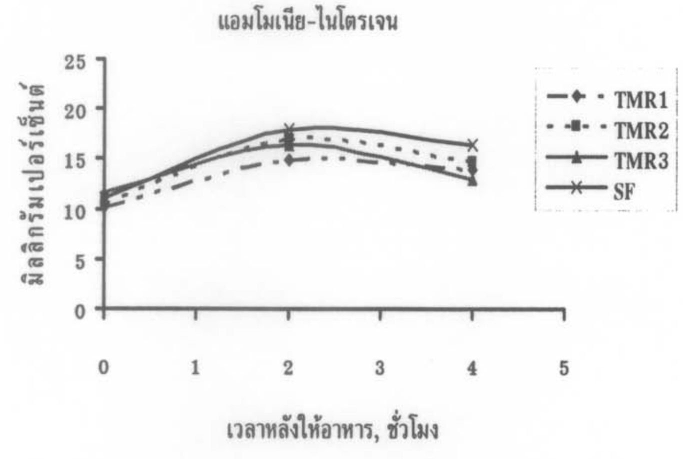
[2] เปรียบเทียบระดับของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารผสมสำเร็จ; L=เส้นตรง, Q=เส้นโค้งกำลังสอง

สำหรับสัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค ในสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) และจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่าสัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อ

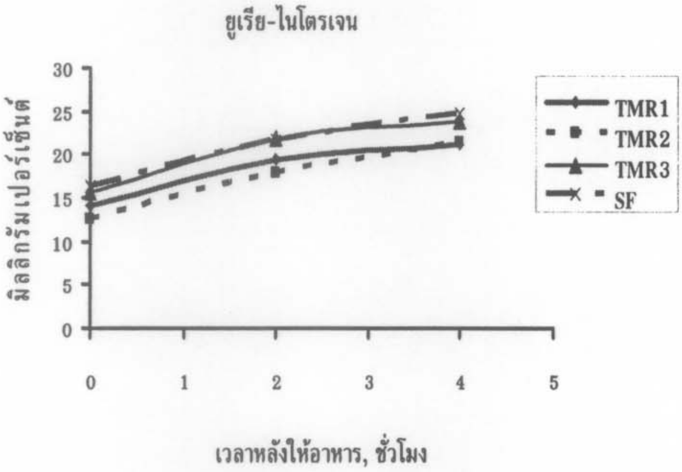
กรดโพรพิโอนิคมีค่าอยู่ระหว่าง 3.1-3.5 หรือมีค่าประมาณ 3.3 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Sheperd and Combs (1998) รายงานว่าสัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 1.3-3.3 แต่ในทางทฤษฎีแล้ว สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิค ควรมีค่าประมาณ 2.8 (66 และ 22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งทำให้เกิดกระบวนการหมัก และมีการใช้ไฮโดรเจนได้หมดพอดี เนื่องจากว่าไฮโดรเจนที่ถูกผลิตขึ้นเป็นตัวจำกัดการผลิตแก๊สมีเทน (Hungate, 1996 อ้างโดย เมธา, 2533)

4.5.3 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน และค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่า

โคทดลองที่ได้รับเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบทั้งการให้อาหารแบบแยกให้และสูตรอาหารผสมสำเร็จ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน และค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่า ณ ชั่วโมงต่าง ๆ ดังภาพที่ 4.7 และภาพที่ 4.8 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.7 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่อปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังได้รับอาหารทดลอง



ภาพที่ 4.8 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่อปริมาณยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่า ณ ชั่วโมงที่ 0, 2 และ 4 หลังได้รับอาหารทดลอง

จากการทดลอง พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน มีค่าสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 2 และลดลงในชั่วโมงที่ 4 หลังจากได้รับอาหาร (ภาพที่ 4.7) ส่วนค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 2 และมีปริมาณสูงสุดในชั่วโมงที่ 4 หลังจากได้รับอาหาร (ภาพที่ 4.8) สอดคล้องกับ Geerts et al. (2004) รายงานว่า โคนมมีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนสูงสุดในระหว่าง 1.5-2 ชั่วโมงหลังจากได้รับอาหาร และความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่าเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับอาหาร 4 ชั่วโมง (NRC, 1989) เนื่องจากมีการดูดซึมแอมโมเนียผ่านผนังกระเพาะรูเมน แล้วถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปยูเรียที่ตับ จึงทำให้ระดับสูงสุดของยูเรียในพลาสม่าต้องใช้เวลานานกว่าระดับสูงสุดของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนจากการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 16.9, 14.3, 14.7 และ 14.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้, TMR1, TMR2 และ TMR3 ตามลำดับ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.5) มีค่าอยู่ระหว่าง 5-25 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Preston and Leng, 1984) แต่ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมที่ทำให้โคนมมีปริมาณการกินได้ของอาหารสูงสุดคือ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และที่ระดับ 6-10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เป็นผลให้เอนไซม์ที่ย่อยเซลลูโลสทำงานได้ดี (Perdok et al., 1988 อ้างโดย Leng et al., 1994) และเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนสูงถึง 23.8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ทำให้มีการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนสูงสุด แต่ถ้าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลว

ในกระเพาะรูเมน อยู่ในระดับ 5.6-7.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้มีการผลิตมวลของจุลินทรีย์ได้ผลดีจากสสารที่มีอยู่ (ฉลอง, 2541) สอดคล้องกับ Satter and Slyter (1974) ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่าจุลินทรีย์มีความต้องการแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน เพื่อการเจริญเติบโตประมาณ 5-8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่ในตัวสัตว์จริง ๆ มีความต้องการแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนเพิ่มเป็น 14 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Song and Kennelly, 1990) ซึ่งในการทดลองนี้โคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จมีระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนใกล้เคียงกับระดับความต้องการของตัวสัตว์

สำหรับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่าที่ได้จากการทดลองนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 17.3-20.9 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.5) มีค่าสูงกว่า Bargo et al. (2002) รายงานว่าในโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จควรมีค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่าเฉลี่ย 14 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ขณะที่ Roseler et al. (1993) รายงานว่าโครีดนมควรมีค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่าเฉลี่ย 12 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ หรือมีค่าเหมาะสมในเลือดเท่ากับ 13.4 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2533) ถ้าค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่าสูงเกินไป สามารถบ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนในอาหารของโคนมเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ (Nousiainen et al., 2004) ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ในการทดลองนี้การให้สูตรอาหารผสมสำเร็จมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่าไม่มากนัก (18-20.9 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) เนื่องจากสัตว์ได้รับโปรตีนและพลังงานจากอาหารอย่างสม่ำเสมอ (Bargo et al., 2002)

ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน กล่าวคือ หากความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนมีระดับที่สูง ทำให้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่าสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับ Church (1979) รายงานว่าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของยูเรียที่ถูกย่อยสลายแล้วจะถูกนำไปสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีน และส่วนที่เหลือถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด แล้วส่งไปยังตับเพื่อเข้าสู่วัฏจักรยูเรีย โดยแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในพลาสม่าเพิ่มสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับ ปราโมทย์ (2541) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของยูเรียในพลาสม่ามีสหสัมพันธ์กับระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน ซึ่งเกิดจากอาหารโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในสัดส่วนที่ต่างกัน อย่างไรก็ตาม สำหรับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในพลาสม่า ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในระดับที่ไม่เกิดผลเสีย และไม่พบสัตว์แสดงอาการที่มีผลกระทบต่อสุขภาพแต่อย่างใด

4.6 ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม

โคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีเปลือกฝักถั่วเหลืองเป็นแหล่งอาหารหยาบที่ระดับ 30, 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร มีผลผลิตน้ำนม (11.6, 11.7 และ 11.6 กิโลกรัมต่อวัน) สูงกว่าโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ (10.3 กิโลกรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ ของโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จมีแนวโน้มสูงกว่าโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ (P=0.07) (ตารางที่ 4.6) สอดคล้องกับ ไพบูลย์และคณะ (2539) รายงานว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จแก่โคนมทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น 10.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการให้อาหารแบบแยกให้ และสอดคล้องกับ ฉลองและคณะ (2546) ทดลองให้สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีซังข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่าผลผลิตน้ำนมของโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ (P<0.05) และโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จมีแนวโน้มในการผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ อาจเป็นผลมาจากโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ (ตารางที่ 4.3)

จากรายงานของ Briceno et al. (1987) พบว่าการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ และสอดคล้องกับ Beede and Collier (1986) รายงานว่าการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมในเขตร้อน มีอิทธิพลมาจากปริมาณการกินได้ทั้งหมด นอกจากนี้ปริมาณการกินได้มีความสัมพันธ์กับความถี่ในการให้อาหาร เนื่องจากสูตรอาหารผสมสำเร็จมีความถี่ในการให้อาหารมากกว่าวิธีการให้อาหารแบบแยกให้ จึงทำให้โคนมกินอาหารเพิ่มมากขึ้นเพราะอาหารมีความสดและใหม่ รวมทั้งโคนมได้รับโภชนะที่จำเป็นเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย และมีโภชนะเหลือพอในการผลิตน้ำนม สอดคล้องกับ Campbell and Merilan (1961) รายงานว่าการเพิ่มความถี่ในการให้อาหาร ทำให้ผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์, เปอร์เซ็นต์ไขมันนม, ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันนม และของแข็งทั้งหมดในน้ำนมต่อวัน มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย และ Ruckebushe and Tivend (1979) รายงานว่าผลของการเปลี่ยนแปลงความถี่ในการให้อาหารมีผลต่อปริมาณไขมันในน้ำนม คือ ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารทำให้ไขมันในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สอดคล้องกับองค์ประกอบน้ำนมที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ มีองค์ประกอบน้ำนมในส่วนของเปอร์เซ็นต์โปรตีนและน้ำตาลแลคโตสต่ำกว่าโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ (P>0.05) (ตารางที่ 4.6) อย่างไรก็ตาม ฉลองและคณะ (2547) รายงานว่า การให้สูตรอาหารผสมสำเร็จหรือการให้อาหารแบบแยกให้ ไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน และของแข็งทั้งหมดในน้ำนม

ตารางที่ 4.6 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหาร ต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

รายการ	สูตรอาหารทดลอง				SEM	Contrast[1]	TMR[2]	
	SF	TMR1	TMR2	TMR3		SFvsTMR	L	Q
ผลผลิตน้ำนม, กิโลกรัม/วัน								
	10.3[b]	11.6[ab]	11.7[a]	11.6[ab]	0.40	<0.05	0.96	0.87
ผลผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4%, กิโลกรัม/วัน								
	10.3	12.1	12.6	11.9	0.72	0.07	0.84	0.56
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร								
กิโลกรัมของน้ำนม/กิโลกรัมวัตถุแห้งของอาหาร								
	0.71	0.71	0.72	0.74	0.01	0.69	0.36	0.48
กิโลกรัมของน้ำนมปรับไขมันนม 4%/กิโลกรัมวัตถุแห้งของอาหาร								
	0.72	0.74	0.77	0.75	0.03	0.43	0.81	0.60
องค์ประกอบน้ำนม, %								
ไขมันนม	4.04	4.03	4.10	4.05	0.16	0.41	0.78	0.36
โปรตีน	3.02[b]	3.08[ab]	3.11[a]	3.10[ab]	0.02	<0.05	0.43	0.32
น้ำตาลแลคโตส	4.11[b]	4.27[ab]	4.35[a]	4.20[ab]	0.04	<0.05	0.43	0.32
ของแข็งไม่รวมไขมัน								
	7.90	8.01	8.10	7.94	0.09	0.30	0.61	0.41
ของแข็งทั้งหมด	11.9	12.1	12.4	12.1	0.19	0.23	0.95	0.24
ไขมัน:โปรตีน	1.34	1.31	1.31	1.30	0.05	0.81	0.58	0.45
ยูเรีย-ไนโตรเจน, มิลลิกรัม %								
	13.1	13.2	14.6	14.2	1.48	0.63	0.64	0.64

[abc] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกำกับอักษร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[1] เปรียบเทียบวิธีการให้อาหารแบบแยกให้กับสูตรอาหารผสมสำเร็จ

[2] เปรียบเทียบระดับของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารผสมสำเร็จ; L=เส้นตรง, Q=เส้นโค้งกำลังสอง

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ถึงแม้ว่าระดับเยื่อใย ADF ในสูตรอาหาร TMR1 (ตารางที่ 4.1) มีค่าต่ำกว่าที่ สมคิดและคณะ (2541) รายงานไว้ แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมในการศึกษาครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 4.03 (ตารางที่ 4.6) แสดงว่าสูตรอาหาร TMR1 มีระดับเยื่อใยที่เพียงพอและเหมาะสมต่อความต้องการในการผลิตไขมันในน้ำนม และในการทดลองนี้ พบว่า น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมมีค่าที่ค่อนข้างต่ำ (4.11-4.35) (ตารางที่ 4.6) เมื่อเปรียบเทียบกับ Webb and

Johnson (1965) อ้างโดย วิพิชญ์ (2541) รายงานว่า โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนควรมีน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมประมาณ 4.87 เปอร์เซ็นต์ แต่น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมของการทดลองนี้มีค่าเฉลี่ยตามที่ ประวีร์และคณะ (2546) ได้รายงานไว้ และกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบแยกให้มีน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมต่ำกว่ากลุ่มโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ Higginbotham et al. (1989) อ้างโดย สมสุข (2544) รายงานว่าในการสังเคราะห์ยูเรียในน้ำนมต้องใช้พลังงาน 5.5 kcal/g N จึงทำให้ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนและปริมาณน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมของกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ (ตารางที่ 4.6)

อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบน้ำนมทั้งหมดที่ได้จากงานทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานที่สำรวจในประเทศไทย โดย ประวีร์และคณะ (2546) ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างน้ำนมโคจากทั่วประเทศประมาณ 38,000 ตัวอย่าง พบว่าค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (±SD) ขององค์ประกอบน้ำนมในประเทศไทย มีค่าดังนี้ ไขมันนม 3.95±0.75 (3.2-4.7 เปอร์เซ็นต์), โปรตีน 3.19±0.30 (2.89±3.49 เปอร์เซ็นต์), น้ำตาลแลคโตส 4.51±0.25 (4.26-4.78), ของแข็งไม่รวมไขมัน 8.76±0.52 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 9.33-13.95 เปอร์เซ็นต์ (รัตน์และอรรถยา, 2534) จึงกล่าวได้ว่า โภชนะที่โคนมได้รับในการทดลองนี้ มีความพอเพียงสำหรับการผลิตองค์ประกอบต่าง ๆ ในน้ำนมให้อยู่ในระดับที่ปกติได้ สามารถเทียบได้จากความสมดุลระหว่างระดับพลังงานและโปรตีนในสูตรอาหาร โดยเทียบจากสัดส่วนของไขมันและโปรตีนในน้ำนม ในการทดลองนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.32 เป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่ทำให้พลังงานและโปรตีนที่ได้รับจากอาหารมีความสมดุล กล่าวคือ ถ้าสัดส่วนระหว่างไขมันและโปรตีนมีค่าประมาณ 1.3 สามารถบอกถึงความสมดุลระหว่างโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหาร แต่หากสัดส่วนระหว่างไขมันและโปรตีนมีค่ามากกว่า 1.3 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.5 ชี้ให้เห็นว่าโคนมมีแนวโน้มที่จะขาดพลังงาน โดยเฉพาะระยะแรกของการให้น้ำนม แต่ถ้าสัดส่วนของไขมันและโปรตีนมีค่าต่ำกว่า 1.0 แสดงว่ามีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายสูงเกินไป อาจก่อให้เกิดความเป็นกรดในกระเพาะรูเมนได้ (ประวีร์, 2546)

สำหรับค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมของโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้, อาหาร TMR1, TMR2 และ TMR3 มีค่าเท่ากับ 13.1, 13.2, 14.6 และ 14.2 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้มีค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมไม่แตกต่างจากโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 3 สูตร ($P>0.05$) และเมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตน้ำนม พบว่าโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 3 สูตร มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำนมไม่แตกต่างจากโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.6)

สำหรับค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมสามารถบ่งบอกถึงความสมดุลของโปรตีนและพลังงานเช่นเดียวกัน รวมทั้งประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนและความเข้มข้นของแอมโมเนีย-

ไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน (Broderick and Clayton, 1997; Kohn et al., 2002; Nousiainen et al., 2004) อย่างไรก็ตาม ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนม จากการทดลองครั้งนี้ มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมโดยอยู่ระหว่าง 10-18 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Hopkins and Whitlow, 2005) ถ้ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมมีค่าอยู่ระหว่าง 10-16 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ สัมพันธ์กับจำนวนวันที่ผสมครั้งแรกประมาณ 80 วันหลังคลอด และค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในน้ำนมเพิ่มขึ้นประมาณ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ มีความสัมพันธ์กับจำนวนวันที่ผสมครั้งแรกประมาณ 126 วันหลังคลอด (Guatafsson and Carlson, 1993)

4.7 ประเมินผลตอบแทนของต้นทุนและรายได้จากการให้อาหารโคนม

การประเมินผลตอบแทนของต้นทุนและรายได้จากการให้อาหารโคนม ได้คำนวณจากผลผลิตน้ำนมที่ได้ในแต่ละวัน ซึ่งได้ทำการหักค่าใช้จ่ายในส่วนที่เป็นอาหาร และที่ไม่รวมต้นทุนจากค่าอื่น ๆ เช่น ค่าเวชภัณฑ์ ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อทำการประเมินเฉพาะต้นทุนจากค่าอาหารทั้งหมดของแต่ละวัน และรายได้จากการจำหน่ายน้ำนมต่อวัน นอกเหนือจากค่าอาหารจากข้อมูลราคาวัตถุดิบอาหารระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 พบว่าอาหารข้นมีต้นทุนในการผลิต 6.7 บาทต่อกิโลกรัม, ฟางข้าว 2.3 บาทต่อกิโลกรัม และเปลือกฝักถั่วเหลือง 50 สตางค์ต่อกิโลกรัม และสูตรอาหารผสมสำเร็จมีต้นทุนในการผลิตเฉลี่ย 4.4 บาทต่อกิโลกรัม

ดังนั้น จากการทดลองพบว่าการให้อาหารแบบแยกให้มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าสูตรอาหารผสมสำเร็จ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และต้นทุนค่าอาหารมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อมีฟางข้าวในสูตรอาหารผสมสำเร็จมากขึ้น แต่พบว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จมีรายได้จากผลผลิตน้ำนมสูงกว่าการให้อาหารแบบแยกให้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับรายได้จากผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการให้อาหารแบบแยกให้มีผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มต่ำกว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ ($P=0.07$) (ตารางที่ 4.7) เนื่องจากการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จมีความสมดุลของโภชนะต่าง ๆ เพียงพอต่อความต้องการของโคนม ทำให้เกิดการใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งจุลินทรีย์และตัวโคนมเอง จึงส่งผลต่อน้ำนมทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพในที่สุด (จินดา, 2541; ฉลองและคณะ, 2540)

ตารางที่ 4.7 ผลของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารต่อผลตอบแทนจากการให้อาหาร

รายการ	สูตรอาหารทดลอง				SEM	Contrast[1]	TMR[2]	
	SF	TMR1	TMR2	TMR3		SFvsTMR	L	Q
ต้นทุนค่าอาหาร, บาท/วัน								
	68.5^{c}	77.1^{b}	80.4^{a}	81.1^{a}	2.17	<0.01	0.25	0.64
รายได้จากผลผลิตน้ำนม, บาท/วัน								
	110.6^{b}	125.4^{a}	124.4^{a}	125.1^{a}	4.36	<0.05	0.96	0.87
รายได้จากผลผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4%, บาท/วัน								
	111.3	130.2	134.9	128.0	7.82	0.07	0.84	0.56
รายได้จากผลผลิตน้ำนมที่หักต้นทุนค่าอาหาร, บาท/วัน								
	42.1	48.3	44.0	41.1	3.56	0.44	0.43	0.63
รายได้จากผลผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4%ที่หักต้นทุนค่าอาหาร, บาท/วัน								
	42.8	53.1	54.6	47.0	6.51	0.28	0.53	0.58

[abc] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันกำกับอักษร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[1] เปรียบเทียบวิธีการให้อาหารแบบแยกให้กับสูตรอาหารผสมสำเร็จ

[2] เปรียบเทียบระดับของเปลือกฝักถั่วเหลืองร่วมกับฟางข้าวในสูตรอาหารผสมสำเร็จ; L=เส้นตรง, Q=เส้นโค้งกำลังสอง

สำหรับรายได้จากผลผลิตน้ำนมที่หักต้นทุนค่าอาหาร และรายได้ของผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ที่หักต้นทุนค่าอาหาร (บาทต่อวัน) ของการให้อาหารแบบแยกให้ เมื่อเทียบกับการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จแก่โคทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ถึงแม้ว่าการให้อาหารแบบแยกให้มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ รวมทั้งรายได้จากผลผลิตน้ำนมที่หักต้นทุนค่าอาหาร และรายได้จากผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ที่หักต้นทุนค่าอาหาร (บาทต่อวัน) ของการให้อาหารแบบแยกให้ไม่แตกต่างจากการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ แต่เมื่อคำนึงถึงผลผลิตน้ำนม และองค์ประกอบน้ำนมในด้านต่าง ๆ พบว่าการให้อาหารแบบแยกให้มีค่าต่ำกว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ (ตารางที่ 4.6) ดังนั้น รายได้จากผลผลิตน้ำนมของโคทดลองที่ได้รับอาหารแบบแยกให้จึงมีค่าต่ำกว่าโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ และเมื่อประเมินผลตอบแทนของต้นทุน และรายได้ในกลุ่มโคทดลองที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่าอาหาร TMR1 มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่า TMR2 และ TMR3 (77.1, 80.4 และ 81.1 บาทต่อวัน ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.7) และเมื่อทำการเปรียบเทียบรายได้จากผลผลิตน้ำนม และรายได้จากผลผลิตน้ำนมที่หักต้นทุนค่าอาหาร (บาทต่อวัน) พบว่า

TMR1 มีรายได้สูงกว่า TMR2 และ TMR3 ตามลำดับ (P>0.05) แต่เมื่อคำนึงถึงรายได้จากผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ และรายได้จากผลผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ที่หักต้นทุนค่าอาหารแล้ว พบว่า TMR2 มีรายได้สูงกว่า TMR1 และ TMR3 (P>0.05) (ตารางที่ 4.7)

ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้อาหารแบบแยกให้กับวิธีการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่าวิธีการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จให้ผลดีกว่าการให้อาหารแบบแยกให้ ทั้งในส่วนของปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม รวมทั้งรายได้จากผลผลิตน้ำนม เป็นต้น และในกลุ่มการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่า TMR2 น่าจะมีผลตอบแทนจากการให้อาหารดีกว่าอาหารสูตรอื่นๆ อีก 2 สูตร อาจกล่าวได้ว่าสูตรอาหารที่มีราคา หรือต้นทุนที่ต่ำ ไม่ได้บ่งบอกถึงผลตอบแทนของต้นทุน และรายได้ที่ดีกว่า แต่จำเป็นต้องคำนึงถึงส่วนประกอบด้านอื่นๆ ด้วย ไม่ว่าจะเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมในสูตรอาหาร ผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร รวมถึงองค์ประกอบของน้ำนมร่วมด้วย