บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองทั้ง 5 การทดลอง ซึ่งใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ฟางข้าวมีวัตถุแห้ง (dry matter, DM) อินทรียวัตถุ (organic matter, OM) โปรตีน (crude protein, CP) เยื่อใยที่ละลายได้ในด่าง (neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ละลายได้ในกรด (acid detergent fiber, ADF) ไขมัน (ether extract, EE) และเถ้า (ash) เท่ากับ 92.52, 81.25, 4.81, 69.73, 44.32, 3.04 และ 11.27 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ ส่วนอาหารข้นมี DM, OM, CP, EE, และ ash เท่ากับ 91.22, 85.83, 15.27, 6.18, และ 5.39 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ

ตาราง 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (% ของวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ฟางข้าว	อาหารข้น
วัตถุแห้ง	92.52	91.22
อินทรียวัตถุ	81.25	85.83
โปรตีน	4.81	15.27
เยื่อใยที่ละลายได้ในด่าง	69.73	-
เยื่อใยที่ละลายได้ในกรด	44.32	-
ไขมัน	3.04	6.18
เถ้า	11.27	5.39

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว พบว่าปริมาณโปรตีน และไขมันสูง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ เสาวลักษณ์ (2542) ที่รายงานไว้เท่ากับ 4.6 และ 2.3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ เนื่องมาจากมีการเก็บรักษาที่ดี คือ เก็บไว้ในที่ร่มจึงมีการสูญเสียโภชนะต่างๆ น้อย และเป็นฟางข้าวที่มีสภาพใหม่ จึงทำให้มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 สภาพภายในกระเพาะรูเมน

4.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะรูเมน

ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม แสดงในตาราง 4.2 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนทั้ง 4 กลุ่ม อยู่ในช่วง 6.32-6.60 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าปกติ เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.5-6.5 (เทอดชัย, 2548) แต่เมื่อพิจารณาผลของค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนสูงที่สุด (6.60) แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน (6.37 และ 6.32 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม Osborne *et al*. (2004) ได้ศึกษาผลของการเสริมโมเนนซินลงในอาหารโคทดลอง พบว่าทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับ Dennis *et al*. (1981) ที่รายงานว่าโมเนนซินจะไปยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกที่ผลิตกรดแลคติกมีผลทำให้ในกระเพาะมีความเป็นกรดสูง การเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วันในอาหารทดลองจึงมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนลดลง โดยฝ่ายวิจัยและพัฒนาบริษัท ออลเวท จำกัด (2550) อธิบายว่ากรดมาลิกที่ผ่านเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรียจะเกิดแตกตัวให้ประจุบวกซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรด จึงทำให้ความเป็นกรดภายในเซลล์สูงขึ้น เซลล์แบคทีเรียแกรมบวกจึงไม่มีความสามารถในการต้านทานความเป็นกรดได้ เป็นผลทำให้หยุดการเจริญเติบโตหรือตายลง สอดคล้องกับ Sniffen *et al*. (2006) ที่รายงานว่าการเสริมกรดมาลิกลงในอาหารโคทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ซึ่ง Martin *et al.* (1999) รายงานว่ากรดมาลิกจะไปลดการเกิดกรดแลคติกโดยไปกระตุ้นการทำงานของ *Selenomonas ruminantium* โดยกรดมาลิกจะเพิ่มการใช้ไฮโดรเจนอะตอม เพื่อผลิตกรดโปรพิโอนิกและเพิ่มการนำคาร์บอน (C) ไปใช้ เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Rogers and Withman, 1991) ในส่วนของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน ให้ผลเช่นเดียวกับ Beauchemin and McGinn (2006) ที่ได้ทำการเสริมน้ำมันพืชลงในอาหารโคทดลอง 4.6% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากการเสริมน้ำมันพืชลงในอาหารสัตว์ทำให้ลดการย่อยได้ของเยื่อใยกระเพาะรูเมน เพราะน้ำมันจะไปรบกวนการทำงานของแบคทีเรียที่ย่อยเยื่อใย ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลง อย่างไรก็ตาม Devendra and Lewis (1974) รายงานว่าน้ำมันอาจเป็นพิษต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบคทีเรียบางชนิด ทำให้จำนวนแบคทีเรียชนิดนั้นลดลงเกิดการเปลี่ยนแปลงในกระเพาะรูเมน ซึ่งกรดไขมันที่มีสายยาวจะทำปฏิกริยากับไอออนบวกทำให้เกิด Insoluble complex ทำให้จำนวนไอออนบวกที่เป็นประโยชน์ต่อแบคทีเรียลดลง เช่นแบคทีเรียที่ย่อย cellulose โดยทำให้ความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลง

ตาราง 4.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะรูเมนของโคทดลองที่ได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

	เวลาหลังให้อาหาร (ชั่วโมง)						
	-1	1	2	3	4	5	6
กลุ่มควบคุม	7.06[a]	6.97[a]	6.88[a]	6.83[a]	6.76[a]	6.68[a]	6.60[a]
น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน	6.79[b]	6.68[b]	6.63[b]	6.57[b]	6.51[b]	6.41[b]	6.32[b]
กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	6.81[b]	6.72[b]	6.63[b]	6.59[b]	6.53[b]	6.46[b]	6.37[b]
โมเนนซิน 29 มก./กก.(วัตถุแห้ง)	7.05[a]	6.98[a]	6.90[a]	6.81[a]	6.75[a]	6.70[a]	6.58[a]

[a,b] ตัวอักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.2 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน

ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในกระเพาะรูเมนของโคทดลอง เมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม แสดงในตาราง 4.3 พบว่าปริมาณแอมโมเนียที่ทำการวัดหลังจากโคกินอาหาร 1 ชั่วโมงทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ระหว่าง 11.37-15.05 ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าทุกชั่วโมง อาจเกิดจากการแตกตัวของโปรตีนในอาหารทดลอง สอดคล้องกับ Insung (1999) รายงานว่าการแตกตัวของโปรตีนในอาหารทดลองที่เกิดการแตกตัวเป็นแอมโมเนียอย่างรวดเร็ว ทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนสูงขึ้น เช่นเดียวกับ Satter and Slyter (1974) รายงานว่าปกติความเข้มข้นของแอมโมเนียจะมีค่าสูงสุดภายหลังจากสัตว์กินอาหาร 1 หรือ 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดต่ำลง ซึ่งระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ จะต้องอยู่ระหว่าง 3-8 mg/100 ml ขณะที่ Wallace *et al.* (1999) พบว่าระดับแอมโมเนียไนโตรเจนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 9.7-21.4 mg/100 ml

ผลจากการเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของอาหารทดลองแต่ละกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำกว่า (8.40 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) กลุ่มควบคุม (12.25 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) และกลุ่มที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) (11.02 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารข้นที่ได้รับ/วัน (9.10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) (P>0.05) สอดคล้องกับ Carro and Ranilla (2003) ที่ศึกษาการเสริมกรดมาลิกต่อกระบวนการหมักของเมล็ดธัญพืชในกระเพาะรูเมน มีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) Song and Lee (2006) รายงานว่ามาลิกจะไปลดจำนวนของไฮโดรเจนที่จะนำไปใช้ในการผลิตแอมโมเนียมาใช้ใน succinate-propionate pathway เพื่อผลิตกรดโพรพิโอนิก และ Khampa and Wanapat (2006) ได้อธิบายเพิ่มว่าการ dehydrogenase อ๊อกซาโลอะซิเตทให้เป็นมาเลทใน succinate-propionate pathway จำเป็นต้องใช้ไฮโดรเจน จึงเป็นการลดจำนวนไฮโดรเจนที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตก๊าซมีเทน (methanogenesis) และทำให้ก๊าซมีเทน (methane) ในกระเพาะรูเมนลดลง

ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน ให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองของ Jalc *et al*. (2007) ที่ศึกษาการเสริมไขมันอิ่มตัวลงในอาหารโค ทดลองพบว่า มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำกว่ากลุ่มควบคุมแต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับรายงานของ Mansifield *et al*. (1995) พบว่าการเติมไฮโดรเจนที่ได้จากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวให้เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว อาจไปยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ที่จะนำไฮโดรเจนไปใช้ในการผลิตแอมโมเนีย จึงทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนลดลง นอกจากนี้ Ikwuebu and Sutton (1982) พบว่าการฉีดน้ำมันลินซีด (linseed oil) ซึ่งมีองค์ประกอบของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงลงในกระเพาะรูเมนของแกะ มีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนลดลง และเพิ่มปริมาณไนโตรเจนที่ไหลลงสู่ลำไส้เล็ก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมนลดลง หรือการลดลงของการหมุนเวียนไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน

เมื่อพิจารณาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานทดลองของ ชุติมา (2544) ที่ทำการเสริมโมเนนซิน โดยการสอดใส่แคปซูลทางปากผ่านหลอดอาหารไปยังกระเพาะรูเมนของโค พบว่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่ 3 ชั่วโมงหลังให้อาหารทดลองของที่เสริมโมเนนซินกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่ง Lean *et al*. (1996) พบว่าโมเนนซินยับยั้งการเจริญเติบโตและการทำงานของแบคทีเรียแกรมบวกที่ผลิตแอมโมเนียไนโตรเจน ทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนลดลง เช่นเดียวกับ Schelling (1984) รายงานว่าโมเนนซินมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการส่งผ่านของประจุบวกผ่านเข้าสู่ผนังเซลล์เมมเบรน เพราะโมเนนซินจะเป็นตัวให้โซเดียมไอออนต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนโดยตรง ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนโซเดียมใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุลินทรีย์แกรมบวกที่ได้รับโมเนนซินจะเกิดการลดลงของความเข้มข้นของโพแทสเซียมภายในเซลล์ เป็นผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างภายในเซลล์ลดลง เมื่อภายในเซลล์มีการสะสมโซเดียมไอออน และเกิดการสูญเสียพลังงานภายในเซลล์เป็นเหตุให้จุลินทรีย์แกรมบวกไม่สามารถเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนได้

ตาราง 4.3 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ในกระเพาะรูเมนของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)

	เวลาหลังให้อาหาร (ชั่วโมง)				
	-1	1	2	3	4
กลุ่มควบคุม	15.05	18.90[b]	15.92[b]	14.00	12.25[b]
น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน	12.95	16.62[ab]	13.12[ab]	11.20	9.10[ab]
กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	11.37	13.47[a]	11.55[a]	9.45	8.40[a]
โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)	14.35	18.90[b]	15.05[ab]	12.95	11.02[ab]

[a, b] ตัวอักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.3 กรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ในกระเพาะรูเมน

จากการวิเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยได้จากตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม ด้วยเครื่อง Gas Chromatography แสดงในตาราง 4.4 พบว่าปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acid, TVFA) ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน กลุ่มที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน และกลุ่มที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) มีค่าเท่ากับ 103.55, 122.17, 127.12 และ 117.14 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ปริมาณ TVFA ในกลุ่มที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน จะมีแนวโน้มมากกว่ากลุ่มอื่นๆ

ปริมาณกรดอะซิติก (C_2) ของอาหารทั้ง 4 มีค่าเท่ากับ 75.32, 85.96, 87.64 และ 84.43 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ปริมาณกรดโพรพิโอนิก (C_3) มีค่าเท่ากับ 21.58, 25.62, 27.39, 23.42 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และปริมาณกรดบิวทีริก (C_4) มีค่าเท่ากับ 8.84, 10.58, 12.08 และ 9.29 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณกรดอะซิติกและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรดบิวทีริกในอาหาร แต่ละกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่สำหรับปริมาณกรดโพรพิโอนิก พบว่า โคในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีมากที่สุดต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่าง(P>0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) จากรายงานของ Wolin and Miller (1988) กล่าวว่ากรดมาลิกจะ dehydrate กลายเป็นฟูมาเรต ต่อมาฟูมาเรตจะ reduce เป็นซัคซิเนต และเปลี่ยนเป็นโพรพิโอนิก ทำให้มีปริมาณกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนเพิ่มมากขึ้น Khampa and Wanapat (2006) รายงานว่ากรดมาลิกจะไปลดจำนวนของไฮโดรเจนที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตก๊าซมีเทน (methanogenesis) และเปลี่ยนเป็นมีเทน (methane) ในกระเพาะรูเมนได้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน คือ *Selenomonase ruminentium* ซึ่งจะสามารถกระตุ้นการผลิต โพรพิโอนิกได้ เช่นเดียวกับ Nisbet and Martin (1993) รายงานว่ากรดมาลิกจะไปกระตุ้นการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนของ *S. ruminentium* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่อยู่ในกระเพาะรูเมน

ในส่วนของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่ามีปริมาณกรดโพรพิโอนิกสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) สอดคล้องกับ Beauchemin and McGinn (2006) ที่ทำการศึกษาการเสริมน้ำมันพืชลงในอาหารโค พบว่าพบว่าปริมาณกรดโพรพิโอนิกสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) Johnson and Johnson (1995) ได้รายงานว่าการเกิดปฏิกิริยา biohydrogenation ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว คือ ปฏิกิริยาที่กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวของไขมันในอาหารถูกทำปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนตรงตำแหน่งพันธะคู่ ภายหลังจากการถูกทำปฏิกิริยา esterification เป็นกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) แล้ว ซึ่งมีจุลินทรีย์หลายชนิดเข้ามาเกี่ยวในปฏิกิริยานี้ โดยจุลินทรีย์จะทำการย่อยไขมันและกลีเซอรอล และทันทีที่กรดไขมันถูกแยกออกมาหากเป็นชนิดไม่อิ่มตัวก็จะถูกทำเกิดปฏิกิริยา biohydrogenation ต่อจนเกิดเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัวเกือบทั้งหมด ซึ่งส่วนมากเป็น stearic acid แล้วจึงจะไหลผ่านต่อไปยังทางเดินอาหารส่วนถัดไป ซึ่ง Czerkawski *et al.* (1966) กล่าวต่อว่าไฮโดรเจนจะถูกใช้ในปฏิกิริยานี้ มีผลทำให้ไฮโดรเจนที่จะไปจับกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณลดลง มีผลทำให้เกิดก๊าซมีเทนลดลง และทำให้โพรพิโอนิกเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 mg/kg (DM) มีปริมาณกรดโพรพิโอนิกมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) Tedeschi *et al.* (2003) ให้เหตุผลว่าโมเนนซินจะเข้าไปทำลายชั้นไขมันของแบคทีเรียแกรมบวกและโปรโตซัวที่อยู่ในกระเพาะรูเมน มีผลทำให้ Na^+ ผ่านเข้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซลล์ได้มากกว่าการออกของ K^+ ดังนั้น K^+ จึงแลกเปลี่ยนกับการไหลเข้าของ H^+ ทำให้มี H^+ มากเกินไป เซลล์ต้องใช้ ATP เพื่อส่ง H^+ ที่มากเกินไปออกนอกเซลล์ จึงเป็นสาเหตุให้แบคทีเรียถูกยับยั้งการเจริญเติบโต ส่วนแบคทีเรียแกรมบวก โมเนนซินจะไปกระตุ้นการเจริญเติบโตให้เพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งจะเพิ่มการผลิตกรดโพรพิโอนิก และกรดซัคซินิกในกระเพาะรูเมน (Granzin and Dryden, 2005)

เมื่อพิจารณาสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อโพรพิโอนิก (C_2:C_3) พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีค่าเท่ากับ 3.20 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร และเป็นสัดส่วนที่ต่ำสุด แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) จากกลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) ซึ่งเท่ากับ 3.3.6 และ 3.62 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อโพรพิโอนิกมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (3.94 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Carro and Ranilla (2003) พบว่าสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อโพรพิโอนิกของกลุ่มควบคุมมีปริมาณมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดมาลิก ($P<0.05$) เนื่องมาจากการเสริมกรดมาลิกทำให้ succinate-propionate pathway ผลิตกรดโพรพิโอนิกเพิ่มขึ้นซึ่งกระบวนการนี้ไม่มีผลกระทบต่อการผลิตกรดอะซิติกลดลง (Demeyer and Henderickx, 1967)

ตาราง 4.4 ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ในกระเพาะรูเมนของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม (ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร, μM/ml)

Item	กลุ่มควบคุม	น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน	กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)
Total VFA	103.55	122.17	127.12	117.14
Acetic acid (C_2)	75.32	85.96	87.64	84.43
Propionic acid (C_3)	21.58[a]	25.62[b]	27.39[b]	23.42[ab]
Butyric acid (C_4)	8.84	10.58	12.08	9.29
Acetic: propionic (C_2 : C_3)	3.94[a]	3.36[ab]	3.20[b]	3.62[ab]

[a, b] ตัวอักษรต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนโดยวิธี Nylon bag technique

4.3.1 การย่อยสลายตัวของวัตถุแห้ง (DM) ของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

ผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนที่มีการเสริมสารต่างๆ ทั้ง 4 กลุ่ม โดยวิธีการใช้ถุงไนลอน ได้แสดงไว้ในตาราง 4.5 และภาพ 4.1 พบว่าชั่วโมงที่ 2-16 ฟางข้าวจะถูกย่อยสลายอย่างช้าๆ เนื่องจากมีโภชนะที่ย่อยได้อยู่ต่ำ แต่หลังจาก 24 ชั่วโมงไปแล้วการย่อยสลายของฟางข้าวเริ่มคงที่ เมื่อพิจารณาในแต่ละกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีค่าการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของฟางข้าวสูงที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน ตามลำดับ แต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

เมื่อนำค่าย่อยสลายตัววัตถุแห้งของฟางข้าวที่ชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม ไปคำนวณโดยสมการ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY จะได้ค่าพารามิเตอร์ดังตาราง 4.6 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีค่าส่วนที่ละลายได้ทันที (immediately soluble part, a) ค่าที่ไม่ละลายแต่สามารถหมักย่อยได้ (insoluble fermentable material, b) ค่าส่วนที่ละลายได้ (washing loss, A) ค่าการย่อยสลายของส่วนที่ไม่ละลาย (degradability of water insoluble, B) และค่าความสามารถในการถูกย่อยสลาย (potential degradability, A+B) ค่าอัตราการย่อยสลาย (degradation rate, c) และประสิทธิภาพการย่อยสลาย ($ED_{0.05}$) มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่มแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Montano *et al*. (1999) ที่ศึกษาการเสริมมาลิกลงในอาหารโค พบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้อง Newbold *et al*. (1996) รายงานว่ากรดมาลิกมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของ cellulolytic bacteria ซึ่งทำให้การย่อยคาร์โบไฮเดรทประเภทเยื่อใยดีขึ้น และ Guangsheng *et al*. (1992) อธิบายเพิ่มว่ากรดมาลิกจะไปมีผลต่อการไหลออกของ Na^+ ภายในเซลล์ของแบคทีเรียซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่ามีการย่อยสลายตัววัตถุแห้งของฟางข้าวมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ ดรุ (2543) ได้ศึกษาผลของการเสริมสารโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมในช่วงต้นระยะให้นม พบว่าการย่อยสลายตัววัตถุแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

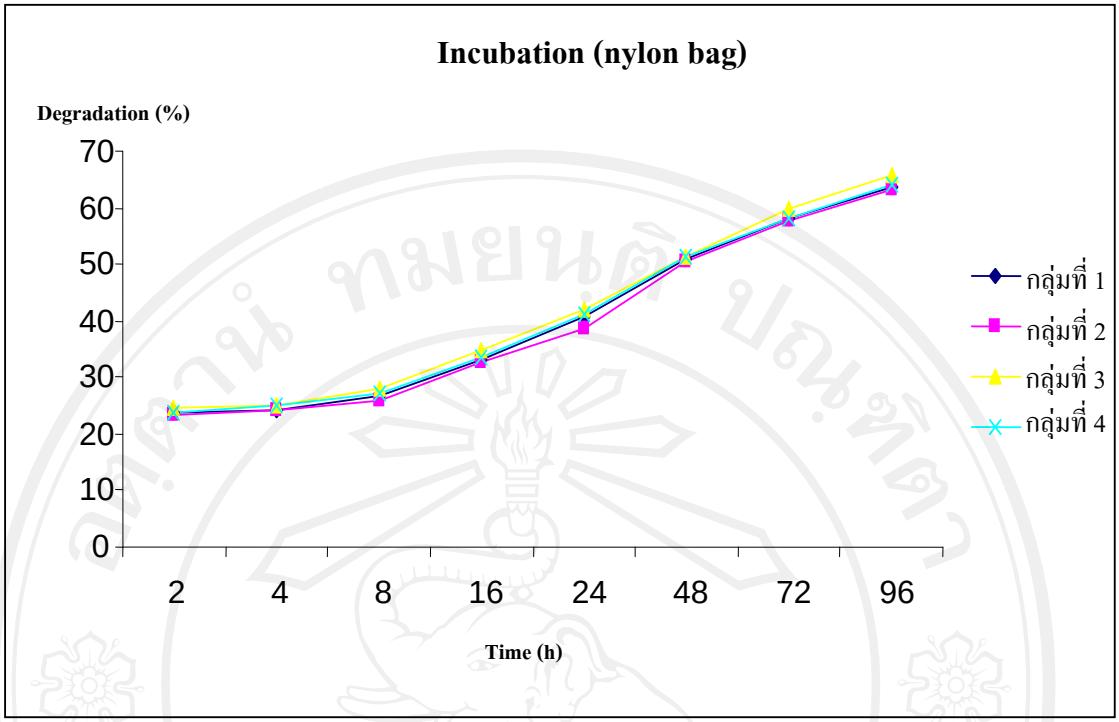
ของอาหารหยาบที่เสริมโมเนนซินมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) Mutsvangwa *et al*. (1992) รายงานว่าการสลายตัววัตถุแห้งขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่กินได้ ส่วนประกอบของอาหาร อิทธิพลของอาหารข้นต่ออาหารหยาบ และปริมาณโมเนนซินที่อยู่ในอาหาร ขณะที่ Henderson *et al.* (1981) รายงานว่าการย่อยได้ของเยื่อใยมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโมเนนซินที่เสริมลงในอาหาร องค์ประกอบทางเคมีหรือกายภาพของอาหารที่หยาบที่ใช้

ในส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน มีค่าการย่อยสลายต่ำที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ Beauchemin and McGinn (2006) ที่ทำการเสริมน้ำมันลงในอาหารโค พบว่ามีการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งต่ำกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เพราะน้ำมันมีผลทำให้การย่อยของเยื่อใยในกระเพาะรูเมนลดลง ซึ่ง NRC (2001) รายงานว่ากระบวนการเติมไฮโดรเจนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในกระเพาะรูเมนจำเป็นต้องใช้จุลินทรีย์ทำการย่อยไขมันจากชนิดไม่อิ่มตัวก็จะถูกทำให้เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ซึ่งกระบวนการนี้อาจจะไปรบกวนจุลินทรีย์ที่ย่อยโภชนะในกระเพาะรูเมน ทำให้เกิดการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งได้ต่ำ และ บุญล้อม (2527) ที่รายงานว่ากรดไขมันอาจไปมีผลต่อผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ทำให้การทำงานของมันลดลง

ตาราง 4.5 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายตัววัตถุแห้ง (DM) ของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

	ชั่วโมงที่ (hrs)							
	2	4	8	16	24	48	72	96
กลุ่มควบคุม	23.92	24.12	26.73	33.28	40.71	50.94	57.94	63.84
น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้น ที่ได้รับ/วัน	23.21	24.02	26.07	32.84	38.60	50.39	57.77	63.18
กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	24.41	25.19	27.88	34.61	42.07	51.49	59.7	65.78
โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)	23.94	24.89	27.27	33.36	41.15	51.33	58.19	64.20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายตัววัตถุแห้ง (DM) ของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

ตาราง 4.6 ค่าพารามิเตอร์ของการย่อยสลายตัววัตถุแห้ง (DM) ของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

	a[1]	b[2]	c[3]	A[4]	B[5]	A+ B[6]	$ED_{0.05}$[7]
	--------%--------		%/h	----------%----------			
กลุ่มควบคุม	20.93	51.49	0.02	14.40	58.00	72.40	34.98
น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้น ที่ได้รับ/วัน	20.92	51.49	0.018	14.40	57.99	72.39	33.95
กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	21.9	53.3	0.02	15.00	60.3	75.30	35.78
โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)	21.32	51.45	0.02	14.09	58.67	72.76	35.10

[1] ส่วนที่ละลายได้ทันที (immediately soluble part)

[2] ส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถหมักย่อยได้ (insoluble fermentable material)

[3] อัตราการย่อยสลาย (degradation rate)

[4] ส่วนที่ละลายได้ (washing loss)

[5] ส่วนที่ไม่ละลาย (Degradability of water insoluble)

[6] ความสามารถในการถูกย่อยสลาย (Potential degradability)

[7] ประสิทธิภาพการย่อยสลายที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง (Effective degradation at 0.05 fraction/hour)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆเมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

จากตาราง 4.7 พบว่าในชั่วโมงที่ 2-8 และ 48-96 กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก (วัตถุแห้ง) และกลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 16 และ 24 กลับพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนมากกว่ากลุ่มกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่ไม่มีแตกต่าง (P>0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก (วัตถุแห้ง) สอดคล้องกับ Montano *et al.* (1999) พบว่าการเสริมกรดมาลิกลงในอาหารโคทำให้การย่อยได้ของโปรตีนในกระเพาะรูเมนมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่ง Khampa and Wanapat (2006) รายงานว่ากรดมาลิกจะกระตุ้นการทำงานของ *S. ruminentium* สอดคล้องกับเทอดชัย (2548) ที่รายงานว่าแบคทีเรียชนิดนี้จะผลิตเอนไซม์ protease ที่ย่อยสลายโปรตีน จึงทำให้มีการย่อยโปรตีนในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับกลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ จากรายงานของ Johnson and Johnson (1995) พบว่าการเกิดปฏิกิริยา biohydrogenation ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว จะไปรบกวนการทำงานของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน มีผลทำให้การย่อยโปรตีนน้อยลง นอกจากนี้ Harfoot *et al.* (1974) พบว่ากรดไขมันจะเข้าไปเคลือบชิ้นอาหารและขัดขวางการเข้าจับชิ้นอาหารของจุลินทรีย์และเอนไซม์จากจุลินทรีย์ ทำให้การเข้าย่อยของจุลินทรีย์ลดลง ส่วนในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) มีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนมากกว่ากลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่ง Suwanlee (2004) รายงานว่าโมเนนซินจะไปขัดขวาง deamination ของแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ลดการย่อยโปรตีนที่กระเพาะรูเมนจึงทำให้มีโปรตีนไหลผ่านมากขึ้น อย่างไรก็ตาม Spears (1990) ได้กล่าวว่าการย่อยโปรตีนในกระเพาะรูเมน โปรตีนจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียและถูกนำไปใช้ประโยชน์โดยจุลินทรีย์ ทำให้มีปริมาณโปรตีนไปยังกระเพาะแท้ และลำไส้เล็กเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

ชั่วโมงที่	กลุ่มควบคุม	น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน	กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)
2	32.85	33.05	33.50	32.99
4	33.94	34.41	35.60	34.28
8	35.70	36.29	38.14	35.96
16	36.35[a]	38.39[ab]	40.89[b]	38.21[ab]
24	38.10[a]	41.23[ab]	42.07[b]	40.98[ab]
48	42.58	45.22	46.56	44.92
72	48.38	50.77	52.44	49.45
96	52.79	53.91	56.41	53.01

[a,b] ตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.3.3 เปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในด่าง (neutral detergent fiber, NDF) ที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

เปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในด่างที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนที่มีการเสริมสารต่างๆ ทั้ง 4 กลุ่ม แสดงไว้ในตาราง 4.8 พบว่าในชั่วโมงที่ 2 และ 16 กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในด่างที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก.(วัตถุแห้ง) และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ แต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในด่างที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนชั่วโมงที่ 4, 8, 24, 48, 72 และ 96 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในด่างที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) Newbold *et al*. (1996) รายงานว่ากรดมาลิกจะไปเพิ่มจำนวนของ cellulolytic bacteria ซึ่ง Lopez *et al*. (1999) รายงานว่ากรดมาลิกกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดนี้ จึงทำให้การย่อยได้ของ NDF เพิ่มขึ้น สำหรับการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 mg/kg (DM) เปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมธา (2529) รายงานว่าการเสริมไขมันลงในอาหารอาจไปเคลือบเยื่อใยทำให้จุลินทรีย์เข้าย่อยได้ยาก และขัดขวางการเข้าย่อยสลายของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ไม่สามารถเข้าจับบนเซลล์เมมเบรนได้ (ขัดขวาง surface-active effect) ขณะที่ NRC (2001) พบว่าการเติมไฮโดรเจนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวให้เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัวในกระเพาะรูเมนต้องมีแบคทีเรียเข้ามามีส่วนร่วมด้วย มีผลทำให้เกิดการรบกวนแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการย่อยเยื่อใย จึงทำให้ย่อยเยื่อใยได้ลดลง ถ้าทำการเสริมน้ำมันลงในปริมาณที่มาก นอกจากนี้ ดรุ (2543) ได้ศึกษาผลของการเสริมโมเนนซินต่อผลผลิตโคนมในช่วงระยะให้นม พบว่ามีปริมาณเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) จากรายงานของ Osborne *et al*. (2004) พบว่าโมเนนซินจะช่วยส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์แกรมลบ ซึ่งอาจส่งผลให้ย่อยสลายของเยื่อใยเพิ่มขึ้น

ตาราง 4.8 เปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในด่างที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

ชั่วโมงที่	กลุ่มควบคุม	น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน	กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)
2	12.17	14.35	16.20	13.03
4	18.91^{a}	23.27^{ab}	27.38^{b}	19.31^{a}
8	25.70^{a}	29.28^{ab}	36.04^{b}	26.35^{a}
16	37.02	38.46	40.26	37.54
24	43.33^{a}	45.30^{ab}	49.50^{b}	43.96^{a}
48	50.41^{a}	54.48^{ab}	56.10^{b}	51.30^{ab}
72	57.78^{a}	60.72^{bc}	62.74^{c}	58.58^{ab}
96	63.76^{a}	66.25^{ab}	68.20^{b}	64.42^{a}

$^{a, b, c}$ ตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.4 เปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในกรด (acid detergent fiber, ADF) ที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

เปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในกรดที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนของอาหารทดลองที่มีการเสริมสารต่างๆ ทั้ง 4 กลุ่ม แสดงไว้ในตาราง 4.9 พบว่าในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 24, 48, 72 และ 96 กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในกรดที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วันแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อพิจารณาในชั่วโมงที่ 16 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในกรดที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนมากกว่าทุกกลุ่มแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ขณะที่ Kung *et al*. (1982) ที่ทำการเสริมมาลิกลงในอาหารโคพบว่าการย่อยได้ของเยื่อใยมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องมาจากกรดมาลิกมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียที่ย่อยเยื่อใยเซลลูโลส และการย่อยคาร์โบไฮเดรทที่เป็นเยื่อใยในอาหารหยาบดีขึ้น เช่นเดียวกับ Sniffen *et al*. (2006) รายงานว่ากรดมาลิกช่วยเพิ่มการสังเคราะห์จุลินทรีย์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพภายในกระเพาะรูเมน ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่าปริมาณเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในกรดที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่จากการทดลองของ Beauchemin and McGinn (2006) ที่ทำการเสริมน้ำมันลงในอาหารโค พบว่ามีการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งต่ำกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เพราะน้ำมันมีผลทำให้การย่อยของเยื่อใยในกระเพาะรูเมนลดลง ซึ่ง NRC (2001) รายงานว่าการเติมไฮโดรเจนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวให้เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัวในกระเพาะรูเมนต้องมีแบคทีเรียเข้ามามีส่วนร่วมด้วย มีผลทำให้เกิดการรบกวนแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการย่อยเยื่อใยจึงทำให้ย่อยเยื่อใยได้ลดลง ถ้าทำการเสริมน้ำมันลงในปริมาณที่มาก สอดคล้องกับเทอดชัย (2548) รายงานว่ากรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะเป็นพิษต่อการทำงานมากว่ากรดไขมันชนิดอิ่มตัวซึ่งจะเกิด hydrogenation ค่อนข้างสมบูรณ์ อาจทำให้การใช้ประโยชน์จากไขมันถูกจำกัดให้น้อยลง ส่วนโมเนนซินมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในกรดที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนมากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับ McGinn *et al*. (2004) ที่เสริมโมเนนซินลงในอาหารโค พบว่าการย่อยเยื่อใยที่ละลายได้ในกรดมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) Joyner *et al*. (1979) รายงานว่าโมเนนซินจะไปกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เยื่อใยให้ย่อยเยื่อใยได้เพิ่มขึ้นในแกะ และ Henderson *et al.* (1981) กล่าวว่าโมเนนซินจะมีผลต่อการถ่ายทอดไอออนข้ามผนังเซลล์เมมเบรน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์แกรมบวกลดจำนวนลง ส่วนจุลินทรีย์แกรมลบผนังเซลล์เมมเบรน จะสามารถป้องกันการถ่ายเทไอออนเข้าสู่เซลล์ ทำให้จุลินทรีย์แกรมลบมีจำนวนเพิ่มขึ้น

ตาราง 4.9 เปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยที่ละลายได้ในกรดที่สูญหายไปในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

ชั่วโมงที่	กลุ่มควบคุม	น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน	กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)
2	7.09[a]	12.94[b]	15.57[b]	9.20[a]
4	14.58[a]	24.00[b]	25.91[b]	15.46[a]
8	20.87[a]	29.82[b]	34.91[b]	21.49[a]
16	32.01	39.12	39.49	33.21
24	39.44[a]	46.06[ab]	49.29[b]	40.56[a]
48	47.34[a]	54.85[b]	56.07[b]	48.70[a]
72	54.45[a]	61.22[b]	62.63[b]	55.60[a]
96	61.44[a]	66.72[b]	68.34[b]	62.97[a]

[a, b] ตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.4 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (Gas production technique)

4.4.1 การวัดปริมาณแก๊สในการย่อยสลายของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

จากตาราง 4.10 จะเห็นได้ว่าปริมาณแก๊สในการย่อยสลายของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 2-8 จะมีปริมาณแก๊สเกิดขึ้นน้อย เนื่องจากเป็นช่วงรอการทำงานของจุลินทรีย์ที่เริ่มย่อยส่วนที่ย่อยยาก แต่หลังจาก 24 ชั่วโมงไปแล้วการเกิดแก๊สจะมีอัตราเร็วขึ้น ซึ่งปริมาณแก๊สจะมีมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการย่อยได้ของอาหาร (บุญล้อม, 2541) ในการทดลองนี้พบว่า ปริมาณแก๊สในย่อยสลายของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนของกลุ่มควบคุมมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อพิจารณาชั่วโมงที่ 16-96 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีปริมาณแก๊สในย่อยสลายของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนสูงกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) Newbold *et al*. (1996) รายงานว่าการเสริมกรดมาลิกลงในอาหารมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของ cellulolytic bacteria ซึ่งทำให้การย่อยคาร์โบไฮเดรทประเภทเยื่อใยดีขึ้น การย่อยของของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณก๊าซในกระเพาะรูเมนเพิ่มสูงขึ้น ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน มีปริมาณแก๊สในย่อยสลายของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม Devendra and Lewis (1974) รายงานว่าอาจเป็นเพราะการเสริมน้ำมันลงในอาหารจะมีผลต่อการย่อยได้ของเซลลูโลสในแกะ โดยไขมันจะเข้าไปหุ้มผิวของเยื่อใย และโปรตีนทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเข้าย่อยได้ จึงทำให้ปริมาณแก๊สในย่อยสลายของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นน้อย ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก.(วัตถุแห้ง) มีปริมาณแก๊สมากกว่ากว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับชุติมา (2544) ที่รายงานว่าการใช้สารเสริมโมเนนซินมีค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบมากว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) Tedeschi *et al*. (2003) รายงานว่าการเสริมโมเนนซินไปลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผลิตแก๊สมีเทนซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก โดยโมเนนซินจะเข้าไปทำลายชั้นไขมันของแบคทีเรียแกรมบวก และโปรโตซัวที่อยู่ในกระเพาะรูเมน ซึ่ง Granzin and Dryden (2005) อธิบายเพิ่มว่าโมเนนซินมีผลทำให้ Na^+ ผ่านเข้าเซลล์ได้มากกว่าการออกของ K^+ ดังนั้น K^+ จึงแลกเปลี่ยนกับการไหลเข้าของ H^+ ทำให้มี H^+ มากเกินไป เซลล์ต้องใช้ ATP เพื่อส่ง H^+ ที่มากเกินไปออกนอกเซลล์ จึงเป็นสาเหตุให้แบคทีเรียถูกยับยั้งการเจริญเติบโต นอกจากนี้ Lan *et al*. (1996) รายงานว่าในทางกลับกันจุลินทรีย์ชนิดแกรมลบ ที่ผลิตโพรพิโอเนทจะได้รับความกระทบกระเทือนจากสารโมเนนซินน้อยมากหรือแทบไม่มีผลเลย ทำให้เพิ่มปริมาณและเพิ่มการเจริญเติบโตทำให้สามารถผลิตโพรพิโอเนทได้มากขึ้น และ Ilan *et al*. (1981) พบว่ายังช่วยเพิ่มปริมาณการย่อยได้ดีขึ้น จึงทำให้เกิดการย่อยได้ของอาหารหยาบเพิ่มขึ้น แต่ก็เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในลูกโค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 ปริมาณแก๊สในการย่อยสลายของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนของโคทดลองในชั่วโมงต่างๆ เมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม (มิลลิลิตรต่อ 200 มิลลิกรัมวัตถุแห้ง)

	Incubation time (hrs)							
	2	4	8	16	24	48	72	96
กลุ่มควบคุม	14.73	18.05	24.88	45.00	59.50[a]	88.38[a]	98.25[a]	101.88[a]
น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้น ที่ได้รับ/วัน	16.00	19.12	26.46	47.63	64.42[a]	91.38[a]	103.21[a]	107.50[a]
กรดมาลิก 20 g/วัน	16.50	20.00	28.50	50.75	72.75[b]	103.13[b]	114.13[b]	126.00[b]
โมเนนซิน 29 มก./กก (วัตถุแห้ง)	14.44	19.00	25.94	45.00	63.50[a]	90.25[a]	102.25[a]	106.75[a]

[a, b,] ตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.4.2 การหาการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (organic matter digestibility, OMD) พลังงานเมทาบอไลซ์ (metabolizable energy, ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (net energy for lactation, NE_L) โดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น

จากตาราง 4.11 ค่าแก๊สสุทธิ (gas production, GP) การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) พลังงานเมทาบอไลซ์ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ที่ 24 ชั่วโมงในย่อยสลายของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน และกลุ่มที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) ($P>0.05$) เป็นผลมาจากการย่อยได้ของฟางข้าวในกระเพาะรูเมนจากปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น ถ้ามีปริมาณแก๊สในกระเพาะรูเมนเพิ่มแสดงว่าการย่อยได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องมาจากการเสริมกรดมาลิกลงในอาหารมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของ cellulolytic bacteria ซึ่งทำให้การย่อยคาร์โบไฮเดรทประเภทเยื่อใยดีขึ้น (Newbold *et al*., 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (organic matter digestibility, OMD) พลังงานเมทาบอไลซ์ (ME, MJ/kg DM) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (net energy for latation, NE_L) โดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่ 24 ชั่วโมง

Treatment	GP (ml)	OMD (%)	ME	NE_L
			--------(MJ/kg DM)--------	
กลุ่มควบคุม	19.43[a]	32.56[a]	4.87[a]	2.42[a]
น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้น ที่ได้รับ/วัน	21.61[ab]	34.28[ab]	5.17[ab]	2.63[ab]
กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	24.89[b]	37.05[b]	5.62[b]	2.95[b]
โมเนนซิน 29 มก./กก.(วัตถุแห้ง)	21.17[ab]	33.90[ab]	5.11[ab]	2.59[ab]

[a,b] ตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.5 การศึกษาการย่อยได้โดยวิธี cellulase technique

4.5.1 การศึกษาการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุโดยวิธี celluase technique

การศึกษาการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่โคได้รับทั้ง 4 กลุ่ม แสดงดังตาราง 4.12 พบว่าอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุเท่ากับ 85.38 และ 84.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน และอาหารทดลองที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) Nisbet and Martin (1990) รายงานว่าการเสริมกรดมาลิกลงในอาหารจะไปกระตุ้นการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนคือ *S. ruminantium* และพบว่า dicarboxylic acid เป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อของกรดมาลิกทำงานร่วมตัวกับแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนมีผลทำให้แบคทีเรียที่ย่อยผนังเซลล์พืชมีจำนวนเพิ่มขึ้นและทำงานดีขึ้น ทำให้เพิ่มการย่อยได้ของวัตถุแห้งและเยื่อใยเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.12 การย่อยได้การศึกษาการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่โคได้รับทั้ง 4 กลุ่ม โดยวิธี cellulose technique (De Boever *et al*., 1986)

Treatment	กลุ่มควบคุม	น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน	กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)
Nutrient digestibility(%)				
Dry matter	80.07[a]	84.22[b]	85.38[b]	84.68[b]
Organic matter	78.82[a]	83.19[b]	84.19[b]	83.54[b]

[a, b] ตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.5.2 ค่าพลังงานเมทาบอไลซ์ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L)

การคำนวณหาพลังงานค่าพลังงานเมทาบอไลซ์ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ของอาหารทดลองที่โคได้รับทั้ง 4 กลุ่ม จากค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (organic matter digestibility) โดยวิธี cellulase technique และไขมัน (EE) จากสมการที่ De Boever *et al*. (1986)ได้เสนอไว้ แสดงไว้ในตาราง 4.13 พบว่าอาหารทดลองที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน มี ME (13.91 MJ/kgDM) สูงกว่าอาหารทดลองของกลุ่มควบคุม (12.46 MJ/kgDM) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น (P<0.05)

ส่วนค่า NE_L ของอาหารทดลองที่โคได้รับ พบว่าอาหารทดลองที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน มีค่า NE_L สูงกว่าอาหารทดลองกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) รองลงมาคือ อาหารทดลองที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน อาหารทดลองที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) และอาหารทดลองของกลุ่มควบคุม ตามลำดับ เทอดชัย (2548) รายงานว่าการเสริมน้ำมันลงในอาหารเป็นแหล่งพลังงานให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้อง สามารถให้น้ำนมได้เป็นจำนวนมาก สอดคล้องกับ เมธา (2529) รายงานว่าการเสริมไขมันลงในอาหารเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากพลังงาน โดยไขมันที่เสริมจะช่วยให้สัดส่วนพลังงานและโภชนะอื่นๆ เหมาะสมยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.13 ค่าพลังงานเมทาบอไลซ์ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ของอาหารทดลองที่โคได้รับทั้ง 4 กลุ่ม

Treatment	กลุ่มควบคุม	น้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน	กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	โมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง)
Energy				
ME , MJ/kgDM	12.46[a]	13.91[b]	13.22[ab]	13.13[ab]
NE_L , MJ/kgDM	7.53[a]	8.54[b]	8.20[c]	8.04[d]

[a, b] ตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.6 สมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อ

ผลจากการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อเมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม ได้แสดงไว้ในตาราง 4.14 พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีน้ำหนักที่เพิ่มสูงกว่าทุกกลุ่ม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ ($P>0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน พบว่า มีปริมาณมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนอัตราการเจริญเติบโต (ADG) และอัตราการแลกเนื้อ (FCR) พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกรดมาลิก 20 กรัม/วัน สมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อมากว่ากลุ่มอื่น Montano *et al.* (1999) รายงานว่ากรดมาลิกจะไปช่วยเพิ่มการย่อยได้โดยไปกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน เช่นเดียวกับ Callaway and Martin (1996) รายงานว่ากรดมาลิกมีผลต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยแป้ง เยื่อใย และโปรตีนเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น

ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมน้ำมันปาล์ม 4% ของอาหารข้นที่ได้รับ/วัน ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันมีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่ง Devendra และ Lewis (1974) พบว่า การเติมไขมันในสูตรอาหารแกะจะลดประสิทธิภาพการย่อยเซลลูโลสของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและทำให้การกินได้ของอาหารลดลง ส่วนน้ำหนักที่เพิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการเจริญเติบโตมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม และอัตราการแลกเนื้อมีค่าต่ำกว่าควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เช่นเดียวโอสถ และยวงยศ (2549) ที่รายงานว่าโคนมมีการดึงเอาโภชนะต่างๆที่สะสมไว้ในร่างกายมาผลิตเป็นน้ำนมซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณอาหารที่กินที่ลดลง

ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมโมเนนซิน 29 มก./กก. (วัตถุแห้ง) ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่ง Debasis and Singh (2003) ที่ทำการเสริมโมเนนซินลงในอาหารโคพบว่าปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนน้ำหนักที่เพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 4.14 สมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อเมื่อได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่ม

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่ม ควบคุม	น้ำมันปาล์ม 4%ของอาหาร ข้นที่ได้รับ/วัน	กรดมาลิก 20 กรัม/วัน	โมเนนซิน 29 มก./กก (วัตถุแห้ง)
จำนวนโคทดลอง (ตัว)	4	4	4	4
จำนวนวันทดลอง (วัน)	60	60	60	60
น้ำหนักเริ่มทำการทดลอง (kg)	197	198	220.75	216.75
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (kg)	217.5	219.5	245.25	235.75
น้ำหนักที่เพิ่ม (kg)	20.5	21.5	24.5	19
ปริมาณอาหารข้นที่กินทั้งหมด (kg)	145.78	146.52	163.35	160.39
ปริมาณอาหารข้นที่กินเฉลี่ยต่อวัน (kg/day)	1.97	1.98	2.21	2.17
ปริมาณฟางที่กินทั้งหมด (kg)	298.58 [a]	291.33 [a]	330 [b]	302.14 [a]
ปริมาณฟางที่กินเฉลี่ยต่อวัน (kg/day)	4.03	3.94	4.46	4.08
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (kg)	444.36[ab]	437.85[a]	493.31[b]	462.53[ab]
ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (kg/day)	6.00[ab]	5.92[a]	6.67[b]	6.25[ab]
อัตราการเจริญเติบโต (ADG), (kg/day)	0.277	0.291	0.331	0.257
อัตราการแลกเนื้อ (FCR)	21.88	21.82	20.64	24.38

[a,b] ตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved