บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ส่วนประกอบทางเคมีในอาหารทดลอง

ส่วนประกอบของโภชนะต่างๆ ได้แสดงในตารางที่ 4.1 ผลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาส่วนประกอบของอาหารข้นทั้ง 4 ทรีทเมนต์มีองค์ประกอบทางเคมีเฉลี่ยดังนี้ มีวัตถุแห้ง (DM) 88.8 เปอร์เซ็นต์ และมีอินทรียวัตถุ (OM) 94.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เถ้า (Ash) 5.8 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ (CP) 13.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ไขมัน (EE) 8.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เยื่อใย NDF 21.7 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และเยื่อใย ADF 9.4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นอาหารหยาบที่ใช้ในการทดลองนี้คือ มีวัตถุแห้ง 49.2 เปอร์เซ็นต์ และมีอินทรียวัตถุ 84.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เถ้า 15.8 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ 7.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ไขมัน 0.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เยื่อใย NDF 73.7 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และเยื่อใย ADF 41.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง พบว่าระดับของโปรตีนหยาบสอดคล้องกับ Wanapat (1983) ซึ่งรายงานไว้ที่ 6.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง แต่ต่ำกว่า Hart and Wanapat (1992) ที่รายงานไว้ที่ 7.4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีของฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ อาจแตกต่างกันไปบ้างเนื่องจากพันธุ์ข้าว อัตราการใส่ปุ๋ยในนาข้าว รวมทั้งฤดูกาลในการเพาะปลูก อย่างไรก็ตามพบว่าการหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถปรับปรุงคุณภาพของฟางได้โดยสามารถเพิ่มองค์ประกอบของโปรตีนหยาบดังข้างต้น นอกจากนี้ยังสามารถลดองค์ประกอบของเยื่อใยได้ซึ่ง Wanapat et al. (1996) พบว่าฟางข้าวมีองค์ประกอบของเยื่อใน NDF 78.6 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และเยื่อใย ADF 47.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นพบว่าทั้ง 4 สูตรมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากใช้วัตถุดิบอาหารชนิดเดียวกันรวมทั้งใช้ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันจะแตกต่างกันก็ตาม

4.2 ผลผลิตจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสารเมทาบอไลซ์ในกระแสเลือด

4.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะรูเมน

จากการทดลองพบว่าที่เวลาก่อนให้อาหารในช่วงเช้า ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนมีการตอบสนองในลักษณะเป็นเส้นโค้ง ($P<0.05$) กล่าวคือ กลุ่มที่ได้รับสัดส่วนน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวัน 75:25 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 และ 25:75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 50:50 ขณะที่ที่เวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมงหลังจากให้อาหารช่วงเช้าพบว่า สัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน ($P>0.05$)

อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ในชั่วโมงที่ 0 และเฉลี่ย มีการตอบสนองต่อสัดส่วนของน้ำมันในลักษณะเป็นเส้นโค้ง (P<0.05) โดยกลุ่มที่ได้รับในสัดส่วน 75:25 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบและอาหารข้น

องค์ประกอบทางเคมี	Treatments[1]				UTS
	T1	T2	T3	T4	
วัตถุแห้ง (DM), %	88.8	88.9	88.9	88.7	49.2
	....% ของวัตถุแห้ง				
อินทรียวัตถุ (OM)	93.8	94.2	94.2	94.5	84.2
โปรตีนหยาบ (CP)	13.1	13.6	13.4	12.9	7.0
ไขมัน (EE)	7.9	7.9	8.3	7.9	0.9
เยื่อใย NDF	23.1	20.0	21.7	22.0	73.7
เยื่อใย ADF	10.1	8.9	9.7	9.1	41.9
เถ้า (Ash)	6.2	5.8	5.8	5.5	15.8

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75
UTS= ฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 อุณหภูมิของของเหลวในกระเพาะรูเมน

ผลของสัดส่วนน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันต่ออุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมน แสดงใน ตารางที่ 4.4 จากตารางพบว่า อุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0, 4, 6 ชั่วโมงหลังให้อาหารเช้า และค่าเฉลี่ยของทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม พบว่าที่เวลา 2 ชั่วโมงหลังให้อาหาร อุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมนมีแนวโน้มตอบสนองต่อสัดส่วนของน้ำมันแบบเป็นเส้นโค้ง (P<0.09) โดยกลุ่มที่ได้รับน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันในสัดส่วน 75:25 มีอุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 25:75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 และ 50:50 (P>0.05)

4.2.3 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของของเหลวในกระเพาะรูเมน

จากการทดลองพบว่า สัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามพบว่าที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังจากให้อาหารช่วงเช้า ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรง (P<0.07) เมื่อสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน

ชั่วโมงหลังให้อาหาร	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
ความเป็นกรด-ด่าง								
0	6.8[a]	6.7[b]	6.7[ab]	6.8[a]	0.03	NS	*	NS
2	6.8	6.8	6.8	6.9	0.05	NS	NS	NS
4	6.6	6.5	6.7	6.7	0.06	NS	NS	NS
6	6.6	6.5	6.6	6.7	0.07	NS	NS	NS
เฉลี่ย	6.7[a]	6.6[b]	6.7[a]	6.8[a]	0.02	*	*	NS
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)								
0	40.5	40.6	40.5	40.0	0.31	NS	NS	NS
2	40.5[ab]	40.8[a]	40.6[ab]	40.3[b]	0.15	NS	0.09	NS
4	41.0	40.9	40.9	40.8	0.13	NS	NS	NS
6	40.9	41.00	40.9	40.8	0.26	NS	NS	NS
เฉลี่ย	40.7	40.8	40.7	40.5	0.16	NS	NS	NS
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)								
0	5.0	4.7	5.2	5.0	1.38	NS	NS	NS
2	12.7	13.0	13.1	14.9	1.24	NS	NS	NS
4	5.7	6.3	6.5	7.3	1.35	NS	NS	NS
6	2.9	4.0	5.2	4.8	0.71	0.07	NS	NS
เฉลี่ย	6.6	7.0	7.5	8.0	0.82	NS	NS	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75

SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย,

NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$), * $P<0.05$

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีอักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าระหว่าง 6.6-6.8 สอดคล้องกับ เมธา (2533) ซึ่งกล่าวว่า ระดับ pH ที่เหมาะสมในกระเพาะรูเมนควรมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5-7.0 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ขณะที่พบว่าอุณหภูมิภายในกระเพาะรูเมนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (40-41 องศาเซลเซียส) อย่างไรก็ตามยังอยู่ในระดับที่เหมาะสม เมธา (2533) กล่าวว่าระดับอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมควรอยู่

ระหว่าง 39-41 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ในส่วนของระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 6.6-8.0 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำกว่าระดับที่ เมธา (2533) แนะนำไว้ คือ 15-30 มิลลิกรัม/เดซิลิตร อย่างไรก็ตามสอดคล้องกับ Satter and Styler (1974) ที่พบว่าระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ (*in* vitro) อยู่ระหว่าง 5-8 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ขณะที่ Khampa et al. (2006) ทำงานทดลองในโคนมเพศผู้ตอนเช่นเดียวกันรายงานที่ 8.4-10.7 มิลลิกรัม/ดิซิลิตร ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากการได้รับการเสริมอาหารในระดับที่แตกต่างกัน นอกจากนี้จากการทดลองของ Ikwuegbu and Sutton (1982) พบว่าการฉีดน้ำมัน linseed ซึ่งมีองค์ประกอบของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง ลงในกระเพาะรูเมนของแกะมีผลทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนลดลง และเพิ่มปริมาณไนโตรเจนที่ไหลลงสู่ลำไส้เล็ก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะรูเมนลดลง หรือการลดลงของการหมุนเวียนไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน

4.2.4 ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมน

ผลของสัดส่วนน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวัน ต่อความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายแสดงในตารางที่ 4.3 จากการทดลองพบว่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด กรดอะซิติก กรดโพรพิออนิก กรดบิวทีริค และสัดส่วนของของกรดอะซิติกและกรดโพรพิออนิกในการทดลองนี้มีค่าระหว่าง 98.9-101.1 มิลลิโมลต่อลิตร 72.3-78.7, 14.0-20.7, 7.0-8.8 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมด และ 3.5-6.2 ตามลำดับ ที่เวลา 2 ชั่วโมงหลังจากให้อาหาร ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมน มีการตอบสนองต่อสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันแบบเป็นเส้นโค้ง ($P<0.05$) โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 25:75 มีความเข้มข้นสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 และ 75:25 ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมดที่เวลา 0, 4, 6 และค่าเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ ($P>0.05$) นอกจากนี้พบว่าที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังให้อาหารเช้า และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกรดอะซิติก (acetic acid) และกรดโพรพิออนิค (propionic acid) ในกระเพาะรูเมนมีการตอบสนองต่อสัดส่วนน้ำมันแบบเป็นเส้นโค้ง ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 50:50 มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกสูงที่สุด และมีความเข้มข้นของกรดโพรพิออนิคต่ำที่สุด (78.7 และ 14.0 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมดตามลำดับ) ขณะที่กลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 75:25 มีความเข้มข้นของกรดอะซิติคต่ำที่สุด และมีความเข้มข้นของกรดโพรพิออนิคสูงที่สุด (72.3 และ 21.0 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) ผลต่อความเข้มข้นของกรดบิวทีริค (butyric acid) พบว่าที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร ความเข้มข้นของกรดบิวทีริคมีแนวโน้มตอบสนองต่อสัดส่วนของน้ำมันแบบเป็นเส้นโค้ง ($P<0.06$) โดยกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 75:25 มีความเข้มข้นน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน

25:75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 และ 50:50 (P>0.05) นอกจากนี้พบว่าสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิออนิกมีการตอบสนองแบบ cubic (P<0.05) โดยกลุ่มที่ได้รับ CO:SO ในสัดส่วน 50:50 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 75:25 (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ (P>0.05)

ตารางที่ 4.3 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวัน ต่อความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายในกระเพาะรูเมน

ชั่วโมงหลังให้อาหาร	Treatment[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
กรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมด, mmol/l								
0	98.8	102.4	95.9	88.9	10.95	NS	NS	NS
2	106.8^{ab}	87.1^{ab}	84.1^{b}	112.7^{a}	7.53	NS	*	NS
4	102.3	105.8	118.3	103.2	7.30	NS	NS	NS
6	93.5	100.2	106.2	94.7	4.94	NS	NS	NS
เฉลี่ย	100.4	98.9	101.1	99.9	3.64	NS	NS	NS
กรดอะซิติก (C2), mol/100 mol								
0	75.0	67.3	73.1	75.7	3.88	NS	NS	NS
2	74.8	75.2	79.1	79.0	3.58	NS	NS	NS
4	78.6	76.5	82.8	76.3	3.49	NS	NS	NS
6	80.2	71.3	79.9	74.5	2.65	NS	*	NS
เฉลี่ย	77.4^{ab}	72.3^{b}	78.7^{a}	76.7^{ab}	1.67	NS	*	NS
กรดโพรพิออนิก (C3), mol/100 mol								
0	18.3	21.0	18.5	15.3	3.70	NS	NS	NS
2	16.5	16.1	12.4	13.9	2.40	NS	NS	NS
4	14.3	18.0	11.4	13.4	3.09	NS	NS	NS
6	12.4^{b}	21.0^{a}	13.0^{ab}	16.7^{ab}	2.27	NS	*	NS
เฉลี่ย	15.1^{b}	20.7^{a}	14.0^{b}	14.5^{b}	1.24	NS	*	NS
กรดบิวทีริก (C4), mol/100 mol								
0	6.7	6.7	8.4	9.0	0.89	0.07	NS	NS
2	8.7	8.7	8.5	7.2	1.93	NS	NS	NS
4	7.1^{ab}	5.5^{b}	5.8^{ab}	10.4^{a}	1.44	NS	0.06	NS
6	7.4	7.6	7.1	8.8	1.05	NS	NS	NS
เฉลี่ย	7.5	7.0	7.3	8.8	0.08	NS	NS	NS

ตารางที่ 4.3 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวัน ต่อความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายในกระเพาะรูเมน (ต่อ)

ชั่วโมงหลังให้อาหาร	Treatment[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
กรดอะซิติก/กรดโพรพิออนิก								
0	4.8	2.7	4.6	6.5	1.77	NS	NS	NS
2	6.0	5.0	9.0	6.2	1.74	NS	NS	NS
4	6.3	4.4	8.7	6.4	1.47	NS	NS	NS
6	8.1	3.6	6.2	4.9	1.45	NS	NS	NS
เฉลี่ย	5.6^{ab}	3.5^{b}	6.2^{a}	5.4^{ab}	0.72	NS	NS	*

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75

SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย

NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05), * P<0.05

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีอักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่าความเข้มข้นของกรดอะซิติกและสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิออนิกในกระเพาะรูเมนสูงกว่ารายงานของ เมธา (2533) ซึ่งระบุว่าสัดส่วนของกรดอะซิติกและกรดโพรพิออนิกในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมควรอยู่ที่ในช่วง 65-70 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมด และ 1-4 ขณะที่พบว่า สัดส่วนของกรดโพรพิออนิกและกรดบิวทีริคต่ำกว่ารายงานของ เมธา (2533) ที่รายงานไว้ที่ 20-22 และ 10-15 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมด ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าความเข้มข้นของกรดอะซิติจากการทดลองนี้มีค่าค่อนข้างสูงกว่าและความเข้มข้นของกกรดโพรพิออนิคและกรดบิวทีริคต่ำกว่าการรายงานของ Hungate (1966) ซึ่งรายงานว่าความเข้มข้นของกรดอะซิติกกรดโพรพิออนิกและกรดบิวทีริคในกระเพาะรูเมนควรอยู่ที่ 62, 22 และ 16 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมดตามลำดับ จากการที่พบว่ากลุ่มที่ได้รับ CO:SO 50:50 มีความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ และสัดส่วนของกรดอะซิติกสูงที่สุด และสัดส่วนของกรดโพรพิออนิกต่ำที่สุด ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากกลุ่มนี้มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบและวัตถุแห้งทั้งหมด และมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ NDF และ ADF สูงที่สุด อย่างไรก็ตาม พบว่าอาหารไขมันมีส่วนในการทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนลดลง นอกจากนี้ยังมีผลให้สัดส่วนของกรดโพรพิออนิคเพิ่มขึ้น ขณะที่สัดส่วนของกรดอะซิติกและกรดบิวทีริคลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไขมันมีส่วนขัดขวางการเจริญเติบโตของโปรโตซัว ซึ่งโปรโตซัวมีบทบาทในการขัดขวางการผลิตกรดโพรพิออนิค

4.2.5 ความเข้มข้นของก๊าซเมธเทนในกระเพาะรูเมน

จากการทดลองพบว่าความเข้มข้นของก๊าซเมธเทนในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงที่ 2 และค่าเฉลี่ยตลอดวันลดลงแบบเป็นเส้นตรง (P<0.05) เมื่อสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันเพิ่มขึ้น โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับในสัดส่วน 50:50 และกลุ่ม 100:0 มีความเข้มข้นของก๊าซเมธเทนในกระเพาะรูเมน (มิลลิโมลต่อลิตร) ต่ำและสูงที่สุดตามลำดับ (16.0 และ 17.2 ตามลำดับ) นอกจากนี้พบว่าที่เวลา 4 และ 6 หลังจากให้อาหารความเข้มข้นของก๊าซเมธเทนในกระเพาะรูเมนมีการตอบสนองต่อสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันแบบเป็นเส้นโค้ง (P<0.05) โดยพบว่า ที่เวลา 6 ชั่วโมงหลังจากให้อาหารกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 50:50 มีความเข้มข้นน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มอื่นๆ (P>0.05) นอกจากนี้เมื่อคิดเป็นสัดส่วนกับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และเยื่อใย NDF และปริมาณวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และเยื่อใย NDF ที่ย่อยได้ พบว่าความเข้มข้นของก๊าซเมธเทนมีการตอบสนองต่อสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันทานตะวันแบบเป็นเส้นตรง (P<0.05) เมื่อคิดเป็นสัดส่วนกับวัตถุแห้งที่กินได้ วัตถุแห้งที่ย่อยได้ และเยื่อใย NDF ที่ย่อยได้ และมีแนวโน้มตอบสนองแบบเป็นเส้นตรง (P<0.07) ต่อเยื่อใน NDF ที่กินได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อความเข้มข้นก๊าซเมธเทนในกระเพาะรูเมน

รายการ	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
CH_4, มิลลิโมลต่อลิตร								
0 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	16.0	17.3	16.4	16.6	0.57	NS	NS	NS
2 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	20.3^{a}	18.3^{ab}	16.5^{b}	16.5^{b}	0.85	*	NS	NS
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	16.6	15.6	15.8	16.4	0.29	NS	*	NS
6 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	16.0^{a}	15.4^{b}	15.3^{b}	15.6^{ab}	0.15	NS	*	NS
เฉลี่ย	17.2^{a}	16.6^{ab}	16.0^{b}	16.3^{ab}	0.30	*	NS	NS
CH_4 / วัตถุแห้งที่กินได้[2]	2.90^{a}	2.81^{ab}	2.55^{b}	2.62^{ab}	0.09	*	NS	NS
CH_4 / อินทรียวัตถุที่กินได้	3.25	3.09	2.90	2.92	0.16	NS	NS	NS
CH_4 / เยื่อใย NDF ที่กินได้	4.91	4.98	4.32	4.51	0.19	0.07	NS	NS
CH_4 / วัตถุแห้งที่ย่อยได้	4.90^{a}	4.55^{ab}	4.07^{b}	4.32^{b}	0.14	*	NS	NS
CH_4 / อินทรียวัตถุที่ย่อยได้	5.30	4.63	4.39	4.51	0.36	NS	NS	NS
CH_4 / เยื่อใย NDF ที่ย่อยได้	7.63^{a}	7.53^{a}	6.13^{b}	6.79^{ab}	0.26	*	NS	*

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75

[2] มิลลิโมลต่อกิโลกรัม

SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีอักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากผลการทดลองข้างต้นทำให้สามารถกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของก๊าซเมธเทนในกระเพาะรูเมนลดลงอย่างเป็นเส้นตรงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันเพิ่มขึ้น น่าจะเป็นผลจากการมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันลิโนเลอิค (linoleic acid, C18:2) ในน้ำมันทานตะวันเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Dohme et al. (1999) ซึ่งพบว่ากรดไขมันลิโนเลอิคสามารถลดการผลิตก๊าซเมธเทนได้ Giger-Reverdin et al. (2003) ได้ทำการตรวจเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า การเสริมกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องให้ผลที่น่าสนใจคือสามารถลดการผลิตก๊าซเมธเทนลงได้ ทั้งนี้เนื่องจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาว (long chain fatty acid, PUFAs) สามารถลดการผลิตก๊าซเมธเทนได้ 2 ทาง คือ เปลี่ยนแปลงกระบวนการนำใช้ H และการมีผลเป็นพิษโดยตรงต่อจุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซเมธเทนในกระเพาะรูเมน (Czerkawski et al., 1966; Broudiscou et al., 1994; Johnson and Johnson, 1995) อย่างไรก็ตาม Lovett et al. (2003) พบว่าผลผลิตก๊าซเมธเทนต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งจะลดลงในกลุ่มที่ได้รับน้ำมันมะพร้าว ซึ่งสอดคล้องกับ Machmuller et al. (2003) ซึ่งพบว่าผลผลิตก๊าซเมธเทนต่ออินทรียวัตถุและ NDF ที่ถูกย่อยจะลดลงเมื่อแกะได้รับการเสริมน้ำมันมะพร้าว นอกจากนี้ Soliva et al. (2004) ซึ่งได้ทำการทดลองในระบบ in vitro พบว่ากรดไขมัน lauric acid (C12:0) ซึ่งพบมากในน้ำมันมะพร้าว สามารถทำให้การผลิตก๊าซเมธเทนลดลง 80% ขณะที่กรดไขมัน myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) ไม่สามารถลดก๊าซเมธเทนได้ และพบว่าการใช้กรดไขมัน myristic acid (C14:0) ร่วมกับ lauric acid (C12:0) สามารถลดการผลิตก๊าซเมธเทนได้ด้วยเช่นเดียวกัน โดยกล่าวว่ากรดไขมันดังกล่าวจะทำหน้าที่ในการยับยั้งการทำงานของโปรโตซัว หรืออาจทำให้จำนวนประชากรโปรโตซัวลดลง ทำให้แบคทีเรียที่ผลิตก๊าซเมธเทน (methanogens) ที่เกาะอยู่กับโปรโตซัวและใช้ไฮโดรเจนที่โปรโตซัวผลิตมาใช้ในการสังเคราะห์ก๊าซเมธเทนลดบทบาทลง

4.2.6 องค์ประกอบและความเข้มข้นของกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

จากการศึกษาพบว่าสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันในสูตรอาหารข้นไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมัน lauric acid (C12:0), myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0) และ linoleic acid (C18:2) ในของเหลวในกระเพาะรูเมนแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าความเข้มข้นของกรดไขมัน stearic acid (C18:0) ในของเหลวในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 4 หลังจากให้อาหารในช่วงเช้าเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรง (linear, $P<0.05$) เมื่อสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันในสูตรอาหารข้นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.5)

โปรโตซัวมีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์ก๊าซเมธเทนในรูเมน (Newbold et al., 1995) เนื่องจากส่วนหนึ่งของแบคทีเรียที่สังเคราะห์ก๊าซเมธเทนจะเกาะอยู่กับโปรโตซัว (ecto- and endosymbiotically) (Finlay, 1994) สอดคล้องกับ Ushida and Jouany (1996) ซึ่งกล่าวว่ากิจกรรมทางเมทาบอลิซึมของโปรโตซัวมีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลิตก๊าซเมธเทน Kreuzer et al. (1986) พบว่าการกำจัดโปรโตซัวออกจากกระเพาะรูเมนมีผลทำให้การผลิตก๊าซเมธเทนลดลง

เฉลี่ย 20-30% ขณะที่ Lovett et al. (2003) พบว่าโคเนื้อกลุ่มที่ได้รับน้ำมันมะพร้าว 350 กรัม/วัน มีจำนวนโปรโตซัวลดลง นอกจากนี้ Machmuller et al. (1998) ยังพบว่าเมล็ดทานตะวันสามารถทำให้จำนวนโปรโตซัว สอดคล้องกับ Ivan et al. (2001) ซึ่งพบว่าการเสริมน้ำมันทานตะวันมีผลทำให้ประชากรของโปรโตซัวทั้งหมดลดลงจาก 1,000,000 เซลล์/มิลลิลิตร เป็น 200,000 เซลล์/มิลลิลิตร ภายใน 6 วัน

ตารางที่ 4.5 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อองค์ประกอบและความเข้มข้นของกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (ไมโครโมลต่อลิตร)

ชั่วโมงหลังให้อาหาร	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
Lauric acid (C12:0)								
0	1.62	1.55	1.58	1.55	0.14	NS	NS	NS
4	1.72	1.65	1.64	1.64	0.13	NS	NS	NS
เฉลี่ย	1.67	1.60	1.61	16.0	0.17	NS	NS	NS
Myristic acid (C14:0)								
0	1.52	1.31	1.15	1.26	0.11	NS	NS	NS
4	1.62	1.35	1.42	1.22	0.18	NS	NS	NS
เฉลี่ย	1.57	1.33	1.30	1.24	0.18	NS	NS	NS
Palmitic acid (C16:0)								
0	2.55	2.74	2.91	2.26	0.46	NS	NS	NS
4	2.66	2.79	2.85	2.32	0.16	NS	NS	NS
เฉลี่ย	2.61	2.77	2.88	2.29	0.25	NS	NS	NS
Stearic acid (C18:0)								
0	1.62	1.61	1.70	1.68	0.26	NS	NS	NS
4	3.91^{c}	4.25^{bc}	4.90^{ab}	5.72^{a}	0.30	*	NS	NS
เฉลี่ย	2.77	2.93	3.30	3.70	0.35	0.06	NS	NS
Linoleic acid (C18:2), นาโนโมลต่อลิตร								
0	34.2	29.6	32.8	35.4	2.41	NS	NS	NS
4	42.1	44.4	47.2	53.7	5.29	NS	NS	NS
เฉลี่ย	36.2	37.4	40.3	44.6	2.77	NS	NS	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75

SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีอักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการผลิตก๊าซเมธเทนลดลงเมื่อความเข้มข้นของกรดไขมัน stearic acid (C18:0) เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังแสดงว่ากรดไขมัน lauric acid (C12:0) และ linoleic acid (C18:2) ไม่มีผลต่อการผลิตก๊าซเมธเทนในกระเพาะรูเมนซึ่งขัดแย้งกับ Soliva et al. (2004) ซึ่งได้รายงานว่ากรดไขมัน lauric acid (C12:0) สามารถทำให้การผลิตก๊าซเมธเทนลดลง ขณะที่กรดไขมัน stearic acid (C18:0) ไม่สามารถลดก๊าซเมธเทนได้ และ Blaxter and Czerkawaki (1966) พบว่ากรดไขมันสายยาวปานกลางสามารถลดการผลิตก๊าซเมธเทนได้ นอกจากนี้ Dohme et al. (1999, 2001) พบว่ากรดไขมัน lauric acid (C12:0) และ linoleic acid (C18:2) สามารถทำให้การขับก๊าซและการผลิตก๊าซเมธเทนลดลง ขณะที่กรดไขมัน stearic acid (C18:0) ไม่ปรากฏผล สอดคล้องกับ Machmuller et al. (1998, 2000, 2003) ซึ่งพบว่าโคที่ได้รับอาหารที่มีองค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าวจะมีการขับก๊าซเมธเทนในแกะลดลง สาเหตุที่กรดไขมัน lauric acid (C12:0) และ linoleic acid (C18:2) ไม่ส่งผลต่อการผลิตก๊าซเมธเทนอาจจะเนื่องจากโคได้รับปริมาณของกรดไขมันไม่มากพอที่จะส่งผลต่อการผลิตก๊าซเมธเทน นอกจากนี้อาจจะเนื่องจากกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) ที่โคได้รับเข้าถูกแบคทีเรียทำให้อิ่มตัว หรือเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน stearic acid (C18:0) โดยกระบวนการ biohydrogenation ทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) ลดลง ขณะที่ความเข้มข้นของกรดไขมัน stearic acid เพิ่มขึ้น ในส่วนของผลของกรดไขมัน myristic acid (C14:0) และ palmitic acid (C16:0) ซึ่งไม่ส่งผลต่อการผลิตก๊าซเมธเทนนั้น สอดคล้องกับ Soliva et al. (2003) ซึ่งกล่าวว่าการใช้กรดไขมัน myristic acid (C14:0) เพียงตัวเดียวไม่สามารถลดการผลิตก๊าซเมธเทนได้ และ Dohme et al. (1999, 2001) ซึ่งพบว่ากรดไขมัน palmitic acid (C16:0) ไม่สามารถลดการผลิตก๊าซเมธเทนได้

แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์กลุ่มหลักที่มีบทบาทในการเปลี่ยนกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวเป็นกรดไขมันที่อิ่มตัว (biohydrogenation) ในกระเพาะรูเมน ซึ่งกรดไขมันที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการนี้คือกรดไขมันคอนจูเกตลิโนเลอิก หรือที่รู้จักกันดีคือ CLA ซึ่งเป็นกรดไขมันที่เป็นไอโซเมอร์ (isomer) ของกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) จากการทดลองนี้พบว่ากรดไขมัน ส linoleic acid (C18:2) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ ($P>0.05$) ดังนั้นอาจสามารถกล่าวได้ว่าทุกทรีทเมนต์มีองค์ประกอบของกรดไขมัน CLA ไม่แตกต่างกัน ขัดแย้งกับ An et al. (2003) ซึ่งรายงานว่าความเข้มข้นของ CLA ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนจะเพิ่มขึ้นเมื่อแกะได้รับน้ำมันทานตะวัน นอกจากนี้ Bauman et al. (2000) ยังกล่าวว่าการผลิต CLA จะเพิ่มขึ้นเมื่อสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสายยาวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่ากรดไขมัน stearic acid (C18:0) ซึ่งเป็นกรดไขมันสุดท้ายในกระบวนการ hydrogenation กรดไขมัน linoleic acid (C18:2) เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันที่เพิ่มขึ้น นั่นแสดงว่าโคได้รับกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) ในปริมาณที่น้อย ทำให้ถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน stearic acid (C18:0) เกือบทั้งหมด อย่างไรก็ตามกรดไขมัน linoleic acid

(C18:2) อาจเปลี่ยนเป็นกรดไขมันตัวกลางอื่นนอกจาก CLA คือกรดไขมัน vaccenic acid (C18:1) ซึ่งสามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ CLA ในเซลล์ร่างกายสัตว์ โดยเฉพาะที่ต่อมน้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยการทำงานของเอนไซม์ Δ^9-desaturase enzyme (Cole et al., 2001) ซึ่งไม่ได้วิเคราะห์ในการศึกษานี้ ทั้งนี้ Sackmann et al. (2003) พบว่า กระบวนการ biohydrogenation กรด linoleic acid (C18:2) ในกลุ่มที่มีน้ำมันทานตะวัน 4% มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่มี 2% นอกจากนี้พบว่าการไหลผ่านของ trans-11 vaccenic acid (C18:1) เพิ่มขึ้นเมื่อระดับของน้ำมันเมล็ดทานตะวันเพิ่มขึ้น

4.2.7 ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด

จากการทดลองพบว่าสัดส่วนน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันไม่มีผลต่อความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามที่เวลา 2 ชั่วโมง หลังจากให้อาหาร พบว่า ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีแนวโน้มลดลงแบบเป็นเส้นตรง ($P<0.07$) เมื่อสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในพลาสมา (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)

ชั่วโมงหลังให้อาหาร	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
0	8.45	7.23	6.95	7.15	1.12	NS	NS	NS
2	9.65	7.88	8.15	6.25	1.01	0.07	NS	NS
4	10.35	7.75	8.73	9.80	1.06	NS	NS	NS
6	9.58	7.03	8.40	9.50	1.23	NS	NS	NS
เฉลี่ย	9.51	7.47	8.06	8.18	0.89	NS	NS	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75

SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดมีความคล้องกับความเข้มข้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะรูเมน ทั้งนี้สามารถใช้บ่งบอกได้ว่ากระบวนการใช้ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนมีประสิทธิภาพได้ โดยหากประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนเป็นไปอย่างเหมาะสม ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนจะใกล้เคียงกับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน แต่หากพบว่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนสูงกว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมาก อาจบ่งบอกได้ว่าการใช้ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนมีประสิทธิภาพต่ำ ทำให้แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนเข้าสู่กระแสเลือดจำนวนมาก ซึ่งเป็นการสูญเสียไนโตรเจนจากอาหารทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามใน

การศึกษาครั้งนี้พบว่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดมีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน แสดงว่ากระบวนการนำใช้ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนเป็นไปอย่างเหมาะสม

4.2.8 องค์ประกอบและความเข้มข้นของกรดไขมันในพลาสมา

ตารางที่ 4.7 แสดงผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อองค์ประกอบและความเข้มข้นของกรดไขมันในพลาสมา พบว่าน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันในสูตรอาหารข้นที่เสริมให้โคไม่ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมันในพลาสมาแตกต่างกัน ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าความเข้มข้นของกรดไขมัน lauric acid (C12:0) ในพลาสมาชั่วโมงที่ 4 หลังจากให้อาหารมีแนวโน้มลดลงแบบเป็นเส้นตรงตามสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวที่ลดลง ($P<0.07$) ขณะที่ความเข้มข้นของกรดไขมัน stearic acid (C18:0) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรงตามสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันที่เพิ่มขึ้น ($P<0.06$)

กรดไขมันหลังจากที่ผ่านกระบวนการย่อยในกระเพาะรูเมนโดยจุลินทรีย์แล้ว มีเพียงส่วนน้อยที่ถูกดูดซึมที่กระเพาะรูเมน และมีเพียงส่วนน้อยเช่นเดียวกันที่ถูกสร้างขึ้นโดยจุลินทรีย์ (10-15%) ดังนั้นไขมันที่ไม่ถูกย่อยและกรดไขมันส่วนใหญ่จึงไหลผ่านลงสู่ทางเดินอาหารส่วนล่าง (Jenkins, 1993) ซึ่งบริเวณหลักที่ย่อยไขมันคือลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) ขณะที่ลำไส้เล็กส่วนกลาง (jejunum) เป็นบริเวณหลักที่ดูดซึมกรดไขมันจากกระบวนการย่อย (Bauman et al., 2003) จากผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของกรดไขมันในพลาสมาสอดคล้องกับความเข้นข้นของกรดไขมันในของเหลวในกระเพาะรูเมน กล่าวคือความเข้มข้นของกรดไขมัน stearic acid (C18:0) มีแนวโน้มขึ้นแบบเป็นเส้นตรงตามสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ความเข้มข้นของกรดไขมันอื่น ๆไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพบว่าความเข้มข้นของกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) ในพลาสมาไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม Yeom et al. (2003) รายงานว่าการเสริมน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงเช่นเดียวกับน้ำมันเมล็ดทานตะวันในแพะสามารถเพิ่มปริมาณของกรดไขมัน linoleic acid ในพลาสมาได้ นอกจากนี้ Wang et al. (2006) ยังพบว่าโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองของประเทศเกาหลีมีองค์ประกอบของกรดไขมัน CLA (C18:2) ในพลาสมาเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอาหารที่มีองค์ประกอบของกรดไขมัน linoleic acid สูงร่วมกับ monensin ซึ่งเป็นสารต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก ดังนั้นสาเหตุที่ทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) ในพลาสมาของการทดลองนี้ไม่แตกต่างกันน่าจะเนื่องจากกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) ที่โคได้รับถูกแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน stearic acid (C18:0) ทำให้กรดไขมันที่โคดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดมีปริมาณของกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) น้อย อย่างไรก็ตาม Yeom et al. (2003) ให้อาหารข้นกับแพะประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และให้ในลักษณะอาหารอัดเม็ด และ Wang et al. (2006) ให้อาหารกับโคประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (fattening stage) ขณะที่ในการศึกษาครั้งนี้โคได้รับอาหารข้นไม่ได้อัดเม็ดเพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์

ของน้ำหนักตัว ดังนั้นปริมาณกรดไขมัน linoleic acid ที่โคได้รับอาจน้อยกว่า ทำให้ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์

ตารางที่ 4.7 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อองค์ประกอบและความเข้มข้นของกรดไขมันในพลาสมา (ไมโครโมลต่อลิตร)

ชั่วโมงหลังให้อาหาร	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
Lauric acid, C12:0								
0	11.75	10.24	10.54	9.89	0.99	NS	NS	NS
4	13.07	11.19	11.01	10.31	1.01	0.07	NS	NS
เฉลี่ย	12.41	10.72	10.78	10.11	1.01	NS	NS	NS
Myristic acid, C14:0								
0	11.78	10.63	12.35	11.44	0.72	NS	NS	NS
4	12.34	11.18	12.83	11.66	0.75	NS	NS	NS
เฉลี่ย	12.06	10.91	12.59	11.55	0.72	NS	NS	NS
Palmitic acid, C16:0								
0	72.31	67.99	68.26	71.09	0.94	NS	NS	NS
4	73.20	69.55	69.35	71.51	0.75	NS	NS	NS
เฉลี่ย	72.76	68.78	68.81	71.30	0.72	NS	NS	NS
Stearic acid, C18:0								
0	104.77	104.43	105.40	109.62	1.02	NS	NS	NS
4	109.92	111.38	113.32	114.05	0.90	0.06	NS	NS
เฉลี่ย	107.35	107.92	109.37	111.83	0.90	NS	NS	NS
Linoleic acid, C18:2								
0	19.04	19.19	19.54	19.46	0.94	NS	NS	NS
4	18.95	19.21	19.31	19.36	1.08	NS	NS	NS
เฉลี่ย	19.00	19.20	19.43	19.41	1.05	NS	NS	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75

SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

4.3 สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของก๊าซเมทเธน กรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมนและกรดไขมันในพลาสมา

4.3.1 สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของก๊าซเมทเธนและกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

จากตารางที่ 4.8 แสดงถึงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของก๊าซเมทเธนในก๊าซที่สุ่มจากกระเพาะรูเมน และความเข้มข้นของกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมนและพลาสมา ซึ่งพบว่า ความเข้มข้นของก๊าซเมทเธนในกระเพาะรูเมนมีความสัมพันธ์ทางลบ (negative correlation) กับความเข้มข้นของกรดไขมัน myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความเข้มข้นของก๊าซเมทเธนในกระเพาะรูเมนกับความเข้มข้นขของกรดไขมัน lauric acid (C12:0), palmitic acid (C16:0) และ linoleic acid (C18:0) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ($P>0.05$)

ตารางที่ 4.8 สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของก๊าซเมทเธนและความเข้มข้นของกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมนและพลาสมา

Items	กรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมน				
	Myristic acid	Lauric acid	Palmitic acid	Stearic acid	Linoleic acid
ก๊าซเมทเธน	-0.4308[1]	-0.5812	0.1246	-0.6352	-0.4152
	NS	*	NS	*	NS
กรดไขมันในพลาสมา					
Myristic acid	-0.2455	0.9957	0.8237	0.5314	0.3153
	NS	**	**	*	NS
Lauric acid	-0.0626	0.8428	0.8302	0.7598	0.6287
	NS	**	**	**	**
Palmitic acid	0.2778	0.7186	0.2217	0.4144	0.4265
	NS	**	NS	NS	NS
Stearic acid	0.7249	0.3387	0.3096	0.9498	0.9860
	**	NS	NS	**	**
Linoleic acid	0.0944	0.8710	0.8628	0.8843	0.6848
	NS	**	**	**	**

[1] ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์, * $P<0.05$, ** $P<0.01$, NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของกรดไขมัน myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนเพิ่มสูงขึ้น ความเข้มข้นของก๊าซเมทเธนในกระเพาะรูเมนจะลดลง ขัดแย้งกับ Soliva et al. (2004) ซึ่งได้ทำการทดลองในระบบ *in vitro* และพบว่ากรดไขมัน myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) ไม่สามารถลดก๊าซเมธเทนได้ นอกจากนี้ Dohme et al. (1999, 2001) พบว่ากรดไขมัน lauric acid (C12:0), myristic acid (C14:0) และ linoleic acid (C18:2) สามารถทำให้การขับก๊าซและการผลิตก๊าซเมธเทนลดลง ขณะที่กรดไขมัน palmitic acid (C16:0) และ stearic acid (C18:0) ไม่สามารถลดการผลิตก๊าซเมทเธนได้ในการทดลองระบบ *in vitro* ทั้งนี้ผลที่เกิดขึ้นแแตกต่างกันนี้อาจเนื่องจากเป็นการทดลองคนละสภาพแวดล้อม (*in vivo* vs *in vitro*) นอกจากนี้อาจแตกต่างกันในส่วนของประชากรของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อเมทธาโบลิซึมของไขมันในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

4.3.2 สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมนและพลาสมา

จากการทดลอง (ตารางที่ 4.8) พบว่าความเข้มข้นของกรดไขมัน lauric acid (C12:0) และ myristic acid (C14:0) ในพลาสมามีความสัมพันธ์ทางบวก (positive correlation) กับความเข้มข้นของกรดไขมัน myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0) และ stearic acid (C18:0) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ($P<0.05$) นอกจากนี้พบว่า ความเข้มข้นของกรดไขมัน myristic acid (C14:0) ในพลาสมามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มข้นของกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ($P<0.01$) ขณะที่พบว่าความเข้มข้นของกรดไขมัน palmitic acid (C16:0) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มข้นของกรดไขมัน myristic acid (C14:0) ($P<0.01$) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของกรดไขมัน lauric acid (C12:0), palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0) และ linoleic acid (C18:2) ในของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ($P>0.05$) พบว่าความเข้มข้นของกรดไขมัน stearic acid (C18:0) ในพลาสมามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มข้นของกรดไขมัน lauric acid (C12:0), stearic acid (C18:0) และ linoleic acid (C18:2) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ($P<0.01$) นอกจากนี้พบว่าความเข้มข้นของกรดไขมัน linoleic acid (C18:2) ในพลาสมามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มข้นของกรดไขมัน myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0) และ linoleic acid (C18:2) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ($P<0.01$)

จากผลการทดลองจะพบว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มข้นของกรดไขมันในพลาสมา สอดคล้องกับรายงานของ Cole et al. (2001) ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของกรดไขมันในพลาสมามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มข้นของกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ทั้งนี้ Bauman et al. (2000) พบว่ากรด

ไขมันที่ไหลออกจากกระเพาะรูเมนลงสู่ลำไส้เล็กจะไม่ถูกย่อยให้สั้นลงหรือเปลี่ยนโครงสร้าง มีเพียงกระบวนการย่อยไขมันที่มีโมเลกุลใหญ่ให้ได้เป็นกรดไขมันอิสระ และไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) ซึ่งเป็นการทำงานของเอนไซม์และน้ำดี (bile) ที่หลั่งจากตัวสัตว์ ดังนั้นจึงน่าจะเป็นเหตุผลที่สัดส่วนของกรดไขมันที่สัตว์ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายในพลาสมามีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของกรดไขมันในของเหลวจากกระเพาะรูเมน โดยกรดไขมันที่อยู่ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ได้ทำการวิเคราะห์พบนี้ อาจเป็นกรดไขมันที่เกิดกระบวนการเมทธาโบลิซึมในกระเพาะรูเมนยังไม่สมบูรณ์

4.4 จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

4.4.1 จำนวนประชากรของแบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อรา ที่ศึกษาโดยวิธีนับตรง

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.9 พบว่าสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันไม่มีผลทำให้จำนวนประชากรของทั้งแบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อรา (zoospore) จากวิธีการนับตรง (direct count) แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่า จำนวนแบคทีเรียที่เวลาก่อนให้อาหารเช้ามีแนวโน้มตอบสนองต่อสัดส่วนของน้ำมันแบบเป็นเส้นโค้ง ($P<0.09$) และจากการทดลองนี้พบว่าจำนวนประชากรของแบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อรา ในกระเพาะรูเมนของโคนมเพศผู้ตอนมีค่าระหว่าง $3.8-4.4 \times 10^{10}$, $7.0-8.9 \times 10^{5}$ และ $5.1-5.3 \times 10^{7}$ cell/ml ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับ Hungate (1966) ซึ่งรายงานว่าประชากรของแบคทีเรียและโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนมีค่าอยู่ในช่วง $10^{10}-10^{12}$ และ $10^{4}-10^{6}$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม Khampa et al. (2006) ได้ทำการทดลองในโคนมเพศผู้ตอนเจาะกระเพาะ พบว่ามีประชากรของแบคทีเรีย โปรโตซัว และสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนคือ 11.5×10^{12}, 1.4×10^{6} และ 1.2×10^{6} เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากการทดลองนี้พบว่าจำนวนประชากรของแบคทีเรียค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเป็นพิษของกรดไขมันในน้ำมันทั้งสองประเภท Galbraith and Miller (1973) รายงานว่ากรดไขมันสายยาวมีความเป็นพิษต่อเซลล์จุลินทรีย์

จากการทดลองของ Lovett et al. (2003) พบว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำมันมะพร้าว 350 กรัม/วัน มีจำนวนโปรโตซัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ Machmuller et al. (1998) ก็พบว่าเมล็ดทานตะวันสามารถทำให้จำนวนโปรโตซัวลดลงเช่นเดียวกัน Ivan et al. (2001) ซึ่งได้ทำการศึกษาการเสริมน้ำมันเมล็ดทานตะวันในแกะพบว่า การเสริมมีผลทำให้จำนวนโปรโตซัวทั้งหมดลดลงจาก 1,000,000 เซลล์/มิลลิลิตร เป็น 200,000 เซลล์/มิลลิลิตร ภายใน 6 วัน อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่าโปรโตซัวของทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทุกช่วงเวลา ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากโคได้รับน้ำมันในปริมาณน้อยเกินไป หรือน้ำมันทั้งสองประเภทอาจส่งผลต่อประชากรของโปรโตซัวเท่ากัน และจากการที่การผลิตก๊าซเมธเทนลดลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันเพิ่มขึ้น ขณะที่ประชากรของโปรโตซัวไม่มีความแตกต่างนั้น แสดงให้เห็นว่าน้ำมัน

ทานตะวันน่าจะไปมีผลต่อการนำใช้ H มากกว่าการมีผลต่อโปรโตซัวโดยตรง (Machmuller et al., 2000)

ตารางที่ 4.9 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อราที่ศึกษาโดยวิธีนับตรง

ชั่วโมง	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
หลังให้อาหาร	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
แบคทีเรีย, x 10^{10} cell/ml								
0	2.8	4.3	3.5	2.8	0.52	NS	0.09	NS
2	4.1	4.5	4.6	5.4	1.23	NS	NS	NS
4	4.0	4.5	3.9	4.2	1.74	NS	NS	NS
6	4.2	4.2	4.1	4.2	1.85	NS	NS	NS
เฉลี่ย	3.8	4.4	4.0	4.2	1.47	NS	NS	NS
โปรโตซัว, x 10^{5} cell/ml								
0	7.1	7.0	7.1	9.2	1.22	NS	NS	NS
2	7.3	5.8	9.1	7.2	1.42	NS	NS	NS
4	7.0	9.8	9.2	8.0	0.67	NS	NS	NS
6	6.8	8.1	10.4	8.0	2.26	NS	NS	NS
เฉลี่ย	7.0	7.7	8.9	8.1	0.59	NS	NS	NS
สปอร์เชื้อรา, x 10^{7} cell/ml								
0	4.3	5.2	5.1	4.9	0.54	NS	NS	NS
2	5.5	4.2	5.0	5.3	0.63	NS	NS	NS
4	5.5	5.5	5.6	4.9	1.10	NS	NS	NS
6	5.1	5.7	5.2	5.7	0.77	NS	NS	NS
เฉลี่ย	5.1	5.2	5.3	5.2	0.19	NS	NS	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75
SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

4.4.2 จำนวนประชากรของแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลส แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง และแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน

ผลของสัดส่วนน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด (total viable bacteria) แบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลส (cellulolytic bacteria) แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง (amylolytic bacteria) และแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน (proteolytic

bacteria) แสดงในตารางที่ 4.10 จากการทดลองพบว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วนน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวัน 75:25 มีจำนวนของแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 50:50 และ 25:75 ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนของแบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง และแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 4 หลังจากให้อาหารในช่วงเช้า มีแนวโน้มตอบสนองต่อสัดส่วนของน้ำมันแบบเป็นเส้นโค้งและแบบเส้นตรงตามลำดับ ($P<0.08$ และ $P<0.07$ ตามลำดับ)

อย่างไรก็ตามพบว่า สัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันไม่มีผลทำให้จำนวนประชากรของแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลส แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง และแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมนแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยจากการทดลองนี้พบว่าแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลส แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง และแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน มีจำนวนประชากรอยู่ระหว่าง $3.1-4.4 \times 10^9$, $3.7-4.9 \times 10^8$, $5.7-6.5 \times 10^7$ และ $5.7-6.5 \times 10^7$ CFU ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม Khampa et al. (2006) ได้ทำการทดลองในโคนมเพศผู้ตอนเจาะกระเพาะ พบว่าแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลส แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง และแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมนมีประชากรประมาณ 8.5×10^9, 3.6×10^9, 3.4×10^6 และ 1.7×10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สาเหตุที่ประชากรของแบคทีเรียแตกต่างกันน่าจะเนื่องจากเป็นโคที่มีอายุแตกต่างกัน และเลี้ยงด้วยอาหารข้นที่มีองค์ประกอบทางเคมีและให้ในปริมาณที่ต่แตกต่างกัน

จากการที่พบว่าที่กลุ่มที่ได้รับ CO:SO 100:0 มีแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดน้อยที่สุด ขณะที่ประชากรของแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลลูโลส แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง และแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน ของทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับ CO:SO 100:0 น่าจะมีประชากรของจุลินทรีย์กลุ่มอื่นน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ Soliva et al. (2003, 2004) ได้ทำการทดลองในหลอดทดลองพบว่ากรดไขมัน lauric acid (C12:0) ซึ่งพบมากในน้ำมันมะพร้าวสามารถทำให้แบคทีเรียที่ผลิตก๊าซเมธเทน (methanogens) ลดจำนวนลงได้ ขณะที่กรดไขมัน stearic acid (C18:0) ไม่ส่งผลต่อแบคทีเรีย อย่างไรก็ตาม Dohme et al. (2001) กลับพบว่ากรดไขมัน C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C16:0, C18:0 และ C18:2 ไม่มีผลทำให้ประชากรของแบคทีเรียทั้งหมดแตกต่างกันเมื่อทำการทดลองในหลอดทดลอง สอดคล้องกับ Machmuller et al. (1998) ซึ่งได้ทำการทดลองผลของน้ำมันมะพร้าวต่อประชากรแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน โดยทดลองในระบบ Rusitec พบว่าน้ำมันมะพร้าวไม่มีผลทำให้ประชากรของแบคทีเรียแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการที่กลุ่มที่ได้รับน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันในสัดส่วน 100:0 มีประชากรแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดน้อยกว่าทุกกลุ่มนั้น น่าจะเป็นเหตุผลที่ทำให้กลุ่มที่ได้รับ CO:SO 100:0 นี้มีความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ NDF และ ADF ต่ำที่สุด

ตารางที่ 4.10 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง แบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน และแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลส ในกระเพาะรูเมน

ชั่วโมงหลังให้อาหาร	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
แบคทีเรียมีชีวิตทั้งหมด, x 10^9 CFU/ml								
0	3.0	4.3	3.5	2.8	1.43	NS	NS	NS
4	3.1	4.5	4.6	5.4	1.09	NS	NS	NS
เฉลี่ย	3.1[b]	4.4[a]	4.0[ab]	4.1[ab]	0.36	NS	NS	NS
แบคทีเรียที่สามารถย่อยเซลลูโลส, x 10^8 CFU /ml								
0	3.5	4.1	4.8	3.7	1.35	NS	NS	NS
4	3.9	4.2	5.2	4.5	2.20	NS	NS	NS
เฉลี่ย	3.7	4.2	4.9	4.0	0.52	NS	NS	NS
แบคทีเรียที่สามารถย่อยแป้ง, x 10^7 CFU /ml								
0	7.7	6.5	5.8	6.5	0.83	NS	NS	NS
4	5.2	5.7	5.7	4.9	0.51	NS	0.08	NS
เฉลี่ย	6.5	6.1	5.8	5.7	0.61	NS	NS	NS
แบคทีเรียที่สามารถย่อยโปรตีน, x 10^7 CFU /ml								
0	6.6	5.5	6.7	7.3	2.89	NS	NS	NS
4	6.5	5.9	4.9	4.9	1.81	0.07	NS	NS
เฉลี่ย	6.5	5.7	5.8	6.1	0.61	NS	NS	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75
SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)
[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีอักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)

4.4.3 ปริมาณการขับอนุพันธ์พิวรีนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน

ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อปริมาณการขับอนุพันธ์พิวรีนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนได้แสดงในตารางที่ 4.11 โดยพบว่าสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันในสูตรอาหารข้นไม่ส่งผลทำให้ปริมาณอัลลันโตอิน (allatoin) ที่ขับออก อนุพันธ์พิวรีนที่ขับออก อนุพันธ์พิวรีนที่ดูดซึม จุลินทรีย์โปรตีนที่สังเคราะห์ (MPS) และประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนของโคนมเพศผู้ตอนแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามพบว่าอนุพันธ์พิวรีนที่ขับออกและปริมาณจุลินทรีย์โปรตีนที่สังเคราะห์มีแนวโน้มตอบสนองต่อ

สัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันแบบเป็นเส้นโค้ง (P<0.07 และ P<0.08 ตามลำดับ) โดยพบว่าที่สัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวัน 75:25 มีแนวโน้มมีค่าสูงที่สุด ขณะที่กลุ่มที่ได้รับสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวัน 25:75 มีแนวโน้มมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับประชากรของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนซึ่งพบว่าที่สัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวัน 75:25 มีประชากรของแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดมากที่สุดขณะที่สัดส่วน 25:75 มีประชากรน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.11 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อปริมาณการขับอนุพันธ์พิวรีนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน

ชั่วโมงหลังให้อาหาร	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
อัลลันโตอินที่ขับออก								
mmol/day	88.8	96.9	92.5	84.3	8.65	NS	NS	NS
อนุพันธ์พิวรีนที่ขับออก								
mmol/day[2]	104.5	114.0	108.8	99.1	10.18	NS	0.07	NS
อนุพันธ์พิวรีนที่ดูดซึม								
mmol/day[3]	87.0	98.6	92.3	80.6	11.82	NS	NS	NS
MPS, g N/day[4]	63.3	71.7	67.1	58.6	8.59	NS	0.08	NS
EMNS								
g N/kg of OMDR[5]	29.0	30.6	25.2	25.1	4.17	NS	NS	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75
SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, NS= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

[2] อนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะของโคประกอบด้วยอัลลันโตอิน 80-85% (IAEA, 1997)

[3] คำนวณจาก (อนุพันธ์พิวรีนที่ขับออก-0.385*น้ำหนักตัว$^{0.75}$)/0.85 ตามวิธีของ Verbic et al. (1990)

[4] MPS=Microbial protein supply คำนวณจาก อนุพันธ์พิวรีนที่ดูดซึม X 0.727 ตามวิธีของ Chen et al. (1993)

[5] EMNS=Efficiency of microbial nitrogen supply เมื่ออินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน (OMDR) เท่ากับ 65% ของอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ปรากฏ (ARC, 1984)

4.5 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

ผลของสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันต่อความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะได้แสดงในตารางที่ 4.12 โดยจากการทดลองพบว่าโคนมเพศผู้ตอนเจาะกระเพาะอายุประมาณ 2 ปี 5 เดือน หรือมีน้ำหนักตัวประมาณ 330 กิโลกรัม มีความสามารถในการย่อยได้

ปรากฏของโภชนะได้แก่ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนหยาบ ไขมัน เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ระหว่าง 59.3-62.9, 63.9-67.9, 49.7-52.9, 85.8-88.2, 64.2-70.3 และ 47.4-53.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าทั้งความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุมีการตอบสนองแบบเป็นเส้นโค้ง (P<0.01) โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันในสัดส่วน 50:50 มีความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 และ 25:75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 75:25 (P>0.05) และกลุ่มที่ได้รับในสัดส่วน 75:25 และ 50:50 มีความสามารถในการย่อยของอินทรียวัตถุสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับในสัดส่วน 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับในสัดส่วน 25:75 (P>0.05) อย่างไรก็ตามพบว่าความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ และไขมัน ของทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในส่วนของผลต่อความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใยพบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของ NDF มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรง (P<0.07) เมื่อสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันเพิ่มขึ้น โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 50:50 มีความสามารถในการย่อยได้ของ NDF สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 75:25 และ 25:75 (P>0.05) นอกจากนี้พบว่าความสามารถในการย่อยได้ของ ADF มีการตอบสนองแบบเป็นเส้นโค้ง (P<0.05) โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำมันในสัดส่วน 50:50 มีความสามารถในการย่อยได้ของ ADF สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับในสัดส่วน 100:0, 75:25 และ 25:75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4.12 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์)

รายการ	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
วัตถุแห้ง	59.3^{c}	62.0^{ab}	62.9^{a}	60.8^{bc}	0.53	NS	**	NS
อินทรียวัตถุ	63.9^{b}	67.9^{a}	67.9^{a}	66.0^{ab}	0.64	NS	**	NS
โปรตีนหยาบ	50.6	52.9	52.9	49.7	1.77	NS	NS	NS
ไขมัน	85.9	88.2	86.1	85.8	1.87	NS	NS	NS
เยื่อใย NDF	64.2^{b}	66.5^{ab}	70.3^{a}	67.0^{ab}	1.21	0.07	NS	NS
เยื่อใย ADF	47.4^{b}	49.7^{b}	53.3^{a}	50.0^{b}	0.97	*	*	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75

SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย, NS=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

*P<0.05, **P<0.01

^{abc} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีอักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P<0.05

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งของงานทดลองนี้ต่ำกว่า Khampa et al. (2006) (63.1 กับ 67.4) ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากโคมีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบมากกว่า ขณะที่ได้รับการเสริมอาหารข้นที่น้อยกว่า และเป็นที่น่าสนใจว่ากลุ่มที่มีความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะสูงที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันที่ 50:50 ขณะที่กลุ่มที่กลุ่มที่มีความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 Palmquist and Jenkins (1980) ซึ่งรายงานว่าผลกระทบของไขมันต่อกระบวนการหมักจะแตกต่างกัน สาเหตุเนื่องมาจากความแตกต่างทางโครงสร้างของไขมันจากแต่ละแหล่ง ความแตกต่างอย่างหนึ่งคือ ระดับของความไม่อิ่มตัวของกรดไขมัน ทั้งนี้เนื่องจากกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมีผลกระทบต่อกระบวนการหมักมากกว่ากรดไขมันที่อิ่มตัว ดังนั้นอาหารที่มีสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันมากกว่าจึงน่าจะมีผลกระทบต่อกระบวนการหมักมากกว่า สาเหตุที่พบว่าที่ว่าสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันที่ 50:50 มีความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะดีที่สุดน่าจะเนื่องจากที่สัดส่วนนี้โคได้รับกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวจากน้ำมันทานตะวันน้อยเกินกว่าที่จะส่งผลต่อกระบวนการย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเหมือนกับกลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 25:75 ขณะที่กลุ่มที่มีสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวสูงกว่าอาจส่งผลต่อการย่อยอาหารโดยการเคลือบชิ้นอาหารได้มากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าวจะแตกต่างจากน้ำมะทานตะวัน กล่าวคือน้ำมันมะพร้าวมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าน้ำมันทานตะวัน เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่า ซึ่งอาจส่งผลให้เมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไปน้ำมันมะพร้าวจะเคลือบอยู่กับชิ้นอาหาร ขณะที่น้ำมันทานตะวันอาจจะอยู่ในส่วนของเหลวมากกว่า นอกจากนี้การใช้ไขมันจากหลายแหล่งน่าจะสามารถปรับปรุงกระบวนการหมักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เพียงแหล่งเดียว ทั้งนี้เนื่องจากสามารถป้องกันการลดลงของสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิออนิก อย่างไรก็ตาม Wainman and Dewey (1987) พบว่ากรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวไม่มีลักษณะเสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกันต่อประสิทธิภาพการเป็นแหล่งพลังงาน

4.6 ปริมาณการกินได้

จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวในทุกกลุ่มทดลองในระยะเวลาทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ย 5.4 กิโลกรัม ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมอาหารข้นในอัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของโคนมเพศผู้ตอนสามารถคงสภาพของโคได้ และอาจบ่งบอกได้ว่ากระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นอย่างเหมาะสม

4.6.1 ปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด

จากการทดลองพบว่าสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด ($P>0.05$) โดยพบว่ามีปริมาณการกินได้อยู่ระหว่าง 1.87-1.96 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน อย่างไรก็ตามพบว่า โคที่ได้รับสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อ

น้ำมันทานตะวันที่ 50:50 มีแนวโน้มมีปริมาณการกินได้ทั้งหมดสูงกว่าทุกกลุ่มคือ 1.96 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ขณะที่กลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 100:0 มีแนวโน้ม (P>0.05) มีปริมาณการกินได้ทั้งหมดต่ำกว่าทุกกลุ่มคือ 1.87 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน (ตารางที่ 4.13)

4.6.2 ปริมาณการกินได้อย่างอิสระของอาหารหยาบ

ผลของสัดส่วนน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันต่อปริมาณการกินได้อย่างอิสระของอาหารหยาบ (ฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์) แสดงในตารางที่ 4.13 พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบคิดเป็นวัตถุแห้งต่อวัน และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน ของทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อคิดเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักเมทาบอลิค พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบมีการตอบสนองแบบคิวบิค (cubic) (P<0.05) โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วนน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวัน 100:0 และ 50:50 มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบมากกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วน 75:25 และ 25:75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.6.3 ปริมาณการกินได้ของโภชนะ

จากการทดลอง พบว่าสัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวต่อน้ำมันทานตะวันไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุ (OM) โปรตีนหยาบ (CP) ไขมัน (EE) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (ADF) (P>0.05) อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณการกินได้ของโปรตีนหยาบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรง (P<0.07) เมื่อสัดส่วนของน้ำมันทานตะวันเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.13

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมดน้อยกว่า Khampa et al. (2006) ซึ่งได้ทำการทดลองในโคนมเพศผู้เจาะกระเพาะเช่นเดียวกัน โดยรายงานว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมดของโคนมเพศผู้เจาะกระเพาะอยู่ที่ประมาณ 2.65 %BW อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้โคได้รับการเสริมอาหารข้นเพียง 0.5 %BW ขณะที่งานทดลองของ Khampa et al. (2006) โคได้รับอาหารข้นที่ 1.5 %BW ตัว และเมื่อพิจารณาที่ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบคือ ให้ฟางข้าวหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์แบบเต็มที่เหมือนกัน พบว่าในการศึกษาของ Khampa et al. (2006) มีปริมาณการกินได้ต่ำกว่า (1.1 vs 1.3 %BW) ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากโคที่ใช้ในงานทดลองครั้งนี้มีอายุและน้ำหนักมากกว่า นอกจากนี้การที่โคได้รับอาหารข้นซึ่งมีความเข้มข้นโภชนะโดยเฉพาะพลังงานและโปรตีนสูงอาจทำให้โคต้องการโภชนะจากแหล่งอื่นน้อยลง

ผลจากการศึกษานี้พบว่าโคมีปริมาณการกินได้ของฟางหมักยูเรีย 5% น้อยกว่ารายงานของ เมธา (2533) ซึ่งกล่าวว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถกินฟางหมักยูเรียได้ประมาณ 1.6-1.8% ของน้ำหนักตัว ทั้งนี้สูงกว่าฟางธรรมดาซึ่งมีปริมาณการกินได้ประมาณ 1.4-1.5% ของน้ำหนักตัว ทั้งนี้พบว่ากลไกที่ควบคุมการกินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องมี 2 ลักษณะคือ การควบคุมระยะสั้น ได้แก่ ความจุของกระเพาะ (gut fill) คุณค่าทางโภชนะของอาหาร เช่น พลังงาน

คือมีค่าเฉลี่ย TDN 67% หรือมีปริมาณผนังเซลล์ 50-60% และกลไกควบคุมระยะยาว ได้แก่ ปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายและสารเมตะบอไลซ์ในกระแสเลือด เช่น ลิโปโปรตีน กรดไขมันอิสระ และฮอร์โมนต่างๆ (เมธา 2533) ซึ่งจากการศึกษานี้เป็นไปได้ว่าน้ำมันที่มีในสูตรอาหารข้นอาจส่งต่อปริมาณการกินได้ที่ลดลง

ตารางที่ 4.13 ผลของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันทานตะวันต่อปริมาณการกินได้ของสิ่งแห้งและโภชนะ

รายการ	Treatments[1]				SEM	Contrasts		
	T1	T2	T3	T4		Linear	Quadratic	Cubic
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว, กก.	+5.2	+5.3	+5.6	+5.5	0.23	NS	NS	NS
วัตถุแห้งทั้งหมด								
กิโลกรัม/วัน	6.1	6.1	6.4	6.3	0.16	NS	NS	NS
% น้ำหนักตัว	1.87	1.93	1.96	1.95	0.06	NS	NS	NS
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	77.1	76.9	81.2	78.8	1.57	NS	NS	NS
อาหารหยาบ								
กิโลกรัม/วัน	4.5	4.4	4.8	4.6	0.16	NS	NS	NS
% น้ำหนักตัว	1.32	1.43	1.46	1.45	0.04	NS	NS	NS
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	61.1^{a}	54.2^{b}	60.0^{a}	53.9^{b}	1.65	NS	NS	*
โภชนะ, กรัม/วัน								
อินทรียวัตถุ (OM)	5643	5545	6032	5684	134.1	NS	NS	0.08
โปรตีนหยาบ (CP)	589	615	642	634	7.12	0.07	NS	NS
ไนโตรเจน (N)	97	97	102	100	1.71	0.07	NS	NS
ไขมัน (EE)	244	235	238	241	6.27	NS	NS	NS
เยื่อใย NDF	3592	3541	3765	3642	123.9	NS	NS	NS
เยื่อใย ADF	2443	2495	2574	2522	84.52	NS	NS	NS

[1] สัดส่วนของ CO ต่อ SO โดย T1= 100:0, T2= 75:25, T3= 50:50 และ T4= 25:75

SEM= ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย

NS=ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05), * P<0.05

[ab] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีอักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากการรายงานของ Galbraith and Miller (1973) พบว่ากรดไขมันที่มีสายยาว โดยเฉพาะกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียแกรมบวก ซึ่งอาจส่งผลให้แบคทีเรียกลุ่มที่สามารถย่อยสลายของเยื่อใยลดลง และอาจทำให้ปริมาณการกินได้ของอาหารลดลง Henderson (1973) ได้ทำการเติมกรดไขมันลงในอาหารเลี้ยงเชื้อของแบคทีเรียจาก

กระเพาะรูเมนพบว่าการเจริญเติบโตและเมทาบอลิซมของแบคทีเรียถูกยับยั้ง นอกจากนี้ Harfoot et al. (1974) พบว่าแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์จะดูดซึมกรดไขมันที่เติมลงไป 90% จนกระทั่งเมื่อเติมชิ้นอาหารลงไปพบว่ามากกว่า 60% ของกรดไขมันจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของชิ้นอาหาร แสดงให้เห็นว่าการเคลือบชิ้นอาหารของไขมันมีผลทำให้กระบวนการหมักลดลง โดยชั้นของไขมันที่เคลือบบนชิ้นอาหารจะยับยั้งการย่อยของเซลลูโลส กล่าวคือการเคลือบจะยับยั้งการเข้าจับชิ้นอาหารของจุลินทรีย์และเอนไซม์จากจุลินทรีย์ สอดคล้องกับ Immig et al. (1991) ซึ่งพบว่ากรดไขมันอิสระมีผลทำให้การเข้าจับ carboxymethyl cellulose ของเอนไซม์ cellulases ลดลง มีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ cellulases ลดลง อย่างไรก็ตามสาเหตุที่ปริมาณการกินได้ของอาหารของทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันนั้น อาจเนื่องจากทุกกลุ่มได้รับอาหารข้นที่องค์ประกอบของน้ำมันเท่ากันคือ 5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และโคอาจได้รับกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวจากน้ำมันทานตะวันไม่มากพอที่จะส่งผลต่อปริมาณการกินได้ นอกจากนี้แบคทีเรียในกระเพาะรูเมนยังสามารถกำจัดพิษจากกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวได้โดยกระบวนการ biohydrogenation (Kepler et al., 1966)