

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ส่วนประกอบของโภชนะในอาหาร

ส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ได้แสดงใน Table 3 ผลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาส่วนประกอบของอาหารข้นและอาหารหยาบ มีส่วนประกอบดังนี้ คือ อาหารข้นประกอบด้วยวัตถุแห้ง (dry matter) 89.3 เปอร์เซ็นต์ เถ้า (ash) 9.39 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) 19.9 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ (neutral-detergent fiber, NDF) 23.4 เปอร์เซ็นต์ acid-detergent fiber (ADF) 16.9 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน (acid-detergent lignin, ADL) 2.1 เปอร์เซ็นต์

อาหารหยาบแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มในแต่ละกลุ่มจะมีส่วนประกอบทางเคมีของโภชนะในอาหารที่ใกล้เคียงกัน ประกอบด้วย วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน NDF, ADF และ ADL เฉลี่ยเท่ากับ 81.7, 7.28 8.49, 76.6, 45.1 และ 6.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 3 Chemical composition of concentrate and roughage used in the experiment.

Item	DM %	Ash	CP	NDF %DM	ADF	ADL
Concentrate	89.25	9.39	19.91	23.40	16.87	2.05
Roughage						
Fiber A	85.66	6.85	8.57	75.48	44.48	6.98
Fiber B	85.60	6.82	8.43	76.77	45.27	6.58
Fiber C	83.19	7.54	8.70	76.23	45.39	7.13
Fiber D	84.16	7.92	8.25	77.91	45.22	6.86

DM = dry matter; CP = crude protein; NDF = neutral-detergent fiber; ADF = acid-detergent fiber; ADL = acid-detergent lignin

4.2 ปริมาณการกินได้อย่างอิสระ

โคที่ได้รับ Fiber A, Fiber B, Fiber C และ Fiber D อย่างเต็มที่และเสริมด้วยอาหารข้นในปริมาณ 0.30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สามารถกินอาหารหยาบได้ 6.33, 4.50, 4.57 และ 5.16 กก./ตัว/วัน หรือเท่ากับ 1.84, 1.30, 1.32 และ 1.47 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือเท่ากับ 79.1, 56.0, 57.0 และ 63.4 กรัม/กก. นน.^{0.75} ตามลำดับ โคที่ได้รับ Fiber A มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบสูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber B, Fiber C และ Fiber D แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ปริมาณอาหารทั้งหมดที่โคได้รับ โคที่ได้รับ Fiber A, Fiber B, Fiber C และ Fiber D มีปริมาณการกินได้ 7.26, 5.48, 5.52 และ 6.11 กก./ตัว/วัน หรือเท่ากับ 2.11, 1.58, 1.60 และ 1.73 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวหรือเท่ากับ 90.7, 67.9, 68.9 และ 75.1 กรัม/กก./ นน.ตัว^{0.75} ตามลำดับ โคที่ได้รับ Fiber A มีปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดสูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber B, Fiber C และ Fiber D แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Effect of particle size of fiber on voluntary feed intake

Item	Fiber A	Fiber B	Fiber C	Fiber D	SEM
Roughage intake, /day					
kg	6.33 ^a	4.50 ^b	4.57 ^b	5.16 ^b	0.26
% BW	1.84 ^a	1.30 ^b	1.32 ^b	1.47 ^b	0.07
g/kgBW ^{0.75}	79.08 ^a	55.95 ^b	57.02 ^b	63.37 ^b	3.14
Total intake, /day					
kg	7.26 ^a	5.48 ^b	5.52 ^b	6.11 ^b	0.26
% BW	2.11 ^a	1.58 ^b	1.60 ^b	1.73 ^b	0.07
g/kgBW ^{0.75}	90.72 ^a	67.94 ^b	68.91 ^b	75.06 ^b	3.04

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$)

4.3 การย่อยได้ของโภชนะ และอัตราการไหลผ่านของของแข็ง

โคที่ได้รับ Fiber C และ Fiber D มีการย่อยได้ของวัตถุดิบ (57.1 และ 58.0 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber A และ Fiber B (52.8 และ 53.0 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โคที่ได้รับ

Fiber D มีการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (61.3 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber A และ Fiber B (56.2 และ 57.1 เปอร์เซ็นต์) ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับโคที่ได้รับ Fiber C (60.3 เปอร์เซ็นต์) ($P>0.05$) โคที่ได้รับ Fiber C และ Fiber D มีการย่อยได้ของ NDF (56.1 และ 56.6 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber A และ Fiber B (51.6 และ 50.2 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่การย่อยได้ของโปรตีนหยาบ (48.1, 52.3, 53.5 และ 52.2 เปอร์เซ็นต์) และ ADF (46.3, 43.9, 49.6 และ 52.4 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

โคที่ได้รับ Fiber A, Fiber B, Fiber C และ Fiber D มีอัตราการไหลผ่านของของแข็งของเท่ากับ 3.9, 3.3, 3.0 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์/ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 5

Table 5 Effect of particle size of fiber on apparent digestibility (%) and solid passage rate.

Item	Fiber A	Fiber B	Fiber C	Fiber D	SEM
Dry matter	52.77 ^a	52.95 ^a	57.10 ^b	58.02 ^b	1.17
Organic matter	56.20 ^a	57.10 ^{ac}	60.33 ^{bc}	61.33 ^b	1.67
Crude protein	48.07	52.25	53.50	52.16	2.61
Neutral-detergent fiber	51.56 ^a	50.18 ^a	56.08 ^b	56.60 ^b	1.78
Acid-detergent fiber	46.32	43.85	49.59	52.39	2.43
Solid passage rate, %/hour	3.90	3.25	3.03	3.63	0.18

^{a,b,c} Means in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$),

4.4 ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ที่โคได้รับ

โคที่ได้รับ Fiber A, Fiber B, Fiber C และ Fiber D ได้รับอินทรีย์วัตถุ 3.6, 2.7, 2.9 และ 3.3 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ ได้รับโปรตีน 0.4, 0.3, 0.3 และ 0.3 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ ได้รับ NDF 2.5, 1.7, 2.0 และ 2.3 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ ได้รับ ADF 1.34, 0.92, 1.05 และ 1.26 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ และได้รับพลังงาน (metabolizable energy) 13.6, 10.2, 10.9 และ 12.5 Mcal/ตัว/วัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณปริมาณพลังงานและโปรตีนที่โคได้รับ ต่อปริมาณอาหารที่กินพบว่าโคที่ได้รับ Fiber D ได้รับพลังงาน (2.0 Mcal ME/kgDM) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber A และ Fiber B (1.9 และ 1.9 Mcal ME/kgDM) ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับโคที่ได้รับ Fiber C (1.98

Mcal ME /kgDM) ส่วนปริมาณโปรตีนที่โคได้รับต่อปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 6

Table 6 Effect of particle size of fiber on digestible nutrient intakes

Item	Fiber A	Fiber B	Fiber C	Fiber D	SEM
Nutrient intake, kg/day					
Organic matter	3.58	2.69	2.86	3.30	0.17
Crude protein	0.35	0.30	0.29	0.33	0.03
Neutral-detergent fiber	2.49	1.73	2.00	2.26	0.13
Acid-detergent fiber	1.34	0.92	1.05	1.26	0.09
² Estimated energy intake, Mcal ME/day					
	13.62	10.24	10.86	12.53	0.65
Mcal ME/kgDM	1.87 ^a	1.88 ^a	1.98 ^{ab}	2.03 ^b	0.07
gCP/kgDM	95.95	103.95	99.77	98.62	2.73

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$)

² 1 kg DOM = 3.80 Mcal ME

4.5 ความสมดุลของไนโตรเจน

ความสมดุลของไนโตรเจนของโคทั้ง 4 กลุ่มแสดงไว้ใน Table 7 โคที่ได้รับ Fiber A ได้รับไนโตรเจน (114.0 กรัม/วัน) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber B และ Fiber C (90.4 และ 87.2 กรัม/วัน) ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับโคที่ได้รับ Fiber D (96.8 กรัม/วัน) ($P>0.05$) โคที่ได้รับ Fiber A ขับถ่ายไนโตรเจนออกมาในมูล (57.1 กรัม/วัน) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber B, Fiber C และ Fiber D (42.7, 40.7 และ 44.4 กรัม/วัน) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โคที่ได้รับ Fiber A มีปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกจากร่างกายทั้งหมด (88.5 กรัม/วัน) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber B และ Fiber C และ Fiber D (65.9, 64.7 และ 70.5 กรัม/วัน) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่งผลทำให้โคที่ได้รับ Fiber A, Fiber B, Fiber C และ Fiber D มีปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บในร่างกาย (25.5, 24.5, 22.5 และ 26.4 กรัม/วัน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 7

Table 7 Effect of particle size of fiber on nitrogen balance

Item	Fiber A	Fiber B	Fiber C	Fiber D	SEM
Nitrogen, g/day					
N intake	114.0 ^a	90.40 ^b	87.20 ^b	96.80 ^{ab}	5.46
N in feces	57.13	42.72	40.71	44.37	2.78
N in urine	31.35	23.08	23.97	26.08	2.95
N output	88.48	65.86	64.68	70.45	5.15
N absorption	56.89	47.62	46.49	52.43	4.35
N absorption, %	48.27	52.14	53.37	52.26	2.61
N retention	25.52	24.54	22.52	26.35	3.21

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$)

4.6 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของของเหลวในกระเพาะรูเมน

จากการสุ่มของเหลวจากกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมงหลังจากให้อาหารเพื่อวัดความเป็นกรด-ด่าง โคที่ได้รับ Fiber A, Fiber B, Fiber C และ Fiber D มี pH เฉลี่ยเท่ากับ 6.7 เมื่อทำการเปรียบเทียบ pH จากของเหลวในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่มที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลาที่ชั่วโมงต่างกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และมี pH เฉลี่ยในชั่วโมงที่ 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมงหลังจากให้อาหารเท่ากับ 6.9, 6.8, 6.6 และ 6.6 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 8

Table 8 Effect of particle size of fiber on ruminal pH

Sampling time	Fiber A	Fiber B	Fiber C	Fiber D	SEM
hour, post feeding					
0 hour	6.89	6.85	6.96	6.90	0.06
2 hour	6.73	6.78	6.77	6.75	0.09
4 hour	6.53	6.59	6.56	6.59	0.06
6 hour	6.47	6.59	6.65	6.58	0.08
Means	6.66	6.70	6.74	6.71	0.06

4.7 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของของเหลวในกระเพาะรูเมน

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโค ทำการวัดในช่วงเวลาเดียวกันกับการวัดความเป็นกรด-ด่าง ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังจากให้อาหาร โคที่ได้รับ Fiber B, Fiber C และ Fiber D มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (64.1, 64.2 และ 62.7 มิลลิกรัม/ลิตร) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber A (43.9 มิลลิกรัม/ลิตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่งผลทำให้โคที่ได้รับ Fiber B, Fiber C และ Fiber D มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ย (62.2, 61.0 และ 59.2 มิลลิกรัม/ลิตร) สูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber A (52.5 มิลลิกรัม/ลิตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่วัดได้ในชั่วโมงที่ 0, 2 และ 6 หลังจากให้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงใน Table 9

Table 9 Effect of particle size of fiber on ruminal ammonia-nitrogen concentration (mg/l)

Sampling time	Fiber A	Fiber B	Fiber C	Fiber D	SEM
hour, post feeding					
0 hour	50.43	58.94	58.01	54.61	1.40
2 hour	72.51	82.23	81.44	72.86	2.85
4 hour	43.85 ^a	64.08 ^b	64.16 ^b	62.72 ^b	3.80
6 hour	41.36	43.43	40.44	41.76	2.86
Means	52.54 ^a	62.17 ^b	61.01 ^b	59.24 ^b	2.08

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$)

4.8 ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ของของเหลวในกระเพาะรูเมน

ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด, กรดอะซิติก, กรดโพรพิโอนิก, กรดบิวทริก, กรดไอโซบิวทริก, กรดวาเลอริก, และกรดไอโซวาเลอริกเฉลี่ย ในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โคที่ได้รับ Fiber A, Fiber B, Fiber C และ Fiber D มีความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 59.4, 67.3, 66.0 และ 61.2 มิลลิโมล/ลิตร มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกเฉลี่ย 72.2, 72.4, 72.4 และ 73.4 โมล/100 โมล มีความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิกเฉลี่ย 16.6, 16.2, 16.0 และ 15.9 โมล/100 โมล มีความเข้มข้นของกรดบิวทริกเฉลี่ย 8.34, 7.95, 8.54 และ 7.81 โมล/100 โมล มีความเข้มข้นของกรดไอโซบิวทริกเฉลี่ย 1.81, 2.33, 1.68 และ 1.40 โมล/100 โมล มีความเข้มข้นของกรดวาเลอริก 0.47,

0.48, 0.48 และ 0.44 โมล/100 โมล และมีความเข้มข้นของกรดไอโซวาเลอริกเฉลี่ยเท่ากับ 0.64, 0.74, 0.85 และ 1.05 โมล/100 โมล ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้จากของเหลวในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่มในแต่ละช่วงเวลาที่ยุ่มเก็บตัวอย่าง พบว่าที่เวลาที่ 0, 2 และ 6 ชั่วโมง หลังจากให้อาหารมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในชั่วโมงที่ 4 หลังจากให้อาหารโคที่ได้รับ Fiber D มีความเข้มข้นของ กรดอะซิติกสูงกว่าโคที่ได้รับ Fiber A และ Fiber B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับโคที่ได้รับ Fiber C ($P>0.05$) ส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทริก และกรดไอโซวาเลอริกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 10

Table 10 Effect of particle size of fiber on volatile fatty acids

Item	Fiber A	Fiber B	Fiber C	Fiber D	SEM
Total volatile fatty acid (mM), hour post feeding					
0 hour	70.87	71.29	70.62	62.30	1.32
2 hour	54.10	58.59	73.80	71.84	4.51
4 hour	62.57	58.42	72.04	57.95	3.19
6 hour	52.93	72.80	60.47	57.26	6.37
Means	59.39	67.26	65.99	61.21	2.90
Acetic acid (mol/100 mol), hour post feeding					
0 hour	71.45	71.46	71.97	75.21	0.39
2 hour	72.57	73.02	71.80	74.49	0.70
4 hour	71.71 ^a	71.47 ^a	71.88 ^{ab}	73.61 ^b	0.20
6 hour	71.98	73.59	72.66	72.57	0.46
Means	72.17	72.36	72.44	73.41	0.36
Propionic acid (mol/100 mol), hour post feeding					
0 hour	15.94	16.53	15.96	14.74	0.21
2 hour	16.34	14.95	15.94	15.14	0.36
4 hour	16.69	16.40	15.74	16.32	0.16
6 hour	17.00	16.19	16.48	16.00	0.13
Means	16.58	16.19	16.01	15.92	0.15

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$)

Table 10 Effect of particle size of fiber on volatile fatty acids (Cont.)

Item	Fiber A	Fiber B	Fiber C	Fiber D	SEM
Butyric acid (mol/100 mol), hour post feeding					
0 hour	8.97	7.23	7.84	7.72	0.24
2 hour	7.88	8.99	9.86	7.63	0.31
4 hour	8.74	8.33	9.23	7.30	0.16
6 hour	8.10	7.91	8.33	8.90	0.27
Means	8.34	7.95	8.54	7.81	0.20
Isobutyric acid (mol/100 mol), hour post feeding					
0 hour	1.92	3.60	2.83	0.91	0.32
2 hour	2.24	2.20	0.99	1.37	0.45
4 hour	1.63	2.47	1.61	1.44	0.17
6 hour	1.87	1.16	1.29	0.74	0.21
Means	1.81	2.33	1.68	1.40	0.14
Valeric acid (mol/100 mol), hour post feeding					
0 hour	0.49	0.39	0.43	0.32	0.03
2 hour	0.47	0.39	0.57	0.47	0.04
4 hour	0.52	0.49	0.56	0.34	0.02
6 hour	0.47	0.46	0.50	0.55	0.05
Means	0.47	0.48	0.48	0.44	0.03
Isovaleric acid (mol/100 mol), hour post feeding					
0 hour	0.87	0.79	0.98	0.98	0.05
2 hour	0.61	0.47	0.86	1.08	0.10
4 hour	0.71	0.85	0.98	0.93	0.05
6 hour	0.82	0.70	0.75	1.17	0.07
Means	0.64	0.74	0.85	1.05	0.04