บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์สดและอาหารข้น

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์สด และอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า หญ้าเนเปียร์สดมีวัตถุแห้ง 21.14 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดเปอร์เซ็นต์โภชนะบนฐานวัตถุแห้ง ประกอบด้วยอินทรียวัตถุ 93.37 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 10.01 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 2.60 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 6.63 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 47.64 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง 3.20 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 33.12 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 77.56 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 43.31 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 5.99 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 38.09 เปอร์เซ็นต์ และเซลลูโลส 37.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมของหญ้าเนเปียร์สดในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่ารายงานของ วิรัช และคณะ (2542) ที่พบว่า หญ้าเนเปียร์สดที่อายุการตัดทุกๆ 40 วัน มีโปรตีนรวม 11.2 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ลิกโนเซลลูโลส ผนังเซลล์ และลิกนินของหญ้าเนเปียร์สดในการศึกษาครั้งนี้ สูงกว่ารายงานของ วิรัช และคณะ (2542) ที่พบว่า หญ้าเนเปียร์สดที่อายุการตัดทุกๆ 40 วันมี ลิกโน-เซลลูโลส 37.4 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 64.4 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 2.80 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากหญ้าเนเปียร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีอายุการตัด 45-60 วัน ซึ่งเมื่อหญ้ามีอายุมากขึ้นระดับโปรตีนรวมและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง ซึ่งเป็นส่วนประกอบภายในเซลล์ลดลง ในขณะที่ระดับผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ระยะการเจริญเติบโตของหญ้า ความถี่ของการตัด ชนิด รวมทั้งระดับของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ และฤดูกาลก็มีผลต่อระดับโปรตีนรวมและโภชนะต่างๆของหญ้า (สายัณห์, 2540; Van Soest, 1994)

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ประกอบด้วยอินทรียวัตถุ 94.45-95.13 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 1.46-3.80 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 4.87-5.55 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 4.19-5.02 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 70.67-73.67 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง 52.85-57.76 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนรวม 14.30-16.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับโปรตีนรวมในอาหารข้นลดลงเล็กน้อยเมื่อระดับมันเส้นที่ใช้ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารข้นเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ โอภาส และคณะ (2543) ที่

รายงานว่า เมื่อเสริมมันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ส่งผลให้ระดับโปรตีนรวมในอาหารข้นลดลง (23.48, 23.53 และ 20.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เนื่องจาก มันเส้นมีโปรตีนรวมต่ำ การเสริมมันเส้นในระดับที่สูงขึ้นจึงส่งผลให้โปรตีนรวมมีค่าลดลง ดังนั้นการใช้มันเส้นเป็นส่วนประกอบในอาหารข้น จึงควรปรับระดับของโปรตีนและเลือกใช้แหล่งของโปรตีนที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้การใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่ายจากมันเส้น เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (Tudor and McGuigan, 1985)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของหญ้าเนเปียร์สดและอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	หญ้าเนเปียร์	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)				
		0	**25**	**50**	**75**	**100**
วัตถุแห้ง	21.14[1/]	88.25	87.99	87.95	87.95	87.61
อินทรียวัตถุ	93.37	94.95	95.13	94.84	94.85	94.45
โปรตีนรวม	10.01	16.29	15.26	16.14	14.46	14.30
ไขมันรวม	2.60	3.80	2.84	2.78	2.10	1.46
เถ้า	6.63	5.05	4.87	5.16	5.15	5.55
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก[2/]	47.64	70.67	72.77	71.11	73.27	73.67
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง[3/]	3.20	52.85	56.09	55.17	55.31	57.76
เยื่อใยรวม	33.12	4.19	4.26	4.81	5.02	4.88
ผนังเซลล์	77.56	21.98	20.60	20.10	22.00	19.94
ลิกโนเซลลูโลส	43.31	7.25	7.56	8.66	8.98	9.05
ลิกนิน	5.99	1.54	1.74	2.32	2.88	2.88
เฮมิเซลลูโลส[4/]	38.09	14.73	13.04	11.44	13.02	10.89
เซลลูโลส[5/]	37.32	5.71	5.82	6.34	6.10	6.17

[1/]เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของหญ้าเนเปียร์สด

[2/]ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก = 100-(%โปรตีนรวม+%เยื่อใยรวม+%ไขมันรวม+%เถ้า)

[3/] คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง = 100-(%โปรตีนรวม+%ผนังเซลล์+%ไขมันรวม+%เถ้า)

[4/]เฮมิเซลลูโลส = ผนังเซลล์-ลิกโนเซลลูโลส

[5/]เซลลูโลส = ลิกโนเซลลูโลส-ลิกนิน

ปริมาณอาหารที่กิน

ปริมาณอาหารที่กินของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า แพะทั้ง 5 กลุ่ม กินหญ้าเนเปียร์สดได้ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.27-0.29 กิโลกรัม-วัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 0.88-0.95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 20.79-22.38 กรัมวัตถุแห้งต่อ-กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ในทำนองเดียวกันปริมาณการกินได้ของอาหารข้นของแพะทั้ง 5 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยอยู่ในช่วง 0.40-0.50 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัว-ต่อวัน หรือ 1.36-1.62 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 30.67-38.32 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัม น้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน แต่มีแนวโน้มว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ กินอาหารข้นได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่น คือ 0.40 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 1.36 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 30.67 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อ-ตัวต่อวัน ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการใช้มันเส้นในระดับสูงมีผลทำให้อาหารฟ่าม และมีรสชาติไม่น่ากิน อย่างไรก็ตาม ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (หญ้าเนเปียร์และอาหารข้น) ของแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ (0.75, 0.78, 0.75 และ 0.76 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 2.52, 2.50, 2.40 และ 2.51 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ หรือ 58.38, 59.34, 56.60 และ 58.19 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ไม่แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (0.69 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 2.31 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 53.05 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) สอดคล้องกับ โอภาส และคณะ (2543) ที่รายงานว่า เมื่อเสริมมันเส้นทดแทนข้าวโพดเพิ่มขึ้น (0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์) ในสูตรอาหารโครีดนม ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (15.20, 16.10 และ 16.60 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 4.00, 4.20 และ 3.90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ตามลำดับ) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Chanjula และคณะ (2005) ที่รายงานว่า การเสริมยูเรียร่วมกับมันเส้นในระดับที่สูงขึ้นในสูตรอาหารแพะ โดยใช้ยูเรีย 0 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 30 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 1 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 40 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 50 เปอร์เซ็นต์ และ ยูเรีย 3 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารข้นและอาหารหยาบที่แพะกินได้ทั้งหมด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.69-0.70 กิโลกรัม-วัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 3.14-3.35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 68.05-72.60 กรัมวัตถุแห้งต่อ-กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน

ตารางที่ 4 ปริมาณการกินได้ของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทด-แทนข้าวโพดในระดับต่างๆ

ปริมาณการกินได้	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
หญ้าเนเปียร์						
กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.011
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	0.90	0.89	0.88	0.95	0.95	0.039
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	20.99	21.02	20.79	22.24	22.38	0.898
อาหารข้น						
กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	0.48	0.50	0.47	0.47	0.40	0.028
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	1.62	1.61	1.52	1.57	1.36	0.092
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	37.39	38.32	35.81	35.95	30.67	2.191
รวม						
กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	0.75	0.78	0.75	0.76	0.69	0.029
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	2.52	2.50	2.40	2.51	2.31	0.102
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	58.38	59.34	56.60	58.19	53.05	2.266

ปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้

ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) พบว่าปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุจากหญ้าเนเปียร์ในแพะทั้ง 5 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยอยู่ในช่วง 0.25-0.27 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 19.51-21.67 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ในทำนองเดียวกัน ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุจากอาหารข้นของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยอยู่ในช่วง 0.40-0.47 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 30.64-36.42 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ส่วนปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุทั้งหมด (หญ้าเนเปียร์และอาหารข้น) ในแพะทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.67-0.73 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 52.02-56.63 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุของแพะ ในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ ปิ่น และคณะ (2549) ที่ใช้มันเส้น 30, 40, 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับยูเรีย 0, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารข้นสำหรับแพะที่ได้รับหญ้า-

เนเปียร์สดแบบเต็มที่ และพบว่า ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุจากหญ้าเนเปียร์และอาหารข้นในแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 0.63-0.67 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน (P>0.05)

ตารางที่ 5 ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุ	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
หญ้าเนเปียร์						
กรัม/ตัว/วัน	253.02	256.89	258.00	269.69	271.06	10.680
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	20.75	19.51	19.79	21.67	21.38	0.856
อาหารข้น						
กรัม/ตัว/วัน	445.71	473.06	448.60	452.66	396.55	23.498
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	35.03	36.42	34.13	34.96	30.64	1.842
รวม						
กรัม/ตัว/วัน	698.73	729.94	706.60	722.35	667.61	24.527
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	55.78	55.93	53.92	56.63	52.02	1.927

ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้

ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้ของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดและอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) พบว่า แพะทั้ง 5 กลุ่มมีปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากหญ้าเนเปียร์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยอยู่ในช่วง 27.44-28.91 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 2.05-2.22 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ส่วนปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้น พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้น 66.78 และ 58.94 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 5.16 และ 4.56 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่การทดแทนข้าวโพดด้วยมันเส้น 100 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารข้นมีผลทำให้แพะได้รับโปรตีนรวมจากอาหารข้นต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ (73.77, 75.46 และ 76.41 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 6.03, 5.80 และ 5.82 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารข้น มีแนวโน้มทำให้แพะกินอาหารข้นได้ลดลง ประกอบกับระดับ

โปรตีนรวมในสูตรอาหารที่ลดลง (ตารางที่ 4) จึงส่งผลต่อปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้น และยังมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากหญ้าเนเปียร์และอาหารข้น (87.63 กรัมต่อตัว-ต่อวัน หรือ 6.77 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ (104.30, 102.75 และ 103.85 กรัม-ต่อตัวต่อวัน หรือ 8.15, 7.89 และ 7.87 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

ปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวม	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
หญ้าเนเปียร์						
กรัม/ตัว/วัน	27.53	27.69	27.44	28.91	28.69	1.217
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	2.12	2.09	2.05	2.22	2.21	0.091
อาหารข้น						
กรัม/ตัว/วัน	73.77[a]	75.46[a]	76.41[a]	66.78[ab]	58.94[b]	3.402
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	6.03[a]	5.80[ab]	5.82[ab]	5.16[bc]	4.56[c]	0.276
รวม						
กรัม/ตัว/วัน	104.30[a]	102.75[a]	103.85[a]	95.69[ab]	87.63[b]	3.504
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	8.15[a]	7.89[a]	7.87[a]	7.38[ab]	6.77[b]	0.280

[a, b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสที่กินได้

ปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสที่กินได้ของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 7 พบว่า แพะทุกกลุ่มมีปริมาณผนังเซลล์และปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากหญ้าเนเปียร์ อยู่ในช่วง 221.11-234.84 และ 117.09-126.19 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 16.77-18.04 และ 9.01-9.71 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณผนังเซลล์และปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากอาหารข้นอยู่ในช่วง 83.09-101.61 และ 34.82-43.76 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 6.43-7.99 และ 2.72-3.38 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอ-

ลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสที่กินได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 317.54-334.42 และ 151.91-168.44 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 23.94-25.58 และ 11.79-12.98 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สาเหตุที่แพะทั้ง 5 กลุ่มมีปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสที่กินได้ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากโดยทั่วไปสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับเยื่อใยจากอาหารหยาบเป็นหลัก ดังนั้นเมื่ออาหารหยาบที่แพะทั้ง 5 กลุ่มกินได้มีปริมาณไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) จึงทำให้ปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสที่แพะได้รับจากอาหารไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 7 ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

ปริมาณการกินได้	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
ผนังเซลล์						
หญ้าเนเปียร์						
กรัม/ตัว/วัน	221.11	224.20	224.63	234.84	234.45	14.444
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	17.03	16.98	16.77	18.00	18.04	0.740
อาหารข้น						
กรัม/ตัว/วัน	101.61	101.05	94.78	99.58	83.09	7.392
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	7.99	7.76	7.17	7.58	6.43	0.580
รวม						
กรัม/ตัว/วัน	322.72	325.25	320.41	334.42	317.54	11.512
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	25.02	24.74	23.94	25.58	24.47	0.888
ลิกโนเซลลูโลส						
หญ้าเนเปียร์						
กรัม/ตัว/วัน	117.09	119.05	119.97	124.68	126.19	4.903
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	9.06	9.08	9.01	9.60	9.71	0.384
อาหารข้น						
กรัม/ตัว/วัน	34.82[b]	38.50[ab]	42.24[a]	43.76[a]	38.37[ab]	2.113
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	2.72	2.95	3.21	3.38	2.96	0.164
รวม						
กรัม/ตัว/วัน	151.91	157.55	162.21	168.44	164.56	5.044
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	11.79	12.03	12.23	12.98	12.67	0.403

[a, b]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ แสดงดังตารางที่ 8 พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 76.52, 77.34, 76.04, 75.23 และ 75.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ 77.84, 78.68, 77.64, 76.94 และ 76.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม 74.48, 74.20, 75.26, 73.00 และ 72.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

สัมประสิทธิ์การย่อยได้	**ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)**					**SEM**
(เปอร์เซ็นต์)	**0**	**25**	**50**	**75**	**100**	
วัตถุแห้ง	76.52	77.34	76.04	75.23	75.08	0.685
อินทรียวัตถุ	77.84	78.68	77.64	76.94	76.82	0.673
โปรตีนรวม	74.48	74.20	75.26	73.00	72.45	0.913
ผนังเซลล์	61.75 ^{a}	61.44 ^{ab}	58.81 ^{bc}	58.41 ^{c}	59.99 ^{abc}	0.876
ลิกโนเซลลูโลส	54.83 ^{a}	55.95 ^{a}	52.94 ^{ab}	50.01 ^{b}	53.44 ^{ab}	1.142
โภชนะรวมที่ย่อยได้	58.08	62.84	59.01	58.40	54.88	2.151

$^{a, b,c}$ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สำหรับสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส พบว่า การเสริมมันเส้นทดแทนข้าวโพดสูงขึ้นในสูตรอาหาร มีแนวโน้มทำให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสลดลง ในทำนองเดียวกัน เมธา และคณะ (2534) อ้างโดย เมธา และคณะ (2547) รายงานว่า เมื่อใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารกระบือปลัก ส่งผลให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ (67.20, 66.90, 64.90 61.30 และ 58.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส (55.70, 57.30, 53.40, 51.50 และ 50.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การลดลงของสัมประสิทธ์การย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด อาจเนื่องมาจากมันเส้นประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่มีอัตราการย่อยสลาย

ในกระเพาะรูเมนได้เร็วกว่าข้าวโพด (กฤตพล และคณะ, 2534 อ้างโดย เมธา และคณะ, 2547; Veasilp and Mikled, 2001; Chanjula *et al*., 2003) เมื่อใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารในระดับที่สูงขึ้น แป้งที่ย่อยสลายอย่างรวดเร็วอาจทำให้สภาวะความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนลดลง ส่งผลต่อการทำงานของแบคทีเรียที่ย่อยสลายเยื่อใย (cellulolytic bacteria) (Merten and Loften, 1980; Hoover, 1986) อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์โภชนะรวมที่ย่อยได้ในแพะทั้ง 5 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 54.88-62.84 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้และโปรตีนรวมที่ย่อยได้ของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 516.54-573.80 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 39.65-41.97 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากหญ้าเนเปียร์และอาหารข้น (ตารางที่ 5) และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของแพะทั้ง 5 กลุ่ม (ตารางที่ 8) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับการศึกษาของปิ่น และคณะ (2549) ที่รายงานว่า เมื่อเสริมอาหารข้นที่มีระดับยูเรีย (0, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับมันเส้นในระดับที่เพิ่มสูงขึ้น (30, 40, 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์) ในอาหารข้นสำหรับแพะ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และเมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ พบว่า ปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้บนฐานกรัมต่อตัวต่อวันในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ (77.79, 76.34 และ 78.01 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (64.00 กรัมต่อตัวต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้บนฐานกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ 5.62 และ 5.63 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (4.42 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เนื่องจากปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 6) จึงส่งผลให้ปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ในแพะกลุ่มนี้ต่ำลงด้วย

ตารางที่ 9 ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และโปรตีนรวมที่ย่อยได้ของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

โภชนะที่ย่อยได้	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
อินทรียวัตถุที่ย่อยได้						
กรัม/ตัว/วัน	544.18	573.80	547.28	553.52	516.54	19.954
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	39.65	41.97	40.12	40.58	39.68	1.296
โปรตีนรวมที่ย่อยได้						
กรัม/ตัว/วัน	77.79 [a]	76.34 [a]	78.01 [a]	69.48 [ab]	64.00 [b]	2.789
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	5.62 [a]	5.03 [ab]	5.63 [a]	4.90 [ab]	4.42 [b]	0.280

[a, b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สมดุลไนโตรเจนและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลของไนโตรเจนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) พบว่า แพะทั้ง 5 กลุ่ม มีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากหญ้าเนเปียร์สดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.07-4.28 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.29-0.33 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหารข้น พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหารข้น 11.26, 11.63 และ 11.68 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.90, 0.89 และ 0.87 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (8.97 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.68 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณอาหารข้นที่กินได้ ซึ่งแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ กินอาหารข้นได้ต่ำสุด จึงส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหารข้นต่ำกว่าแพะกลุ่มอื่น อย่างไรก็ตาม ปริมาณไนโตรเจนที่แพะได้รับจากอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 75 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณไนโตรเจนรวมที่แพะได้รับจากอาหารข้นและอาหารหยาบ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ได้รับไนโตรเจนรวมจากอาหาร 15.40, 15.74 และ 15.75 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 1.21, 1.19 และ 1.16 กรัมต่อกิโลกรัม-

น้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (13.25 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 1.01 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก-ต่อตัวต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาจเนื่องมาจาก แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของปริมาณอาหารที่กินได้ ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนต่ำ จึงส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหาร

ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มขับไนโตรเจนทางมูลและปัสสาวะลดลง และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ขับออกต่อไนโตรเจนที่กินของแพะทั้ง 4 กลุ่มดังกล่าวมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้ข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจากในสูตรอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดมีการเสริมยูเรีย (0.50-1.75 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว ประกอบกับมันเส้นเป็นแหล่งของแป้งที่สามารถย่อยสลายได้เร็ว และเมื่อมีแหล่งของไนโตรเจนจะทำให้เกิดความสมดุลของพลังงานและโปรตีน ทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนในอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพและขับไนโตรเจนออกลดลง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาสมดุลไนโตรเจนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีสมดุลไนโตรเจน 7.25 และ 7.75 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.53 และ 0.57 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มัน-เส้นทดแทนข้าวโพด 0, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (5.82, 5.56 และ 5.50 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.42, 0.41 และ 0.42 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25-50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารร่วมกับการเสริมยูเรีย 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนได้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะมีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายสมดุลกับแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ประกอบในสูตรอาหาร แต่การใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับที่สูงขึ้น (75-100 เปอร์เซ็นต์) อาจทำให้คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้เร็วในสูตรอาหารมีสูงเกินไป ไม่สมดุลกับแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ประกอบในสูตรอาหาร (ยูเรียในสูตรอาหารที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 1.5 และ 1.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) จึงทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจนลดลง ซึ่งปิ่น และคณะ (2549) รายงานว่า การเสริมยูเรีย 0, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับมันเส้น 30, 40, 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์-สด ส่งผลให้สมดุลไนโตรเจนในแพะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับยูเรียและมันเส้นที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น

การใช้มันเส้นในสูตรอาหารแพะจึงต้องคำนึงถึงแหล่งและระดับของไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนที่เหมาะสมในสูตรอาหารด้วย

ตารางที่ 10 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจน	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ						
หญ้าเนเปียร์						
กรัม/ตัว/วัน	4.14	4.11	4.07	4.20	4.28	0.195
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.30	0.30	0.29	0.31	0.33	0.014
อาหารข้น						
กรัม/ตัว/วัน	11.26 ^{a}	11.63 ^{a}	11.68 ^{a}	10.36 ^{ab}	8.97 ^{b}	0.549
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.90 ^{a}	0.89 ^{a}	0.87 ^{ab}	0.76 ^{bc}	0.68 ^{c}	0.039
รวม						
กรัม/ตัว/วัน	15.40 ^{a}	15.74 ^{a}	15.75 ^{a}	14.56 ^{ab}	13.25 ^{b}	0.519
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	1.21 ^{a}	1.19 ^{ab}	1.16 ^{ab}	1.07 ^{bc}	1.01 ^{c}	0.040
ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก						
มูล						
กรัม/ตัว/วัน	4.64 ^{ab}	4.84 ^{a}	4.60 ^{ab}	4.51 ^{ab}	4.11 ^{b}	0.213
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.34	0.36	0.33	0.33	0.31	0.015
ปัสสาวะ						
กรัม/ตัว/วัน	5.10 ^{a}	3.64 ^{b}	3.29 ^{b}	4.09 ^{ab}	3.56 ^{b}	0.392
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.35	0.27	0.24	0.36	0.27	0.036
รวม						
กรัม/ตัว/วัน	9.74 ^{a}	8.48 ^{ab}	7.89 ^{b}	8.60 ^{ab}	7.67 ^{b}	0.489
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.69 ^{a}	0.63 ^{ab}	0.57 ^{b}	0.69 ^{ab}	0.58 ^{b}	0.035
ไนโตรเจนที่ขับออก/ไนโตรเจนที่กิน (เปอร์เซ็นต์)	63.60 ^{a}	54.61 ^{bc}	49.87 ^{c}	60.00 ^{ab}	58.03 ^{ab}	2.638
สมดุลไนโตรเจน						
กรัม/ตัว/วัน	5.82 ^{b}	7.25 ^{a}	7.75 ^{a}	5.56 ^{b}	5.50 ^{b}	0.473
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.42 ^{b}	0.53 ^{a}	0.57 ^{a}	0.41 ^{b}	0.42 ^{b}	0.035

$^{a, b, c}$ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

นิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11) พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) มีค่าอยู่ในช่วง 6.84-7.03 ส่วนความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 6.22-6.36 และค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 6.53-6.65 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่มนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (เมธา, 2533) และเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ซึ่งสามารถย่อยเยื่อใยและโปรตีนได้ดี (Hoover, 1986) แสดงให้เห็นว่า การใช้มันเส้นในระดับที่สูงขึ้นทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของแพะ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง ในช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดต่ำลงในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหาร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อาจเนื่องจากภายหลังจากที่สัตว์ได้รับอาหาร มีกระบวนการหมักย่อยอาหารเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ ซึ่งสามารถละลายน้ำและมีคุณสมบัติในการจับปล่อยโปรตอน (H^+) ได้ (Forbes and France, 1993) จึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนลดลง

ส่วนความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในแพะทั้ง 5 กลุ่ม ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 11.28-15.36 และ 12.86-22.29 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ทั้ง 2 ช่วงเวลาเท่ากับ 12.33-18.83 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในการศึกษาครั้งนี้ มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับมันเส้นที่ใช้ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นในระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สอดคล้องกับ Fadel และคณะ (1987) ที่รายงานว่า ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนอาจลดลงได้เมื่อมีการเสริมกากน้ำตาลและแป้งในอาหาร อย่างไรก็ตาม ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนในแพะทั้ง 5 กลุ่มในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติ (10-30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) ซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ (Perdok and Leng, 1990)

ตารางที่ 11 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหย-ได้ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
ค่าความเป็นกรด-ด่าง						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	6.86	6.84	7.03	6.88	6.87	0.061
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	6.36	6.22	6.26	6.23	6.31	0.055
ค่าเฉลี่ย	6.61	6.53	6.65	6.55	6.59	0.044
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	14.50^{ab}	15.36^{a}	12.28^{ab}	11.28^{b}	11.79^{b}	1.058
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	17.85^{ab}	22.29^{a}	17.13^{ab}	18.15^{ab}	12.86^{b}	1.854
ค่าเฉลี่ย	16.18^{ab}	18.83^{a}	14.71^{bc}	14.72^{bc}	12.33^{c}	1.062
กรดไขมันที่ระเหยได้ ทั้งหมด (มิลลิโมล/ลิตร)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	73.00	73.90	69.60	79.20	76.30	4.472
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	78.00	82.30	80.30	79.20	76.30	4.235
ค่าเฉลี่ย	75.50	78.10	75.00	79.20	76.30	4.584
กรดอะซิติก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	64.80	63.90	63.20	65.30	67.20	2.546
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	67.50	65.40	66.00	66.80	67.20	1.896
ค่าเฉลี่ย	66.20	64.70	64.60	66.10	67.20	2.328
กรดโพรพิโอนิก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	17.90	19.80	18.90	18.80	17.70	1.565
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	19.60	20.40	19.50	18.50	20.20	2.151
ค่าเฉลี่ย	18.80	20.10	19.20	18.70	19.00	1.868
กรดบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	14.20	14.70	15.10	14.20	14.70	1.493
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	15.20	15.60	17.10	16.00	12.40	2.451
ค่าเฉลี่ย	14.70	15.20	16.10	15.10	13.60	2.066
กรดอะซิติก:กรดโพรพิโอนิก						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	3.80	3.30	3.50	3.60	3.80	1.253
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	3.30	3.10	3.20	3.50	3.30	0.965
ค่าเฉลี่ย	3.50	3.20	3.40	3.50	3.60	1.032

$^{a, b, c}$ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ ปริมาณกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรด-บิวทีริก และสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ พบว่า กรดไขมันที่ระเหย-ได้ทั้งหมดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 69.60-79.20 และ 76.30-82.30 มิลลิ-โมลต่อลิตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดของแพะทั้ง 5 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 75.00-79.20 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อพิจารณาปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้แต่ละชนิด พบว่า กรดอะซิติกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร อยู่ในช่วง 63.20-67.20 และ 65.40-67.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของกรดอะซิติกในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม อยู่ในช่วง 64.60-67.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ในทำนองเดียวกัน กรดโพรพิโอนิกและกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดโพรพิโอนิกและกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยของกรดโพรพิโอนิกและกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนของแพะ อยู่ในช่วง 18.70-20.10 เปอร์เซ็นต์ และ 13.60-16.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด ปริมาณกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริก ในกระเพาะรูเมนของแพะมีค่าเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหาร สอดคล้องกับ Wanapat (2000) ที่รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นและถึงจุดสูงสุดหลังการให้อาหาร 2-4 ชั่วโมง สำหรับสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า สัดส่วนของกรดอะซิติกและกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมน อยู่ในช่วง 3.30-3.80, 3.10-3.50 และ 3.20-3.60 ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับ Nocek และ Tamminga (1991) ที่รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด ปริมาณกรดอะซิติก และกรดโพรพิโอนิกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโครีดนม ที่ได้รับอาหารที่ใช้มันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบ มีค่าไม่แตกต่างจากโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้ข้าวโพดและข้าวบาร์เลย์เป็นส่วนประกอบ (P>0.05) ซึ่งความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะแปรผันอยู่ในช่วง 70-150 มิลลิโมลต่อลิตร หรือประมาณ 5-10 กรัมต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอาหารและระยะเวลาหลังการให้อาหารมื้อนั้น นอกจากนี้สัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้แต่ละชนิดจะแปรผัน โดยกรดที่มีมากที่สุด คือ กรด-อะซิติก สัตว์ที่ได้รับอาหารหยาบที่มีเยื่อใยสูง จะมีกรดอะซิติกในกระเพาะรูเมน 60-70 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อสัดส่วนของอาหารข้นเพิ่มขึ้นกรดอะซิติกจะลดลง ในขณะที่กรดโพรพิโอนิกจะเพิ่มขึ้น โดย

กรดโพรพิโอนิกมีประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ หากสัตว์ได้รับอาหารข้นสูงจะมีสัดส่วนของกรด-โพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนสูง ซึ่งกรดโพรพิโอนิกมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลในเลือด และใช้สังเคราะห์น้ำตาลในนม ส่วนกรดบิวทีริกมีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นเบตา-ไฮดรอกซีบิวทีเรท (ß-hydroxybutyrate) ในระหว่างการดูดซึมที่ผนังกระเพาะรูเมน เพื่อใช้สังเคราะห์ไขมันในต่อมน้ำนม และเนื้อเยื่อไขมัน (บุญล้อม, 2541)

จำนวนแบคทีเรีย โปรโตซัว และซูโอสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ (ตารางที่ 12) พบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่มที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารอยู่ในช่วง 0.80-1.60 x 10^{10} และ 0.91-1.31 x 10^{10} เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด อยู่ในช่วง 0.99-1.41 x 10^{10} เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งสูงกว่าจำนวนแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนของโครีดนมที่ได้รับฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารที่ใช้มันเส้น 40, 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับยูเรีย 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ที่มีจำนวน 0.4-0.7 x 10^{10} เซลล์ต่อมิลลิลิตร (เมธา และคณะ, 2547) สำหรับประชากรโปรโตซัวทั้งหมด พบว่า จำนวนโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่มที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารอยู่ในช่วง 2.16-3.56 x 10^{6} และ 2.65-3.58 x 10^{6} เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยจำนวนประชากรโปรโตซัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.41-3.57 x 10^{6} เซลล์ต่อมิลลิลิตร และจำนวนประชากรของโปรโตซัวมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระดับมันเส้นที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เนื่องจากมีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้รวดเร็วโดยเฉพาะแป้งเพิ่มขึ้น ซึ่งการเสริมแป้งในสูตรอาหารช่วยพัฒนาการเจริญเติบโตของโปรโตซัว (Chamberlain *et al*., 1985; Jouany, 1988) และหากอาหารปราศจากแป้งความหนาแน่นของโปรโตซัวและอัตราการย่อยอาหารจะลดลง (Coleman, 1986) อย่างไรก็ตาม จำนวนประชากรโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนของแพะในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Chanjula และคณะ (2005) ที่รายงานว่า การเสริมยูเรียร่วมกับมันเส้นในระดับที่สูงขึ้นในสูตรอาหารแพะ โดยใช้ยูเรีย 0 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 30 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 1 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 40 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 50 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 3 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 60 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้จำนวนประชากรโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.87-3.92 x 10^{6} เซลล์ต่อมิลลิลิตร แต่จำนวนโปรโตซัวจากการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าจำนวนโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนของโครีดนมที่ได้รับฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารที่ใช้มันเส้น 40, 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับยูเรีย 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ที่มีจำนวน 3.5-7.2 x 10^{5} เซลล์ต่อมิลลิลิตร (เมธา และคณะ, 2547) ซึ่งจำนวนโปรโตซัวมีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน โดยหากระดับแอมโมเนีย-

ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจาก 20 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร เป็น 80 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร จำนวนโปรโตซัวจะเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า แต่หากระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เพิ่มสูงขึ้นเป็น 200 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร จะส่งผลให้จำนวนประชากรโปรโตซัวลดลง (Kanjanapruthipong and Leng, 1998) และจากการศึกษาของ Owens และคณะ (1998) รายงานว่า โปรโตซัวสามารถกลืนกินเม็ดแป้งและกลูโคสแล้วเก็บสะสมไว้ในรูปโพลีแซกคาไรด์ (polysaccharides) ในเซลล์ของโปรโตซัวเอง ซึ่งช่วยชะลอการหมักแป้งไม่ให้เกิดอย่างรวดเร็วป้องกันไม่ให้เกิดความเป็นกรดในกระเพาะรูเมน ส่งผลให้จุลินทรีย์ย่อยเยื่อใยลดลง

ในส่วนของจำนวนซูโอสปอร์ของเชื้อราพบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนซูโอสปอร์เชื้อราในกระเพาะรูเมนก่อนให้อาหารสูงสุด (1.31×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ (0.80×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนจำนวนซูโอสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมน ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของจำนวนซูโอสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม อยู่ในช่วง 1.41-1.91 $\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 1.15-1.41 $\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งจำนวนซูโอสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนของแพะในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Chanjula และคณะ (2005) ที่รายงานว่า การเสริมยูเรียร่วมกับมันเส้นในระดับที่สูงขึ้นในสูตรอาหารแพะ โดยใช้ยูเรีย 0 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 30 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 1 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 40 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 50 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 3 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 60 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนประชากรซูโอสปอร์ของเชื้อราอยู่ในช่วง 2.07-2.89 $\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร อย่างไรก็ตาม จำนวนซูโอสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนของแพะจากการศึกษาครั้งนี้และการศึกษาของ Chanjula และคณะ (2005) สูงกว่าจำนวนซูโอสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนของโครีดนมที่ได้รับฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารที่ใช้มันเส้น 40, 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับยูเรีย 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ที่มีจำนวน 7.5-18.6 $\times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (เมธา และคณะ, 2547)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของจำนวนแบคทีเรีย โปรโตซัว และซูโอสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนของแพะในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.99-1.41 $\times 10^{10}$, 2.41-3.57 $\times 10^6$ และ 1.15-1.41 $\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนสูงกว่าจำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของโครีดนมซึ่งอยู่ในช่วง 0.4-0.7 $\times 10^{10}$, 3.5-7.2 $\times 10^5$ และ 7.5-18.6 $\times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (เมธา และคณะ, 2547) อาจส่งผลให้แพะสามารถย่อยและใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีเยื่อใยสูงได้ดีกว่าแกะและโค (Devendra, 1978 อ้างโดย สมเกียรติ, 2528)

ตารางที่ 12 จำนวนแบคทีเรีย โปรโตซัว และซูโอสปอร์เชื้อราในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

ฉุลินทรีย์	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
แบคทีเรียทั้งหมด ($x10^{10}$ เซลล์/มิลลิลิตร)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	1.60	1.40	1.40	1.50	0.80	1.359
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	1.20	1.31	1.10	0.91	1.10	0.050
ค่าเฉลี่ย	1.41	1.35	1.30	1.21	0.99	1.651
โปรโตซัวทั้งหมด ($x10^{6}$ เซลล์/มิลลิลิตร)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	2.16	3.04	2.99	3.08	3.56	1.521
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	2.65	2.78	3.18	3.25	3.58	3.254
ค่าเฉลี่ย	2.41	2.90	3.08	3.17	3.57	1.123
ซูโอสปอร์เชื้อราทั้งหมด ($x10^{6}$ เซลล์/มิลลิลิตร)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	0.80^{b}	1.31^{a}	1.10^{ab}	0.91^{ab}	1.00^{ab}	0.106
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	1.91	1.60	1.51	1.41	1.41	1.562
ค่าเฉลี่ย	1.35	1.35	1.41	1.15	1.21	1.202

$^{a, b}$ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เมแทบอไลท์ในเลือด

ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ (ตารางที่ 13) พบว่า ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของแพะทั้ง 5 กลุ่มที่เวลา 0 ชั่วโมงมีค่าอยู่ในช่วง 26.88-29.33 เปอร์เซ็นต์ และปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ที่ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 26.60-29.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ทั้ง 2 ช่วงการศึกษา พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น 28.58, 28.83 และ 28.61 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ (26.94 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของเลือดแพะในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติ (22-38 เปอร์เซ็นต์) (Jain, 1993) ซึ่งปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นหรือค่าฮีมาโตคริต (hematocrit) เป็นดัชนีที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้วินิจฉัยว่า สัตว์มีความผิดปกติของเลือดหรือไม่ โดยหากปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นต่ำกว่าค่าปกติ สัตว์จะมีอาการของโรคโลหิตจาง (anemia)

ในทางตรงกันข้ามหากปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นสูงกว่าค่าปกติ สัตว์จะมีอาการของโรคโพลีซัยธีเมีย (polycythemia) ซึ่งเกิดจากการสร้างเม็ดเลือดแดงที่มากผิดปกติ (ไชยณรงค์, 2541) ในการศึกษาครั้งนี้มีการเสริมยูเรีย 0.50-1.75 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นที่เสริมให้แก่แพะ ซึ่ง NRC (1988) แนะนำให้ใช้ยูเรียในระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง หรือ 30 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ในขณะที่ ARC (1980) รายงานว่า สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้ยูเรียได้ถึง 0.5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว โดยไม่ก่อให้เกิดพิษ อย่างไรก็ตาม ระดับการใช้ยูเรียในอาหารขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ระยะการให้สัตว์ได้ปรับตัว และระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่าย ซึ่งหากสูตรอาหารมีความสมดุลกันของโปรตีนและพลังงาน ก็สามารถใช้ยูเรียในระดับสูงได้ โดยไม่ส่งผลกระทบหรือเป็นพิษต่อสัตว์ ซึ่งอาการเป็นพิษของยูเรียในสัตว์เคี้ยวเอื้อง คือ กล้ามเนื้อและผิวหนังมีอาการสั่น กระตุก น้ำลายไหล ถ่ายปัสสาวะและอุจจาระบ่อยๆ รวมทั้งมีการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Lloyd, 1986 อ้างโดย ปิ่น และวันวิศาข์, 2549) ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ระดับยูเรียที่ใช้เสริมในอาหารไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในแพะ สอดคล้องกับ Chanjula และคณะ (2005) ที่รายงานว่า สามารถใช้ยูเรียได้ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับมันเส้น 60 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นสำหรับแพะโดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น

สำหรับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 20.30-21.43 และ 22.96-25.35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 21.74-23.06 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะจากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะ (11.2-27.7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) (Lloyd, 1982) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหารสอดคล้องกับ Eggum (1970) ที่รายงานว่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดจะเพิ่มสูงสุดภายใน 3 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร ซึ่งความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด สัมพันธ์กับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน กล่าวคือ เมื่อมีการย่อยสลายโปรตีนได้เป็นแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ซึ่งถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมน หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระแสเลือด ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนหลังการให้อาหารมีค่าสูง ก็จะส่งผลให้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดสูงตามไปด้วย (Higginbotham *et al*., 1989) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนสูงขึ้นหลังจากให้อาหาร 4 ชั่วโมง (ตารางที่ 11)

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด พบว่าความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดของแพะทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดก่อนให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 66.50-68.70 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 71.60-79.30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดมีค่าอยู่ในช่วง 69.40-73.90 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Chanjula และคณะ (2005) ที่รายงานว่า แพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สดเป็นอาหารหยาบ เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้น 30, 40, 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับยูเรีย 0, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดอยู่ในช่วง 69.47-73.82 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่ปกติ โดย Kaneko (1980) รายงานว่า ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดแพะที่บ่งบอกสภาวะสมดุลของพลังงานในร่างกายคือ 50-75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

ตารางที่ 13 ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	26.88	28.00	29.33	28.67	29.00	0.556
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	27.00	26.60	27.83	29.00	28.22	0.670
ค่าเฉลี่ย	26.94 [b]	27.30 [ab]	28.58 [a]	28.83 [a]	28.61 [a]	0.466
ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	21.43	20.30	21.40	20.58	20.50	0.804
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	22.96	23.16	24.70	23.84	25.35	0.998
ค่าเฉลี่ย	22.20	21.74	23.06	22.22	22.93	0.794
กลูโคส (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)						
0 ช.ม. ก่อนให้อาหาร	67.80	65.20	68.50	66.50	68.70	1.554
4 ช.ม. หลังให้อาหาร	73.80	73.60	79.30	74.30	71.60	2.393
ค่าเฉลี่ย	70.80	69.40	73.90	70.40	70.15	1.681

[a, b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะและปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

ผลการใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นต่อการขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะ ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน และปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด แสดงดังตารางที่ 14 พบว่า การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะของแพะที่ได้รับอาหารที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุด (3.42 มิลลิโมลต่อตัวต่อวัน) แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (3.04, 2.90, 2.97 และ 2.88 มิลลิโมลต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาบนฐานมิลลิโมลต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ มีปริมาณอนุพันธ์พิวรีนที่ขับออกในปัสสาวะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 - 0.25 มิลลิโมลต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่ารายงานของ Paengkoum และคณะ (2006) ที่พบว่า แพะพันธุ์ซาเนน (Saanen) เพศเมียที่ได้รับอาหารที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำ ผสมกากน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ โดยมีระดับยูเรีย 10, 20, 30, 40 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้งของทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำ ขับอนุพันธ์พิวรีนรวมในปัสสาวะ 2.84-6.60 มิลลิโมลต่อตัวต่อวัน ซึ่งโอภาส และทองสุข (2547) รายงานว่า การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะของสัตว์เคี้ยวเอื้องขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของสัตว์ พันธุ์สัตว์ แหล่งโปรตีน และระดับโปรตีนในอาหาร แหล่งพลังงานและระดับของพลังงานในอาหาร และปริมาณอาหารที่กินได้ โดยเมื่อปริมาณอาหารที่กินได้และโปรตีนที่ได้รับเพิ่มขึ้น การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์ได้รับไนโตรเจนจากอาหารเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณโปรตีนของจุลินทรีย์ที่ผลิตในกระเพาะรูเมนที่ไหลผ่านถูกย่อยและดูดซึมที่ลำไส้เล็กเพิ่มขึ้น จึงมีการขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะเพิ่มขึ้น การมีอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะเพิ่มขึ้นหมายถึง จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถสังเคราะห์โปรตีนได้เพิ่มขึ้น (โอภาส และทองสุข, 2547) ส่งผลให้จำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น การย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบดีขึ้น (Hoover and Stokers, 1991)

สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนพบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนสูงสุด คือ 0.41 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (0.37, 0.36, 0.37 และ 0.37 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งโอภาส และทองสุข (2547) รายงานว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้

ในกระเพาะรูเมนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของสัตว์ ในการศึกษาครั้งนี้ ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพด 25 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มสูงสุด (ตารางที่ 9) จึงส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของแพะมีค่าสูงสุด สำหรับปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 0.97-1.43 กรัมไนโตรเจนต่อวัน ($P>0.05$) หรือ 2.62-3.41 กรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน ($P>0.05$) ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Khamseekhiew (2005) ที่รายงานว่า แกะลูกผสมมาลิน (Malin) ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์แห้งแบบเต็มที่เสริมใบกระถินแห้ง 100 กรัมต่อตัวต่อวัน และอาหารข้น 50 กรัมต่อตัวต่อวัน มีปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน 0.90-1.01 กรัมไนโตรเจนต่อวัน หรือ 2.65-2.87 กรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน ซึ่งโอภาส และทองสุข (2547) รายงานว่า ปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์ได้รับ สภาพแวดล้อมในกระเพาะรูเมน ตลอดจนวิธีการวัดไนโตรเจนของจุลินทรีย์

ตารางที่ 14 การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะ ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน และปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สด เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ

พารามิเตอร์	ระดับมันเส้นทดแทนข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)					SEM
	0	25	50	75	100	
อนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะ						
อนุพันธ์พิวรีนรวม[1] (มิลลิโมล/ตัว/วัน)	3.04[b]	3.42[a]	2.90[b]	2.97[b]	2.88[b]	0.082
อนุพันธ์พิวรีนรวม (มิลลิโมล/กิโลกรัม/น้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน)	0.22	0.25	0.21	0.22	0.22	0.006
ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะ-รูเมน[2] (กิโลกรัม/วัน)	0.37[b]	0.41[a]	0.36[b]	0.37[b]	0.37[b]	0.009
ไนโตรเจนของจุลินทรีย์						
กรัมไนโตรเจน/วัน[3]	1.12	1.43	0.97	1.04	1.16	1.898
กรัมไนโตรเจน/กิโลกรัมอินทรียวัตถุที่ย่อย-ได้ในกระเพาะรูเมน	2.90	3.41	2.62	2.71	3.01	0.275

[a, b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[1] อนุพันธ์พิวรีนรวม คำนวณจากสมการ $y = 5.86x - 0.33$ ($R^2 = 0.99$) ; y = อนุพันธ์พิวรีนรวม (มิลลิโมล/ตัว/วัน) x = ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (Makkar and Chen, 2004)

[2] ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน = 0.65 x ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (กิโลกรัม/วัน) (ARC, 1984)

[3] ไนโตรเจนของจุลินทรีย์(กรัมไนโตรเจน/วัน) คำนวณจากสมการ $Y = 70X/(0.085 \times 0.83 \times 1000)$; เมื่อ X = อนุพันธ์พิวรีนที่ถูกดูดซึมที่ลำไส้ (มิลลิโมล/วัน), Y = การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนรวมในปัสสาวะ (มิลลิโมล/วัน) (Jetana *et al*., 2003a, b อ้างโดย โอภาส และทองสุข, 2547)