

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดและอาหารทดลอง

##### 4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการ proximate analysis และ detergent method ในห้องปฏิบัติการ พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด (seed coat and germ of corn, SCG) ประกอบด้วย วัตถุแห้ง (dry matter, DM) อินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) เถ้า (Ash) โปรตีนรวม (crude protein, CP) ไขมัน (ether extract, EE) เยื่อใยหยาบ (crude fiber, CF) ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทร็กต์ (nitrogen free extract, NFE) เยื่อใยที่ละลายในกรด (acid detergent fiber, ADF) และเยื่อใยที่ละลายในด่าง (neutral detergent fiber, NDF) เท่ากับ 89.04, 96.06, 3.94, 10.29, 1.38, 10.8, 73.59, 8.19 และ 51.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.1) โดยโภชนะทั้งหมดคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง (DM)

##### 4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

การทดลองนี้ใช้อาหารทดลอง 2 ส่วนประกอบด้วย อาหารหยาบซึ่งใช้เศษผัก จากโรงงาน คัดบรรจุ มูลนิธิโครงการหลวง และอาหารข้นซึ่งใช้เปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดทดแทน ข้าวโพดบดในระดับ 0, 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเศษผัก (vegetable wastes) ประกอบด้วย DM, OM, Ash, CP, EE, CF, NFE, ADF และ NDF เท่ากับ 6.93, 88.61, 11.39, 24.41, 5.44, 21.52, 37.24, 32.67 และ 27.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) โดยอาหารทดลองในกลุ่มที่ไม่ได้เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด (0% SCG) ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม (control) มีค่า DM, EE และ NFE สูงกว่ากลุ่มอื่น เท่ากับ 93.79, 4.32 และ 66.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาหารทดลองในกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด ในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ (20% SCG) มีค่า CP และ NDF สูงกว่ากลุ่มอื่น เท่ากับ 20.77 และ 43.62

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอาหารทดลองในกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพดในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ (40% SCG) มีค่า DM, Ash, CF และ ADF สูงกว่ากลุ่มอื่น เท่ากับ 89.65, 11.01, 7.75 และ 7.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ตาราง 4.1** องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพดและอาหารทดลอง (% ของวัตถุแห้ง)

**Table 4.1** Chemical composition of seed coat and germ of corn, roughage and diet of each group

Chemical composition (%)	Seed coat and germ of corn	Vegetable wastes	0% SCG	20% SCG	40% SCG
DM	89.04	6.93	87.9 <sup>a</sup>	88.51 <sup>b</sup>	89.65 <sup>c</sup>
Nutrients (%DM basis)					
OM	96.06	88.61	93.79 <sup>a</sup>	93.11 <sup>a</sup>	88.99 <sup>b</sup>
Ash	3.94	11.39	6.21 <sup>a</sup>	6.89 <sup>a</sup>	11.01 <sup>b</sup>
CP	10.29	24.41	19.3 <sup>a</sup>	20.77 <sup>b</sup>	19.79 <sup>a</sup>
EE	1.38	5.44	4.31 <sup>a</sup>	2.90 <sup>a</sup>	3.44 <sup>a</sup>
CF	10.8	21.52	3.69 <sup>a</sup>	3.92 <sup>a</sup>	7.75 <sup>b</sup>
NFE	73.59	37.24	66.8 <sup>a</sup>	65.52 <sup>a</sup>	58.01 <sup>b</sup>
ADF	8.19	32.67	5.79	6.75	7.73
NDF	51.00	27.02	27.32 <sup>a</sup>	43.62 <sup>b</sup>	31.40 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

#### 4.2 การใช้เปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพดต่อการย่อยได้และสมรรถภาพการผลิตของแพะรุ่น

##### 4.2.1 ปริมาณการกินได้ (feed intake)

แพะรุ่นหลังจากได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง (treatment) พบว่าปริมาณการกินได้ (feed intake) ของทุกกลุ่มมีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ดังตารางที่ 4.2) โดยปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งรวม (total dry matter intake) ของกลุ่มที่เสริม

เปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดในทั้ง 3 ระดับ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 911.37, 1,028.98 และ 1,091.17 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการกินได้ของ วัตถุดิบในอาหารหยาบ (roughage) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 547.84 และ 551.92 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริม เปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 482.75 กรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ของ วัตถุดิบในอาหารข้น (concentrate) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 546.23 และ 539.24 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริม เปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 363.53 กรัมต่อวัน เช่นเดียวกับปริมาณ การกินได้ของโปรตีนรวม (total crude protein intake) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะ ข้าวโพดในทั้ง 3 ระดับ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 203.89, 231.29 และ 241.44 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมในอาหารหยาบ (roughage) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 133.73 และ 134.72 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 117.84 กรัมต่อวัน ปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมในอาหารข้น (concentrate) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่า ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 113.45 และ 106.72 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ด และคัพภะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 70.16 กรัมต่อวัน

ปริมาณการกินได้ของเยื่อใยหยาบ (total crude fiber intake) ของทั้ง 3 กลุ่มมีค่าแตกต่าง กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 131.31, 125.30 และ 160.56 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการกินได้ของเยื่อใยในอาหารหยาบ (roughage) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและ คัพภะข้าวโพด 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 117.89 และ 118.77 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 103.89 กรัม ต่อวัน แต่ปริมาณการกินได้ของเยื่อใยในอาหารข้น (concentrate) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ด และคัพภะข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 41.79 กรัมต่อวัน รองลงมาคือกลุ่มที่เสริม เปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 21.41 กรัมต่อวัน และกลุ่มที่เสริมเปลือก เมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ ) เท่ากับ 13.41

กรัมต่อวัน นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การกินได้ต่อน้ำหนักตัว (percent dry matter intake per live weight, %DMI/BW) ของทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 3.74, 3.80 และ 3.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อัตราการเปลี่ยนน้ำหนัก (feed conversion ratio, FCR) (Kg DM/ Kg LW) ของทุกกลุ่มมีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 10.48 และ 10.43 ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 7.90

ตาราง 4.2 ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบของแพะที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร

Table 4.2 Dry matter intake (DMI) of goats fed different diets

	0% SCG	20% SCG	40% SCG
DMI (g DM/day)			
Roughage	547.84±207.86	482.75±218.63	551.92±164.64
Concentrate	363.53±187.93	546.23±104.48	539.24±89.38
DMI total (g/day)	911.37±389.22	1,028.98±202.77	1,091.17±130.64
CP intake (g DM/day)			
Roughage	133.73±50.74	117.84±53.37	134.72±40.19
Concentrate	70.16±36.27	113.45±21.70	106.72±17.69
Total CPI	203.89±85.60	231.29±49.12	241.44±32.51
CF intake (g DM/day)			
Roughage	117.89±44.71	103.89±47.05	118.77±35.43
Concentrate	13.41±6.93 <sup>a</sup>	21.41±4.09 <sup>a</sup>	41.79±6.93 <sup>b</sup>
Total CFI	131.31±51.27	125.30±45.60	160.56±31.66
%DMI/BW	3.74±0.77	3.80±0.48	3.88±0.77
FCR (kg DM/Kg LW)	10.48±4.66	7.90±1.37	10.43±2.86

<sup>a, b</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly ( $P<0.01$ )

#### 4.2.2 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG)

จากการวิเคราะห์โควาเรียนซ์ (Analysis of covariance) ของน้ำหนักเริ่มต้น (Initial weight) (kg) ในแพะรุ่นแต่ละกลุ่มการทดลอง พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (ดังตารางภาคผนวก 8) โดยกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่มเท่ากับ 20.40 ซึ่งหลังจากการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG) (ดังตารางที่ 4.3) ตลอดระยะเวลาในการทดลอง ทั้ง 3 กลุ่ม มีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) โดยกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 132.69 และ 110.27 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 136.5 กรัมต่อวัน เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงการทดลอง (period) (ดังตารางที่ 4.4) พบว่า ADG ของแต่ละกลุ่ม มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) โดยกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของ ADG สูงกว่ากลุ่มอื่นในช่วงที่ 2 เท่ากับ 191.25 กรัมต่อวัน และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของ ADG สูงกว่ากลุ่มอื่นในช่วงที่ 1, 3, 4 และ 5 เท่ากับ 187.50, 183.25, 189.50 และ 102.00 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

ตาราง 4.3 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของแพะรุ่นทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง

Table 4.3 Average daily gain (ADG) of goats fed different diets (g/day)

	0% SCG	20% SCG	40% SCG
Initial weight (kg)	15.15±2.64	16.42±2.10	20.40±7.36
Final weight (kg)*	25.37±4.65	27.77±3.61	25.96±1.92
Live weight gain (kg)*	10.22±2.13	11.34±4.94	8.49±4.16
ADG (g/day)*	132.69±13.84	147.34±64.16	110.27±53.94

\* Adjusted with the effect of covariate

ตาราง 4.4 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของแพะรุ่นทั้ง 3 กลุ่มการทดลองในแต่ละช่วงการทดลอง

**Table 4.4** Average daily gain (ADG) of goats fed different diets of each period (g/day)

	ADG (g/day)		
Period 1	132.25±75.42	187.50±60.90	103.50±36.19
Period 2	191.25±119.89	85.75±58.93	146.50±33.37
Period 3	101.75±76.84	183.25±189.41	116.25±88.85
Period 4	110.75±72.05	189.50±133.85	169.75±53.11
Period 5	73.00±37.26	102.00±60.74	68.00±41.19

#### 4.2.3 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (digestibility coefficient) และปริมาณโภชนะย่อยได้ (digestible nutrient)

จากการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะของอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง (ดังตารางที่ 4.5) โดยวิธีดั้งเดิม (conventional method) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (digestibility coefficient) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการเสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพดในอาหารมากขึ้น โดยกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (dry matter digestibility coefficient, DDM) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter digestibility coefficient, DOM) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม (crude protein digestibility coefficient, DCP) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมัน (ether extract digestibility coefficient, DEE) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยหยาบ (crude fiber digestibility coefficient, DCF) และ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทร็กต์ (nitrogen free extract digestibility coefficient, DNFE) เท่ากับ 84.33, 85.74, 84.73, 78.66, 82.95 และ 87.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในด่าง (neutral detergent fiber

digestibility coefficient, DNDF) และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในกรด (acid detergent fiber digestibility coefficient, DADF) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) เท่ากับ 75.89 และ 80.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 71.3 และ 73.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 46.32 และ 56.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

#### ตาราง 4.5 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแต่ละกลุ่มการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)

Table 4.5 Digestibility coefficients of nutrients (%) in different diets

	0% SCG	20% SCG	40% SCG
DDM	84.33±7.37	80.38±5.61	73.15±4.02
DOM	85.74±7.50	81.78±5.95	74.91±4.03
DCP	84.73±8.12	81.82±5.54	79.23±3.94
DEE	78.66±9.82	75.75±5.49	68.2±6.92
DCF	82.95±12.59	77.03±7.25	66.19±6.87
DNDF	75.89±10.63 <sup>a</sup>	71.3±9.13 <sup>a</sup>	46.32±9.37 <sup>b</sup>
DADF	80.55±7.70 <sup>a</sup>	73.05±1.88 <sup>a</sup>	56.56±8.27 <sup>b</sup>
DNFE	87.64±5.77	83.01±7.19	76.07±3.88

<sup>a,b</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ )

ปริมาณโภชนะย่อยได้ของอาหารที่กิน (nutrient digestible intake, NDI) ของทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง (ดังตารางที่ 4.6) พบว่ามีแนวโน้มที่แตกต่างกัน โดยปริมาณไขมันย่อยได้ (ether extract digestible intake, DEEI) และปริมาณเยื่อใยที่ละลายในกรดย่อยได้ (acid detergent fiber digestible intake, DADFI) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เท่ากับ 33.78 และ 157.54 กรัมต่อวัน นอกจากนี้ ปริมาณวัตถุแห้งย่อยได้ (dry matter digestible intake, DDMI) ปริมาณอินทรีย์วัตถุย่อยได้ (organic

matter digestible intake, DOMI) ปริมาณไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทร็กต์ย่อยได้ (nitrogen free extract digestible intake, DNFEI) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพาะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 825.67, 764.75 และ 446.17 กรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่ปริมาณเยื่อใยที่ละลายในด่างย่อยได้ (neutral detergent fiber digestible intake, DNDFI) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพาะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) เท่ากับ 263.12 กรัมต่อวัน อีกทั้งปริมาณ โปรตีนย่อยได้ (protein digestible intake, DCPI) และปริมาณเยื่อใยย่อยได้ (crude fiber digestible intake, DCFI) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพาะข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 190.47 และ 166.36 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

**ตาราง 4.6** ปริมาณ โภชนะย่อยได้ของอาหารที่กินของแพะที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร (กรัม/วัน)

**Table 4.6** Nutrient digestible intake (NDI) of goats fed different diets (g/day)

	0% SCG	20% SCG	40% SCG
DDMI	754.64±301.06	825.67±159.40	794.54±59.71
DOMI	696.45±279.23	764.75±147.00	722.53±53.41
DCPI	169.41±66.28	189.03±39.66	190.47±18.51
DEEI	33.78±12.57	31.78±7.82	32.77±2.44
DCFI	106.14±39.54	97.77±39.52	106.36±23.94
DNDFI	181.65±70.35 <sup>a</sup>	263.12±55.50 <sup>a</sup>	145.12±13.92 <sup>b</sup>
DADFI	157.54±56.08	142.21±50.44	126.87±39.38
DNFEI	386.71±164.03	446.17±79.50	392.94±21.37

<sup>a, b</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ )



#### 4.2.4 โภชนะรวมย่อยได้ (total digestible nutrient, TDN) พลังงานรวม (gross energy, GE) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME)

เมื่อนำเอาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะที่ศึกษาโดยวิธีในตัวสัตว์ (*In vivo* digestibility) มาคำนวณค่าโภชนะรวมย่อยได้ (total digestibility nutrient, TDN) ด้วยสมการที่รวบรวมโดย บุญล้อม (2540) ค่าพลังงานรวม (gross energy, GE) และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) ของแพะตามสมการที่ได้เสนอโดย Dronchner *et al.* (2003) (ดังตารางที่ 4.7) พบว่าโภชนะรวมย่อยได้ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 80.8 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานรวม (GE) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 20.00 MJ/kg DM ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 11.77 และ 11.07 MJ/kg DM ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 12.16 MJ/kg DM

ตาราง 4.7 โภชนะรวมย่อยได้, พลังงานรวมและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของแพะที่ได้รับอาหาร

แต่ละสูตร

**Table 4.7** Total digestible nutrient (TDN), gross energy (GE) and metabolizable energy (ME) of goats fed different diets

	0% SCG	20% SCG	40% SCG
TDN (%)	80.80±7.97	76.73±5.23	70.26±4.15
GE (MJ/kg DM)	17.10±7.29	19.13±3.80	20.00±2.47
ME (MJ/kg DM)	11.07±4.42	12.15±2.34	11.77±0.82

#### 4.3 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (Gass production techniques)

##### 4.3.1 การวัดปริมาณแก๊สในการย่อยสลายของอาหารทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง

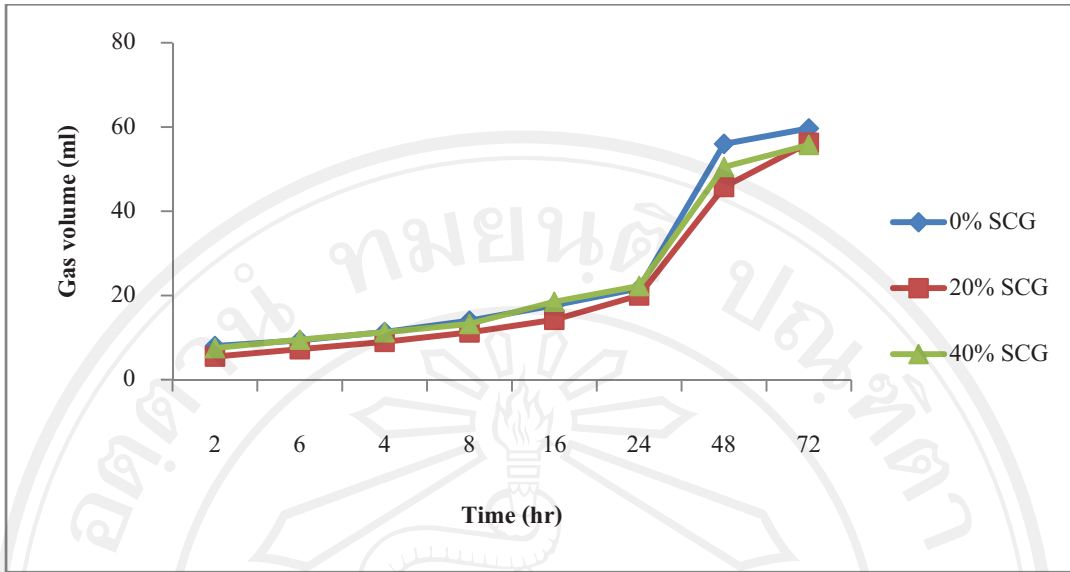
จากการวัดปริมาณแก๊สในการย่อยสลายอาหารที่ผสมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด ทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง (มิลลิลิตรต่อ 200 มิลลิกรัมของวัตถุแห้ง) โดยวิธี gas production technique (ดังตารางที่ 4.9 และ ภาพที่ 4.1) พบว่า มีแนวโน้มที่แตกต่างกัน โดยในช่วงชั่วโมงที่ 2 ถึง 16 และ ชั่วโมงที่ 48 ปริมาณแก๊สของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 7.33, 9.33, 11.00, 13.33, 18.33 และ 49.67 ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.00, 9.33, 11.33, 14.00, 17.67 และ 56.00 ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) เท่ากับ 5.33, 7.00, 8.67, 10.67, 13.33 และ 44.67 ตามลำดับ แต่ในชั่วโมงที่ 24 ปริมาณแก๊สของทั้ง 3 กลุ่ม มีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) โดยกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน เท่ากับ 21.67 และ 22.25 ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 20.00

ตาราง 4.8 ปริมาณแก๊สของอาหารทดลองแต่ละสูตรเมื่อหมักกับน้ำรูเมนภายในหลอดแก้วที่ชั่วโมงต่างๆ

**Table 4.8** Gas production of different diets fermented with rumen fluid *in vitro* at different times

hr	Gas production at different time (ml)		
	0% SCG	20% SCG	40% SCG
2	8.00±0.00 <sup>a</sup>	5.33±0.58 <sup>b</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>
4	9.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>b</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>
6	11.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.15 <sup>b</sup>	11.00±0.00 <sup>a</sup>
8	14.00±1.00 <sup>a</sup>	10.67±1.15 <sup>b</sup>	13.33±1.15 <sup>a</sup>
16	17.67±1.15 <sup>a</sup>	13.33±1.53 <sup>b</sup>	18.33±1.53 <sup>a</sup>
24	21.67±1.53	19.00±2.00	22.00±1.00
48	56.00±1.00 <sup>a</sup>	44.67±7.09 <sup>b</sup>	49.67±0.58 <sup>a</sup>
72	59.67±0.58	57.00±12.12	55.00±1.00

<sup>a, b</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ )



ภาพ 4.1 ปริมาณแก๊สของอาหารทดลองแต่ละสูตรเมื่อหมักกับน้ำรูเมนภายในหลอดแก้วที่ชั่วโมงต่างๆ

Figure 4.1 Gas production of different diets fermented with rumen fluid *in vitro* at different times

4.3.2 การหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter digestibility, OMD) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (net energy for lactation,  $NE_L$ ) โดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น

ผลการทดลองพบว่า ค่าแก๊สสุทธิ (gas production, GP) (ml) (ดังตารางที่ 4.9) ของอาหารทดลองทั้ง 3 สูตร ที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0, 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 43.21, 38.22 และ 44.76 มิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อนำค่าแก๊สที่เกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 24 คำนวณโดยใช้โปรแกรม NEWAY ตามสมการที่เสนอโดย Menke and Steingass (1988) พบว่า ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter digestibility, OMD) (%) ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) (MJ/kg DM) และค่าพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (net energy for lactation,  $NE_L$ ) (MJ/kg DM) ทุกกลุ่มมีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 66.51, 10.22 และ 6.13 ตามลำดับ ใกล้เคียงกับกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเท่ากับ 64.74, 10.28 และ

6.15 ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 57.72, 9.07 และ 5.27 ตามลำดับ

**ตาราง 4.9** ค่าแก๊สสุทธิ, การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ, พลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิเพื่อ  
การให้นมของอาหารทดลองแต่ละสูตรประเมิน โดยวิธีการวัดปริมาตรแก๊สที่ 24 ชั่วโมง

**Table 4.9** Gas production (GP), organic matter digestibility (OMD), metabolizable energy (ME) and net energy for lactation (NE<sub>L</sub>) of different diets estimated from gas production at 24 hour

	GP (ml)	OMD (%)	ME ----- (MJ/kg DM) -----	NE <sub>L</sub>
0% SCG	43.21±3.78	64.77±3.77	10.28±0.59	6.15±0.44
20% SCG	35.77±4.89	57.72±4.89	9.07±0.77	5.27±0.56
40% SCG	44.40±2.76	66.51±2.76	10.22±0.43	6.13±0.32

#### 4.4 การศึกษาการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique)

##### 4.4.1 การสลายตัวของวัตถุแห้งของการทดลองทั้ง 3 กลุ่มการทดลองในกระเพาะรูเมน ที่ชั่วโมงต่างๆ

จากการศึกษาเปรียบเทียบอาหารทดลองที่ผสมด้วยเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพดทดแทนการใช้ข้าวโพดทั้ง 3 สูตร โดยวิธีการใช้ถุงไนลอน เมื่อนำไปบ่มในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ชั่วโมงต่างๆ (ดังตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.2) พบว่า ในชั่วโมงที่ 8 และ 72 ค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งในอาหารทดลองจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับการเสริมของเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด โดยกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งสูงสุดเท่ากับ 46.52 และ 96.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเท่ากับ 44.44 และ 95.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เท่ากับ 37.75

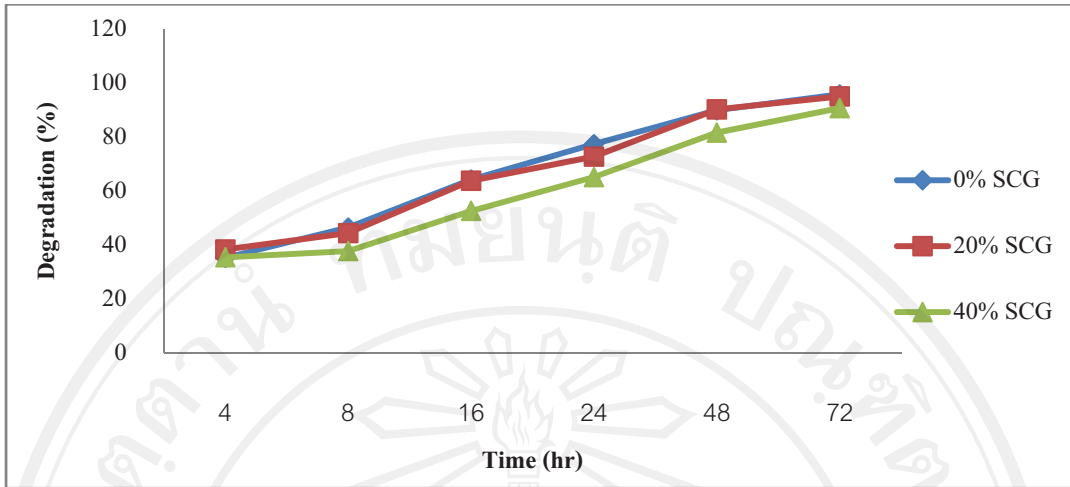
และ 90.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 16 และ 24 ค่าการสลายตัวของวัตถุแห้ง ในอาหารจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการเสริมของเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด โดย ชั่วโมง ที่ 16 อาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้ง เท่ากับ 64.33, 63.88 และ 52.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และชั่วโมงที่ 24 มีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้ง เท่ากับ 77.51, 72.85 แต่ ชั่วโมงที่ 4 และ 48 กลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มค่า การสลายตัวของวัตถุแห้งในอาหารสูงกว่าทุกกลุ่มอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 38.33 และ 90.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ตาราง 4.10** เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทดลองแต่ละสูตรในกระเพาะรูเมน โคที่ชั่วโมงต่างๆ วัดโดยวิธีใช้ถุงไนลอน

**Table 4.10** Percent degradation of different diets in the rumen at different times measured by nylon bag technique

	hr					
	4	8	16	24	48	72
0% SCG	35.24±2.35	46.52±1.42 <sup>a</sup>	64.33±11.21	77.51±6.54	90.13±3.70	96.00±0.93 <sup>a</sup>
20% SCG	38.33±2.13	44.44±1.37 <sup>a</sup>	63.88±6.17	72.85±8.79	90.40±2.44	95.23±2.40 <sup>a</sup>
40% SCG	35.46±2.44	37.75±3.45 <sup>b</sup>	52.72±3.54	65.26±3.41	81.78±5.03	90.90±0.77 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Mean in the same column with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ )



ภาพ 4.2 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทดลองแต่ละสูตรในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ วัดโดยวิธีใช้ถุงไนลอน

**Figure 4.2** Percent degradation of different diets in the rumen at different times measured by nylon bag technique

#### 4.4.2 ค่าพารามิเตอร์ของการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทั้ง 3 กลุ่มการทดลองในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ

เมื่อนำค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งทั้ง 3 กลุ่มการทดลองไปคำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY โดยสมการที่นำเสนอโดย Ørskov and McDonald (1979) จะได้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ดังตารางที่ 4.11) โดยส่วนที่ละลายได้ทันที (immediately soluble part, a) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 24.40 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ไม่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 18.67 เปอร์เซ็นต์ ค่าที่ไม่ละลายแต่สามารถหมักย่อยได้ (insoluble fermentable material, b) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 76.67 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีเท่ากับ 79.73 เปอร์เซ็นต์ ค่าอัตราการย่อยสลาย (degradation rate, c) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 0.04 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า

เท่ากับ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ละลายได้ (washing loss, A) ของอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกัน ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 32.29, 31.66 และ 30.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ไม่ละลาย (degradability of water insoluble, B) ของอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกัน ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 65.40, 66.57 และ 67.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความสามารถในการถูกย่อยสลาย (potential degradability, A+B) ของอาหารทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกัน ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 97.70, 98.00 และ 98.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ประสิทธิภาพการย่อยสลายที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง (effective degradation at 0.05 fraction/hour,  $ED_{0.05}$ ) ของกลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) เท่ากับ 60.93 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพด 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 56.93 และ 53.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ตาราง 4.11** ค่าพารามิเตอร์ของการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้ง (DM) ของอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่มในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ

**Table 4.11** Degradation profile of different diets in the rumen at different times measured by nylon bag technique

Rumen degradation (%)	0% SCG	20% SCG	40% SCG
Immediately soluble part (a)	18.67±7.93	24.40±5.22	24.00±5.27
Insoluble fermentable material (b)	79.73±5.62	76.67±2.08	76.67±4.37
Degradation rate (c)	0.06±0.02	0.05±0.02	0.04±0.01
Washing loss (A)	32.29±3.86	31.66±0.94	30.35±0.43
Degradability of water insoluble (B)	65.40±2.07	66.57±3.43	67.83±3.23
Potential degradability (A+B)	97.70±2.07	98.00±3.46	98.13±3.23
Effective degradation			
at 0.05 fraction/hour ( $ED_{0.05}$ )	60.93±3.74 <sup>a</sup>	59.93±2.61 <sup>a</sup>	53.37±1.17 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Mean in the same row with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ )





ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved