

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารที่ใช้ในงานทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1 โดยมีค่าวัตถุแห้ง (dry matter, DM) เท่ากับ 87.09 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนักแห้งคือ อินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) เท่ากับ 91.93 เปอร์เซ็นต์, โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) เท่ากับ 11.69 เปอร์เซ็นต์, เยื่อใยหยาบ (crude fiber, CF) เท่ากับ 16.96 เปอร์เซ็นต์, ไขมันหยาบ (ether extract, EE) เท่ากับ 3.43 เปอร์เซ็นต์, เถ้ารวม (total ash) เท่ากับ 8.07 เปอร์เซ็นต์, nitrogen free extract (NFE) เท่ากับ 59.84 เปอร์เซ็นต์, เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) เท่ากับ 39.26 เปอร์เซ็นต์, เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) เท่ากับ 22.29 เปอร์เซ็นต์, ลิกนินที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent lignin, ADL) เท่ากับ 5.35 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash, AIA) เท่ากับ 3.12 เปอร์เซ็นต์ สูตรอาหารมีค่าพลังงานรวม (GE), ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (DE) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) เท่ากับ 17.98, 13.35 และ 10.66 MJ/kgDM ตามลำดับ

ค่าองค์ประกอบทางเคมีเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่มีความสำคัญ ซึ่งบ่งชี้ถึงศักยภาพในการใช้ประโยชน์ได้ของโค (พีรพจน์ และ กฤตพล, 2550) สูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงในครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่แนะนำของ WTSR (2008) โดยรายงานว่าการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับโคพื้นเมืองไทยที่ให้ผลผลิตสูงควรได้รับ ME และ CP ในสูตรอาหารประมาณ 8.2 MJ/kgDM และ 9.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ NRC (2000) แนะนำว่า ภายใต้อาหารโคเนื้อพันธุ์เองกิสแบบเต็มที (ad libitum) ปริมาณ CP ในสูตรอาหาร 16.6 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อการเลี้ยงในโคเนื้อเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง และหากประกอบสูตรอาหารที่มี CP ลดต่ำลงสัตว์จะให้ผลผลิตลดลงตามด้วย แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรมีค่าต่ำกว่า 7.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

จากค่าองค์ประกอบเคมีของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยในงานทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งลิกนิน (ADL) ในสูตรอาหารมีอยู่ในปริมาณต่ำ (5.35 เปอร์เซ็นต์) ส่วน ME และ CP มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของโค มีค่าเท่ากับ 10.66 MJ/kgDM และ 11.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง^{1/}

Items	Roughage	Concentrate
	Proportion = 32 %	Proportion = 68 %
DM	88.10	86.61
	◀----- % of DM -----▶	
OM	90.40	92.65
CP	4.42	15.11
CF	38.59	6.79
EE	1.01	4.57
NFE	46.38	66.18
NDF	76.20	21.88
ADF	45.04	11.58
ADL	8.26	3.98
Ash	9.60	7.35
AIA	4.89	2.29
Energy content, MJ/kgDM (by metabolism trial)		
GE	17.43	18.25
DE	-	-
ME	-	-

^{1/}DM, dry matter; OM, organic matter; CP crude protein; CF, crude fiber; EE, ether extract; NFE, nitrogen free extract; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber; ADL, acid detergent lignin; AIA, acid insoluble ash; GE, gross energy; DE, digestible energy; ME, metabolizable energy; TMR, total mixed ration.

4.2 สมรรถนะการเจริญเติบโต

การให้อาหารทั้ง 3 ระดับ คือ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m ทำให้โคพื้นเมืองไทยมีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดงานทดลอง (final weight) เท่ากับ 247.70, 274.38 และ 282.53 กิโลกรัม ตามลำดับ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่ม (weight gain) เท่ากับ 23.00, 49.40 และ 58.40 กิโลกรัม ตามลำดับ ค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) เท่ากับ 319.18, 687.35 และ 817.96 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 5.28, 11.09 และ 12.64 g/kgBW^{0.75}/d ตามลำดับ ค่าสังเกตทั้ง 3 ค่าที่กล่าวมาของโคกลุ่มที่ได้รับอาหารในระดับ 1.5 และ 1.9 ME_m มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ทั้ง 2 กลุ่มมีค่าสูงกว่าโคกลุ่มที่ได้รับอาหารในระดับ 1.1 ME_m อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) (ตารางที่ 4.2)

การทดลองครั้งนี้มีผลในทิศทางเดียวกับ Chaokaur et al. (2007) ที่พบว่า โคพันธุ์รามันที่กินพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 471, 484, 571 และ 601 kJ/kgBW^{0.75}/d จะมีการกักเก็บพลังงาน

(energy retention) เท่ากับ -7, -2, 71 และ 97 kJ/kgBW^{0.75}/d ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ให้กิน ซึ่งเป็นผลการศึกษาในแนวทางเดียวกันกับ Nitipot et al. (2008) นั้นหนา (2552) พบว่า โคพื้นเมืองไทยระยะรุ่นที่ได้รับอาหารในระดับ 1.2 ME_m (ME_m = 484 kJ/kgBW^{0.75}/d) มีค่า ADG ในช่วง 223-283 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 4.13-5.09 g/kgBW^{0.75}/d ซึ่งมีค่าต่ำกว่าโคพื้นเมืองไทยกลุ่มที่ได้รับอาหารระดับ 1.1 ME_m ของการทดลองในครั้งนี้ที่มีค่าเท่ากับ 319.18 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 5.28 g/kgBW^{0.75}/d Brown et al. (2005) พบว่า ลูกโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนที่ได้รับอาหารผสมครบสูตร (TMR) แตกต่างกัน 2 ระดับ (0.85 และ 1.21 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) ทำให้โคมีค่า ADG แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยมีค่าเท่ากับ 375 และ 668 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ

ตามหลักการกฎของพลังงานที่กล่าวว่า พลังงานจะไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่หรือสูญหายไป พลังงานอาจเปลี่ยนไปอยู่ในรูปอื่นได้ ดังนั้นในกรณีของพลังงานในอาหารสัตว์ที่กินได้ก็จะเกิดการสูญเสียออกจากร่างกาย (energy lost) และส่วนที่เหลือก็จะเป็นการกักเก็บไว้ในร่างกายเรียกว่า ค่าการกักเก็บพลังงาน (energy retention, ER) (กฤตพล, 2550) ดังนั้นค่าการกักเก็บพลังงานกับ ค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG) จึงมีความหมายในลักษณะที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ เป็นค่าที่อธิบายถึงสมดุลของ โภชนะที่ได้รับเพื่อการนำไปสะสมหรือสูญเสียไปของร่างกายสัตว์ โดยอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเป็นการประเมินค่าส่วนที่เป็นอินทรีย์และอินทรีย์วัตถุทั้งหมดประกอบด้วย คาโบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ ในขณะที่การกักเก็บพลังงาน เป็นการประเมินเฉพาะในส่วน โภชนะที่ให้พลังงานความร้อนประกอบด้วย คาโบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน

จากข้อมูลสมรรถนะการเจริญเติบโตของการทดลองในครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การให้อาหารระดับปริมาณของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพิ่มสูงขึ้น (1.9 และ 1.5 ME_m) มีผลทำให้โคพื้นเมืองไทยมีสมรรถนะการเจริญเติบโตดีกว่าได้รับในปริมาณต่ำ (1.1 ME_m)

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักตัวและสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน

Items ^{1/}	Levels of ME _m feeding			SEM	P-value	Contrast ^{2/}	
	1.1	1.5	1.9			L	Q
Number of animal, head	5	5	5				
Body weight, kg							
Initial weight	223.20	219.20	231.40	1.74	0.5463	0.4715	0.4130
Final weight	247.70 ^b	274.38 ^a	282.53 ^a	0.73	<.0001	<.0001	0.0462
Average weight	236.55 ^c	248.58 ^b	254.68 ^a	0.52	<.0001	<.0001	0.0428
Weight gain 69 day	23.00 ^b	49.40 ^a	58.40 ^a	0.71	<.0001	<.0001	0.0452
Growth performance							
ADG, g/h/d	319.18 ^b	687.35 ^a	817.96 ^a	10.24	<.0001	<.0001	0.0557
ADG, g/kgBW ^{0.75} /d	5.28 ^b	11.09 ^a	12.64 ^a	0.16	<.0001	<.0001	0.0284

^{a, b, c}Least square means with different superscripts among treatments significantly differ (P<0.05).

^{1/}ADG, average daily gain; ME_m, metabolizable energy requirement for maintenance (484 kJ/kgBW^{0.75}/d); SEM, standard error of mean; L, linear; Q, quadratic.

^{2/}Probability of a significant effect of levels or of a linear (L) or quadratic (Q) effect of metabolizable energy feeding levels.

4.3 การกินได้ของอาหาร

งานทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า โคพื้นเมืองไทยมีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบและโภชนาการเพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่ได้รับ โดยเมื่อโคได้รับปริมาณอาหารที่ให้กิน 3 ระดับ คือ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m พบว่า มีค่าการกินได้ของ DM, OM, CP, NDF และ ADF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยค่าการกินได้ของ CP, NDF และ ADF มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับอาหารที่ให้กินแบบเส้นตรง (linear) (P<0.01) ในขณะที่ค่าการกินได้ของ DM และ OM มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับอาหารที่ให้กินแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratic) (P<0.05) ค่าการกินได้ของ DM เท่ากับ 2.66, 3.77 และ 4.46 กิโลกรัมต่อวัน หรือเท่ากับ 1.13, 1.51 และ 1.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ ค่าการกินได้ของ OM เท่ากับ 2.44, 3.47 และ 4.11 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ค่าการกินได้ของ CP เท่ากับ 0.30, 0.43 และ 0.50 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ค่าการกินได้ของ NDF เท่ากับ 1.09, 1.53 และ 1.83 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และค่าการกินได้ของ ADF เท่ากับ 0.62, 0.87 และ 1.04 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)



ผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า โคมีค่าการกินได้ของอาหารและโภชนะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับปริมาณอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับ มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Chaokaur et al. (2008) ที่พบว่า โคพันธุ์ บราห์มันที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 4 ระดับ คือ ดำรงชีพ (M), 1.4 M, 1.8 M และ ให้กินแบบเต็มที่มีปริมาณการกินได้ของ DM เท่ากับ 3.94, 4.99, 6.83 และ 7.60 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และมีปริมาณการกินได้ของ CP เท่ากับ 0.39, 0.55, 0.72 และ 0.85 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามปริมาณอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ให้กินค่าปริมาณการกินได้ที่พบในงานทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับ นันทนา และคณะ (2552) ซึ่งศึกษาในโคพื้นเมืองไทยระยะรุ่น พบว่าการให้อาหารในระดับ 1.2 ME_m ทำให้โคมีค่าการกินได้ของ DM, OM, CP และ NDF เท่ากับ 3.02, 2.83, 0.27 และ 1.80 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และ เจริมชัย (2551) พบว่า โคพื้นเมืองไทยและโคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารผสมครบสูตรในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีค่าการกินได้ของ DM, OM, CP และ NDF ในโคพื้นเมืองไทย เท่ากับ 3.27, 2.76, 0.28 และ 2.23 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และในโคพันธุ์บราห์มันเท่ากับ 3.43, 2.84, 0.29 และ 2.28 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ โดย WTSR (2008) รายงานว่า ปริมาณ DM ที่โคพื้นเมืองไทยหรือโคพันธุ์บราห์มันที่มีน้ำหนักตัว 200 และ 300 กิโลกรัม สามารถกินได้สูงสุด เท่ากับ 5.02 และ 8.08 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

Clark et al. (2007) รายงานว่า การกำหนดให้โคเนื้อพันธุ์ลูกผสมกินอาหารแบบเต็มที่มีค่าการกินได้ของ DM เท่ากับ 2.22 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และการลดปริมาณลงร้อยละ 10 และ 20 ของการให้กินแบบเต็มที่มีค่าการกินได้ของ DM เท่ากับ 1.93 และ 1.76 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ ซึ่งมีผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกันกับ Mulligan et al. (2001) โดย Zinn and Owens (1983) ทำการศึกษาในโคเนื้อพันธุ์เองก้าน้ำหนักเฉลี่ย 250 กิโลกรัม โดยทดลองให้อาหาร 4 ระดับ คือ 1.2, 1.5, 1.8 และ 2.1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า มีค่าการกินได้ของ CP เพิ่มขึ้นตามปริมาณอาหารที่ให้ เท่ากับ 0.39, 0.52, 0.63 และ 0.73 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีผลการทดลองแบบเดียวกับ Galyean et al. (1979) ที่พบว่า โคเนื้อลูกผสมเฮย์ฟอร์ดที่ได้รับพลังงานสุทธิ (net energy, NE) 4 ระดับ คือ ดำรงชีพ (M), 1.33 M, 1.67 M และ 2.00 M มีค่าการกินได้ของ DM เท่ากับ 2.56, 3.40, 4.27 และ 5.33 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้ Brown et al. (2005) พบว่า ลูกโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนที่ได้รับอาหารระดับกลางและสูง ทำให้โคมีปริมาณการกินได้ของ DM แตกต่างกัน เท่ากับ 0.85 และ 1.21 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

จากข้อมูลที่ได้รับแสดงให้เห็นว่า โคพื้นเมืองไทยมีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบและโภชนะเพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับ และโคพื้นเมืองไทยมีค่าการกินได้ของวัตถุดิบใกล้เคียงกับค่าที่แนะนำโดย WTSR (2008)

ตารางที่ 4.3 ค่าการกินได้ของวัตถุดิบและโภชนะของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน

Items ^{1/}	Levels of ME _m feeding			SEM	P-value	Contrast ^{2/}	
	1.1	1.5	1.9			L	Q
Number of animal, head	5	5	5				
DMI							
kg/d	2.66 ^c	3.77 ^b	4.46 ^a	0.02	<.0001	<.0001	0.0391
%BW	1.13 ^c	1.51 ^b	1.75 ^a	<0.01	<.0001	<.0001	0.0270
g/kgBW ^{0.75} /d	44.25 ^c	60.10 ^b	69.79 ^a	0.20	<.0001	<.0001	0.0144
OMI							
kg/d	2.44 ^c	3.47 ^b	4.11 ^a	0.01	<.0001	<.0001	0.0395
%BW	1.04 ^c	1.38 ^b	1.62 ^a	<0.01	<.0001	<.0001	0.0263
g/kgBW ^{0.75} /d	40.66 ^c	55.21 ^b	64.28 ^a	0.17	<.0001	<.0001	0.0141
CPI							
kg/d	0.30 ^c	0.43 ^b	0.50 ^a	<0.01	<.0001	<.0001	0.0985
%BW	0.13 ^c	0.17 ^b	0.20 ^a	<0.01	<.0001	<.0001	0.0785
g/kgBW ^{0.75} /d	5.00 ^c	6.81 ^b	7.84 ^a	0.04	<.0001	<.0001	0.0893
NDFI							
kg/d	1.09 ^c	1.53 ^b	1.83 ^a	0.01	<.0001	<.0001	0.2118
%BW	0.46 ^c	0.62 ^b	0.71 ^a	<0.01	<.0001	<.0001	0.0681
g/kgBW ^{0.75} /d	18.20 ^c	24.69 ^b	28.21 ^a	0.12	<.0001	<.0001	0.0403
ADFI							
kg/d	0.62 ^c	0.87 ^b	1.04 ^a	0.01	<.0001	<.0001	0.2037
%BW	0.26 ^c	0.35 ^b	0.40 ^a	<0.01	<.0001	<.0001	0.0711
g/kgBW ^{0.75} /d	10.37 ^c	14.07 ^b	16.02 ^a	0.07	<.0001	<.0001	0.0421

^{a, b, c}Least square means with different superscripts among treatments significantly differ (P<0.05).

^{1/}DMI, dry matter intake; OMI, organic matter intake; CPI, crude protein intake; NDFI, neutral detergent fiber intake; ADFI, acid detergent fiber intake; ME_m, metabolizable energy requirement for maintenance (484 kJ/kgBW^{0.75}/d); SEM, standard error of mean; L, linear; Q, quadratic.

^{2/}Probability of a significant effect of levels or of a linear (L) or quadratic (Q) effect of metabolizable energy feeding levels.

4.4 ปริมาณการกินได้และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงาน

4.4.1 ปริมาณการกินได้ของพลังงาน

จากข้อมูลในตารางที่ 4.4 ปริมาณอาหารที่ให้โคพื้นเมืองไทยกิน 3 ระดับ คือ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m ทำให้ค่าการกินได้ของโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่ให้กินแบบเส้นตรง ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ 1.97, 2.75 และ 3.26 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.84, 1.11 และ 1.27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 32.83, 43.75 และ 51.11 $g/kgBW^{0.75}/d$ ตามลำดับ มีค่าการกินได้ของ พลังงานรวม (GE) พลังงานที่ย่อยได้ (DE) และ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) การกินได้ของ GE และ ME มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่ให้กินแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($P<0.05$) ส่วนการกินได้ของ DE มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่ให้กินแบบเส้นตรง ($P<0.01$) การกินได้ของ GE มีค่าเท่ากับ 47.77, 67.77 และ 80.18 MJ/d ตามลำดับ การกินได้ของ DE มีค่าเท่ากับ 35.88, 49.89 และ 59.50 MJ/d ตามลำดับ และการกินได้ของ ME มีค่าเท่ากับ 28.03, 41.27 และ 47.04 MJ/d ตามลำดับ หรือ 465.17, 655.07 และ 738.89 $kJ/kgBW^{0.75}/d$ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าการกินได้ของ ME เปรียบเทียบกับค่า ME_m ที่ใช้กำหนดปริมาณที่ให้กินในงานทดลองในครั้งนี้จากคำแนะนำของ WTSR (2008) ที่มีค่าเท่ากับ 484 $kJ/kgBW^{0.75}/d$ พบว่า ค่าปริมาณ ME ที่กินได้จริงเท่ากับ 0.96, 1.35 และ 1.53 ME_m ตามลำดับ และเมื่อนำค่าการกินได้ของ ME เทียบกับค่า ME_m ที่ประเมินจากฐานข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 4.8 ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโต) ที่มีค่าเท่ากับ 311 $kJ/kgBW^{0.75}/d$ พบว่า ค่าปริมาณ ME กินได้จริงเท่ากับ 1.49, 2.10 และ 2.37 ME_m ตามลำดับ

โดยการกินได้ของ ME ในงานทดลองนี้ใกล้เคียงกับ นันทนา และคณะ (2552) ซึ่งศึกษาในโคพื้นเมืองไทยระยะรุ่น พบว่า การให้อาหารในระดับ 1.2 ME_m ($ME_m = 484$ $kJ/kgBW^{0.75}/d$) โคมีค่าการกินได้ของ ME ในช่วง 500-547 $kJ/kgBW^{0.75}/d$ และการกินได้ของ ME ในงานทดลองนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับ Galyean et al. (1979), Clark et al. (2007) และ Chaokaur et al. (2008) โดย Chaokaur et al. (2008) พบว่า โคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 4 ระดับ คือ ดำรงชีพ (M), 1.4 M, 1.8 M และ ให้กินแบบเต็มที่มีค่าการกินได้ของ ME เพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่ให้กินแบบเส้นตรง ($P<0.01$) ซึ่งเท่ากับ 458.2, 641.4, 816.4 และ 945.4 $kJ/kgBW^{0.75}/d$ ตามลำดับ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การให้อาหารโคพื้นเมืองไทยปริมาณอาหารที่เพิ่มขึ้น ทำให้โคมีค่าการกินได้ของพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ตารางที่ 4.4 ค่าการกินได้และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากพลังงานในอาหารของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน

Items ^{1/}	Levels of ME _m feeding			SEM	P-value	Contrast ^{2/}	
	1.1	1.5	1.9			L	Q
Number of animal, head	5	5	5				
TDN intake							
kg/d	1.97 ^c	2.75 ^b	3.26 ^a	0.01	<.0001	<.0001	0.1231
%BW	0.84 ^c	1.11 ^b	1.27 ^a	0.01	<.0001	<.0001	0.1023
g/kgBW ^{0.75} /d	32.83 ^c	43.75 ^b	51.11 ^a	0.18	<.0001	<.0001	0.1010
Energy intake, MJ/d							
GE	47.77 ^c	67.77 ^b	80.18 ^a	0.29	<.0001	<.0001	0.0407
DE	35.88 ^c	49.89 ^b	59.50 ^a	0.26	<.0001	<.0001	0.1637
ME	28.03 ^c	41.27 ^b	47.04 ^a	0.30	<.0001	<.0001	0.0476
DEI, kJ/kgBW ^{0.75} /d	596.74 ^c	794.69 ^b	931.41 ^a	3.59	<.0001	<.0001	0.1452
MEI, kJ/kgBW ^{0.75} /d	465.17 ^c	655.07 ^b	738.89 ^a	4.25	<.0001	<.0001	0.0419
MEI, time of 484 kJ/kgBW ^{0.75} /d	0.96 ^c	1.35 ^b	1.53 ^a	0.01	<.0001	<.0001	0.0230
(ME _m from WTSR, 2008)							
MEI, time of 311 kJ/kgBW ^{0.75} /d	1.49 ^c	2.10 ^b	2.37 ^a	0.01	<.0001	<.0001	0.0419
(ME _m from This study)							
Energetic efficiency							
DE/GE	0.75	0.74	0.74	<0.01	0.6965	0.6256	0.4951
ME/GE	0.59	0.61	0.59	<0.01	0.4680	0.8746	0.2309
ME/DE	0.78	0.83	0.79	<0.01	0.2392	0.6450	0.1085

^{a, b, c}Least square means with different superscripts among treatments significantly differ (P<0.05).

^{1/}TDN, total digestible nutrients; GE, gross energy; DE, digestible energy; ME, metabolizable energy; MEI, metabolizable energy intake; ME_m, metabolizable energy requirement for maintenance (484 kJ/kgBW^{0.75}/d); SEM, standard error of mean; L, linear; Q, quadratic.

^{2/}Probability of a significant effect of levels or of a linear (L) or quadratic (Q) effect of metabolizable energy feeding levels.

การที่โคพื้นเมืองไทยกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานในระดับสูงมีค่าสมรรถนะการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานในระดับต่ำกว่า เนื่องจากโคได้รับโภชนาและพลังงานแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.3 และ 4.4) โดย Pond et al. (2005) อธิบายว่า พลังงานที่เหลือจากการใช้ไปเพื่อดำรงชีพโคจะนำมาสร้างผลผลิต น้ตริซัย และคณะ (2553) ได้นำข้อมูลจากงานทดลองในครั้งนี้ประเมินค่าความต้องการพลังงานของโคพบว่า มีค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโตเท่ากับ 311.24 และ 31.90 kJ/kgBW^{0.75}/d ตามลำดับ ดังนั้นพลังงานส่วนที่เกินความต้องการใช้เพื่อดำรงชีพโคจะนำมาเก็บสะสมในร่างกายในรูปผลผลิต ส่งผลให้การทดลองครั้งนี้พบว่า ปริมาณการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นทำให้โคพื้นเมืองไทยมีสมรรถนะการเจริญเติบโตดีขึ้น

จากตารางที่ 4.4 การให้อาหารที่มีระดับปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 1.53 เท่าของ 484 kJ/kgBW^{0.75}/d ในการทดลองครั้งนี้ พบว่า เป็นระดับที่ทำให้โคมีลักษณะการกินได้แบบเต็มที (ad libitum) โคพื้นเมืองไทยระยะรุ่นมีสมรรถนะการเจริญเติบโต ณ ช่วงการให้อาหารที่มีระดับปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 0.96, 1.35 และ 1.53 เท่าของ 484 kJ/kgBW^{0.75}/d (โปรตีนเท่ากับ 5.00, 6.81 และ 7.84 gCP/kgBW^{0.75}/d ตามลำดับ) แบบเส้นโค้งกำลังสอง ($P < 0.05$) โดยการให้ในระดับ 1.35-1.53 เท่าของ 484 kJ/kgBW^{0.75}/d เป็นช่วงที่ทำให้ปรากฏลักษณะโค้งขึ้น แสดงให้เห็นว่า ไม่มีความจำเป็นต้องให้อาหารโคพื้นเมืองไทยสูงถึงระดับ 1.53 เท่าของ 484 kJ/kgBW^{0.75}/d โดยโคจะมีค่าสมรรถนะการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ภายใต้การให้อาหารในระดับใดระดับหนึ่งในช่วง 1.35-1.53 เท่าของ 484 kJ/kgBW^{0.75}/d ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับนี้ไปศึกษาต่อยอดจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4.4.2 ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในอาหาร

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m พบว่า สัดส่วนการใช้ประโยชน์ของพลังงานที่ข้อยได้ต่อพลังงานรวม (DE/GE) สัดส่วนการใช้ประโยชน์ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่อพลังงานรวม (ME/GE) และสัดส่วนการใช้ประโยชน์ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่อพลังงานที่ข้อยได้ (ME/DE) ของสูตรอาหารมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดย DE/GE มีค่าเท่ากับ 0.75, 0.74 และ 0.74 ตามลำดับ ME/GE มีค่าเท่ากับ 0.59, 0.61 และ 0.59 ตามลำดับ และ ME/DE มีค่าเท่ากับ 0.78, 0.83 และ 0.79 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

DE/GE ที่ประเมินได้จากงานทดลองในครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงรายงานของ NRC (2000) และ WTSR (2008) ที่รายงานว่ DE/GE มีค่าผันแปรระหว่าง 0.3 ในพืชอาหารสัตว์คุณภาพต่ำ ถึง 0.9 ในเมล็ดธัญพืชที่มีคุณภาพดี และมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Chaokaur (2009)

ที่พบว่า โคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 4 ระดับ คือ ดำรงชีพ (M), 1.4 M, 1.8 M และ ให้กินแบบเต็มที่มีค่า DE/GE เท่ากับ 0.75, 0.72, 0.71 และ 0.71 ตามลำดับ การพบค่าที่ใกล้เคียงกันนี้อาจเป็นเพราะปัจจัยด้านคุณภาพของอาหาร โดยอาหารที่ใช้เลี้ยงโคในครั้งนี้มีสัดส่วนอาหารขุ่นร้อยละ 68 ส่วนงานทดลองของ Chaokaur (2009) มีสัดส่วนอาหารขุ่นร้อยละ 70 โดยค่าที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้สูงกว่า นันทนา (2552) ที่พบว่า การเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยด้วยหญ้าธัญที่แห้งเสริมอาหารขุ่นในสัดส่วน 25-45 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.2 ME_m มีค่า DE/GE ในช่วง 0.63-0.67 Kawashima et al. (2000c) พบว่า โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้าธัญที่แห้งร่วมกับกากถั่วเหลือง มีค่า DE/GE ในช่วง 0.50-0.62 และ เฉลิมชัย (2551) พบว่า โคพื้นเมืองไทยและโคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารผสมครบสูตรในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีค่า DE/GE ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.52

ME/GE โดยปกติจะมีค่าแตกต่างกันออกไปตามคุณภาพของอาหารที่ได้รับ อาหารคุณภาพต่ำและคุณภาพสูงมีค่าประมาณ 0.4 และ 0.7 ตามลำดับ (Blaxter, 1967; Owens and Geay, 1992) ค่าที่ประเมินได้จากงานทดลองในครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงดังกล่าว (0.59-0.61) แสดงว่าเป็นอาหารที่มีคุณภาพปานกลาง มีค่าสูงกว่า Kawashima et al. (2000c) ที่รายงานว่า โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้าธัญที่แห้งร่วมกับกากถั่วเหลือง มีค่า ME/GE ระหว่าง 0.43-0.56 และมีค่าสูงกว่า นันทนา (2552) ที่พบว่า การเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยด้วยหญ้าธัญที่แห้งเสริมอาหารขุ่นในสัดส่วน 25-45 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.2 ME_m มีค่า ME/GE ในช่วง 0.52-0.55

ME/DE ตามปกติมีค่าค่อนข้างคงที่อยู่ในช่วง 0.81-0.86 (ARC, 1980; AFRC 1993) งานศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ME และ DE มีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูง สามารถประเมินได้จาก $ME = 0.82DE$ (Kearl, 1982; NRC, 2000) สอดคล้องกับงานศึกษาในโคที่เลี้ยงในประเทศไทยของ Kaewpila et al. (2008a) ที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ME และ DE ได้สมการเป็น $ME_{(MJ/kg)} = 0.9613DE_{(MJ/kg)} - 1.2276$ ($R^2 = 93$, $P < 0.01$, $RSD = 0.07$, $n = 57$) แต่อย่างไรก็ตาม ค่า ME/DE ผันแปรไปตามปัจจัยด้านคุณภาพของอาหาร พันธุ์โค ปริมาณการให้อาหาร และ สมดุลของไนโตรเจน (Garrett and Johnson, 1983; NRC, 2000) สำหรับปัจจัยด้านปริมาณการให้อาหาร การให้อาหารพลังงานในระดับสูงขึ้นทำให้ ME/DE มีค่าเพิ่มขึ้น Kirkpatrick et al. (1997) พบว่า โคเนื้อพันธุ์ลูกผสมชาร์โลเลย์ที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับ 785 และ 973 kJ/kgBW^{0.75}/d มีค่า ME/DE เท่ากับ 0.83 และ 0.86 ตามลำดับ และ Chaokaur (2009) พบว่า โคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 4 ระดับ คือ ดำรงชีพ (M), 1.4 M, 1.8 M และ ให้กินแบบเต็มที่มีค่า ME/DE ระหว่าง 0.82-0.88 ซึ่งเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงตามระดับปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ให้กิน ($P < 0.01$) แต่อย่างไรก็ตาม ในการทดลองครั้งนี้พบว่า

ระดับอาหารพลังงานที่โคพื้นเมืองไทยได้รับแตกต่างกันไม่ทำให้ค่า ME/DE แตกต่างกัน ($P>0.05$) เป็นไปในทำนองเดียวกันกับ Bruinenberg et al. (2002) ที่พบว่า โคนมโฮลสไตน์ฟรีเชียนที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับปริมาณ 1358, 1550 และ 1603 $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ มีค่า ME/DE เท่ากับ 0.84, 0.85 และ 0.84 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบข้อมูลการใช้ประโยชน์พลังงานของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m ซึ่งพบว่า ไม่ส่งผลกระทบต่อสัดส่วนในการขับออกของพลังงานในรูปของมูล และในรูปของปัสสาวะรวมกับแก๊สมีเทน หรือกล่าวได้ว่า มีค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในอาหารไม่แตกต่างกัน องค์ความรู้ที่ได้รับเป็นข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัดในประเทศไทย และเป็นข้อมูลสนับสนุนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์พลังงานของโคพื้นเมืองไทย

4.5 การย่อยได้ของอาหารและการขับถ่ายมูล

4.5.1 การย่อยได้ของอาหาร

การให้อาหารทั้ง 3 ระดับ คือ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m พบว่า มีค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ปรากฏ (apparent digestibility) ของ DM, OM, CP, EE, NFE, CF, NDF และ ADF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าการย่อยได้ของ DM เท่ากับ 73.04, 71.94 และ 72.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ OM เท่ากับ 76.90, 75.61 และ 75.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ CP เท่ากับ 71.22, 67.19 และ 67.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ EE เท่ากับ 85.64, 80.69 และ 82.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ NFE เท่ากับ 82.62, 81.58 และ 81.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ CF เท่ากับ 60.10, 60.36 และ 59.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ NDF เท่ากับ 63.58, 62.84 และ 62.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ADF เท่ากับ 61.49, 60.35 และ 60.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับค่าโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 74.18, 72.80 และ 73.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

ค่าที่พบในการทดลองครั้งนี้มีค่าสูงกว่ารายงานของ เฉลิมชัย (2551) ที่พบว่า โคพื้นเมืองไทยและโคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารผสมครบสูตรในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยใช้ฟางแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบร้อยละ 80-100 มีค่าการย่อยได้ของ DM, OM, CP, EE, NFE, CF, NDF และ ADF ในโคพื้นเมืองไทยเท่ากับ 55.24, 54.56, 58.55, 56.36, 47.52, 71.01, 48.62 และ 48.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่า TDN เท่ากับ 52.33 เปอร์เซ็นต์ และในโคพันธุ์บราห์มันเท่ากับ 56.33, 53.38, 59.31, 56.50, 45.67, 69.72, 47.78 และ 48.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่า TDN เท่ากับ 50.51 เปอร์เซ็นต์ นันทนา (2552) พบว่า การเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

ด้วยอาหารผสมครบสูตรโดยใช้หญ้าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบในสัดส่วน 25-45 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.2 ME_m มีค่าการย่อยได้ของ DM, OM, CP, EE, NFE, CF, NDF และ ADF ในช่วง 62.83-66.34, 63.73-67.56, 59.53-65.61, 34.67-80.45, 71.65-74.79, 34.03-42.62, 52.92-57.08 และ 47.47-53.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่า TDN เท่ากับ 53.87-57.12 เปอร์เซ็นต์ Kawashima et al. (2000c) พบว่า โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้าแห้งร่วมกับกากถั่วเหลืองสัดส่วนร้อยละ 0, 8.5, 17.1 และ 25.7 มีค่าการย่อยได้ของ DM, OM, CP, EE, NFE, CF, NDF และ ADF ในช่วง 52.6-61.4, 54.7-63.2, 54.6-78.2, 3.3-36.7, 52.5-60.3, 62.1-66.2, 57.3-60.0 และ 61.4-63.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่า TDN เท่ากับ 51.3-54.6 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยได้ของอาหาร มีหลายประการ แต่อย่างไรก็ตาม ADL เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการชี้วัดคุณภาพของอาหาร มีผลโดยตรงต่อการขาดขบวนการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโภชนะอื่น ๆ (เมธา, 2533; จลอง, 2541, บุญล้อม, 2541; กฤตพล, 2550; Blaxter, 1967; NRC, 2000, WTSR, 2008) ซึ่งอาหารทดลองของ เฉลิมชัย (2551) และ นันทนา (2552) มี ADL ในช่วง 4.62-7.43 และ 6.01-6.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน Kawashima et al. (2000c) ไม่ได้รายงานค่าองค์ประกอบของ ADL แต่อย่างไรก็ตาม WTSR (2208) รายงานว่า หญ้าแห้งมี ADL เป็นองค์ประกอบประมาณ 6.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีองค์ประกอบของ ADL ที่ต่ำกว่า (5.35 เปอร์เซ็นต์)

ค่าการย่อยได้ของอาหารในการทดลองครั้งนี้มีค่าแตกต่างจาก อนันท์ และคณะ (2551) ได้ทำการทดลองในโคพื้นราบห่ม โดยให้อาหาร 4 ระดับ คือ ระดับดำรงชีพ (M), 1.4 M, 1.8 M และ ให้กินแบบเต็มที่ พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของ DM, OM, CP และ NDF จะมีค่าต่ำลงแบบเส้นตรงเมื่อโคได้รับอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Broderick (2003) ที่พบว่า การให้อาหารในระดับสูง กลาง และต่ำ ทำให้โคนมโฮลสไตน์ฟรีเซียนมีค่าการย่อยได้ของ DM, OM, NDF และ ADF เพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงตามการลดลงของปริมาณอาหารที่ได้รับ แต่อย่างไรก็ตาม การย่อยได้ CP มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีลักษณะค่าการย่อยได้สอดคล้องกับ McDonald et al. (2002) ที่อธิบายว่า เมื่อสัตว์ได้รับอาหารในปริมาณมากขึ้น ระยะเวลาพักตัวของอาหารใน ท่อทางเดินอาหารจะลดลง และทำให้เวลาการสัมผัสกันระหว่างอาหารและเอนไซม์ลดลงจึงทำให้ค่าการย่อยได้ลดลง

ค่าการย่อยได้ของอาหารที่พบในการทดลองครั้งนี้มีค่าสอดคล้องกับ Galyean et al. (1979) ที่พบว่า การใช้สูตรอาหารที่มีสัดส่วนอาหารชั้นสูงกับโคเนื้อลูกผสมเฮียร์ฟอร์ดที่มีปริมาณ การกินได้ของ DM ในระดับ 2.56, 3.40, 4.27 และ 5.33 กิโลกรัมต่อวัน โดยในระดับ 2.56 และ 3.40 กิโลกรัมต่อวัน มีค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของ DM และ OM ไม่แตกต่างกัน และระดับการให้ 4.27 และ 5.33 กิโลกรัมต่อวัน ไม่แตกต่างเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของ CP จาก

การให้อาหารทั้ง 4 ระดับ ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการทดลอง Clark et al. (2007) ซึ่งพบว่า โคเนื้อถูกผสมเมื่อได้รับสูตรอาหารที่มีสัดส่วนของอาหารชั้น 80 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ค่าการย่อยได้ของ DM ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 70.3 และ 68.8 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการกินได้ของ DM เท่ากับ 10.0 และ 8.7 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ Mulligan et al. (2001) พบว่า การให้อาหารชั้นสูงในสูตรอาหารและให้โคกินในสูตรเดียวกันในปริมาณที่แตกต่างกัน 1 เท่า มีค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของ DM, OM, CP, NDF, ADF และ GE ไม่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า โคพื้นเมืองไทยได้รับอาหารที่มีระดับการกินได้ของพลังงานที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบและโภชนะแตกต่างกัน

4.5.2 การขับถ่ายมูล

งานทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า โคพื้นเมืองไทยที่ให้กิน 3 ระดับ คือ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m มีปริมาณการถ่ายมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่ได้รับแบบเส้นตรง ($P < 0.01$) มีค่าเท่ากับ 0.71, 1.05 และ 1.25 กิโลกรัมต่อวัน หรือ 11.83, 17.67 และ 20.93 MJ/d หรือ 198.04, 284.63 และ 323.58 kJ/kgBW^{0.75}/d (ตารางที่ 4.5)

มูลโคที่ขับออกมาประกอบด้วย อาหารที่ย่อยไม่ได้, น้ำย่อย, ฮอร์โมน, รวมถึงเนื้อเยื่อผนังท่อทางเดินอาหารที่หลุดร่วง (กฤตพล, 2550) ค่าการขับถ่ายมูลที่แตกต่างกันของโคพื้นเมืองไทยในการทดลองครั้งนี้ มีค่าเป็นไปในทำนองเดียวกันกับ Chaokaur et al. (2008) ที่พบว่า โคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 4 ระดับ คือ ดำรงชีพ (M), 1.4 M, 1.8 M และ ให้กินแบบเต็มที่มีค่าการขับถ่ายพลังงานออกมาทางมูลเท่ากับ 184, 284, 379 และ 439 kJ/kgBW^{0.75}/d ตามลำดับ โดยเพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่ได้รับแบบเส้นตรง ($P < 0.01$) มีค่าต่ำกว่า นันทนา (2552) ที่พบว่า การเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยด้วยอาหารผสมครบสูตรโดยใช้หญ้ารัฐแห่งเป็นแหล่งอาหารขยายในสัดส่วน 25-45 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.2 ME_m มีค่าในช่วง 329-374 kJ/kgBW^{0.75}/d ใกล้เคียงกับรายงานของ Kamiya et al. (2006) ที่รายงานว่า ปริมาณมูลที่ขับออกในโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้ารัฐแห่งมีค่าเท่ากับ 1.49 กิโลกรัมต่อวัน เฉลิมชัย (2551) พบว่า โคพื้นเมืองไทยและโคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารผสมครบสูตรในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยใช้ฟางแห้งเป็นแหล่งอาหารขยายร้อยละ 80-100 มีค่าการขับถ่ายมูลเท่ากับ 1.52 และ 1.57 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีค่าใกล้เคียงกับ Suzuki et al. (2008) และ Nitipot et al. (2008)

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า โคพื้นเมืองไทยมีการขับถ่ายมูลในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นตามระดับการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 4.5 ค่าการย่อยได้ปรากฏ ค่าโภชนะที่ย่อยได้รวม และค่าการขับถ่ายมูลของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน

Items ^{1/}	Levels of ME _m feeding			SEM	P-value	Contrasts ^{2/}	
	1.1	1.5	1.9			L	Q
Number of animal, head	5	5	5				
Apparent digestibility, %							
DM	73.04	71.94	72.38	0.25	0.7872	0.6871	0.5833
OM	76.90	75.61	75.90	0.24	0.6914	0.5318	0.5668
CP	71.22	67.19	67.43	0.36	0.1886	0.1263	0.3055
EE	85.64	80.69	82.34	0.35	0.1146	0.1604	0.1100
NFE	82.62	81.58	81.92	0.19	0.6927	0.5774	0.5247
CF	60.10	60.36	59.59	0.39	0.9500	0.8360	0.8132
NDF	63.58	62.84	62.74	0.37	0.9262	0.7256	0.8764
ADF	61.49	60.35	60.24	0.40	0.8650	0.6325	0.8219
TDN, %	74.18	72.80	73.26	0.24	0.6582	0.5526	0.4959
Feces excretion							
kg/d	0.71 ^c	1.05 ^b	1.25 ^a	0.01	<.0001	<.0001	0.3364
MJ/d	11.83 ^c	17.67 ^b	20.93 ^a	0.22	<.0001	<.0001	0.3049
kJ/kgBW ^{0.75} /d	198.04 ^b	284.63 ^a	323.58 ^a	3.21	<.0001	<.0001	0.2005

^{a, b, c}Least square means with different superscripts among treatments significantly differ (P<0.05).

^{1/}DM, dry matter; OM, organic matter; CP crude protein; EE, ether extract; NFE, nitrogen free extract; CF, crude fiber; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber; ME_m, metabolizable energy requirement for maintenance (484 kJ/kgBW^{0.75}/d); SEM, standard error of mean; L, linear; Q, quadratic.

^{2/}Probability of a significant effect of levels or of a linear (L) or quadratic (Q) effect of feeding levels.

4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย (ammonia nitrogen, NH₃-N) ในของเหลวจากกระเพาะหมัก

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของเหลวจากกระเพาะหมัก ระหว่างกลุ่มที่ได้รับอาหารในระดับ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m ณ ชั่วโมงที่ 0, 3, 6 หลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยจากชั่วโมงต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) โดย ณ ชั่วโมงที่ 0 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 6.91, 6.87 และ 6.81 ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 3 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 6.58, 6.53 และ 6.67 ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 6 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 6.74, 6.57 และ 6.53 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยจากชั่วโมงต่างๆ มีค่าเท่ากับ 6.74, 6.66 และ 6.67 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)



Ørskov and Ryle (1998) รายงานว่า ค่า pH ที่ 6.00-7.00 เป็นช่วงที่ทำให้กระเพาะรูเมนทำงานเป็นปกติ ซึ่งค่า pH ที่พบในการทดลองครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงนี้ มีค่าสอดคล้องกับพีรพจน์ และคณะ (2547) ที่พบว่า ของเหลวในกระเพาะหมักโคมีค่า pH เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.81-7.08 เฉลิมชัย (2551) พบว่า โคพื้นเมืองไทยและโคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารผสมครบสูตรในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยใช้ฟางแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบร้อยละ 80-100 มีค่า pH เฉลี่ยจากชั่วโมงต่าง ๆ (ณ ชั่วโมง 0, 3, 6 หลังการให้อาหาร) เท่ากับ 7.45 และ 7.36 ตามลำดับ Galyean et al. (1979) พบว่า การใช้สูตรอาหารที่มีสัดส่วนอาหารชั้นสูงกับโคเนื้อลูกผสมไฮบริดฟอร์ดที่มีปริมาณการกินได้ของ DM ในระดับ 2.56, 3.40, 4.27 และ 5.33 กิโลกรัมต่อวัน ทำให้ค่า pH ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 6.3, 6.3, 6.2 และ 6.0 ตามลำดับ

โคพื้นเมืองไทยกลุ่มที่ได้รับอาหารในระดับ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m มีค่า NH₃-N ในของเหลวจากกระเพาะหมัก ณ ชั่วโมงที่ 0, 3, 6 หลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยจากชั่วโมงต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) โดย ณ ชั่วโมงที่ 0 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 7.38, 7.22 และ 6.13 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 3 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 6.21, 5.31 และ 6.75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 6 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 4.50, 4.64 และ 5.94 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยจากชั่วโมงต่างๆ มีค่าเท่ากับ 6.03, 5.72 และ 6.27 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

ฉลอง (2541) รายงานว่า NH₃-N ส่วนใหญ่ที่ตรวจพบในเลือดโคมาจากการย่อยสลายของโปรตีนหยาบโดยการเข้าย่อยของจุลินทรีย์ โดยระดับความเข้มข้นของ NH₃-N ที่จะทำให้เกิดการผลิตชีวมวลของจุลินทรีย์ (microbial biomass) ได้ดีที่สุดอยู่ในช่วง 5.67-7.00 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งค่าความเข้มข้นของ NH₃-N ในของเหลวในกระเพาะหมักที่พบในการทดลองครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงนี้ มีค่าสอดคล้องกับ พีรพจน์ และคณะ (2547) ที่พบว่า โคที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 17.52-18.07 เปอร์เซ็นต์ จะมีระดับความเข้มข้นของ NH₃-N ในของเหลวในกระเพาะหมักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.23-8.72 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร เฉลิมชัย (2551) พบว่า โคพื้นเมืองไทยและโคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารผสมครบสูตรในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยใช้ฟางแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบร้อยละ 80-100 มีค่าความเข้มข้นของ NH₃-N ในของเหลวกระเพาะหมักเฉลี่ยจากชั่วโมงต่าง ๆ (ณ ชั่วโมง 0, 3, 6 หลังการให้อาหาร) เท่ากับ 9.35 และ 10.08 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ

งานทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า โคพื้นเมืองไทยเมื่อได้รับระดับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่างกันมีค่า pH และค่าความเข้มข้นของ NH₃-N ในของเหลวจากกระเพาะหมักไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียในของเหลวจากกระเพาะหมัก และค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของยูเรียและน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน

Items ^{1/}	Levels of ME _m feeding			SEM	P-value	Contrasts ^{2/}	
	1.1	1.5	1.9			L	Q
Number of animal, head	5	5	5				
Ruminal fermentation							
pH							
hr 0	6.91	6.87	6.81	0.03	0.8498	0.5803	0.9347
hr 3	6.58	6.53	6.67	0.02	0.5460	0.4769	0.4083
hr 6	6.74	6.57	6.53	0.02	0.1548	0.0712	0.5111
Average	6.74	6.66	6.67	0.01	0.5758	0.4086	0.5276
Ammonia nitrogen, mg/dl							
hr 0	7.38	7.22	6.13	0.16	0.4308	0.2414	0.6003
hr 3	6.21	5.31	6.75	0.16	0.3852	0.6019	0.2068
hr 6	4.50	4.64	5.94	0.13	0.1740	0.0929	0.4108
Average	6.03	5.72	6.27	0.11	0.7187	0.7206	0.4745
Blood metabolite							
Blood urea nitrogen, mg/dl							
hr 0	7.55	7.40	7.25	0.21	0.9755	0.8281	0.9962
hr 3	9.60	8.20	10.60	0.23	0.2990	0.5104	0.1625
hr 6	8.80	6.60	9.00	0.22	0.2018	0.8880	0.0803
Average	8.60	7.20	9.20	0.24	0.4187	0.6946	0.2152
Blood glucose, mg/dl							
hr 0	83.60	85.40	82.80	0.79	0.8687	0.8753	0.6200
hr 3	80.40	85.80	85.20	0.55	0.2714	0.1915	0.3376
hr 6	81.80	88.80	87.20	0.57	0.1652	0.1573	0.1906
Average	81.93	86.67	85.07	0.52	0.3675	0.3556	0.2844

^{a, b, c}Least square means with different superscripts among treatments significantly differ (P<0.05).

^{1/}hr 0, time at hour zero of post-feeding; hr 3, time at hour three of post-feeding; hr 6, time at hour six of post-feeding; ME_m, metabolizable energy requirement for maintenance (484 kJ/kgBW^{0.75}/d); SEM, standard error of mean; L, linear; Q, quadratic.

^{2/}Probability of a significant effect of levels or of a linear (L) or quadratic (Q) effect of feeding levels.

4.7 ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของยูเรียในพลาสมา (plasma urea nitrogen, PUN) และค่าความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในพลาสมา

ค่าความเข้มข้นของ PUN ระหว่างโคกลุ่มที่ได้รับอาหารในระดับ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m ณ ชั่วโมงที่ 0, 3, 6 หลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยจากชั่วโมงต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.6) โดย ณ ชั่วโมงที่ 0 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 7.55, 7.40 และ 7.25 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 3 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 9.60, 8.20 และ 10.60 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 6 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 8.80, 6.60 และ 9.00 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยจากชั่วโมงต่าง ๆ มีค่าเท่ากับ 8.60, 7.20 และ 9.20 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ

ค่าความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในพลาสมา ระหว่างโคกลุ่มที่ได้รับอาหารในระดับ 1.1, 1.5 และ 1.9 ME_m ณ ชั่วโมงที่ 0, 3, 6 หลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยจากชั่วโมงต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.6) โดย ณ ชั่วโมงที่ 0 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 83.60, 85.40 และ 82.80 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 3 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 80.40, 85.80 และ 85.20 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 6 หลังการให้อาหารมีค่าเท่ากับ 81.80, 88.80 และ 87.20 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยจากชั่วโมงต่าง ๆ มีค่าเท่ากับ 81.93, 86.67 และ 85.07 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ

NH₃-N จากกระเพาะหมักจะถูกดูดซึมแล้วเปลี่ยนเป็นยูเรียที่ตับเพื่อป้องกันความเป็นพิษจากแอมโมเนีย ดังนั้นค่าความเข้มข้นของ PUN ที่วัดได้จากโคทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันเนื่องจากมีค่าความเข้มข้นของ NH₃-N ในของเหลวจากกระเพาะหมักไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ในขณะที่กลูโคสที่พบในพลาสมาส่วนใหญ่มาจากการเปลี่ยนแปลงของกรดโพรพิโอนิก (propionic acid; C3) ที่ตับ ค่าสังเกตทั้งสองเป็นดัชนีชี้วัดสถานะทางโภชนาการของโค และแนวโน้มในการให้ผลผลิต (กฤตพล, 2550) ซึ่งโคทั้ง 3 กลุ่มที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Moorby et al. (2002) ที่ทดลองควบคุมให้โคกินอาหารในระดับ 7.55, 8.58, 10.31 และ 10.98 กิโลกรัมต่อวัน พบว่า ค่าความเข้มข้นของ PUN และน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาของโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน โดยความเข้มข้นของ PUN เท่ากับ 13.11, 14.10, 14.82 และ 13.43 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 60.53, 52.25, 50.98 และ 50.80 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับ Kawashima et al. (2000c) ที่พบว่า โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้าหูกแห้งโดยเสริมด้วยกากถั่วเหลืองสกัดส่วนร้อยละ 0, 8.5, 17.1 และ 25.7 มีค่าความเข้มข้นของ PUN เท่ากับ 5.61, 13.71, 19.85 และ 24.83 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และค่าความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาเท่ากับ 81.0, 74.7, 83.1 และ 87.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

Kawashima et al. (2000a) พบว่า โคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับหญ້ารูซี่แห้งโดยเสริมด้วยกากถั่วเหลือง สัตว์ส่วนร้อยละ 0, 8.0, 16.1 และ 24.2 มีค่าความเข้มข้นของ PUN เท่ากับ 1.72, 6.00, 12.00 และ 15.34 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และค่าความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาเท่ากับ 85.7, 103.2, 103.8 และ 103.3 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ค่าที่ได้ในการศึกษามีต่ำกว่า เฉลิมชัย (2551) พบว่า โคพื้นเมืองไทยและโคพันธุ์บราห์มันที่ได้รับอาหารผสมครบสูตรในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว โดยใช้ฟางแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบร้อยละ 80-100 มีค่าความเข้มข้นของ PUN เฉลี่ยจากชั่วโมงต่าง ๆ (ณ ชั่วโมง 0, 3, 6 หลังการให้อาหาร) เท่ากับ 12.96 และ 13.04 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ

4.8 ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโต

จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ภาพที่ 4.1) สามารถสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (MEI, $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$) กับค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG, $\text{g/kgBW}^{0.75}/\text{d}$) ได้เป็นสมการเส้นตรงดังสมการที่ 4.1 ซึ่งจากสมการสามารถประเมินค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (ME_m) มีค่าเท่ากับ $311.24 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ และเพื่อเจริญเติบโต (ME_g) มีค่าเท่ากับ $31.90 \text{ kJ/g of kgBW}^{0.75}/\text{d}$

$$\text{MEI} = 311.24_{(\text{SE}=39.91)} + 31.90_{(\text{SE}=3.89)} \text{ADG} \quad (R^2 = 0.84; P < 0.01; \text{RSD} = 13.46; n = 15) \dots$$

สมการที่ 4.1

- เมื่อ
- MEI คือ ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ ($\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$)
 - ADG คือ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ($\text{g/kgBW}^{0.75}/\text{d}$)
 - R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination)
 - RSD คือ Residual standard deviation
 - n คือ จำนวนค่าสังเกต

งานศึกษาที่ผ่านมาในโคพื้นเมืองไทย พบว่า ค่า ME_m กระจายตัวอยู่ในช่วง 245-512 $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ค่าที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูงกว่างานทดลองของ Kawashima et al. (2000b) ที่รายงานว่ามีค่าเท่ากับ 245 $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ และมีค่าต่ำกว่ารายงานของ นัทธมน และ กฤตพล (2550), นันทนา (2552), Nitipot et al. (2008), WTSR (2008) และ Tangjitwattanachai and Sommart (Unpublished data) มีค่าเท่ากับ 389, 512, 509, 484 และ 489 $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ

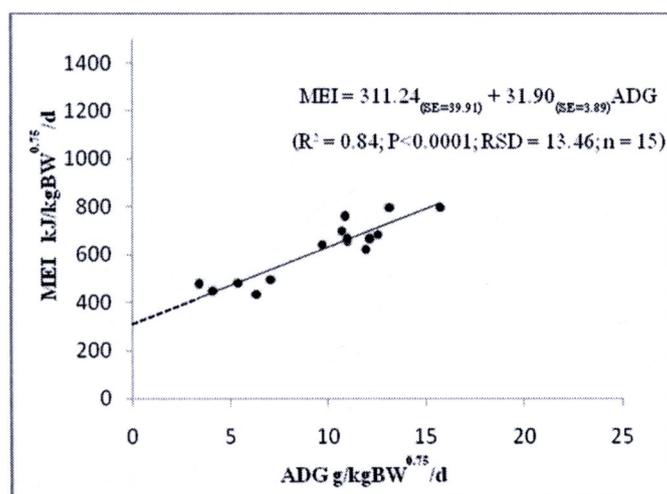
ค่า ME_m ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ใกล้เคียงกับ อนันท์ และคณะ (2552) ที่รายงานว่า โคพันธุ์บราห์มันมีค่าเท่ากับ $316 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ในขณะที่ นัทธมน และ กฤตพล (2550) และ WTSR (2008) รายงานว่า โคพันธุ์บราห์มันมีค่าเท่ากับ 397 และ $486 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับเมื่อนำค่า ME_m ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เปรียบเทียบกับค่าของโคเนื้อที่รายงานในต่างประเทศพบว่า มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Liang and Young (1995) ที่รายงานว่า โคเนื้อพันธุ์เคดาห์เคลื่อนต้นในประเทศมาเลเซียมีค่าเท่ากับ $335 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ แต่อย่างไรก็ตามมีค่าต่ำกว่า NRC (1976) ที่รายงานว่า โคเนื้อในอเมริกามีค่าเท่ากับ $540 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ARC (1980) รายงานว่า โคเนื้อยุโรปมีค่าเท่ากับ $527 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ Kearn (1982) รายงานว่า โคอินเดียถูกผสมที่เลี้ยงในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนามีค่าเท่ากับ $493 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ Solis et al. (1988) รายงานว่า โคบราห์มันพันธุ์แท้ที่เลี้ยงในสภาพแวดล้อมของอเมริกามีค่าเท่ากับ $410 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ Reid et al. (1991) รายงานว่า โคพันธุ์ลูกผสมบราห์มันมีค่าเท่ากับ $598 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ Dawson and Steen (1998) รายงานว่า โคเนื้อลูกผสมชาร์โลเลย์มีค่าเท่ากับ $614 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ และ Ferrell and Jenkins (1998) รายงานว่า โคพันธุ์แองกัสและโคลูกผสมแองกัสกับบราห์มันมีค่าเท่ากับ 418 และ $488 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ ค่า ME_m ในการศึกษาครั้งนี้เท่ากับ $311 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ สอดคล้องกับ นัทธมน และ กฤตพล (2550) และ NRC (1996) ที่รายงานว่า โคอินเดียมีความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพต่ำกว่าโคยุโรปประมาณ 30 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.7

งานศึกษาที่ผ่านมาในโคพื้นเมืองไทย พบว่าค่า ME_g กระจายตัวอยู่ในช่วง 26.67-31.37 kJ/g of $\text{kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ค่าที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับ WTSR (2008) ที่รายงานว่า มีค่าเท่ากับ $31.37 \text{ kJ/g of kgBW}^{0.75}/\text{d}$ และมีค่าสูงรายงานของ Tangjitwattanachai and Sommart (Unpublished data) ที่รายงานว่า มีค่าเท่ากับ $26.67 \text{ kJ/g of kgBW}^{0.75}/\text{d}$ และเมื่อเปรียบเทียบค่า ME_g จากการศึกษาในครั้งนี้กับโคพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงในไทย ของ อนันท์ และคณะ (2552) และ WTSR (2008) รายงานว่า มีค่า ME_g เท่ากับ 29.00 และ $22.67 \text{ kJ/g of kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าโคพื้นเมืองไทย แสดงดังตารางที่ 4.7

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ค่า ME_m ของโคเนื้อที่เลี้ยงในยุโรป (ARC, 1980) และอเมริกา (NRC, 1976) สูงกว่าโคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศไทย (ยกเว้น นันทนา, 2552) โดยเฉลี่ยประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุที่มีความแตกต่างกันมาจากปัจจัยหลายประการ ซึ่งที่สำคัญคือ พันธุกรรม อาหาร และการจัดการด้านอาหาร และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (ARC, 1980; Ferrell and Jenkins, 1984; NRC, 2000; Reid et al., 1991; WTSR, 2008) ค่า ME_m ของโคเนื้อพันธุ์เคดาห์เคลื่อนต้น (Liang and Young, 1995) ซึ่งเป็นโคพื้นเมืองของประเทศมาเลเซียมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้รับจากการทดลองในครั้งนี้ในโคพื้นเมืองไทย อาจเป็นเพราะโคทั้งสองสายพันธุ์มีพันธุกรรม ตลอดจน

มีอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน สำหรับความแตกต่างของค่า ME_m ในโคพื้นเมืองไทยจากงานทดลองในครั้งนี้ที่มีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าที่รายงานโดยกลุ่มนักวิจัยอื่น ๆ ที่ทดลองในโคพื้นเมืองไทย สาเหตุที่ส่งผลให้พบความแตกต่างอาจมีสาเหตุมาจาก ช่วงระยะเวลาเจริญเติบโตหรืออายุของโค อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม การจัดการด้านอาหารที่ใช้เลี้ยง รวมไปถึงวิธีการที่ใช้ประเมินค่า โดย กฤตพล (2550) อธิบายว่า ในลูกสัตว์จะมีค่าการผลิตพลังงานเมตาบอลิซึมขั้นพื้นฐาน (basal metabolism) สูงแต่จะลดลงเมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากพัฒนาการของเนื้อเยื่อร่างกาย ซึ่งสัตว์จะมีความต้องการออกซิเจนที่แตกต่างกันในระยะแรกเกิด รุ่น และชรา สำหรับปัจจัยด้านอุณหภูมิ ในกรณีที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงกว่าอุณหภูมิร่างกายสัตว์จะต้องใช้พลังงานเพื่อการขับความร้อนออกนอกร่างกายโดยวิธีการระเหย (evaporation) โดยการเพิ่มการทำงานของปอด หัวใจ และกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถหายใจได้ถี่ขึ้น ซึ่งถือเป็นการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพเพิ่มขึ้น หรือในกรณีที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายของสัตว์จะต้องใช้พลังงานเพื่อการรักษาอุณหภูมิร่างกายให้คงที่โดยวิธีการสร้างพลังงานความร้อนส่วนที่ขาด เรียกว่า ภาวะการเพิ่มการสร้างความร้อนเนื่องจากความหนาวเย็น (cold thermogenesis) ดังนั้น อาจพบความแตกต่างของค่าความต้องการพลังงานในโคชนิดเดียวกันที่ทำการศึกษาในฤดูกาลที่แตกต่างกัน

จากการทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพของโคพื้นเมืองไทย ซึ่งเป็นโคอินเดียน (*Bos indicus*) ที่เลี้ยงในเขตร้อนของประเทศไทยมีค่าต่ำกว่าโคเนื้อที่เลี้ยงในยุโรปและอเมริกา



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ($MEI \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/d$) และค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ($ADG \text{ g/kgBW}^{0.75}/d$) ของโคพื้นเมืองไทย

ตารางที่ 4.7 ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโตของโคเนื้อ^{1/}

Source	Breed	N	BW (kg)	Method	ME _m	ME _g
This study (2010)	Thai native cattle	15	206	IC; ADG/MEI	311	31.90
Tangjitwattanachai and Sommart (Unpublished data)	Thai native cattle	24	200	MA; ADG/MEI	489	26.67
นันทนา (2552)	Thai native cattle	12	208	IC; ER/MEI	526	-
อนันท์ และคณะ (2552)	Brahman	20	343	LF; ADG/MEI	316	29.25
Nitipot et al. (2008)	Thai native cattle	16	185	IC; ER/MEI	509	-
WTSR (2008)	Thai native cattle	18	224	MA; ADG/MEI	484	31.37
	Brahman	39	282	MA; ADG/MEI	486	22.67
นัทธมน และ กฤตพล (2550)	Thai native cattle	20	163	MA; ER/MEI	389	-
	Brahman	64	363	MA; ER/MEI	397	-
Kawashima et al. (2000d)	Thai native cattle	20	163	IC; ER/MEI	245	-
Dawson and Steen (1998)	Charolais crossbred	75	539	IC; ER/MEI	614	-
Ferrell and Jenkins (1998)	Brahman crossbred	15	313	CS; ER/MEI	488	-
Liang and Young (1995)	Kedah kelantan	16	149	IC; ER/MEI	335	-
Reid et al. (1991)	Brahman crossbred	12	570	CS; ER/MEI	598	-
Solis et al. (1988)	Angus	5	504	CS; ER/MEI	418	-
	Brahman	5	499	CS; ER/MEI	410	-
	Hereford	5	490	CS; ER/MEI	452	-
Kearl (1982)	Beef cattle	NA	NA	NA	493	-
ARC (1980)	Beef cattle	NA	NA	NA	527	-
NRC (1976)	Beef cattle	NA	NA	NA	540	-

^{1/}N, observations data; NA, not available; BW, body weight (kg); CS, comparative slaughter technique; IC, indirect respiratory calorimetry; ADG, average daily gain; ER, energy retention; MEI, metabolizable energy intake; MA, meta-analysis; ME_m, metabolizable energy requirement for maintenance (kJ/kgBW^{0.75}/d); ME_g, metabolizable energy requirement for growth (kJ/g of kgBW^{0.75}/d).

4.9 ค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโต

จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ภาพที่ 4.2) สามารถสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการกินได้โปรตีน (CPI, gCP/kgBW^{0.75}/d) กับค่า ADG (g/kgBW^{0.75}/d) โดยได้เป็นสมการ

เส้นตรงดั่งสมการที่ 4.2 ซึ่งจากสมการสามารถประเมินค่าความต้องการ โปรตีนเพื่อการดำรงชีพ (CP_m) มีค่าเท่ากับ $3.45 \text{ gCP/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ และเพื่อเจริญเติบโต (CP_g) มีค่าเท่ากับ $0.32 \text{ gCP/g of kgBW}^{0.75}/\text{d}$

$$CPI = 3.45_{(SE=0.42)} + 0.32_{(SE=0.04)} ADG \quad (R^2 = 0.83; P < 0.01; RSD = 0.14; n = 15) \dots \text{สมการที่ 4.2}$$

- เมื่อ CPI คือ ปริมาณโปรตีนที่กินได้ ($\text{gCP/kgBW}^{0.75}/\text{d}$)
 ADG คือ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ($\text{g/kgBW}^{0.75}/\text{d}$)
 R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination)
 RSD คือ Residual standard deviation
 n คือ จำนวนค่าสังเกต

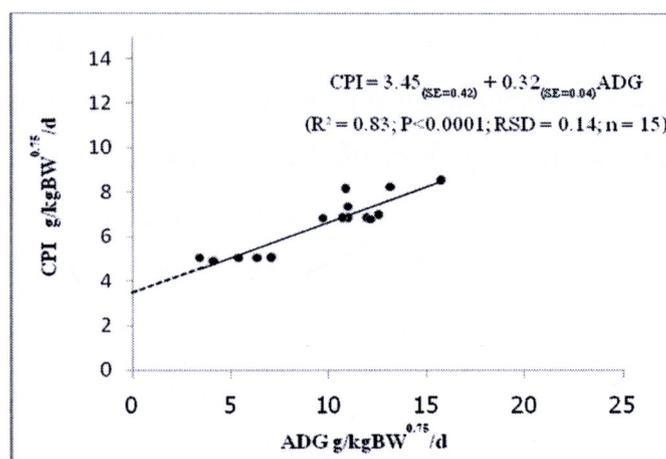
งานศึกษาค่าความต้องการโปรตีนในโคพื้นเมืองไทยของ Kawashima et al. (2000b), WTSR (2008) และ Tangjitwattanachai and Sommart (Unpublished data) พบว่า มีค่า CP_m สูงกว่างานศึกษาครั้งนี้เท่ากับ 3.76, 5.03 และ 4.85 $\text{gCP/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ และ WTSR (2008) และ Tangjitwattanachai and Sommart (Unpublished data) พบว่า โคพื้นเมืองไทยมีค่า CP_g เท่ากับ 0.38 และ 0.31 $\text{gCP/g of kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานศึกษาในครั้งนี้ สำหรับโคพันธุ์อื่นที่เลี้ยงในไทย WTSR (2008) รายงานว่า โคพันธุ์บราห์มันและพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองไทยกับบราห์มันที่เลี้ยงในไทยมีค่า CP_m เท่ากับ 4.52 และ 5.47 $\text{gCP/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ และมีค่า CP_g เท่ากับ 0.56 และ 0.59 $\text{gCP/g of kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ และ อนันท์ และคณะ (2552) ที่ทดลองในโคพันธุ์บราห์มัน พบว่า มีค่า CP_m และ CP_g เท่ากับ 3.32 $\text{gCP/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ และ 0.34 $\text{gCP/g of kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ ค่า CP_m ที่แนะนำสำหรับโคเนื้อที่เลี้ยงในสหรัฐอเมริกาของ NRC (1976) โคเนื้อที่เลี้ยงในยุโรปของ ARC (1980) และโคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศที่กำลังพัฒนาของ Kearn (1982) เท่ากับ 4.42, 5.55 และ 5.35 $\text{gCP/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่างานศึกษาในครั้งนี้ แสดงดังตารางที่ 4.8

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ค่า CP_m ของโคเนื้อที่เลี้ยงในยุโรป (ARC) สูงกว่าโคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศไทย โดยเฉลี่ยประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุที่มีความแตกต่างกันมาจากปัจจัยหลายประการ ซึ่งที่สำคัญคือ พันธุกรรม ช่วงระยะเวลาเจริญเติบโตหรืออายุของโค และอาหารและการจัดการด้านอาหาร (ARC, 1980) สำหรับความแตกต่างของค่า CP_m ในโคพื้นเมืองไทยจากงานทดลองในครั้งนี้ที่มีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าที่รายงานโดย WTSR (2008) ที่ทดลองใน

โคพื้นเมืองไทย สาเหตุที่ส่งผลให้พบความแตกต่างอาจมีสาเหตุมาจาก ช่วงระยะเวลาเจริญเติบโต หรืออายุของโค เนื่องจากกลุ่มประชากรที่ใช้ศึกษาของ WTSR (2008) กับการทดลองในครั้งนี้ มีน้ำหนักที่ค่อนข้างแตกต่างกัน คือ แตกต่างกัน 56 กิโลกรัม โดย กฤตพล (2550) อธิบายว่า ในลูกสัตว์จะมีความต้องการโปรตีนสูงกว่าในโคที่โตเต็มวัย เนื่องจากลูกสัตว์มีความต้องการเพิ่มจำนวนเซลล์เพื่อการเจริญเติบโตของร่างกายจึงต้องการรับโปรตีนในปริมาณที่สูง ในขณะที่สัตว์ที่โตเต็มวัยมีความต้องการโปรตีนที่ต่ำโดยการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงมีค่าความต้องการเท่ากับปริมาณที่สัตว์ขับออกนอกร่างกายเท่านั้น นอกจากนี้ปัจจัยด้านอาหารและการจัดการด้านอาหารที่ใช้เลี้ยงมีอิทธิพลสูงต่อค่าความต้องการโปรตีน โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นอาหารโปรตีนคุณภาพต่ำ หรือ พลังงานและโปรตีนในสูตรอาหารไม่สมดุล จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้จากโปรตีนในอาหารต่ำ ซึ่งทำให้การขับออกนอกร่างกายสูง ซึ่งทำให้พบว่าสัตว์มีค่า CP_m ที่ค่อนข้างสูงตามไปด้วย ดังนั้นอาจพบความแตกต่างของค่าความต้องการโปรตีนในโคชนิดเดียวกันที่ทำการศึกษาในอาหารที่แตกต่างกันได้

จากการศึกษาค่าความต้องการโปรตีนของงานทดลองในครั้งนี้พบว่า ค่าที่ประเมินได้ในครั้งนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ โคนเนื้อแต่ละพันธุ์ที่เลี้ยงในไทยมีค่า CP_m โดยเฉลี่ยต่ำกว่าโคนเนื้อในยุโรป แต่อย่างไรก็ตามมีค่าใกล้เคียงกับโคนเนื้อที่เลี้ยงในอเมริกา

ข้อมูลค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และโปรตีนที่ประเมินได้ในครั้งนี้ได้นำไปสร้างเป็นตารางแนะนำ รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวกที่ 1



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการกินได้ของโปรตีน ($CPI \text{ g/kgBW}^{0.75}/d$) และค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ($ADG \text{ g/kgBW}^{0.75}/d$) ของโคพื้นเมืองไทย

ตารางที่ 4.8 ค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและเพื่อการเจริญเติบโตของโคเนื้อ^{1/}

Source	Breed	N	BW (kg)	Method	CP _m	CP _g
This study (2010)	Thai native cattle	15	206	LF; ADG/CPI	3.45	0.32
Tangjitwattanachai and Sommart (Unpublished data)	Thai native cattle	24	200	MA; ADG/CPI	4.85	0.31
อนันท์ และคณะ (2552)	Brahman	20	343	LF; ADG/CPI	3.32	0.34
WTSR (2008)	Thai native cattle	24	150	MA; ADG/CPI	5.03	0.38
	Brahman	73	283	MA; ADG/CPI	4.52	0.56
	Brahman crossbred	33	307	MA; ADG/CPI	5.47	0.59
Kawashima et al. (2000b)	Thai native cattle	20	163	MA; ADG/CPI	3.76	-
	Brahman	44	NA	MA; ADG/CPI	3.62	-
Kearl (1982)	Beef cattle	NA	NA	NA	5.35	-
ARC (1980)	Beef cattle	NA	NA	NA	5.55	-
NRC (1976)	Beef cattle	NA	NA	NA	4.42	-

^{1/}N, observations data; NA, not available; BW, body weight (kg); LF, long-term feeding trial; ADG, average daily gain; CPI, crude protein intake; MA, meta-analysis; CP_m, crude protein requirement for maintenance (gCP/kgBW^{0.75}/d); CP_g, crude protein requirement for growth (gCP/kgBW^{0.75}/d).

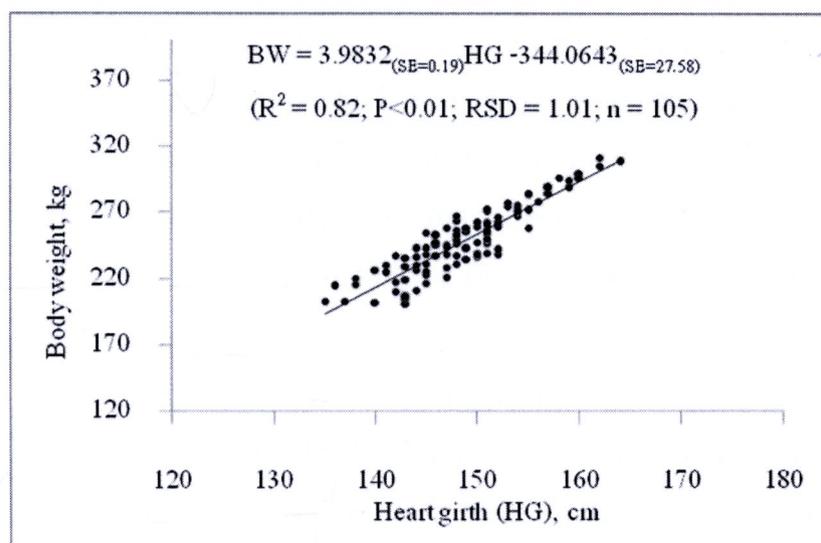
4.10 สมการทำนายน้ำหนักตัวโคพื้นเมืองไทย

ข้อมูลที่นำมาสร้างสมการประกอบด้วยข้อมูลดังนี้ จำนวนฐานข้อมูลเท่ากับ 105 ข้อมูล (มาจากโค 15 ตัว ชั่งน้ำหนักทุก ๆ 14 วัน รวม 7 ครั้ง) น้ำหนักตัวและความยาวรอบอกเฉลี่ยเท่ากับ 248.83 กิโลกรัม และ 148.85 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยข้อมูลน้ำหนักตัวและความยาวรอบอก มีค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD) เท่ากับ 25.61 กิโลกรัม และ 5.81 เซนติเมตร ค่าต่ำสุด (minimum) เท่ากับ 201 กิโลกรัม และ 135 เซนติเมตร และค่าสูงสุด (maximum) เท่ากับ 311 กิโลกรัม และ 164 เซนติเมตร ตามลำดับ ได้สมการทำนายน้ำหนักตัวจากความยาวรอบอกของโคพื้นเมืองไทยดังสมการที่ 4.3 (ภาพที่ 4.3)

$$BW = 3.9832_{(SE=0.19)}HG - 344.0643_{(SE=27.58)} \quad (R^2 = 0.82; P < 0.01; RSD = 1.01; n = 105) \dots$$

สมการที่ 4.3

- เมื่อ BW คือ น้ำหนักตัว (body weight, kg)
 HG คือ ความยาวรอบอก (heart girth, cm)
 R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination)
 RSD คือ Residual standard deviation
 n คือ จำนวนค่าสังเกต



ภาพที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัว (body weight, kg) และความยาวรอบอก (heart girth, cm) โคพื้นเมืองไทยเพศผู้ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

ตารางที่ 4.9 ความถูกต้องและแม่นยำของสมการของสมการทำนายน้ำหนักตัวโคพื้นเมืองไทย^{1/}

N	Actual (A±SE)	Predicted (P±SE)	Residual (P-A±SE)	Paired t-test of A vs. P (P-value)	MPB (%)	MPE
105	248.8286±2.50	248.8255±2.26	0.0030±1.07	0.9977	-0.003	0.0437

^{1/}N, observation data; MPB, mean proportion bias; MPE, mean prediction error.

โดยพบว่าสมการที่สร้างขึ้นน้ำหนักตัวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวรอบอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination; R^2) เท่ากับ 0.82 เมื่อนำค่าน้ำหนักจริงเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักที่ทำนายได้จากสมการที่สร้างขึ้นในครั้งนี้นี้พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงว่าสมการที่สร้างขึ้นมีความถูกต้อง

ในการทำนาย และพบว่าสมการมีความแม่นยำสูง โดยมีค่า mean proportion bias (MPB) เท่ากับ -0.003 เปอร์เซนต์ และมีค่า mean prediction error (MPE) เท่ากับ 0.04 ดังแสดงในตารางที่ 4.9

งานศึกษาของ เทอดศักดิ์ และ สมพร (2547) พบว่า ค่าความยาวรอบอกมีความสัมพันธ์สูงกับน้ำหนักตัวของโคพันธุ์บราห์มันเพศผู้ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.87 เช่นเดียวกับงานศึกษาของ อติสร และคณะ (2546) และ รติศักดิ์ และ ธีระชัย (2545) ที่ศึกษาในแม่โคนมลูกผสม โสลดส์ไต้หวันฟรีเซียน (R^2 เท่ากับ 0.998) และโคเนื้ออกบิรินทร์บุรี (R^2 เท่ากับ 0.85) ตามลำดับ Goe et al. (2001) ทำการศึกษาในโคเนื้อเพศผู้จำนวน 2 สายพันธุ์ ณ ประเทศเอธิโอเปีย โดยสร้างสมการถดถอยตัวแปรเดียวทำนายน้ำหนักตัวของโคจากความยาวรอบอก พบว่า มีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.75-0.87 ศรีเทพ (2539) รายงานว่า โคพื้นเมืองไทยอายุ 8 เดือน จะมีน้ำหนักตัวและความยาวรอบอกเฉลี่ยประมาณ 112.2 ± 19.4 กิโลกรัม และ 117.0 ± 11.3 เซนติเมตร ในขณะที่แม่โคพื้นเมืองไทยมีค่าเท่ากับ 228.7 ± 24.9 กิโลกรัม และ 145.5 ± 2.6 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ยโคพื้นเมืองอายุ 18 เดือน เท่ากับ 162 ± 18.4 กิโลกรัม

Yan et al. (2009) ทำการสร้างสมการถดถอยตัวแปรเดียว (simple linear regression) ทำนายน้ำหนักตัวของโคนมโซลด์ส์ไต้หวันฟรีเซียนโดยใช้ความยาวรอบอก พบว่า มีค่า R^2 เท่ากับ 0.78 นอกจากนี้ยังพบว่า ในกรณีสมการถดถอยหลายตัวแปร (multiple linear regression) ค่าความสูง (height) และความยาวรอบสะโพก (hip circumference) เมื่อนำมาทำนายร่วมกับความยาวรอบอก ช่วยให้เพิ่มค่า R^2 เป็น 0.90 Heinrichs et al. (1992) พบว่า สามารถใช้สมการเส้นโค้งตัวแปรเดียว (simple non-linear regression) เพิ่มค่า R^2 ในการทำนายน้ำหนักตัวจากความยาวรอบอก จาก 0.95 เป็น 0.99 และ 0.99 ในกรณีของ สมการถดถอยตัวแปรเดียว, สมการเส้นโค้งตัวแปรเดียวกำลังสอง (quadratic simple non-linear regression) และสมการเส้นโค้งตัวแปรเดียวกำลังสาม (cubic simple non-linear regression) ตามลำดับ

เป็นที่ทราบกันดีว่า การทราบค่าน้ำหนักโคที่แน่นอนเป็นประโยชน์ต่อการจัดการฟาร์มหลายประการ เช่น การให้อาหาร การซื้อ-ขายโค การให้วัคซีนหรือยารักษาโรค เป็นต้น จิตรชัย และคณะ (2552) กล่าวว่า เครื่องชั่งขนาดใหญ่ (พิกัด 50-1500 กิโลกรัม) ที่ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักโคที่เลี้ยงภายในฟาร์ม แม้ว่าจะจะเป็นวิธีการที่ให้ค่าน้ำหนักที่แม่นยำที่สุดแต่ก็มีราคาแพง ซึ่งอาจไม่คุ้มค่าในการจัดหาหรือครอบครองไว้ใช้งาน โดยสมการทำนายน้ำหนักตัวโคเป็นการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปแล้วมีความแม่นยำสูงกว่าวิธีการประเมินน้ำหนักโคด้วยสายตา ซึ่งเป็นวิธีการที่อาจเกิดข้อผิดพลาดในการประเมินและก่อให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการซื้อ-ขายโค แต่อย่างไรก็ตาม ในแนวทางการใช้ประโยชน์จากสมการควรจะพิจารณาให้รอบคอบ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดของวิธีการนี้ คือ (1) ต้องเป็นสมการที่สร้างจากฐานข้อมูลที่เป็นพันธุ์ ช่วงน้ำหนัก รวมถึง



อายุเดียวกันกับโคที่ต้องการประเมิน และ (2) ต้องเป็นสมการที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และมีค่า R^2 สูง (0.60-1.00) ซึ่งตามปกติแล้วสมการที่ใช้ความยาวรอบอกเป็นตัวแปรอิสระ (independent) ให้ค่า R^2 ที่สูงเพียงพอต่อการตัดสินใจ ตัวอย่างเช่น สมการที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เหมาะสมกับการทำนายน้ำหนักโคพื้นเมืองไทยเพศผู้ ที่มีน้ำหนักตัวในช่วง 201-311 กิโลกรัม อายุ 2-3 ปี โดยสมการมีค่า R^2 เท่ากับ 0.82 เป็นต้น สมการทำนายน้ำหนักตัวของโคแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 สมการทำนายน้ำหนักตัวโคพันธุ์ต่าง ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์จากสัดส่วนร่างกาย^{1/}

Source	Sex/Breed	Equation; BW =	BW±SD	R ²	N
This study (2010)	Male/Thai native	3.9832HG-344.0643	249±26	0.82	105
ปรารธนา และ คณะ (2526)	Male/Thai native	3.451HG-341.4316	NA	NA	NA
	Female/Thai native	3.2444HG-255.572	NA	NA	NA
เทอดศักดิ์ และ สมพร (2547)	Male/Brahman	4.53HG-415.97	233±56	0.87	1339
		3.95HG+1.41HH-503.60	233±56	0.89	1339
		3.24HG+1.36HH+1.36STP-564.89	233±56	0.92	1339
รัตศักดิ์ และ ธีระชัย (2545)	Pools sex	3.67HG-296.31	233±82	0.73	221
	/Kabinburi	3.31HG+0.50HH+0.51STP-360.87	233±82	0.75	221
Goe et al. (2001)	Male/Abyssinian short-horned	4.15HG-367	273±NA	0.75	46
	Male/Horro	4.17HG-363	265±NA	0.87	102
Yan et al. (2009)	Female/Holstein	6.373HG-662.6	574±74	0.78	146
	Friesian	3.083HG+3.382HH+1.814BG-965.0	574±74	0.78	146
อดิศร และคณะ (2546)	Female/Holstein	7.6908HG-916	444±50	0.99	31
	Friesian				
Heinrichs et al. (1992)	Calf-Cow /Holstein Friesian	4.17HG-324.5	395±370	0.95	1787
		0.0265HG ² -2.87HG+102.7	395±370	0.99	1787
		0.0000169HG ³ +0.0195HG ² - 1.96HG+65.3	395±370	0.99	1787

^{1/}HG, heart girth (cm); HH, hip height (cm); STP, shoulder to pin (cm); BG, Belly girth (cm); BW, body weight (kg); SD, standard deviation; R², coefficient of determination; NA, not available; N, observations data.