บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 สมรรถภาพการผลิต (performance)

จากการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของกระบือปลักขุนที่ได้รับอาหารข้น 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวนาน 350 วัน โดยมีน้ำหนักเริ่มต้น 202.17 และ 204.17 กิโลกรัม ตามลำดับ ($P > 0.05$) พบว่า ระดับของอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือปลักไม่มีผลทำให้น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 9)

Table 9 Performance of swamp buffalo fed with two different levels of concentrate.

Criteria	1.5 % concentrate	2.0 % concentrate	SEM[1/]	P-value
Number of animal	6	6	-	-
Initial weight (kg)	202.17	204.17	5.783	0.866
Final weight (kg)	426.33	418.33	15.381	0.800
Gain (kg)	224.17	214.17	11.919	0.684
Period (day)	350	350	8.064	-
ADG (g/day)	640.38	607.49	24.011	0.509
Feed intake (kg)	8107.80	6826.30	414.746	0.153
FCR	36.22	32.04	0.998	0.063

[1/] = Standard error of mean square.

ADG=Average daily gain.

FCR=Feed conversion ratio.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 คุณภาพซาก (carcass quality)

จากการศึกษาคุณภาพซากกระบือปลักขุนที่ได้รับอาหารข้น1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า ระดับของอาหารข้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากของกระบือปลักขุน โดยกระบือปลักทั้ง 2 กลุ่ม น้ำหนักมีชีวิต (live weight) น้ำหนักซากอุ่น (hot carcass weight) น้ำหนักซากเย็น (chilled carcass weight) เปอร์เซ็นต์ซาก (dressing) ความยาวซาก (carcass length) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area) และความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงใน Table 10 นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับของอาหารข้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายนอก โดยกระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีเปอร์เซ็นต์ของหัว (head) หนัง (skin) ขาหน้า (fore leg) ขาหลัง (hind leg) เลือด (blood) หาง (tail) อวัยวะเพศ (testis) และลิ้น (tongue) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน ($P > 0.05$) ซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์หัวใจ (heart) ตับ (liver) ปอดและขั้วปอด (lung with trachea) ม้าม (spleen) ลำไส้เล็ก (small intestine) ลำไส้ใหญ่ (large intestine) กระเพาะอาหาร (stomach) และไต (kidney) ของกระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (Table 10)

4.2.1 การตัดแต่งซากแบบสากล (standard USDA cutting style)

การตัดแต่งซากแบบสากลเป็นการตัดแต่งซากออกเป็น 2 ส่วน คือ การตัดแต่งซากเสี้ยวหน้า (forequarter) และการตัดแต่งซากเสี้ยวหลัง (hindquarter) โดยการตัดแต่งซากเสี้ยวหน้า ได้แก่ ส่วนไหล่ (chuck) ขาหน้า (fore shank) ยอดอก (brisket) สันหลัง (rib) และพื้นอก (plate) การตัดแต่งซากเสี้ยวหลัง ได้แก่ ส่วนพื้นท้อง (flank) สันสะเอว (short loin) สันสะโพก (sirloin) ขาสะโพก (round) และไขมันหุ้มไต เชิงกรานและหัวใจ (KPH fat) จากการทดลอง พบว่า ระดับอาหารข้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งซากแบบสากล ($P > 0.05$) ทั้งในส่วนของการตัดแต่งซากเสี้ยวหน้าและเสี้ยวหลัง ยกเว้นในส่วนของเปอร์เซ็นต์ขาสะโพก ซึ่งพบว่า กระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีเปอร์เซ็นต์ขาสะโพกสูงกว่า ($P < 0.05$) กระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยมีค่าเท่ากับ 24.12 และ 21.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 10 Carcass percentage of swamp buffalo fed with two different levels of concentrate.

Criteria	1.5 % concentrate	2.0 % concentrate	SEM[1/]	P-value
Number of animal	6	6	-	-
Live weight (kg)	402.50	394.83	16.781	0.824
Hot carcass wt. (kg)	204.67	204.23	7.827	0.978
Chilled carcass wt.(kg)	203.07	187.75	6.209	0.245
Dressing (%)	50.59	48.09	1.181	0.315
Carcass length (cm)	144.54	143.12	1.888	0.715
Loin eye area (cm^2)	59.98	50.31	0.443	0.092
Back fat thickness (mm)	0.39	0.52	0.073	0.253
External organ[2/]				
Head	3.83	3.80	0.077	0.860
Skin	12.07	11.98	0.275	0.868
Fore leg	1.13	1.12	0.025	0.926
Hind leg	1.10	1.06	0.028	0.503
Blood	3.73	3.73	0.112	0.990
Tail	0.38	0.37	0.015	0.802
Testis	0.10	0.09	0.012	0.905
Tongue	0.27	0.25	0.011	0.244
Internal organ[2/]				
Heart	0.39	0.38	0.012	0.535
Liver	0.98	0.91	0.041	0.379
Lung with trachea	0.83	0.82	0.032	0.809
Spleen	0.33	0.28	0.013	0.112
Small intestine	1.32	1.29	0.055	0.758
Large intestine	1.16	1.05	0.064	0.413
Stomach	2.59	2.21	0.149	0.231
Kidney	0.18	0.16	0.006	0.215

[a, b] Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$)

[1/] = Standard error of mean square. [2/] = %of live weight.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 11 Standard USDA and Thai cutting style of swamp buffalo fed with two different levels of concentrate.

Criteria	1.5 % concentrate	2.0 % concentrate	SEM[1/]	P-value
Number of animal	6	6	-	-
Standard USDA cutting style[2/]				
Forequarter				
Chuck	25.11	25.19	0.103	0.698
Fore shank	7.49	7.50	0.355	0.985
Brisket	4.17	4.19	0.068	0.866
Rib	7.67	7.65	0.271	0.976
Plate	7.48	7.38	0.198	0.807
Hindquarter				
Flank	4.34	4.17	0.280	0.699
Short loin	7.47	7.49	0.200	0.967
Sirloin	7.27	7.23	0.099	0.860
Round	21.94[b]	24.12[a]	0.416	0.026
KPH fat[3/]	4.15	4.05	0.179	0.786
Thai cutting style[2/]				
Quadtriceps	3.90[b]	4.42[a]	0.104	0.031
Semimembranosus	5.43	5.19	0.149	0.427
Semitendinosus	1.74	1.68	0.065	0.669
Biceps femoris	5.72	5.75	0.111	0.881
Longissimus dorsi	5.24[b]	5.87[a]	0.127	0.033
Psoas major	2.14	2.19	0.105	0.843
Brisket	4.65	4.79	0.244	0.779
Lean (chuck muscle)	31.19	33.34	0.926	0.272
Trim meat	1.07	0.65	0.193	0.304
Fat	11.87	12.57	1.380	0.803
Bone	16.09	16.39	0.766	0.847
Tendon	2.96	3.47	0.254	0.342

[a, b] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

[1/] = Standard error of mean square. [2/] = %of chilled carcass weight. [3/] = Kidney, pelvic and heart fat.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 การตัดแต่งซากแบบไทย (Thai cutting style)

การตัดแต่งซากแบบไทยเป็นการตัดแต่งซากโดยแยกเอาส่วนของเนื้อแดง ไขมัน และกระดูกออกจากกัน จากการทดลองพบว่า ระดับอาหารข้น ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งซากแบบไทย โดยกระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีเปอร์เซ็นต์เนื้อหางตะเข้ (*Semimembranosus*) เนื้อลูกดิ่ง (*Semitendinosus*) เนื้อใบพาย (*Biceps femoris*) เนื้อสันใน (*Psoas major*) เสือร้องไห้ (brisket) เนื้อแดง (lean) เศษเนื้อ (trim meat) ไขมัน (fat) กระดูก (bone) และเอ็น (tendon) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่พบว่า กระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีเปอร์เซ็นต์เนื้อลูกมะพร้าว (*Quadtriceps*) และเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) สูงกว่า ($P < 0.05$) กระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ดังแสดงใน Table 11

4.3 คุณภาพเนื้อ (meat quality)

4.3.1 ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ (pH value)

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD) และกล้ามเนื้อสะโพก (*Semimembranosus*, SM) หลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง พบว่า ค่า pH ของทั้งสองกล้ามเนื้อมีค่าลดลงภายหลังจากการฆ่า โดยค่า pH ของกล้ามเนื้อ LD มีค่าเท่ากับ 6.83 – 6.96 ที่ 45 นาที และมีค่าเท่ากับ 6.19 – 6.47 ที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า และค่า pH ของกล้ามเนื้อ SM มีค่าเท่ากับ 6.58 – 6.74 ที่ 45 นาที และมีค่าเท่ากับ 5.76 – 5.87 ที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับของอาหารข้นที่กระบือปลักได้รับไม่มีผลต่อค่า pH ของกล้ามเนื้อ LD และ SM ทั้งที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง หลังฆ่า ($P > 0.05$) ดังแสดงใน Table 12

Table 12 Muscle pH values of swamp buffalo fed with two different levels of concentrate.

Criteria	1.5 % concentrate	2.0 % concentrate	SEM[1/]	P-value
Number of animal	6	6	-	-
pH 45 min p.m.				
Longissimus dorsi	6.96	6.83	0.126	0.627
Semimembranosus	6.74	6.58	0.112	0.501
pH 24 hrs p.m.				
Longissimus dorsi	6.47	6.19	0.122	0.288
Semimembranosus	5.76	5.87	0.049	0.303

[1/] = Standard error of mean square.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 สีเนื้อ (meat color)

เปรียบเทียบความแตกต่างของสีเนื้อด้วยเครื่อง Minolta Chromameter และประเมินผลออกมาเป็นค่าความสว่าง (lightness, L*) ค่าความเป็นสีแดง (redness, a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness, b*) จากการทดลองพบว่า ระดับอาหารข้นที่กระบือปลักได้รับไม่มีผลต่อค่าสีของเนื้อ ($P > 0.05$) ทั้งค่า L*, a* และ b* แต่ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อค่าสีของเนื้อ โดยกล้ามเนื้อ *Semitendinosus* (ST) มีค่า L* สูงสุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อ *Infraspinatus* (IF), *Longissimus dorsi* (LD) และ *Biceps femoris* (BF) (41.19, 37.33, 36.11 และ 35.28) ตามลำดับ ($P < 0.001$) สำหรับค่า a* ($P < 0.001$) และค่า b* ($P < 0.05$) พบว่ากล้ามเนื้อ ST มีค่าสูงสุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อ IF, BF และ LDตามลำดับ (ค่า a* : 19.51, 18.80, 18.44 และ 16.59 ค่า b* : 10.23, 8.85, 8.78 และ 7.65) ดังแสดงใน Table 13 และพบว่ามีปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะของค่า a* ($P < 0.05$)

4.3.3 องค์ประกอบทางเคมี (chemical composition)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และไขมัน จากการทดลองพบว่า ระดับอาหารข้นที่กระบือปลักได้รับไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น และโปรตีนในเนื้อ ($P > 0.05$) แต่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อ โดยกระบือปลักกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่า ($P < 0.05$) กระบือปลักกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เมื่อพิจารณาชนิดของกล้ามเนื้อ พบว่า ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกล้ามเนื้อ IF มีค่าสูงสุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อ ST, BF และ LD (75.30, 74.76, 74.24 และ 72.71) ตามลำดับ ($P < 0.001$) เปอร์เซ็นต์โปรตีนของกล้ามเนื้อ LD มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ กล้ามเนื้อ ST, IF และ BF (24.82, 24.17, 23.86 และ 23.45) ตามลำดับ ($P < 0.05$) และเปอร์เซ็นต์ไขมันของกล้ามเนื้อ LD มีค่าสูงสุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อ IF, ST และ BF (3.49, 2.15, 1.81 และ 1.66) ตามลำดับ ($P < 0.001$) ดังแสดงใน Table 13 และไม่พบปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ($P > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 13 Meat color and chemical composition of swamp buffalo fed with different levels of concentrate and muscles.

Criteria	Feed		Muscle				SEM[1/]	P-value		
	1.5%	2.0%	IF	LD	ST	BF		Feed	Muscle	Inter[2/]
Meat color[3/]										
L*	37.26	37.69	37.33^{y}	$36.11^{y,z}$	41.19^{x}	35.28^{z}	0.239	0.378	<0.001	0.777
a*	18.61	18.07	$18.80^{x,y}$	16.59^{z}	19.51^{x}	18.44^{y}	0.156	0.083	<0.001	0.011
b*	8.65	9.10	$8.85^{x,y}$	7.65^{y}	10.23^{x}	$8.78^{x,y}$	0.272	0.412	0.012	0.312
Chemical composition, %										
Moisture	74.09	74.42	75.30^{x}	72.71^{z}	$74.76^{x,y}$	74.24^{y}	0.118	0.158	<0.001	0.784
Protein	24.08	24.16	$23.86^{y,z}$	24.82^{x}	24.17^{y}	23.45^{z}	0.111	0.626	0.002	0.479
Fat	2.46^{a}	2.09^{b}	2.15^{y}	3.49^{x}	$1.81^{y,z}$	1.66^{z}	0.081	0.025	<0.001	0.101

$^{a, b}$ Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by level of feed effect.

$^{x, y, z}$ Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by muscle effect.

IF=*Infraspinatus*, LD=*Longissimus dorsi*, ST=*Semitendinosus* and BF= *Biceps femoris*.

[1/] = Standard error of mean square. [2/] = Interaction between feed and muscle.

[3/] L* = Lightness; white=100, black=0, a* =redness; green=-80, red=100, b* =yellowness; blue=-50, yellow=70.

4.3.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity)

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อได้ทำการศึกษาค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (drip loss) ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำละลาย (thawing loss) ค่าการสูญเสียน้ำจากการต้ม (boiling loss) และค่าการสูญเสียน้ำจากการย่าง (grilling loss) ซึ่งถ้าค่าเหล่านี้สูง แสดงว่าเนื้อนั้นมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำมีผลทำให้เนื้อแห้ง แข็ง และเหนียว จากการทดลองพบว่า ระดับของอาหารข้นที่กระบือปลักได้รับไม่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำละลาย และค่าการสูญเสียน้ำจากการต้ม ($P > 0.05$) แต่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำจากการย่าง โดยเนื้อกระบือปลักกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีค่าการสูญเสียน้ำจากการย่างสูงกว่า ($P < 0.05$) เนื้อกระบือปลักกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เมื่อพิจารณาชนิดของกล้ามเนื้อพบว่า ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา ค่าการสูญเสียน้ำขณะทำละลาย และค่าการสูญเสียน้ำจากการย่าง ($P < 0.05$) โดยกล้ามเนื้อ LD มีค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา และค่าการสูญเสียน้ำจากการทำละลายสูงที่สุด และกล้ามเนื้อ IF มีค่าการสูญเสียน้ำจากการย่างสูงที่สุด แต่ชนิดของกล้ามเนื้อไม่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำจากการต้ม ($P > 0.05$) ดังแสดงใน Table 14 และไม่พบปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ($P > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 14 Water holding capacity of swamp buffalo fed with different levels of concentrate and muscles.

Criteria	Feed		Muscle				SEM[1/]	P-value		
	1.5%	2.0%	IF	LD	ST	BF		Feed	Muscle	Inter[2/]
Water holding capacity, %										
Drip loss	7.83	7.84	7.44^{y}	9.43^{x}	$7.65^{x,y}$	6.83^{y}	0.326	0.992	0.045	0.723
Thawing loss	10.76	10.26	11.76^{x}	12.09^{x}	$10.04^{x,y}$	8.15^{y}	0.523	0.637	0.042	0.795
Boiling loss	34.42	34.36	33.46	33.20	35.60	35.29	0.424	0.939	0.112	0.947
Grilling loss	36.98^{b}	38.98^{a}	40.27^{x}	36.17^{y}	36.78^{y}	$37.52^{x,y}$	0.518	0.016	0.039	0.279

[a, b] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by level of feed effect.

[x, y,] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by muscle effect.

IF=*Infraspinatus*, LD=*Longissimus dorsi*, ST=*Semitendinosus* and BF= *Biceps femoris*.

[1/] = Standard error of mean square. [2/] = Interaction between feed and muscle.

4.3.5 ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear value)

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อเป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความนุ่มของเนื้อโดยตรง ซึ่งวัดออกมาเป็นค่าแรงสูงสุด (force) และค่าพลังงาน (energy) จากการทดลองพบว่า ระดับของอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือปลักไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (P > 0.05) ทั้งค่าแรงสูงสุดและค่าพลังงาน แต่เมื่อพิจารณาชนิดของกล้ามเนื้อ พบว่า ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยกล้ามเนื้อ ST มีค่าแรงสูงสุดแตกต่างกับกล้ามเนื้อ IF, LD และ BF อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.001) สำหรับค่าพลังงานพบว่า กล้ามเนื้อ ST มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ กล้ามเนื้อ BF, IF และ LD (0.34, 0.27, 0.20 และ 0.15 J) ตามลำดับ (P < 0.001) ดังแสดงใน Table 15 และพบว่ามีปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะของค่าแรงสูงสุด (P < 0.05)

4.3.6 ปริมาณคอลลาเจน (collagen content)

จากการทดลองพบว่า ระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือปลักไม่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนในเนื้อ (P > 0.05) แต่เมื่อพิจารณาชนิดของกล้ามเนื้อพบว่า ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อปริมาณคอลลาเจนในเนื้อ โดยปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (soluble collagen) ของกล้ามเนื้อ IF และ ST แตกต่างกับกล้ามเนื้อ LD และ BF อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.001) สำหรับปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย (insoluble collagen) และปริมาณคอลลาเจนโดยรวม (total collagen) พบว่ากล้ามเนื้อ ST มีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อ IF, BF และ LD ตามลำดับ (P < 0.001) แต่กล้ามเนื้อ IF และ BF มีปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลายและปริมาณคอลลาเจนโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P > 0.05) ดังแสดงใน Table 15 ไม่พบปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะของปริมาณคอลลาเจนในเนื้อ (P > 0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.7 การประเมินด้านการตรวจชิม (sensory evaluation)

การประเมินด้านการตรวจชิมประกอบด้วย ความนุ่ม (tenderness) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) รสชาติ (flavor) และความพอใจโดยรวม (acceptability) โดยมีการให้คะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 9 ซึ่งหมายถึง ความพอใจน้อยที่สุดไปจนถึงพอใจมากที่สุด จากการทดลองพบว่า ระดับของอาหารข้นที่กระบือปลักได้รับไม่มีผลทำให้คะแนนการตรวจชิมของเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาชนิดของกล้ามเนื้อพบว่า ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อคะแนนการตรวจชิมของเนื้อ โดยกล้ามเนื้อ LD มีคะแนนการตรวจชิมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกล้ามเนื้ออื่น ดังแสดงใน Table 15 แต่ไม่พบปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะของคะแนนการตรวจชิมของเนื้อ ($P > 0.05$)

Table 15 Shear force value, collagen content and panel score of swamp buffalo fed with different levels of concentrate and muscles.

Criteria	Feed		Muscle				SEM[1/]	P-value		
	1.5%	2.0%	IF	LD	ST	BF		Feed	Muscle	Inter[2/]
Shear force value										
Force (N)	48.43	51.64	49.89^{y}	45.49^{y}	55.87^{x}	48.12^{y}	0.902	0.068	<0.001	0.007
Energy (J)	0.24	0.23	0.20^{y}	0.15^{z}	0.34^{w}	0.27^{x}	0.006	0.594	<0.001	0.136
Collagen contents, g/100g meat										
Soluble	0.33	0.34	0.34^{x}	0.31^{y}	0.36^{x}	0.31^{y}	0.004	0.147	<0.001	0.068
Insoluble	1.69	1.71	1.71^{y}	1.29^{z}	2.19^{x}	1.62^{y}	0.023	0.647	<0.001	0.059
Total	2.02	2.05	2.05^{y}	1.60^{z}	2.56^{x}	1.94^{y}	0.024	0.493	<0.001	0.141
Panel score[3/]										
Tenderness	5.83	6.04	5.93^{x,y}	6.39^{x}	5.67^{y}	5.42^{y}	0.084	0.131	0.002	0.476
Juiciness	5.56	5.59	5.43	5.79	5.47	5.71	0.075	0.711	0.220	0.254
Flavor	5.74	5.95	5.80^{y}	6.25	5.75	5.04^{z}	0.067	0.106	<0.001	0.464
Acceptance	5.76	6.04	5.79^{x,y}	6.24^{x}	5.79^{x,y}	5.54^{y}	0.072	0.059	0.018	0.116

^{w,x,y,z} Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$) by muscle effect.

IF=*Infraspinatus*, LD=*Longissimus dorsi*, ST=*Semitendinosus* and BF= *Biceps femoris*.

[1/] = Standard error of mean square. [2/]=Interaction between feed and muscle. [3/] 1= low, 5=moderate and 9= high.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.8 ค่าการหืนของเนื้อ (Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)

จากการทดลองพบว่า ระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือปลักไม่มีผลต่อค่าการหืนของเนื้อ ในวันที่ 0, 3 และ 6 ($P > 0.05$) แต่มีผลต่อค่าการหืนของเนื้อในวันที่ 9 โดยเนื้อกระบือปลักกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวมีค่าการหืนของเนื้อสูงกว่าเนื้อกระบือปลักกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ($P < 0.001$) เมื่อพิจารณาชนิดของกล้ามเนื้อพบว่า ชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อค่าการหืนของเนื้อ โดยค่าการหืนของเนื้อในวันที่ 0, 3, 6 และ 9 ของกล้ามเนื้อ BF มีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อ ST, IF และ LD ตามลำดับ ($P < 0.001$) ดังแสดงใน Table 16 และพบว่ามีปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะของค่าการหืนของเนื้อในวันที่ 9 ($P < 0.05$)

4.3.9 ปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อ (cholesterol and triglyceride contents)

จากการทดลองพบว่า ระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือปลักไม่มีผลต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อ ($P > 0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อ โดยเนื้อกระบือปลักกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีปริมาณไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าเนื้อกระบือปลักกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ($P < 0.001$) เมื่อพิจารณาชนิดของกล้ามเนื้อพบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลของกล้ามเนื้อ IF สูงกว่ากล้ามเนื้อ BF, LD และ ST (61.62, 59.89, 56.34 และ 49.86 mg/100g meat) ตามลำดับ ($P < 0.05$) และปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของกล้ามเนื้อ LD สูงกว่ากล้ามเนื้อ ST, IF และ BF (3.34, 1.63, 1.42 และ 0.34 g/100g meat) ตามลำดับ ($P < 0.001$) แต่ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของกล้ามเนื้อ IF และ ST ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงใน Table 16 และไม่พบปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะของปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ($P > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 16 TBARS, cholesterol (mg/100g meat) and triglyceride (g/100g meat) of swamp buffalo fed with different levels of concentrate and muscles.

Criteria	Feed		Muscle				SEM[1/]	P-value		
	1.5%	2.0%	IF	LD	ST	BF		Feed	Muscle	Inter[2/]
TBARS, mg malondialdehyde/ g meat										
Day 0	0.14	0.14	0.11^{y}	0.07^{z}	0.16^{x}	0.23^{w}	0.005	0.873	<0.001	0.102
Day 3	0.18	0.17	0.15^{y}	0.08^{z}	0.18^{x}	0.28^{w}	0.005	0.122	<0.001	0.055
Day 6	0.30	0.29	0.24^{y}	0.14^{z}	0.30^{x}	0.50^{w}	0.010	0.438	<0.001	0.053
Day 9	0.47^{a}	0.32^{b}	0.26^{y}	0.15^{z}	0.39^{x}	0.77^{w}	0.013	<0.001	<0.001	0.027
Cholesterol	58.32	55.53	61.62^{x}	$56.34^{x,y}$	49.86^{y}	59.89^{x}	1.246	0.265	0.007	0.924
Triglyceride	2.25^{a}	1.50^{b}	1.42^{y}	3.34^{x}	1.63^{y}	0.34^{z}	0.065	<0.001	<0.001	0.054

[a, b] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by level of feed effect.

[w,x, y, z] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by muscle effect.

IF=*Infraspinatus*, LD=*Longissimus dorsi*, ST=*Semitendinosus* and BF= *Biceps femoris*.

[1/] = Standard error of mean square. [2/]=Interaction between feed and muscle.

4.3.10 องค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อ (fatty acid profile)

กรดไขมันที่พบในเนื้อของกระบือปลักขุนจากการทดลองนี้ประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acids, SFA) ได้แก่ myristic acid (C14:0), pentadecanoic acid (C15:0), palmitic acid (C16:0), heptadecanoic acid (C17:0), stearic acid (C18:0) และ docosanoic acid (C22:0) กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids, UFA) ประกอบด้วย กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acids, MUFA) ได้แก่ myristoleic acid (C14:1), palmitoleic acid (C16:1), heptadecenoic acid (C17:1), oleic acid (C18:1 n-9) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acids, PUFA) ซึ่งแบ่งออกเป็นกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 (n-3 PUFA) ได้แก่ α-linolenic acid (C18:3 n-3), eicosapentaenoic acid (C20:5 n-3), docosahexaenoic acid (C22:6 n-3) และกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 6 (n-6 PUFA) ประกอบด้วย linoleic acid (C18:2 n-6), eicosatrienoic acid (C20:3 n-6) และ arachidonic acid (C20:4 n-6) นอกจากนี้ยังพบ conjugated linoleic acid (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) อีกด้วย โดยพบว่าในเนื้อกระบือปลักขุนมีปริมาณของ C18:1 n-9 สูงสุด รองลงมาคือ C16:0, C18:0 และ C18:2 n-6 โดยมีปริมาณเท่ากับ 42.25 – 45.44, 19.34 – 22.72, 14.48 – 19.71 และ 3.49 – 9.16% ตามลำดับ สำหรับปริมาณกรดไขมันอื่น ๆ มีอยู่ปริมาณน้อยโดยมีค่าตั้งแต่ 0.13 – 2.83%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองพบว่า ระดับของอาหารข้นที่กระบือปลักได้รับมีผลต่อปริมาณกรดไขมันในเนื้อโดยกระบือกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีปริมาณ PUFA, PUFA:SFA, total n-6 และ total n-3 ในเนื้อสูงกว่า ($P < 0.05$) และมีปริมาณ SFA ต่ำกว่า ($P < 0.05$) กระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แต่ปริมาณ MUFA, n-6:n-3 และปริมาณกรดไขมันทั้งหมดในเนื้อ (total FA) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในกระบือทั้งสองกลุ่ม (Table 17) เมื่อพิจารณาชนิดของกล้ามเนื้อพบว่า ชนิดของกล้ามเนื้อไม่มีผลทำให้ n-6:n-3 แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีผลทำให้ปริมาณ SFA, MUFA, PUFA, PUFA:SFA, total n-6, total n-3 และ total FA แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.001$) โดยปริมาณ SFA และ total FA ของกล้ามเนื้อ LD มีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อ IF, ST และ BF ตามลำดับ ($P < 0.001$) ปริมาณ MUFA ของกล้ามเนื้อ ST มีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อ LD, IF และ BF ตามลำดับ ($P < 0.001$) และปริมาณ PUFA, PUFA:SFA, total n-6 และ total n-3 ของกล้ามเนื้อ BF มีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อ IF, ST และ LD ตามลำดับ ($P < 0.001$) ดังแสดงใน Table 16 และไม่พบปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับอาหารข้นที่ใช้ขุนกระบือและชนิดของกล้ามเนื้อในลักษณะขององค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ ($P > 0.05$)

4.3.11 องค์ประกอบกรดอะมิโนในเนื้อ (amino acid profile)

กรดอะมิโนที่พบในกล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* (LD) ของกระบือปลักขุนที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ประกอบด้วย aspartic acid, serine, glutamic acid, glycine, histidine, arginine, threonine, alanine, proline, tyrosine, valine, lysine, isoleucine, leucine และ phenylalanine จากการทดลองพบว่า ในเนื้อกระบือปลักมีปริมาณ glutamic acid มากที่สุดรองลงมาคือ lysine และ aspartic acid โดยมีปริมาณเท่ากับ 3.26 – 3.34, 2.08 – 2.12 และ 1.89 – 1.93 mg/100 mg ตามลำดับ ซึ่ง lysine เป็นกรดอะมิโนจำเป็นที่พบมากที่สุดในเนื้อกระบือปลักขุน รองลงมาคือ arginine และ leucine โดยมีปริมาณเท่ากับ 2.08 – 2.12, 1.85 – 1.91 และ 1.75 – 1.82 mg/100 mg ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับของอาหารข้นที่กระบือปลักได้รับมีผลต่อปริมาณ histidine ในเนื้อโดยเนื้อกระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวมีปริมาณ histidine สูงกว่า ($P < 0.05$) เนื้อกระบือปลักที่ได้รับอาหารข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (0.96 vs 0.89 mg/100 mg) ดังแสดงใน Table 18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 17 Fatty acid profiles and total fatty acids (TFA, mg/100g meat) of swamp buffalo fed with different levels of concentrate and muscles.

Criteria	Feed		Muscle				SEM[1/]	P-value		
	1.5%	2.0%	IF	LD	ST	BF		Feed	Muscle	Inter[2/]
Fatty acid, % of total fatty acids										
C14:0	2.34	2.30	2.32	2.39	2.33	2.25	0.047	0.695	0.751	0.435
C14:1	0.30	0.28	0.34^{x}	0.14^{z}	0.25^{y}	0.45^{w}	0.015	0.495	<0.001	0.146
C15:0	0.24	0.24	0.24^{w}	0.20^{x}	0.25^{w}	0.25^{w}	0.004	0.751	<0.001	0.584
C16:0	20.67	20.92	19.54^{y}	22.72^{w}	21.58^{x}	19.34^{y}	0.201	0.535	<0.001	0.894
C16:1	1.80	1.83	1.81^{w}	1.52^{x}	1.95^{w}	1.98^{w}	0.041	0.762	<0.001	0.940
C17:0	1.08	1.12	1.16^{w}	1.17^{w}	1.09^{x}	0.98^{y}	0.011	0.103	<0.001	0.666
C17:1	0.79^{b}	0.87^{a}	0.94^{w}	0.61^{y}	0.84^{x}	0.95^{w}	0.017	0.036	<0.001	0.772
C18:0	17.46^{a}	15.70^{b}	16.67^{x}	19.71^{w}	14.48^{y}	$15.45^{x,y}$	0.329	0.009	<0.001	0.355
C18:1 n-9	44.10	44.09	43.35^{x}	45.44^{w}	45.35^{w}	42.25^{x}	0.272	0.984	<0.001	0.970
C18:2 n-6	6.32^{b}	7.17^{a}	7.64^{x}	3.49^{y}	6.69^{x}	9.16^{w}	0.209	0.047	<0.001	0.647
C18:3 n-3	0.57^{b}	0.70^{a}	0.68^{x}	0.40^{y}	0.67^{x}	0.82^{w}	0.023	0.013	<0.001	0.516
CLA	0.25	0.24	0.26^{w}	0.19^{x}	0.29^{w}	$0.24^{w,x}$	0.009	0.349	0.005	0.039
C20:3 n-6	0.27^{b}	0.38^{a}	0.34^{x}	0.16^{y}	$0.37^{w,x}$	0.44^{w}	0.014	<0.001	<0.001	0.688
C20:4 n-6	2.27^{b}	2.53^{a}	2.83^{x}	1.10^{z}	2.34^{y}	3.32^{w}	0.064	0.048	<0.001	0.378
C20:5 n-3	0.61	0.68	0.78^{w}	0.29^{y}	0.62^{x}	0.88^{w}	0.019	0.066	<0.001	0.547
C22:0	0.26	0.26	0.33^{w}	0.13^{y}	0.24^{x}	0.34^{w}	0.008	0.794	<0.001	0.448
C22:6 n-3	0.62	0.68	0.75^{x}	0.30^{y}	0.65^{x}	0.90^{w}	0.021	0.142	<0.001	0.558
SFA	42.05^{a}	40.54^{b}	40.27^{x}	46.33^{w}	$39.98^{x,y}$	38.60^{y}	0.273	0.007	<0.001	0.384
MUFA	47.01	47.07	$46.43^{x,y}$	$47.71^{w,x}$	48.38^{w}	45.62^{y}	0.297	0.913	0.006	0.946
PUFA	10.94^{b}	12.38^{a}	13.29^{x}	5.95^{y}	11.64^{x}	15.77^{w}	0.324	0.028	<0.001	0.635
PUFA:SFA	0.27^{b}	0.32^{a}	0.33^{x}	0.13^{y}	0.29^{x}	0.41^{w}	0.009	0.012	<0.001	0.475
Total n-6	8.87^{b}	10.08^{a}	10.81^{x}	4.75^{y}	9.41^{x}	12.93^{w}	0.277	0.032	<0.001	0.576
Total n-3	1.82^{b}	2.07^{a}	2.22^{x}	1.00^{y}	1.94^{x}	2.60^{w}	0.049	0.014	<0.001	0.514
n-6:n-3	4.87	4.85	4.87	4.73	4.87	4.97	0.067	0.878	0.650	0.168
Total FA	1250.70	1266.5	$1451.7^{w,x}$	1742.3^{w}	$1026.0^{x,y}$	814.3^{y}	80.613	0.922	<0.001	0.059

[a, b] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by level of feed effect.

[w, x, y, z] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by muscle effect.

IF=*Infraspinatus*, LD=*Longissimus dorsi*, ST=*Semitendinosus* and BF= *Biceps femoris*.

CLA = conjugated linoleic acid (C18:2 *cis*-9, *trans*-11), SFA = saturated fatty acid, MUFA = monosaturated fatty acid, PUFA = polyunsaturated fatty acid, n3 = omega-3 fatty acids and n6 = omega-6 fatty acids.

[1/] = Standard error of mean square. [2/]=Interaction between feed and muscle.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 18 Amino acid profiles in *Longissimus dorsi* of swamp buffalo fed with two different levels of concentrate.

Criteria	Concentrate		SEM[1/]	P-value
	1.5%	2.0%		
Amino acid (mg/100mg)				
Aspartic acid	1.93	1.89	0.030	0.527
Serine	0.93	0.91	0.014	0.481
Glutamic acid	3.34	3.26	0.055	0.475
Glycine	1.05	1.01	0.014	0.207
Histidine	0.96[a]	0.89[b]	0.013	0.032
Arginine	1.91	1.85	0.035	0.411
Threonine	1.13	1.09	0.016	0.232
Alanine	1.33	1.12	0.089	0.260
Proline	0.87	0.85	0.007	0.108
Tyrosine	0.83	0.79	0.009	0.078
Valine	1.04	1.00	0.014	0.303
Lysine	2.12	2.08	0.038	0.541
Isoleucine	0.94	0.91	0.015	0.282
Leucine	1.82	1.75	0.020	0.097
Phenylalanine	0.91	0.87	0.010	0.079

[a, b] Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

[1/] = Standard error of mean square.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved