บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศ

จากบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตลอดการทดลอง (ตารางที่ 4.1) พบว่า ในช่วงที่ 1 ของการทดลองมีสภาพอากาศร้อนกว่าช่วงที่ 2 และ 3 โดยพบว่าค่าสูงสุดของแต่ละพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาทุกค่าสูงกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่ารังสีอาทิตย์ในทุกช่วงการทดลอง พบว่ามีค่าสูงสุดเกิน 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูง ในช่วงเดือนเมษายนจัดเป็นเดือนที่ร้อนที่สุดในรอบปี เนื่องจากมุมบ่ายเบนดวงอาทิตย์อยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตร (celestial equator) ทำให้บริเวณประเทศไทยได้รับรังสีจากภายนอกโลกสูง นอกจากนี้ในช่วงเวลาดังกล่าวซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง ทำให้ท้องฟ้าแจ่มใส ส่งผลให้รังสีผ่านลงมายังพื้นผิวโลกเต็มที่ (Janjai et al., 2005) ในการทดลองพบว่าในวันที่ 28-31 ของการทดลองในช่วงที่ 1 เป็นช่วงที่ถือว่ามีอุณหภูมิอากาศสูงที่สุด โดยพบว่าค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นเท่ากับหรือมากกว่า 84 ซึ่งจัดอยู่ในระดับอันตรายมากต่อการเกิดความเครียดจากความร้อน (Livestock Conservation Institute, 1970) โดยเกิดขึ้นเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงติดต่อกัน ระหว่างเวลา 11.30-17.30 น. โดยทั่วไปหากค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นมีค่าสูงเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ สัตว์อาจได้รับผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่หากช่วงเวลาดังกล่าวขยายระยะเวลาออกไปนานติดต่อกันหลายชั่วโมง ความเครียดจากความร้อนที่เกิดขึ้นกับสัตว์จะทวีความรุนแรงขึ้น (Hubbard et al., 1999)

ตารางที่ 4.1

ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิตุ้มดำ

ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น และรังสีอาทิตย์

	ช่วงที่ 1 (17 มี.ค.-25 เม.ย.)		ช่วงที่ 2 (16 พ.ค.-24 มิ.ย.)		ช่วงที่ 3 (5 ส.ค.-13 ก.ย.)	
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	21.33	40.59	21.97	34.93	22.09	34.85
อุณหภูมิตุ้มดำ (องศาเซลเซียส)	21.88	50.59	20.78	47.53	21.71	34.43
ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น	68.95	90.76	71.12	85.29	71.24	85.69
รังสีอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)	0	1276.90	0	1134.40	0	1250.60

ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมจนถึงตอนต้นเดือนตุลาคม ซึ่งตรงกับช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลอง ประเทศไทยเริ่มได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาความชื้นมาจากทะเลอันดามัน ทำให้ฝนตกทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ดังนั้นบริเวณจังหวัดสุรินทร์จะมีฝนตกชุกและหนาแน่น จากการบันทึกปริมาณน้ำฝนสะสมของสถานีตรวจอากาศจังหวัดสุรินทร์ (ตารางที่ 4.2) พบว่า ในช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลองมีฝนตกสะสมตลอดช่วงการทดลอง (231.9 และ 431.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ) สูงกว่าช่วงที่ 1 (79.9 มิลลิเมตร) ส่งผลให้ความรุนแรงของสภาพอากาศโดยรวมตลอดช่วงทดลองที่ 2 และ 3 ลดลง

ตารางที่ 4.2
ปริมาณน้ำฝนสะสม

	ปริมาณน้ำฝนสะสม (มิลลิลิตร)
ช่วงที่ 1 ของการทดลอง (17 มี.ค.-25 เม.ย.)	79.9
ช่วงที่ 2 ของการทดลอง (16 พ.ค.-24 มิ.ย.)	231.9
ช่วงที่ 3 ของการทดลอง (5 ส.ค.-13 ก.ย.)	431.5

ปริมาณหญ้ารูซี่และคุณภาพอาหารสัตว์

จากการสุ่มวัดปริมาณหญ้ารูซี่ก่อนการทดลองและคุณภาพพืชอาหารสัตว์ (ตารางที่ 4.3) พบว่า ในช่วงที่ 1 ของการทดลอง หญ้าในแปลงมีความสูงอยู่ในช่วง 19-20 เซนติเมตร ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพแห้ง (>90 เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละแปลงย่อยมีผลผลิตใกล้เคียงกันเฉลี่ย 608 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ ส่วนในช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลอง หญ้าในแปลงมีความสูงอยู่ในช่วง 8-15 เซนติเมตร ในแต่ละแปลงย่อยมีผลผลิตใกล้เคียงกันเฉลี่ย 222 และ 220 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ตามลำดับ หญ้าส่วนใหญ่มีส่วนของพืชเป็นสีเขียวเป็นองค์ประกอบประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ และมีคุณภาพสูงกว่าหญ้าในช่วงที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงก่อนเริ่มต้นการทดลองในช่วงที่ 1 ไม่มีฝนตกติดต่อกันเป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน ทำให้หญ้าอยู่ในสภาพแห้งและคุณภาพต่ำ ในระหว่างช่วงพัก 20 วัน ก่อนเริ่มการทดลองในช่วงที่ 2 มีฝนตกลงมาติดต่อกันหลายวัน วัดปริมาณน้ำฝนสะสมได้ 183.3 มิลลิเมตร นอกจากนี้ตลอดช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลองมีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้หญ้าฟื้นตัวและเริ่มเจริญเติบโตแต่ยังมีความสูงไม่มากนัก

ตารางที่ 4.3

ปริมาณ ความสูงของหญ้ารูซี่และส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ารูซี่และใบมันสำปะหลังแห้ง

	หญ้ารูซี่			ใบมันสำปะหลังแห้ง
	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	
ปริมาณหญ้ารูซี่ (กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่)	608	222	220	-
ความสูงหญ้ารูซี่ (เซนติเมตร)	19-20	8-15	8-15	-
วัตถุแห้ง	89.60	28.20	28.50	93.92
ส่วนประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง)				
โปรตีน	3.87	9.25	12.04	22.67
เถ้า	7.75	7.95	10.26	9.01
NDF	82.93	63.67	62.44	31.04
ADF	57.64	34.60	31.77	29.12
ADL	7.80	2.13	3.39	12.97

อุณหภูมิร่างกาย

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายในรอบวันของกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงและปล่อยแทะเล็มกลางคืน ในวันที่ 28 ของการทดลองช่วงที่ 1 แสดงดังภาพที่ 4.1(c) และ 4.1(d) พบว่าอยู่ในช่วง 38.0-40.0 องศาเซลเซียส และ 38.4-39.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยอุณหภูมิร่างกายของกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ถึงจุดสูงสุดเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส ระหว่าง 15.20-15.50 น. จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายของกระบือทั้งสองทรีทเมนต์ (ตารางที่ 4.4) พบว่า ในช่วงกลางวัน กลางคืนและเช้า อุณหภูมิร่างกายของกระบือทั้งสองทรีทเมนต์ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในช่วงบ่ายพบว่าอุณหภูมิร่างกายของกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง (39.21 องศาเซลเซียส) สูงกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มกลางคืน (38.88 องศาเซลเซียส) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ตารางที่ 4.4

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิร่างกายในช่วงกลางวัน กลางคืน เช้าและบ่ายของกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง และปล่อยแทะเล็มกลางคืน

ช่วงเวลา	ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง	ปล่อยแทะเล็มกลางคืน	*P*-value
กลางวัน (06.00-18.00)	38.80±0.02	38.78±0.22	0.8363
กลางคืน (18.00-06.00)	38.82±0.11	38.59±0.37	0.4821
เช้า (06.00-12.00)	38.40±0.01	38.67±0.41	0.5182
บ่าย (12.00-18.00)	39.21±.004	38.88±0.03	0.0090

แสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิร่างกายและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทางอุตุนิยมวิทยา (ตารางที่ 4.5) พบว่า อุณหภูมิร่างกายของกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง มีค่าสหสัมพันธ์ในระดับปานกลาง กับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิตุ้มดำ และมีค่าสหสัมพันธ์ในระดับต่ำกับดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นและรังสีอาทิตย์ ส่วนอุณหภูมิร่างกายของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน มีค่าสหสัมพันธ์ในระดับต่ำกับทุกพารามิเตอร์ ในภาพรวมอุณหภูมิร่างกายของกระบือมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chikamune (1983) ซึ่งรายงานว่า อุณหภูมิของร่างกายกระบือมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศซึ่งจะผันแปรไปตามฤดูกาล การที่อุณหภูมิร่างกายของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน ได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศน้อย เนื่องจากในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งมีสภาพอากาศร้อน กระบือทำกิจกรรมส่วนใหญ่คือ เคี้ยวเอื้องสลับกับอยู่เฉย ๆ ภายใต้หลังคา ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวก่อให้เกิดความร้อนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับการแทะเล็ม (Osuji, 1974) หากเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ พบว่ารังสีอาทิตย์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิร่างกายของกระบือต่ำที่สุด สอดคล้องกับรายงานของ Tucker et al. (2008) ซึ่งได้ศึกษาอิทธิพลของรังสีอาทิตย์ต่อพฤติกรรมการใช้ร่มเงาของโคนมในนิวซีแลนด์พบว่าแบบรูปของอุณหภูมิร่างกายของโคนมมีความสัมพันธ์กับรังสีอาทิตย์ค่อนข้างต่ำมากเช่นกัน ร่มเงาจัดเป็นสิ่งกำบังจากการแผ่รังสีความร้อน เนื่องจากร่มเงาอาจเปลี่ยนแปลงสมดุลรังสีของตัวสัตว์แต่จะไม่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศหรือความชื้น (Esmay, 1978) ดังนั้นการที่กระบือทั้งสองกลุ่มทำกิจกรรมในช่วงกลางวันส่วนใหญ่อยู่ใต้ร่มเงา (หลังคาหรือต้นไม้) โอกาสที่สัตว์จะได้รับรังสีอาทิตย์โดยตรงจึงมีค่อนข้างน้อย ส่งผลให้ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิร่างกาย และรังสีอาทิตย์อยู่ในระดับต่ำ

ตารางที่ 4.5

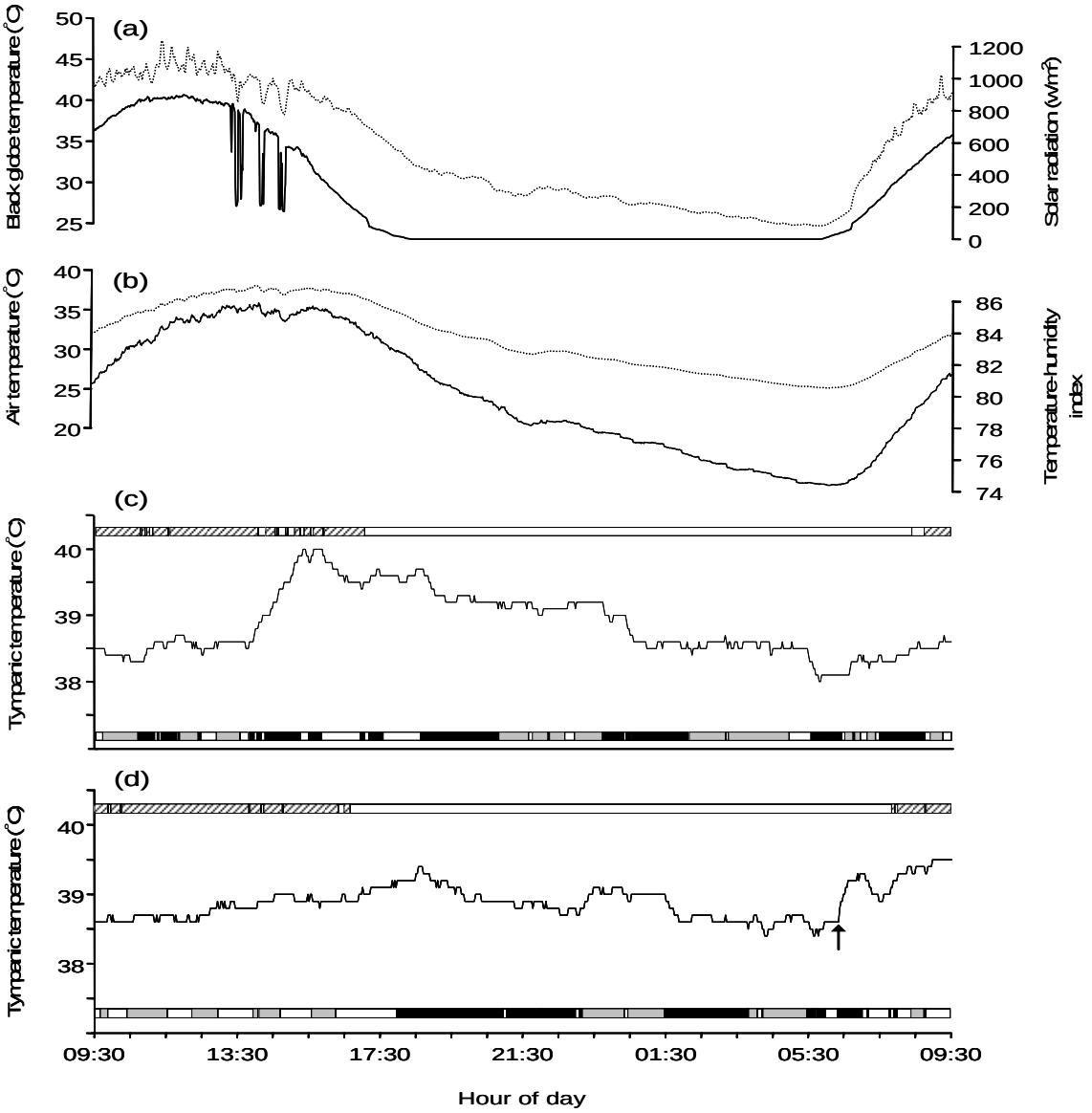
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างอุณหภูมิร่างกายและพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาของกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง และปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน

	24ชั่วโมง (DN)	กลางคืน (N)
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	0.528**	0.130**
อุณหภูมิตุ้มดำ(องศาเซลเซียส)	0.497**	0.144**
ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น	0.239**	0.148**
รังสีอาทิตย์	0.218**	0.094*

n=720; **P<0.01; *P<0.05

ภาพที่ 4.1

การผันแปรของอุณหภูมิร่างกายกับสภาพอากาศของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มตลอด 24 ชั่วโมง และกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางคืน



(a) อุณหภูมิตุ้มดำ (…) รังสีอาทิตย์ (---); (b) อุณหภูมิอากาศ (…) และดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น (---); (c) และ (d) อุณหภูมิร่างกาย (---), แบบรูปตามช่วงเวลาของการทำกิจกรรมอยู่ใต้ร่มเงา (เส้นขวางบน, ▨), แบบรูปตามช่วงเวลา (เส้นขวางล่าง) ของการกิน/แทะเล็ม (■) การเคี้ยวเอื้อง (▩) และการอยู่เฉย (□) ลูกศรแสดงเวลาเริ่มต้นให้อาหารหยาบเสริม

จากการบันทึกอุณหภูมิร่างกายตลอด 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 4.1) พบว่า อุณหภูมิร่างกายของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มกลางคืน (1.1 องศาเซลเซียส) มีการแปรผันน้อยกว่ากระบือที่ปล่อยทะเล็มตลอด 24 ชั่วโมง (2.0 องศาเซลเซียส) Koga et al. (1999) รายงานว่า อุณหภูมิร่างกายของกระบือที่เลี้ยงในสภาพแวดล้อมซึ่งอุณหภูมิอากาศแปรผันอยู่ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุดอยู่ในช่วงเช้าตรู่และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดในช่วงบ่าย หลังจากนั้นจะเริ่มลดลงอย่างช้า ๆ หรือมีการแปรผันโดยตรงกับสภาพอากาศ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิร่างกายยังสัมพันธ์กับกิจกรรมการเคลื่อนไหวของสัตว์ (Mundia and Yamamoto, 1997) ซึ่งรวมไปถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกิน เช่น การเดินเพื่อค้นหาอาหาร การกัดกินพืชอาหารสัตว์ หรือการเคี้ยว ฯลฯ กระบวนการย่อยอาหารเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดความร้อน (heat incrertment) ขึ้นภายในร่างกาย ความร้อนดังกล่าวจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังจากที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินอาหารเข้าไป (Webster and White, 1973) จากภาพที่ 4.1(c) พบว่า การแทะเล็มในมื้อที่ 2 ของกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง เมื่อเวลา 13.51 น. อุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 38.60 เป็น 40.00 องศาเซลเซียส ภายในระยะเวลา 30 นาที Chikamune (1983) พบว่า ภายหลังจากที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิร่างกายของกระบือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในลักษณะเส้นตรงโดยมีการเพิ่มขึ้นเร็วกว่าโค (0.44 และ 0.18 องศาเซลเซียส ต่อ 20 นาที ตามลำดับ) การที่กระบือตอบสนองต่อความร้อนและรังสีอย่างรวดเร็ว เนื่องจากกระบือมีขนและต่อมเหงื่อน้อยกว่าโค ผิวหนังหนาและมีสีดำ ซึ่งง่ายต่อการดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิร่างกายในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นผลมาจากอิทธิพลร่วมของกิจกรรมการกินกับการได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง เช่นเดียวกันกระบือปลักที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน กิจกรรมการกินส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังจากได้รับการเสริมอาหารหยาบคุณภาพดี (ภาพที่ 4.1(d)) อย่างไรก็ตาม การที่กระบือซึ่งปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืนทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความร้อนขึ้นภายในร่างกายส่วนใหญ่ในเวลากลางคืน ดังนั้นจึงดูเหมือนว่าการทำกิจกรรมของกระบือส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิร่างกายมากกว่าพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยา

กระบือมีวิวัฒนาการทางกายสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยามาพร้อมกับพฤติกรรมการลงปลัก (Chikamune, 1987) ซึ่งถือว่าเป็นพฤติกรรมที่สำคัญต่อการดำรงชีพของกระบือปลัก แต่

เนื่องจากตลอดการทดลองมีฝนตกสะสมน้อย จึงไม่มีปลักธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ในช่วงบ่ายมีกระบือบางตัวทั้งที่ปล่อยแทะเล็มตลอด 24 ชั่วโมง และปล่อยแทะเล็มกลางวันหรือกลางคืน แช่ขาลงในอ่างน้ำดื่มถึงแม้ว่าการกระทำดังกล่าว ร่างกายบางส่วนเท่านั้นที่สัมผัสกับน้ำ Clark and Edholm (1985) รายงานว่าการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นจากการแช่ร่างกายลงไปในน้ำจะสูงกว่าในอากาศถึง 200 เท่า เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงกว่าอุณหภูมิปกติของร่างกาย สัตว์จะไม่สามารถใช้กลไกการระบายความร้อนแบบไม่อาศัยการระเหย (non-evaporative heat loss) ได้ จำเป็นต้องใช้กลไกการระบายความร้อนโดยอาศัยการระเหยแทน (Berman and Meltzer, 1973) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกระบือมีหนังหนาและต่อมเหงื่อน้อยการระบายความร้อนด้วยวิธีการดังกล่าวจึงเกิดขึ้นอย่างไม่มีประสิทธิภาพ การแช่ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายในน้ำ สามารถช่วยให้ความร้อนในร่างกายถูกระบายออกมาได้เร็วขึ้นหรืออย่างน้อยที่สุดทำให้สัตว์รู้สึกสุขสบายขึ้น ดังนั้นการเลี้ยงกระบือในช่วงฤดูร้อน จึงควรจัดเตรียมบ่อน้ำหรือปลักสำหรับให้กระบือลงแช่ นอกจากจะช่วยให้การเกิดความเครียดจากความร้อนน้อยลงแล้ว ยังช่วยให้กระบือรู้สึกสบายขึ้นด้วย

แบบรูปพฤติกรรม (Behaviour pattern)

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมของกระบือตลอด 24 ชั่วโมงของกระบือทั้ง 3 ทรีทเมนต์ แสดงดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.2 โดยภาพรวมพบว่า กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลาส่วนใหญ่แทะเล็ม (ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ การเคี้ยวเอื้องและอยู่เฉย โดยแบ่งมื้อของการแทะเล็มออกเป็น 7-10 มื้อ ส่วนกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืนในช่วงที่ 1 และ 2 ของการทดลอง ใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเคี้ยวเอื้อง รองลงมาได้แก่การแทะเล็ม อยู่เฉยและกินอาหารหยาบเสริม ตามลำดับ ส่วนกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืนในช่วงที่ 3 ใช้เวลาส่วนใหญ่คือการอยู่เฉย รองลงมาได้แก่ การแทะเล็ม การเคี้ยวเอื้องและกินอาหารหยาบเสริม ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ช่วงการทดลองแบ่งมื้อของการแทะเล็มออกเป็น 3-5 มื้อ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงใช้เวลาในการแทะเล็มนานกว่า ($P<0.05$) และมีจำนวนมื้อการแทะเล็มมากกว่า ($P<0.05$) กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวัน

หรือกลางคืน ส่วนความยาวของมื้อ อัตราการก้าวเดินและกัดกินพืชอาหารสัตว์ในระหว่างการแทะเล็มพบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ

จากการเปรียบเทียบกับงานวิจัยของพิพัฒน์ สมภาร (2550a) ซึ่งปล่อยกระบือแทะเล็มในช่วงเวลากลางคืนหรือกลางวัน ในช่วงปลายฤดูฝน โดยไม่มีการเสริมอาหาร พบว่า กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เวลาในการแทะเล็มใกล้เคียงกับรายงานของพิพัฒน์ สมภาร (2550a) คือประมาณ 7 ชั่วโมง Somparn (2004) รายงานว่า โดยทั่วไประยะเวลาในการแทะเล็มของกระบือปลักที่ปล่อยแทะเล็มตลอด 24 ชั่วโมง จะอยู่ในช่วง 460-490 นาทีต่อวัน แต่จากการทดลองนี้ พบว่า กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลาในการแทะเล็มสูงสุดถึง 780 นาที หรือประมาณ 13 ชั่วโมง Murray (1991) รายงานว่าเมื่ออาหารขาดแคลนหรือมีปริมาณจำกัด สัตว์เคี้ยวเอื้องที่ดำรงชีพอย่างอิสระจะพยายามเพิ่มระยะเวลาในการแทะเล็มและระยะทางในการเดินเพื่อรักษาระดับปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน การกระทำดังกล่าวถือว่าเป็นการลงทุนเพิ่มขึ้นในการค้นหาอาหาร เพื่อเพิ่มปริมาณพลังงาน (metabolizable energy) ที่จะกินได้ จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าระยะเวลาในการแทะเล็ม 7 ชั่วโมงและ 13 ชั่วโมง อาจจัดได้ว่าเป็นขีดจำกัดสูงสุดของการปล่อยกระบือแทะเล็มในแปลงหญ้า 12 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมงตามลำดับ

กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืนในช่วงที่ 3 ของการทดลองใช้เวลาส่วนใหญ่คือการอยู่เฉยเนื่องจาก สัตว์เคี้ยวเอื้องจะใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้องสั้น ๆ ในอาหารที่มีคุณภาพดี เนื่องจากในอาหารที่มีคุณภาพดีจะมีการย่อยได้สูง ดังนั้นกระบือจึงมีอาหารที่จะนำกับไปเคี้ยวเอื้องน้อย พฤติกรรมการเคี้ยวเอื้องจึงลดลง หญ้ารูซี่ในช่วงที่ 3 ของการทดลองมีโปรตีน (12.04 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าช่วง 1 และ 2 ของการทดลอง (3.87 และ 9.25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) และมี NDF และ ADF (62.44 และ 31.77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ต่ำกว่า ช่วงที่ 1 (82.93 และ 57.64 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) และ 2 (62.44 และ 31.77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) เพราะฉะนั้นกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืนในช่วงที่ 3 ของการทดลองจะได้รับหญ้ารูซี่ที่มีคุณภาพดีกว่าช่วงที่ 1 ละ 2 ของการทดลองและยังได้รับการเสริมอาหารหยาบคุณภาพดี ทำให้มีการย่อยได้สูงขึ้นกระบือจึงมีพฤติกรรมการเคี้ยวเอื้องลดลง

จากภาพที่ 4.2 ความยาวของมื้อแรกของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มในเวลากลางคืนในช่วงที่ 3 ของการทดลอง กระบือใช้เวลาในการแทะเล็มในมื้อแรกนานขึ้น อาจเนื่องมาจากในวันที่สังเกตพฤติกรรมตรงกับช่วงดวงจันทร์เต็มดวงหรือเกือบเต็มดวง (ภาพที่ 4.3c) จึงทำให้กระบือใช้ระยะเวลาในการค้นหาอาหารในมื้อแรกนานกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มในเวลากลางคืนในช่วงที่ 1 และ 2 ของการทดลอง ซึ่งวันที่สังเกตพฤติกรรมไม่ตรงกับช่วงที่ดวงจันทร์เต็มดวงหรือเกือบเต็มดวง (ภาพที่ 4.3a และภาพที่ 4.3b ตามลำดับ) Somparn (2004) รายงานว่า ในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างจากดวงจันทร์ อาจช่วยให้กระบือมองเห็นและค้นหาอาหารของกระบือในช่วงเวลากลางคืนได้ดีขึ้น แสงจันทร์จึงมีผลทำให้กระบือปลักที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางคืน ในช่วงที่ 3 ของการทดลอง มีความยาวของมื้อในการแทะเล็มมื้อแรกนานขึ้น

เมื่อพิจารณากิจกรรมที่กระบือทำในขณะแทะเล็ม พบว่าอัตราการก้าวเดินและอัตราการกัดกินพืชอาหารสัตว์ต่ำกว่ารายงานของพิพัฒน์ สมภาร (2551a) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหญ้าในแปลงมีคุณภาพต่ำ จึงทำให้สัตว์ต้องใช้เวลามากขึ้นในการเลือกกัดกินส่วนต่าง ๆ ของพืช อย่างไรก็ตามเนื่องจากหญ้าในแปลงมีผลผลิตต่ำ ประกอบกับตลอดช่วงการทดลองที่ 1 ของการทดลองมีฝนตกลงมาเพียงเล็กน้อย หญ้าจึงไม่มีการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์ในแปลงทดลองเมื่อเริ่มการทดลองในช่วงที่ 2 ลดลงอย่างมาก (ทั้งปริมาณและความสูง) โดยทั่วไปอัตราการกัดกินพืชจะเพิ่มขึ้น เมื่อความสูงหญ้าลดลง (Chacon and Stobbs, 1978) ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่อธิบายว่าทำไมอัตราการกัดกินพืชเฉลี่ยของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มในช่วงที่ 2 และ 3 (25 และ 24 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของการทดลองในช่วงที่ 1 (13 ครั้งต่อนาที)

โดยทั่วไปในช่วงกลางวัน หากอากาศร้อนมาก สัตว์แทะเล็มจะปรับเปลี่ยนเวลาไปแทะเล็มในช่วงเวลาเช้าตรู่ เย็น หรือกลางคืนมากขึ้น เนื่องจากช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและสุขสบายในการทำกิจกรรมมากกว่า (Silanikove, 2000) จากการสังเกตพฤติกรรมในการทดลองนี้ในช่วงที่อากาศร้อนจัด พบว่า กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของเวลาในการแทะเล็มทั้งหมด แทะเล็มในช่วงเวลากลางคืน โดยแบ่งกิจกรรมการแทะเล็มเป็นมื้อสั้น ๆ แต่มีจำนวนมื้อมากกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางคืน การกระทำดังกล่าวอาจเป็นการลดความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยอาหาร (Hahn, 1999) นอกจากนี้ มื้อของการแทะเล็มยังกระจายไปตลอดทั้งวันพฤติกรรมในลักษณะดังกล่าวช่วยให้สภาพแวดล้อมภายใน

กระเพาะรูเมนมีสภาพค่อนข้างคงที่ตลอดเวลา (Phillips and hecheimi, 1989) ทำให้การย่อยอาหารโดย จุลินทรีย์เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.6

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมของกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน

	ทรีทเมนต์		
	24 ชั่วโมง (DN)	กลางวัน (D)	กลางคืน (N)
ช่วงที่ 1 ของการทดลอง			
แทะเล็ม(นาที)	780.83 [a] ±78.96	426.67 [b] ±70.71	463.33 [b] ±25.93
กิน(นาที)	-	80.83±8.25	75.00±2.36
จำนวนมื้อ	6.67 [a] ±1.41	3.17 [b] ±0.24	3.1 7 [b] ±0.24
ความยาวของมื้อ (นาที)	116.63±13.80	136.94±30.25	141.60±8.74
เคี้ยวเอื้อง (นาที)	604.17±107.24	681.67±84.85	795.83±107.24
อัตราการก้าว (ครั้งต่อนาที)	6.55±0.10	7.30±0.54	7.21±0.36
อัตราการกัดกินพืช (ครั้งต่อนาที)	13.91±0.98	13.13±2.02	13.15±1.94
ช่วงที่ 2 ของการทดลอง			
แทะเล็ม(นาที)	695.00 a±61.28	447.50 [b] ±57.75	389.17 [b] ±15.32
กิน(นาที)	-	80.83±29.46	95.83±10.61
จำนวนมื้อ	10.33 [a] ±2.36	4.33 [b] ±0.00	4.00 [b] ±1.41
ความยาวของมื้อ (นาที)	67.01±5.79	104.33±20.74	107.17±44.08
เคี้ยวเอื้อง (นาที)	500.83±20.03	577.50±15.32	406.67±4.71
อัตราการก้าว (ครั้งต่อนาที)	5.48±0.21	5.54±0.05	5.35±0.09
อัตราการกัดกินพืช (ครั้งต่อนาที)	23.90±5.28	24.56±1.02	24.85±0.06

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมของกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน

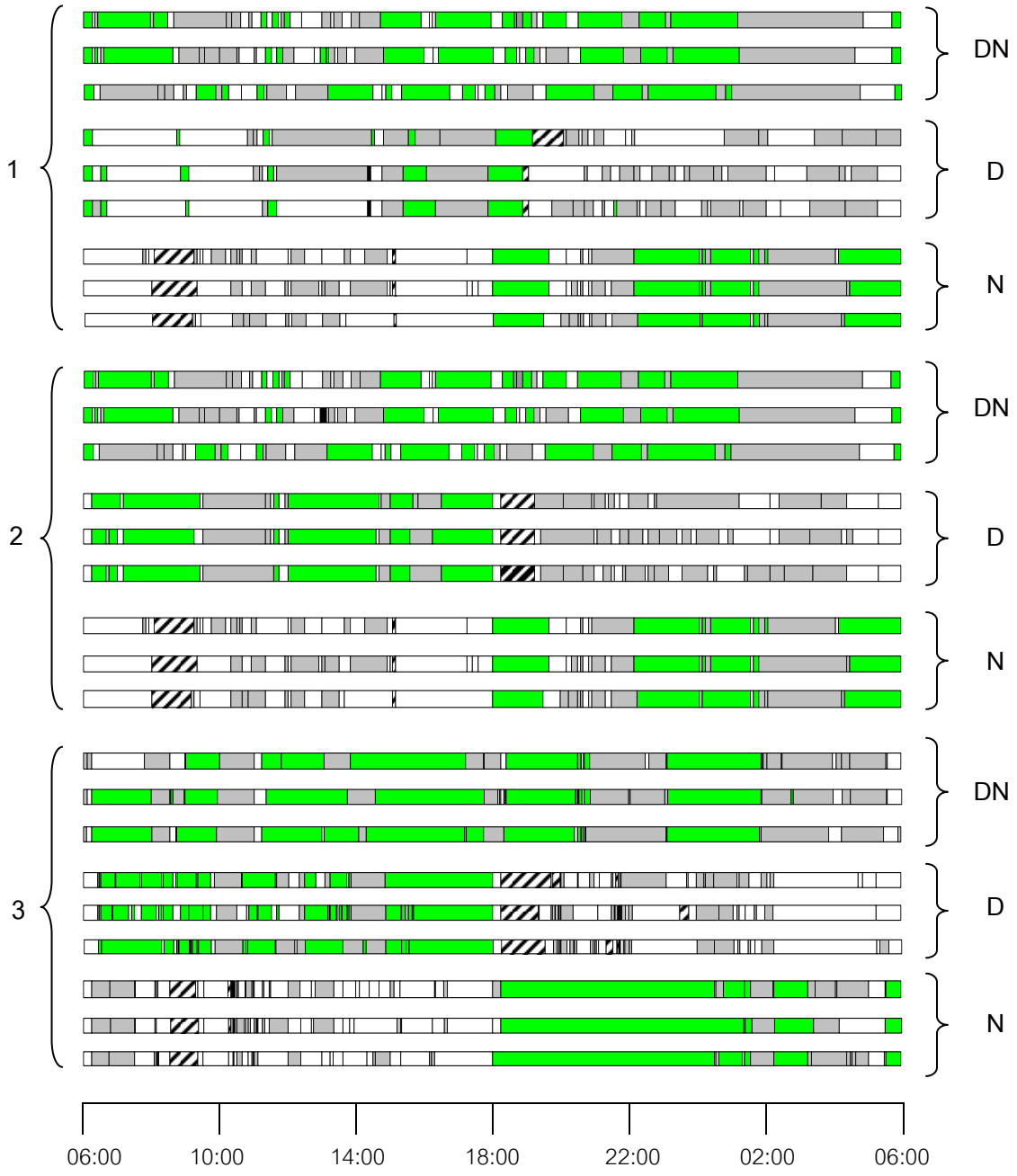
	ทรีทเมนต์		
	24 ชั่วโมง (DN)	กลางวัน (D)	กลางคืน (N)
ช่วงที่ 3 ของการทดลอง			
แทะเล็ม(นาที)	736.00 ^{a} ±63.62	501.67 ^{b} ±28.14	456.00 ^{b} ±45.25
กิน(นาที)	-	97.33±29.36	120.33±40.41
จำนวนมื้อ	7.33 ^{a} ±1.09	3.67 ^{b} ±0.55	3.00 ^{b} ±1.03
ความยาวของมื้อ (นาที)	124.74±15.15	95.00±20.57	138.94±31.63
เคี้ยวเอื้อง (นาที)	532.00 ^{a} ±49.63	326.00 ^{b} ±34.92	323.00 ^{b} ±41.25
อัตราการก้าว (ครั้งต่อนาที)	5.63±0.03	5.62±0.11	5.75±0.09
อัตราการกัดกินพืช (ครั้งต่อนาที)	24.15±0.23	24.55±0.10	23.90±0.31

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ภาพที่ 4.2

แบบรูปพฤติกรรมตามช่วงเวลาของกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน

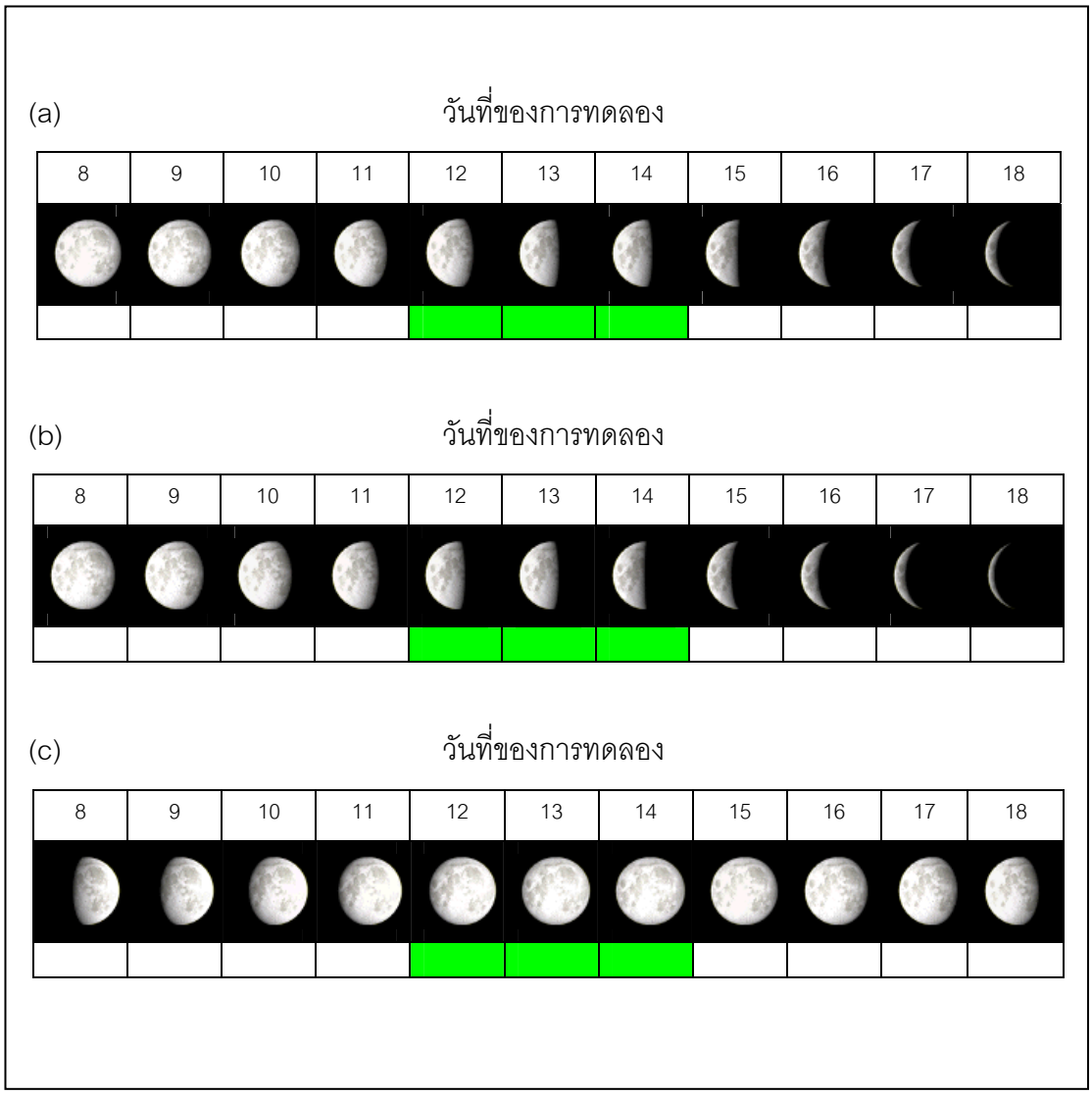


กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง (DN) ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวัน (D) ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน (N)

การกิน (▨) แทะเล็ม (■) เคี้ยวเอื้อง (■) และอยู่เฉย (□)

ภาพที่ 4.3

ลักษณะรูปร่างของดวงจันทร์ในวันที่มีการสังเกตพฤติกรรม



(a) คือ ช่วงที่ 1 ของการทดลอง (b) คือ ช่วงที่ 2 ของการทดลอง (c) คือ ช่วงที่ 3 ของการทดลอง

แสดง วันที่มีการสังเกตพฤติกรรม

ปริมาณอาหารที่กินได้ การเจริญเติบโตและต้นทุนการเลี้ยง

จากการศึกษาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งโดยวิธีเทคนิคถุงไนลอน (Nylon bag technique) ที่ 72 ชั่วโมง พบว่า ในหญ้ารูซี่ทั้งสามช่วงการทดลองจะมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งโดยเฉลี่ยต่ำกว่าในใบมันสำปะหลังแห้ง โดยมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เฉลี่ย 33.33 เปอร์เซ็นต์ และ 67.87 เปอร์เซ็นต์ ในหญ้ารูซี่ช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และ เฉลี่ย 74.87 เปอร์เซ็นต์ ในใบมันสำปะหลังแห้ง โดยที่ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งจะสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการย่อยในกระเพาะรูเมนยาวนาน จากตารางที่ 4.7 พบว่า ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ที่ 72 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ที่ 24 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์คุณภาพหญ้าอาหารสัตว์ (ตารางที่ 4.3) พบว่าหญ้ารูซี่ในการทดลองช่วงที่ 1 มีคุณภาพต่ำมาก ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพแห้งมีโปรตีนต่ำและมี NDF สูง ทำให้มีการย่อยได้ต่ำกว่าหญ้ารูซี่ในช่วงที่ 2 และ 3 ซึ่งมีคุณภาพดีกว่า

ตารางที่ 4.7

เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของหญ้ารูซี่ช่วงที่ 1, หญ้ารูซี่ช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลอง และใบมันสำปะหลังแห้ง ที่สลายตัวในกระเพาะรูเมน

รายการ	ช่วงเวลาในการแช่ถุง (ชม.)	
	24	72
หญ้ารูซี่ช่วงที่ 1 ของการทดลอง	13.19±0.50	33.33±2.82
หญ้ารูซี่ช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลอง	41.29±3.05	67.87±0.38
ใบมันสำปะหลังแห้ง	50.52±0.89	74.87±4.56

ปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวันสามารถคำนวณได้จากปริมาณอุจจาระที่กระบือปล่อยออกมาและการย่อยได้ของอาหาร (Penning, 2004) เมื่อพิจารณาจากปริมาณอาหารที่กินได้ในช่วงที่ 1 ของการทดลอง พบว่าปริมาณอาหารที่กินได้ของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนมีปริมาณมากกว่า ($P<0.05$) กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงชั่วโมง (ตารางที่ 4.8) Milford and Minson (1966) รายงานว่า ปริมาณการกินได้ในแต่ละวันของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะเริ่มลดลง หากในพืชอาหารสัตว์มีโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เมื่อพิจารณาองค์ประกอบโปรตีนของหญ้ารูซี่ที่สุ่มจากแปลงหญ้าในช่วงที่ 1 ของการทดลอง (ตารางที่ 4.3) พบว่ามีโปรตีนเป็นองค์ประกอบเพียง 3.87 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ทำให้กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงในช่วงที่ 1 ของการทดลอง มีปริมาณการกินได้น้อยกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนที่ได้รับการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งซึ่งมีโปรตีนสูงถึง 22.67 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (ตารางที่ 4.3) การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งอาจช่วยทำให้กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนได้รับสารอาหารชดเชยจากที่ขาดเพียงพอและมีการย่อยได้มากขึ้นจึงทำให้มีปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น

ในช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลอง พบว่า ปริมาณอาหารที่กินได้ของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนมีปริมาณใกล้เคียง ($P>0.05$) กับกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง จากตารางที่ 4.3 องค์ประกอบโปรตีนของหญ้ารูซี่ที่สุ่มจากแปลงหญ้าในช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลองมีปริมาณโปรตีน 9.25 และ 12.04 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง กระบือที่ปล่อยแทะเล็มทั้งสามทรีทเมนต์จึงได้รับสารอาหาร (โปรตีน) เพียงพอกับความต้องการจากหญ้ารูซี่ ทำให้ปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันและจากรายงานของ Dougherty et al. (1988) พบว่า การเสริมอาหารข้นให้กับโคเพศผู้ตอน 1.5-4.5 กิโลกรัม จะไม่ส่งผลให้ระยะเวลาการแทะเล็มและปริมาณอาหารที่กินได้แตกต่างจากโคที่ไม่ได้รับการเสริม และกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืนหรือกลางวัน ได้รับใบมันสำปะหลังแห้งเฉลี่ยเพียง 3 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าปริมาณอาหารที่กระบือทุกทรีทเมนต์กินได้อาจใกล้เคียงกัน การเสริมใบมันสำปะหลังแห้ง ซึ่งจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี นอกจากจะทำให้สัตว์ได้รับโภชนะเพิ่มขึ้นแล้วอาจช่วยให้การย่อยได้ของอาหารในกระเพาะรูเมนสูงขึ้นด้วย (Wanapat et al., 1992) จึงส่งผลให้กระบือที่ได้รับการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.8

น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอุจจาระของกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน

	ทรีทเมนต์			การเปรียบเทียบความแตกต่างเชิงตั้งฉาก
	24 ชั่วโมง (DN)	กลางวัน (D)	กลางคืน (N)	
ช่วงที่ 1 ของการทดลอง				
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	298.02±5.19	297.83±2.12	298.00±3.77	ns
การเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวัน (กิโลกรัม)	-0.13±0.02	0.20±0.15	0.44±0.11	DN vs D+N*
ปริมาณอุจจาระทั้งหมด (กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อวัน)	1.83±0.05	2.11±0.07	2.23±0.22	ns
ปริมาณการกินได้ (กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อวัน)	2.83±0.28	5.00±0.17	5.13±0.70	DN vs D+N*
ช่วงที่ 2 ของการทดลอง				
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	296.00±0.44	296.67±0.01	298.00±0.48	ns
การเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวัน (กิโลกรัม)	0.33±0.07	0.61±0.03	0.77±0.16	DN vs D+N*
ปริมาณอุจจาระทั้งหมด (กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อวัน)	1.91±0.07	2.06±0.01	2.07±0.13	ns
ปริมาณการกินได้ (กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อวัน)	4.30±0.66	5.41±0.50	5.12±0.46	ns

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอุจจาระของกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน

	ทรีทเมนต์			การเปรียบเทียบความแตกต่างเชิงตั้งฉาก
	24 ชั่วโมง (DN)	กลางวัน (D)	กลางคืน (N)	
ช่วงที่ 3 ของการทดลอง				
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	337.67±19.80	318.50±5.42	326.33±0.47	ns
การเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวัน (กิโลกรัม)	0.10±0.19	0.78±0.30	0.69±0.06	DN vs D+N*
ปริมาณอุจจาระทั้งหมด (กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อวัน)	1.47±0.17	1.65±0.59	1.81±0.01	ns
ปริมาณการกินได้ (กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อวัน)	4.61±0.17	5.28±0.19	5.14±0.27	ns

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* P<0.05 ; ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกระบือทั้ง 3 ช่วงของการทดลอง (ตารางที่ 4.8) พบว่า กระบือปลักที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันต่ำกว่า (P<0.05) กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืน โดยในช่วงที่ 1 กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง สูญเสียน้ำหนักตัวเฉลี่ยวันละ 130 กรัม สัตว์เคี้ยวเอื้องและสัตว์กระเพาะเดี่ยวจะสูญเสียน้ำหนักตัวจากการบริโภคอาหารที่มีองค์ประกอบโปรตีนต่ำ ส่งผลให้ปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวันลดลง อย่างไรก็ตาม ระดับวิกฤต (critical level) ของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีค่าต่ำกว่าสัตว์กระเพาะเดี่ยว เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถหมุนเวียนไนโตรเจน (ในรูปของยูเรียในน้ำลาย)

เพื่อนำกลับมาใช้สังเคราะห์โปรตีนใหม่ได้ โดยจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน (Forbes, 1986) โปรตีนดังกล่าวจึงไปชดเชยสารอาหารส่วนที่กระบือได้รับไม่เพียงพอจากการแทะเล็มหญ้า

กิจกรรมต่าง ๆ ที่สัตว์ทำส่งผลต่อการใช้พลังงานในรอบวันของสัตว์ พลังงานที่สัตว์เคี้ยวเอื้องซึ่งเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มใช้ไปในการทำงาน ได้รับผลกระทบจากปัจจัยบางประการ ประกอบด้วยคุณภาพและปริมาณของพืชอาหารสัตว์ ภูมิลักษณ์ (topography) สภาพภูมิอากาศ ตำแหน่งของแหล่งน้ำ พันธุกรรม หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมา (National Research Council, 1996)

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, (1990) ได้ประมาณความต้องการพลังงานโดยเปรียบเทียบสัตว์แทะเล็มกับสัตว์ที่ขังคอก พบว่า ในสภาพที่แปลงหญ้ามีคุณภาพดี สัตว์ต้องการพลังงานเพิ่มขึ้น 10-20 เปอร์เซ็นต์ การที่กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนถูกขังไว้ในคอกเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้กระบือทั้งสองทรีทเมนต์สูญเสียพลังงานไปเพื่อเดินและกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแทะเล็ม (Osuji, 1974) น้อยกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้กระบือทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง สำหรับในช่วงที่ 2 และ 3 ของการทดลองถึงแม้ว่าผลผลิตของหญ้าในแปลงจะค่อนข้างต่ำ แต่หญ้ามีปริมาณและคุณภาพเพียงพอต่อกระบือทุกตัวในแปลง ดังนั้นจึงทำให้กระบือทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเกิดความเครียดจากความร้อนยังส่งผลให้สัตว์ต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในการระบายความร้อนส่วนเกินออกจากร่างกาย เช่น การระเหยของเหงื่อทางผิวหนังและทางเดินหายใจ และการหอบ เป็นต้น (Hale, 1973; National Research Council, 1981) ดังนั้นการปล่อยสัตว์แทะเล็มในช่วงกลางวัน โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนจึงอาจทำให้สัตว์ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงและปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวัน

จากเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตกระบือทั้ง 3 ทรีทเมนต์ (ตารางที่ 4.9) ในช่วงที่ 1 ของการทดลองพบว่า กระบือทุกทรีทเมนต์มีต้นทุนการผลิตในช่วง 40 วัน สูงกว่าราคากระบือที่จะขายได้ โดยกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวัน ขาดทุนมากที่สุด รองลงมาคือ กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงและปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืนตามลำดับ ในช่วงที่ 2 ของการทดลองพบว่ากระบือทุกทรีทเมนต์มีต้นทุนต่ำกว่าราคากระบือที่จะขายได้ โดยกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม

เฉพาะกลางคืนมีกำไรมากที่สุด รองลงมาได้แก่กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงและปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวัน ตามลำดับ ส่วนในช่วงที่ 3 ของการทดลองพบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง มีต้นทุนการผลิตในช่วง 40 วัน สูงกว่าราคากระบือที่จะขาย ทำให้กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงขาดทุน กระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนมีต้นทุนต่ำกว่าราคากระบือที่จะขายได้ โดยกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันมีกำไรมากที่สุด รองลงมาปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน เนื่องจากกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืน มีต้นทุนในส่วนของใบมันสำปะหลังแห้งและค่าเสื่อมราคาโรงเรือนที่เพิ่มขึ้นมา ทำให้มีต้นทุนรวมในการผลิตสูงกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ราคาจำหน่ายกระบือมีชีวิตจะเป็นปัจจัยสำคัญที่จะเป็นตัวกำหนดกำไรในการผลิตกระบือที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากตารางที่ 4.9 พบว่า หากราคากระบือมีชีวิตเพิ่มขึ้นเป็น 57.50 บาทต่อกิโลกรัม การเลี้ยงกระบือแบบปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืนจะเริ่มมีกำไรเล็กน้อย และความแตกต่างของกำไรระหว่างกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมใบมันสำปะหลังแห้งจะมีมากขึ้นหากราคากระบือสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในทางตรงกันข้ามหากราคากระบือมีชีวิตลดลงเป็น 30 บาทต่อกิโลกรัม การเลี้ยงกระบือแบบปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงและปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืนจะขาดทุนเท่า ๆ กัน ในปัจจุบัน (กรกฎาคม 2551) ราคากระบือมีชีวิตที่เกษตรกรขายได้จริงหน้าฟาร์มลดลงเหลือเพียง 20 บาทต่อกิโลกรัม นั้นหมายความว่า การเลี้ยงกระบือแบบปล่อยแทะเล็มทั้ง 3 รูปแบบ อาจไม่คุ้มต่อการลงทุน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกระบือปลักในประเทศไทย ส่วนใหญ่เลี้ยงอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการเลี้ยงกระบือถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบการเกษตรแบบผสมผสาน ซึ่งมีการเพาะปลูกพืชเป็นอาชีพหลัก (Chantalakhana, 2001) มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมปลูก ดังนั้นใบมันสำปะหลังจึงจัดว่าเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่หาได้ง่าย โดยเป็นผลพลอยได้จากการเพาะปลูกมันสำปะหลังเพื่อผลิตหัว และการเตรียมใบมันสำปะหลังแห้งเพื่อใช้เป็นอาหารเสริมให้กับกระบือในมีขั้นตอนในการผลิตไม่ยุ่งยาก (Wanapat et al., 1997) ดังนั้นการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพดีสำหรับกระบือ นอกจากจะช่วยให้สัตว์มีผลผลิตสูงขึ้นแล้ว ยังช่วยให้เกษตรกรสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของอาหารกระบือได้อีกด้วย (Granum et al., 2007) หากในอนาคตราคากระบือมีชีวิตสูงขึ้น และหน่วยงานราชการมีการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้

ใบมันสำปะหลังอย่างจริงจัง การเลี้ยงกระบือแบบปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนและมีการเสริมใบสำปะหลังแห้ง จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการเลี้ยงกระบือแบบยั่งยืน

ตารางที่ 4.9

ต้นทุนการผลิตและรายได้สุทธิในการเลี้ยงกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน

	ทรีทเมนต์		
	24 ชั่วโมง (DN)	กลางวัน (D)	กลางคืน (N)
การทดลองช่วงที่ 1			
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	298.02	297.83	298.00
น้ำหนักสุดท้าย (กิโลกรัม)	292.82	305.83	315.60
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	-5.20	8.00	17.60
ต้นทุนการผลิต (บาท)	15,231.00	15,901.50	15,910.00
ค่าพันธุ์กระบือ *	14,901.00	14,891.50	14,900.00
ต้นทุนคงที่ **	-	80	80
ต้นทุนผันแปร ***	330	930	930
กำไรสุทธิ (บาท)	-590	-610	-130
การทดลองช่วงที่ 2			
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	296.00	296.67	298.00
น้ำหนักสุดท้าย (กิโลกรัม)	309.20	321.07	328.80
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	13.20	24.40	30.80
ต้นทุนการผลิต (บาท)	15,130.00	15,843.50	15,910.00
ค่าพันธุ์กระบือ *	14,800.00	14,833.50	14,900.00
ต้นทุนคงที่ **	-	80	80
ต้นทุนผันแปร ***	330	930	930
กำไรสุทธิ (บาท)	330	210	530

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ต้นทุนการผลิตและรายได้สุทธิในการเลี้ยงกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืน

	ทรีทเมนต์		
	24 ชั่วโมง (DN)	กลางวัน (D)	กลางคืน (N)
การทดลองช่วงที่ 3			
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	337.67	318.50	326.33
น้ำหนักสุดท้าย (กิโลกรัม)	341.50	349.67	354.00
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	3.83	31.17	27.67
ต้นทุนการผลิต (บาท)	17213.50	16935	17326.50
ค่าพันธุ์กระบือ *	16883.50	15925	16316.50
ต้นทุนคงที่ **	-	80	80
ต้นทุนผันแปร ***	330	930	930
กำไรสุทธิ (บาท)	-138.50	548.50	373.50

* ราคามีชีวิต ณ เดือนสิงหาคม 2550 (เริ่มการทดลอง) เฉลี่ยกิโลกรัมละ 50 บาท

** คิดเฉพาะค่าเสื่อมราคาโรงเรือน ในอัตราวันละ 2 บาท

*** ต้นทุนผันแปร เช่น ใบมันสำปะหลังแห้ง อัตราดอกเบี้ย ค่าปุ๋ยคอก ค่าแรงงาน ค่าน้ำ ค่าแร่ธาตุ ฯลฯ