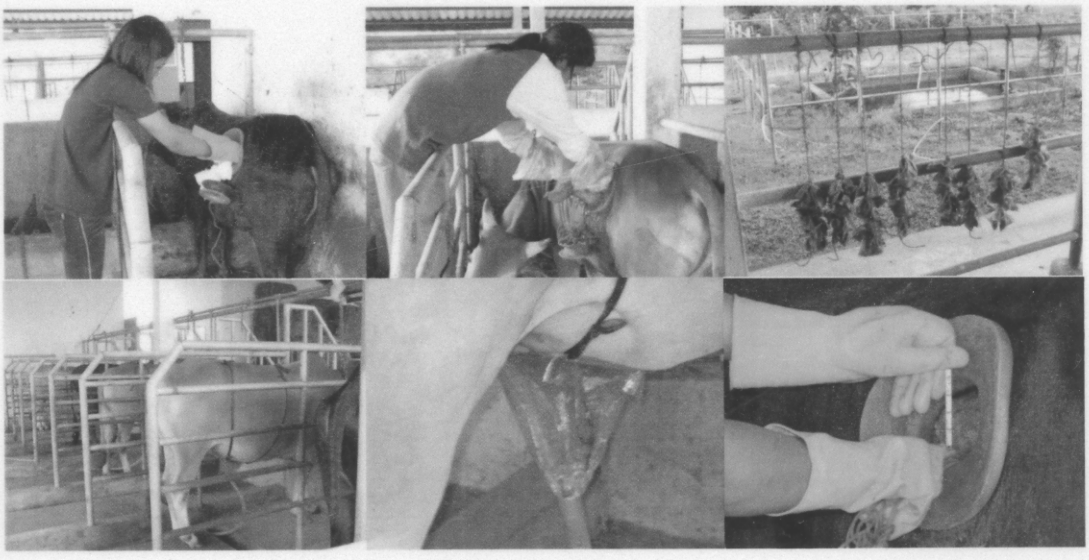
รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

รหัสโครงการ SAT5011990098S

เรื่อง

การใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารโคเนื้อที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ

The Use of Sago Palm Pith in Ruminant Diets Based on Low Quality Roughage



โดย

ผศ. ดร. ปิ่น จันจุฬา และคณะ

ภาควิชาสัตวศาสตร์

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2550

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยแก่โครงการวิจัย เรื่อง **"การใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารโคเนื้อที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ"** ซึ่งดำเนินการวิจัยโดยได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2550 โดยเริ่มโครงการวิจัยเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 ตลอดจน ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี และภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ได้ให้ความสะดวกในการดำเนินการวิจัยในด้านสถานที่ อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ และรวมทั้งคณาจารย์ นักศึกษาบัณฑิตศึกษาและบุคลากรทุกท่าน ที่มีส่วนที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดียิ่ง

คณะผู้วิจัย

พฤศจิกายน 2550

รายงานการวิจัยเล่มนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2550

บทคัดย่อ

การทดลองที่ 1 การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการย่อยสลายได้ (degradation) ในกระเพาะรูเมนของแหล่งอาหาร 8 ชนิด คือ แป้งสาคู เยื่อในลำต้นสาคู เยื่อในลำต้นสาคูละเอียด กากเยื่อในลำต้นสาคู ใบสาคู ทางสาคู ข้าวโพดบด และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (45-μm pore size) และเก็บออกที่เวลา 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หลังการบ่ม ทดลองในโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 226±5 กก. จำนวน 3 ตัว ที่ได้รับการเจาะกระเพาะรูเมนแบบถาวรไว้แล้ว

ผลการศึกษาพบว่า ค่าอัตราการย่อยสลายได้และค่าประสิทธิภาพในการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งของวัตถุดิบอาหารสัตว์เรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุด คือ แป้งสาคู ข้าวโพดบด เยื่อในลำต้นสาคู กากเยื่อในลำต้นสาคู กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ใบสาคูและทางสาคู (98.8, 89.2; 80.4, 57.5; 80.2, 57.9; 79.7, 56.4; 78.4, 50.4; 61.4, 40.6 และ 61.2, 40.2 ตามลำดับ) ส่วนค่าอัตราการย่อยสลายได้และค่าประสิทธิภาพในการย่อยสลายได้ของอินทรีย์วัตถุของวัตถุดิบอาหารสัตว์ คล้ายกับค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ยกเว้น ทางสาคูมีค่าการย่อยสลายได้ของอินทรีย์วัตถุสูงกว่าใบสาคู (99.5, 89.7; 80.7, 59.7; 80.0, 60.1; 79.1, 59.3; 79.0, 51.9; 61.8, 40.7 และ 62.7, 41.5 ตามลำดับ) จากข้อมูล แป้งสาคู เยื่อในลำต้นสาคูและกากเยื่อในลำต้นสาคู สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารข้นได้อย่างมีศักยภาพ เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วนใบสาคูและทางสาคู มีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง

คำสำคัญ: ความสามารถในการย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน ผลพลอยได้จากสาคู อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ถุงไนล่อน

การทดลองที่ 2 การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้การใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารข้นต่อ ต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและเมแทบอไลซ์ในกระแสเลือด โดยศึกษาในโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ จำนวน 5 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 230 ± 20 กิโลกรัม ใช้แผนทดลองแบบ 5x5 จัตุรัสละตินสแควร์ (Latin square design) เพื่อให้ได้รับอาหารข้นที่มีระดับของเยื่อในลำต้นสาคู 0, 25, 50, 75 และ 100% ในสูตรอาหาร 5 สูตร ตามลำดับ ให้โคพื้นเมืองทั้ง 5 กลุ่ม ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งอย่างเต็มที่ ผลการทดลอง พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบและปริมาณการกินได้ทั้งหมดของวัตถุแห้ง มีค่าใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) ขณะที่ปริมาณอาหารข้นที่กินได้ทั้งหมด มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ($p<0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด ค่าเฉลี่ยของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด ประชากรจุลินทรีย์ ตลอดจนการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนและประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนมีค่าใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) ในระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองใช้เยื่อในลำต้นสาคู ขณะที่ระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีค่าแตกต่างกัน ($p<0.05$) จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า สามารถใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดได้ 100% ในสูตรอาหารโคพื้นเมืองภาคใต้และเป็นลู่ทางในการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นต่อไป

คำสำคัญ: เยื่อในลำต้นสาคู กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โคพื้นเมืองภาคใต้

ABSTRACT

Exp. I The objective of this study was to determine the rumen degradability of sago starch (SS), sago palm pith (SPP), residued sago palm pith (RSPP), old sago leaves (OSL), old sago petiole (OSP), ground corn (GC) and palm kernel cake (PKC) using an *in situ* technique. Three ruminally fistulated Southern indigenous bull with weight of 226±5 kg were used to determine *in situ* degradabilities of DM and OM. Seven feed sources were weighed in nylon bags (45-μm pore size) and incubated ruminally for 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 and 72 h. The results showed that asymptote (a+b) and effective degradability (ED) of DM of feed sources ranked from the highest to the lowest; SS, GC, SPP, RSPP, PKC, OSL, and OSP ((98.8, 89.2; 80.4, 57.5; 80.2, 57.9; 79.7, 56.4; 78.4, 50.4; 61.4, 40.6 and 61.2, 40.2, respectively) and for OM asymptote (a+b) and ED were similar to those for degradation of DM, except for OSL which was lowest ($p<0.05$) in degradability of OM than those feed sources, respectively (99.5, 89.7; 80.7, 59.7; 80.0, 60.1; 79.1, 59.3; 79.0, 51.9; 61.8, 40.7 and 62.7, 41.5, respectively). It was concluded that the disappearance characteristics of SS, SPP and RSPP were great higher and it may potentially be used as energy sources in concentrate while OSL and OSP had potential as roughage sources for ruminants.

Key words: Rumen degradability, sago by-products, ruminant diets, nylon bag.

Exp. II This experiment aimed to study the effects of sago palm pith (SPP) as energy source to replace ground corn (GC) on feed intake, nutrient utilization, rumen fermentation, nitrogen balance, blood metabolites and purine derivative. Five male Southern indigenous cattle with average live weight 230±20 kg were randomly assigned according to a 5x5 Latin Square Design to receive five diets, T_1= 0 % SPP, T_2= 25% SPP, T_3= 50% SPP T_4= 75% SPP and T_5= 100% SPP, respectively. Plicatulum hay was offered on ad lib basis. Based on this experiment, there were no significant differences ($p>0.05$) among treatments regarding roughage and total DM intake, while concentrate DM intake was significantly ($P<0.05$) higher as higher levels of SPP were incorporated into diets. Digestion coefficients of nutrients (DM, OM, NDF and ADF) were not affected by SPP inclusion, except for T_5 (100% SPP) which was highest ($p<0.05$) in digestible nutrient intake of CP than T_1 T_2 and T_3, respectively.

Rumen parameters (Temperature, ruminal pH, volatile fatty acids), blood urea nitrogen, blood glucose and packed cell volume were similar among treatments ($p>0.05$), while blood urea nitrogen concentrations were significantly ($p<0.05$) higher as higher levels of SPP were incorporated into diets. Moreover, rumen microorganism populations were not affected ($p>0.05$) by SPP inclusion. The amount of N absorption and retention were similar among treatments, except for T_4 and T_5 which tended to be slightly higher. It could be concluded that the optimal level of SPP to substitute GC in concentrate should be 100 % for Southern indigenous cattle fed with plicatulum hay and it was good approach in exploiting local feed resources for further beef cattle.

Key words: Sago palm pith, rumen fermentation, Southern indigenous cattle.

สารบาญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(ก)
บทคัดย่อภาษาไทย	(ข)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ค)
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
ผลสำเร็จของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ	3
หน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	3
การตรวจเอกสาร	4
สาคูและผลิตภัณฑ์จากสาคู	4
ประชากรโคเนื้อและสภาพการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย	12
ปัญหาและแนวทางการพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย	20
นิเวศน์วิทยาในกระเพาะหมักที่เหมาะสมในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	22
ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน	23
ชนิดและประเภทของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง	25
กระบวนการย่อยของโภชนะในกระเพาะรูเมน	26
ความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง	31
การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน	33
การใช้อนุพันธ์พิวรินในปัสสาวะที่ขับออกมาเป็นตัววัดสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนภายในรูเมน	33
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	37
ผลการทดลองและวิจารณ์	45
สรุปผลการทดลอง	70
เอกสารอ้างอิง	73
ภาคผนวก	87

สารบาญตาราง

Table		Page
2.1	Composition of sago palm from sarawak. (kg/pl.)	5
2.2	Yield of plants in peatswamps in sarawak and west selangor, Malaysia	5
2.3	Distribution of the main sago palm areas give natural planting and planting	7
2.4	Composition of sago palm	10
2.5	Nutritive value of sago palm pith. (% air-dry basis)	11
2.6	Characteristics of physiology for maturity Thai native cattle	13
2.7	Characteristics of Thai native carcass	15
2.8	Livestock numbers and production in the developed and developing world	15
2.9	World cattle numbers, production, and consumption 1994	16
2.10	Distribution of cattle population (head) in Thailand	16
2.11	World beef trade 1994	17
2.12	Number of cattle slaughtered by region, 1991-1996 (Unit: heads)	19
2.13	Distribution of cattle slaughtered by province, 1996 (unit: head)	19
3.1	Ingredient and chemical composition of the diet consumed by ruminally fistulated Southern native beef cattle used for the in situ trial (% of DM basis)	37
3.2	Ingredient and chemical composition of native beef rations (% DM basis)	40
4.1	Chemical composition of sago palm leaves, sago palm petiole, sago palm fronds and sago palm by-products for in situ degradability study (% DM basis)	46
4.2	Disappearance from nylon bags and *in sacco* DMD degradation characteristics of sago palm and by-product in southern indigenous bulls	49
4.3	Disappearance from nylon bags and *in sacco* OM degradation characteristics of sago palm and sources of by-product in southern indigenous bulls	50
4.4	Disappearance from nylon bags and *in sacco* CP degradation characteristics of sago palm and sources of by-product in southern indigenous bulls	51
4.5	Ruminal pH and temperature (°C) in southern indigenous bulls (standard deviation_means ±)	52
4.6	Chemical composition of the experimental diets and plicatulum hay	53
4.7	Influence of sago palm pith substitution for ground corn on feed intake in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage	54
4.8	8 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on apparent digestibility and digestible nutrient intake in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage	56
4.9	Influence of sago palm pith substitution for ground corn on rumen fermentation characteristics in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage	57
4.10	Influence of sago palm pith substitution for ground corn on rumen fermentation characteristics in in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage	59
4.11	Influence of sago palm pith substitution for ground corn on blood metabolized characteristics in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage	60

4.12 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on volatile fatty acid profiles in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage 62
4.13 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on rumen microbs in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage 65
4.14 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on nitrogen utilization in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage 67
4.15 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on purine derivatives in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage 68

สารบาญภาพ

Figure		Page
2.1	Characteristic of sago palm stem and root system	4
2.2	Distribution and ecology of sago palm	6
2.3	Distribution of the main sago palm areas	6
2.3	Procedure followed in planting sago palm suckers	9
2.5	Characteristic of Southern indigenous cattle	13
2.6	Price and beef marketing in Thailand	18
2.7	Overview of protein metabolism in ruminant	27
2.8	Overview of carbohydrate metabolism in ruminant	28
2.9	Overview of carbohydrate metabolism in ruminant	29
2.10	Overview of lipid metabolism in ruminant	31
2.11	Utilization of protein and carbohydrates by rumen bacteria	33
2.12	Pathways of purine nucleotide catabolism (filled lines) and salvage (dashed lines)	36
4.1	In situ DM disappearances (DMD) of feed sources (RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; SS = sago starch; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn) at various hours of incubation	47
4.2	In situ OM disappearances (OMD) of feed sources (RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; SS = sago starch; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn) at various hours of incubation	48
4.3	In situ CP disappearances (CPD) of feed sources (RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; SS = sago starch; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn) at various hours of incubation	48

การใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารโคเนื้อที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ

The Use of Sago Palm Pith in Ruminant Diets Based on Low Quality Roughage

บทนำ

ปริมาณความต้องการผลผลิตปศุสัตว์จากสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะเนื้อและนมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามจำนวนประชากรและการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา (developing countries) แถบทวีปเอเชีย แอฟริกาและลาตินอเมริกา จากรายงานของ Delgalo et al. (1999) ได้สรุปแนวโน้มความต้องการผลผลิตจากการเลี้ยงปศุสัตว์โดยเฉพาะเนื้อสัตว์ชี้ให้เห็นว่าประเทศกำลังพัฒนามีปริมาณความต้องการบริโภคเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี 1983 ถึง 1993 เพิ่มขึ้น 5.4% ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วเพิ่มขึ้นเพียง 1% และคาดการณ์ปริมาณความต้องการบริโภคเนื้อในอีก 20 ปีข้างหน้า (ปี 2020) ของประเทศกำลังพัฒนาจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2.8% ถือได้ว่าสูงกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว (0.6%)

การเพิ่มขึ้นนี้ ปัจจัยหนึ่งมาจากประชากรของโลกเพิ่มขึ้นและมาตรฐานความเป็นอยู่สูงขึ้น ทำให้ความต้องการอาหารโดยเฉพาะแหล่งโปรตีน (protein source) เพิ่มมากขึ้น เมื่อมองในแง่ของการแข่งขันการแย่งอาหารระหว่างมนุษย์กับสัตว์ เมื่อประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้นนั้นในส่วนของสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยเฉพาะโคเนื้อ โคนม แพะและแกะน่าจะเกิดขึ้นน้อยที่สุด เพราะสัตว์ดังกล่าวกินพืช หรือวัสดุเศษเหลือที่มนุษย์ไม่สามารถกินได้ ดังนั้น การเลี้ยงหรือผลิตโคเนื้อ แพะและแกะ เพื่อผลิตเนื้อเพื่อการบริโภคที่เพิ่มขึ้น จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมและน่าพัฒนาอย่างยิ่ง

อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงโคเนื้อ โคนม แพะและแกะในสภาพประเทศไทยนั้น มีความแตกต่างกันในด้านสภาพแวดล้อมจากในยุโรป หรืออเมริกา โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงฤดูแล้งที่อุณหภูมิอาจสูงกว่า 35°C ซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิร่างกายสัตว์ จะมีผลทำให้ปริมาณการกินได้ลดลง ความต้องการโภชนะเพื่อดำรงชีพสูงขึ้น ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง ระบบภูมิคุ้มกันโรคลดลง ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตน้ำนม ตลอดจนประสิทธิภาพการผลิตเนื้อและนมลดต่ำลงด้วย (Leng, 1990; Beede and Shearer, 1992) ประกอบกับอาหารหยาบ ซึ่งเป็นอาหารพื้นฐานที่สำคัญในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องมีความแปรปรวนทั้งปริมาณ คุณภาพและมักขาดแคลนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง (dry season) ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการให้ผลผลิตเนื้อ น้ำนมและคุณภาพ ตลอดจนสุขภาพของโค

อาหารข้น (concentrate) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญ ในแง่เพื่อเสริมโภชนะให้เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ แต่เนื่องจากราคาวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบอาหารข้นที่สูงขึ้นและผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะวัตถุดิบอาหารหลักบางตัว เช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่นคุณภาพดีและข้าวโพด ต้องมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง จากปัญหาข้อจำกัดดังกล่าว เพื่อให้ผลผลิตเนื้อและน้ำนมเป็นไปตามศักยภาพการผลิต จำเป็นต้องอาศัยกลยุทธ์การให้อาหารและการเสริมอาหารอย่างถูกต้องและการแสวงหาแหล่งวัตถุดิบใหม่ๆ หรือผลพลอยได้ทางการเกษตรที่เหลือทิ้ง หรือมีราคาถูก มาทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาแพงหรือขาดแคลน เป็นแนวทางหนึ่งที่จะ

ช่วยให้การผลิตสัตว์มีต้นทุนต่ำลง เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์สามารถอยู่รอดได้ โดยอาศัยแหล่งของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น

สาคู (sago palm) เป็นพืชพื้นเมืองที่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และหมู่เกาะต่างๆ ในแถบมหาสมุทรแปซิฟิก จึงสันนิษฐานกันว่าเป็นพืชกลุ่มแรกชนิดหนึ่ง ที่ชาวบ้านอาศัยแป้งจากลำต้นใช้เป็นอาหาร ในประเทศไทย สาคูจัดเป็นพืชท้องถิ่นชนิดหนึ่ง ที่มีอยู่ทั่วไปในเขตภาคใต้ตอนล่างได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลาและนราธิวาส เป็นพืชที่น่าสนใจ เพราะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายเกือบทุกส่วนของต้น เช่น หน่ออ่อนใช้รับประทานสด ใบใช้เป็นวัสดุมุงหลังคาโรงเรือน หรือใช้ทำกระทงใส่แป้งทำขนม เปลือกลำต้นใช้ทำเชื้อเพลิงหรือรั้ว เมล็ดแก่ใช้ทำเครื่องประดับและเยื่อในลำต้น (sago palm pith, SPP) ใช้เป็นอาหารสัตว์ (ปิ่น, 2542) หรือนำไปสกัดเป็นแป้งใช้ทำอาหารชนิดต่างๆ ได้มากมาย

สำหรับคุณค่าทางอาหารของเยื่อในลำต้นสาคู FAO (1983) รายงานว่าต้นสาคูประกอบด้วยเปลือกลำต้น 32% และเยื่อในลำต้น 68% เฉพาะส่วนเยื่อในลำต้นมีความชื้น 50% ประกอบด้วยส่วนของแป้ง 29% ของน้ำหนักสด ซึ่งใกล้เคียงกับมันสำปะหลัง (23-25%) (Brough et al., 1995) และสารอื่นๆ ร้อยละ 21 ซึ่งเยื่อในสาคูเมื่อนำไปบดและทำให้แห้ง สามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (nitrogen free extract, NFE) สูง (70-80%) (ชาญชัยและสมจิตร, 2533; อนันต์และคณะ, 2529) ซึ่ง Anuwar (1969) รายงานว่า เยื่อในลำต้นสาคู (sago palm pith) บดแห้งสามารถนำมาเป็นอาหารไก่เนื้อได้ถึง 15% ของสูตรอาหารโดยไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตสอดคล้องกับรายงาน Yeong and Syed Ali (1977) สูตรอาหารไก่ไข่สามารถใช้เยื่อในลำต้นสาคูได้สูงถึง 30% โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และสมรรถภาพการผลิตอื่นๆ และถ้าใช้เยื่อในลำต้นสาคูระดับสูงมากกว่า 35% มีแนวโน้มการให้ผลผลิตไข่ลดลง ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้น และความเข้มของไข่แดงจางลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (สมศักดิ์และชาญวิทย์, 2535)

อย่างไรก็ตาม รายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องการใช้เยื่อในลำต้นสาคูเป็นแหล่งพลังงานต่อปริมาณการกินได้ของอาหาร กระบวนการหมักที่เกี่ยวข้องกับนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน (rumen ecology) จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (rumen microbes) เมแทบอลิซึม (metabolism) และสมรรถนะของสัตว์ โดยเฉพาะในโคเนื้อ โคนม แพะและแกะที่เลี้ยงในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นโครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการพัฒนาเทคโนโลยีอาหารโคเนื้อ โคนม แพะและแกะโดยอาศัยอาหารที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ ซึ่งมีลักษณะที่ง่ายสะดวกต่อการนำใช้ประโยชน์ในทุกๆ ระดับ ทั้งในระดับเกษตรกรและระดับอุตสาหกรรมต่อไป เช่น อาหารสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์แป้ง เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราการย่อยสลายของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน โดยการใช้ *in situ* technique

2. เพื่อศึกษาระดับการใช้เยื่อในลำต้นสาคูเป็นแหล่งพลังงานร่วมกับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อ

3. เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในรูเมนในสภาวะที่ได้รับอาหารแตกต่างกัน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานทดลองตามโครงการวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาครอบคลุมถึงศักยภายในการใช้ประโยชน์ได้โดย

1. ศึกษาความสามารถของอัตราการย่อยสลายของเยื่อในลำต้นสาคูและอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานชนิดต่างๆ

2. ศึกษาผลของระดับการใช้เยื่อในลำต้นสาคูต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อของกระบวนการหมักในรูเมนของโคเนื้อ และประชากรของจุลินทรีย์ในรูเมนโดยใช้เทคนิคทางด้านโภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้องและเทคนิคทางด้านจุลชีววิทยาเบื้องต้นในการนับจำนวนประชากร

ผลสำเร็จของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ทราบข้อมูลศักยภาพอัตราการย่อยสลายของเยื่อในลำต้นสาคู และแนวทางการนำใช้ประโยชน์

2. ทราบระดับการใช้เยื่อในลำต้นสาคูเป็นแหล่งพลังงานที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และปริมาณการกินได้ของโคเนื้อ

3. ทราบผลการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในรูเมนในสภาวะที่ได้รับอาหารแตกต่างกัน

หน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เกษตรกร เจ้าหน้าที่ปศุสัตว์ นักการศึกษาและนักบริหารชุมชน (อบต) อื่นๆ เช่น กองส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ กรมส่งเสริมการเกษตร ภาควิชาสัตวบาลต่างๆ ของมหาวิทยาลัยและสถาบันเกษตรกรต่างๆ เป็นต้น

การตรวจเอกสาร

2.1 สาคูและผลิตภัณฑ์จากสาคู

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของสาคูและลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สาคู (Sugu) จัดเป็นพืชยืนต้นจำพวกปาล์มชนิดหนึ่ง อันดับ (order) Principes อยู่ในตระกูล (family) *Arecaceae Palmae* ตระกูลย่อย (subfamily) *Lepidocaryoid* สกุล (genus) *Metroxylon* มี 2 ชนิด (species) คือ

1. ชนิดไม่มีหนาม (smooth) หรือชนิดยอดสีแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Metroxylon sagus* Rottb. มีขนาดต้นโตกว่าชนิดยอดสีขาว เป็นพันธุ์ที่มีการแพร่กระจายมากที่สุด ทั้งในสภาพธรรมชาติและสภาพที่มีการเพาะปลูก

2. ชนิดมีหนาม (thorny) หรือชนิดยอดสีขาว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Metroxylon nemphii* Mart. (Ahmed and Sim, 1976; Tan, 1982; FAO, 1983) ชนิดนี้มีใบสั้นและเปราะกว่า

สาคูที่พบในภาคใต้ของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นชนิดไม่มีหนาม (จำลอง และคณะ, 2534; FAO, 1983) สาคูเป็นพืชประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) และเป็นพืชฤดูเดียว (monocarpic) มีลำต้นสูงประมาณ 8-10 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นประมาณ 18 นิ้ว การขยายพันธุ์สาคูขยายพันธุ์ด้วยหน่อ (sucker) หรือเมล็ดก็ได้ (Fairweather and Yap, 1973) ลำต้นมีเปลือกห่อหุ้มไว้ ไม่มีกิ่งก้านสาขา ใบเป็นทางยาวประมาณ 6-7 เมตร ประกอบด้วยใบย่อย (pinnate) ยาวประมาณ 60-180 เซนติเมตร กว้าง 5 เซนติเมตร จำนวน 50 คู่ สาคูแต่ละต้นมีการเกิดของใบเดือนละ 1 ใบ แต่ละต้นจะมีใบทั้งหมด 18 ใบ แต่ละใบมีอายุเฉลี่ย 18 เดือน ดอกเป็นแบบมีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในลำต้นเดียวกัน (monoecious) มีโครโมโซมจำนวน 26 คู่ ลักษณะสีดอก เป็นสีน้ำตาลแกมแดงหรือเหลือง ผลกลมแป้น มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5-4 เซนติเมตร เปลือกผลเป็นเกล็ดเรียงเกยซ้อนกัน เมื่อออกผลแล้วลำต้นจะตาย

2.1.2 ลักษณะทางการเกษตร

สาคูเป็นไม้ยืนต้นสูงชนิดหนึ่ง รูปร่างเหมือนพืชตระกูลปาล์ม (Palmae) ทั่วไป ซึ่งปิฏฐะ (2524) กล่าวว่า สาคูเป็นพันธุ์ไม้ให้ประโยชน์แก่มนุษย์เป็นอันดับ 2 รองจากพืชตระกูลหญ้า มีลำต้นตรงสูงชะลูด เกิดจากลำต้นใต้ดิน (rhizomes) ระบบรากของสาคูเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) คล้ายกับระบบรากของมะพร้าว ไม่มีกิ่งก้านสาขา (Figure 2.1)

Figure 2.1 Characteristic of sago palm stem and root system.

ขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อ (off-shoots) และเมล็ด (seed) หน่อที่ใช้ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น 10-13 เซนติเมตร และควรให้หน่อสาคูแห้งพอหมาดๆ ก่อนที่จะทำการปลูก เพื่อป้องกัน

โรคเน่าจากเชื้อแบคทีเรีย (Johnson and Raymond, 1956) ขนาดหลุมที่ใช้ปลูกคือ 30 x 30 x 30 เซนติเมตร ใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร (40-44 ต้นต่อไร่) เริ่มมีการสะสมแป้งและพัฒนาสร้างลำต้นตั้งแต่อายุ 4.5 ปี การสะสมแป้งในลำต้นสาคูจะมีสูงสุดเมื่อสาคูเริ่มออกดอก (young flower stage) อายุประมาณ 8-9 ปี ให้ผลผลิตแป้ง 167 กิโลกรัมต่อต้น (Table 2.1) หรือ 6.7-7.3 ตันต่อไร่ (FAO, 1983) หรืออาจใช้ระยะปลูก 7x7 เมตร (33 ต้นต่อไร่) จะให้ผลผลิตแป้ง 175 กิโลกรัมต่อต้น

Table 2.1 Composition of sago palm from Sarawak. (kg/pl.).

Composition	Fresh weight (kg.)	Dry matter (kg.)	Water (kg.)
Trunk	875	351	524
Cortex	225	48	177
Pith	650	303	347
Starch	-	167	-
Other dry matter	-	139	-

ที่มา: FAO (1983) อ้างโดย ปิ่น (2542)

สาคูส่วนใหญ่เจริญได้ดีในดินที่ชุ่มน้ำ (peat swamps) ของรัฐ Sarawak และท้องที่ทั่วๆ ไปในมาเลเซียและหมู่เกาะอินโดนีเซีย ภายใต้สภาพเป็นป่าและการทำเกษตรกรรม มีหลักฐานชัดเจนว่าสาคูเป็นพืชที่มีศักยภาพและให้ผลตอบแทนคุ้มค่าดีกว่ายาสูบ ถั่วลิสง ถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง (Table 2.2) และสามารถทำเป็นระบบใหญ่ๆ ได้

Table 2.2 Yield of plants in peatswamps in Sarawak and west selangor, malaysia.

Name	Yield (ton/rai)	
	Sarawak	West selangor
Dry matter		
Sago palm	0.96	-
Tobacco	0.11	0.16
Peanut	0.16	0.56
Soybean	0.24	-
Sorghum	0.24	0.40
Fresh weight.		
Sweet potato	2.24	3.84
Oil palm	3.04	-
Pine apple	6.40	6.40
Cassava	8.00	7.84
Ginger	2.40	2.40

ที่มา: Adapted from Tie and Lim (1977) อ้างโดย ปิ่น (2542)

2.1.3 สภาพนิเวศวิทยาของต้นสาคู

FAO (1983) ได้รายงานว่า โดยทั่วไปมักพบต้นสาคูอยู่ในบริเวณพื้นที่เส้นแวง (longitude) 90-180 องศาตะวันออก และเส้นรุ้ง (latitude) ที่ 10 องศาเหนือและใต้ มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส (29-32 องศาเซลเซียส) มักจะพบเห็นต้นสาคูแตกหน่อขึ้นเป็นกลุ่มใหญ่ และเจริญได้ดีในที่

ลุ่มน้ำขัง หรือชื้นแฉะ (wetland) หรือมีน้ำจืดขังตลอดปี เช่น พื้นที่พรุ (peat swamp; swampy) ซึ่งมีลักษณะเป็นแอ่ง หรือที่ลุ่มต่ำ (พิสุทธิ์, 2533; Hisajima, 1982) และท้องที่ทั่วๆ ไปในมาเลเซีย และหมู่เกาะอินโดนีเซียภายใต้สภาพเป็นป่าและการทำการเกษตรกรรม (Ahmed and Sim, 1976) นอกจากนั้น ยังขึ้นตามริมห้วย ที่ลุ่มริมแม่น้ำ ตามชายลำคลอง หนอง บึง ทุ่งนาและพื้นที่อื่นๆ ที่มีน้ำขัง แต่ถ้ามีน้ำท่วม หรือน้ำแห้งเป็นระยะก็สามารถทนต่อสภาพนั้นได้ (Figure 2.2)

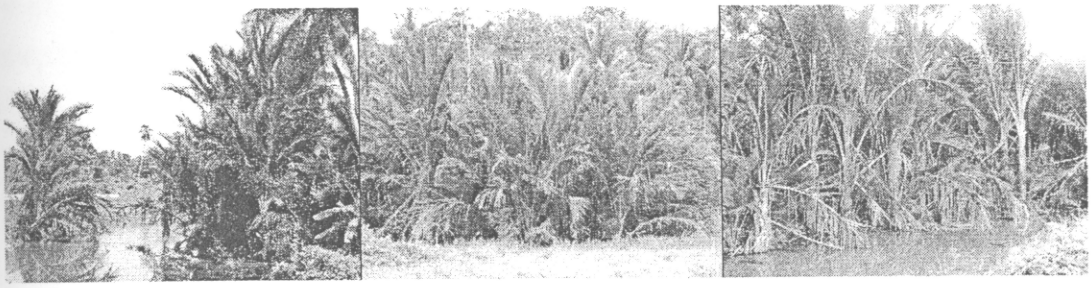


Figure 2.2 Distribution and ecology of sago palm.

อีกทั้งยังขึ้นได้ดีในสภาพแห้งแต่มีพันธุ์ไม้อื่นปกคลุมและจากการทดลองของ Flach (1977) พบว่า ต้นอ่อนของสาคูสามารถเจริญได้เร็วและเติบโตดีในสภาพที่มีน้ำน้อย แต่เจริญได้ไม่ดีในสภาพมีความชื้นในอากาศน้อย ดังนั้น ต้องมีการเพิ่มความชื้นในดินให้สูง

นอกจากนั้น FAO (1983) ยังรายงานว่า ต้นสาคูสามารถเจริญได้ในพื้นที่ดินเค็มตามชายฝั่งจนถึงดินเค็มปานกลาง ซึ่งต้นอ่อนสามารถทนความเค็มมีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity ;EC) ประมาณ 10 ms (mmhos) โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับต้นอ่อน (Flash, 1977; Hisajima, 1982) เช่นเดียวกับพืชท้องถิ่นบางชนิด คือ ผักเบี้ยทะเล (*sesuvium porlulacustrum*) กก (*Frimbristylis acaminal*) แพงพวยทะเล (*Jussia repens*) หญ้าเปลือกกระเทียมทราย (*F. ferunea*) ผักบุ้งทะเล (*Impomoae pescarpao*) หนามพุงคง (*Azirna sarmantosa*) ซึ่งเจริญได้ดีในระดับความเค็ม 0-20 ppt. NaCl

2.1.4 การแพร่พันธุ์และการกระจายพันธุ์

ต้นสาคูเป็นพืชพื้นเมือง คาดคะเนว่าถูกค้นพบครั้งแรกในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และหมู่เกาะต่างๆ ในแถบนี้ (AVE, 1977) ได้แก่ ประเทศปาปัวนิวกินี อินโดนีเซีย มาเลเซีย ไทย ฟิลิปปินส์และหมู่เกาะต่างๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก (FAO, 1983) (Figure 2.3)

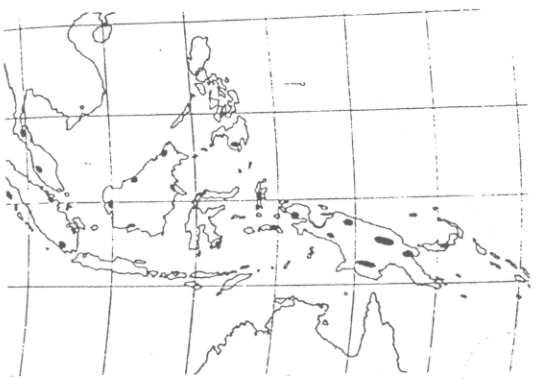


Figure 2.3 Distribution of the main sago palm areas.

Remarks: ● Sago palm areas.

ที่มา: FAO (1983) อ้างโดย ปิ่น (2542)

ต้นสาคูส่วนใหญ่ที่มีอยู่เป็นสาคูที่ขึ้นเองตามธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 91.4 มีมากที่สุดในประเทศปาปัวนิวกินีและอินโดนีเซีย (6,250,000 และ 6,250,000 ไร่ ตามลำดับ) ส่วนในสภาพการเพาะปลูกโดยมนุษย์มีเพียงร้อยละ 8.6 มีมากที่สุดในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย ปาปัวนิวกินี หมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก ไทยและฟิลิปปินส์ (Table 2.3) สำหรับในประเทศไทยนั้น ต้นสาคูที่ขึ้นอยู่ส่วนใหญ่สันนิษฐานว่า เป็นต้นสาคูมาจากการเพาะปลูก ซึ่งมีประมาณ 31,250 ไร่ ไม่ใช่สาคูที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ตอนล่าง แต่อย่างไรก็ตาม สภาพของต้นสาคูในประเทศไทยปัจจุบัน มีลักษณะเหมือนป่าสาคูที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ

Table 2.3 Distribution of the main sago palm areas give natural planting and planting.

Country	Total	Natural planting (rai)	Planting (rai)
Papua new guinea	Total	6,250,000	125,000
Sepik province		3,125,000	31,250
Gulf province		2,500,000	31,250
Other province		625,000	62,500
Indonesia	Total	6,250,000	712,500
Irian Barat			
- Cendrawasih		625,000	12,500
- Lake plain		2,500,000	-
- South Irian		2,187,500	12,500
- Orther districts		812,500	62,500
Maluku		125,000	62,500
Sulawesi		-	62,500
Kalimantan		-	125,000
Sumatera		-	187,500
Riouw islands		-	125,000
Mentawai islands		-	62,500
Malaysia	Total	-	206,250
Sabah		-	62,500
Sarawak		-	125,000
West Malaysia		-	18,750
Thailand		-	31,250
Philippines		-	31,250
Pacific islands		-	62,500
Total		12,500,000	1,168,750

ที่มา: Adapted from FAO (1983) อ้างโดย ปิ่น (2542)

2.1.5 การขยายพันธุ์และการเพาะปลูกต้นสาคู

ปัจจุบันสาคูสามารถขยายพันธุ์ได้ 3 วิธี คือ

1. เพาะเมล็ด
2. แยกหน่อ
3. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ซึ่ง Hisajima et al. (1991) ทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหาร 3 ชนิด พบว่า ในอาหารที่มี Inositol 150 มิลลิกรัม กระตุ้นการพัฒนาของต้นอ่อน และการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่มี 150 มิลลิกรัม ของ benzyl amino purine โดยภายในระยะเวลา 3-4 เดือน สามารถเจริญเติบโตถึง 20-25 เซนติเมตร และ Manurung (1994) ทดลองนำส่วนเอ็มบริโอมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ที่มีความเข้มข้น 10^{-5} โมล โดยมีส่วนผสมของผงถ่านอยู่ด้วยสามารถพัฒนาเป็นยอดและรากสมบูรณ์ แต่วิธีที่นิยมขยายพันธุ์สาคูมี 2 วิธีเท่านั้น คือ

1. การขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด

การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดสามารถเพาะได้ปริมาณมากก็จริง แต่การเจริญเติบโตช้ากว่าการขยายพันธุ์ด้วยการแยกหน่อ ซึ่งไม่ค่อยนิยมขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้ วิธีการคล้ายกับการขยายพันธุ์ปาล์มทั่วๆ ไป

2. การขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อ (off-shoots)

โดยทั่วไปในปัจจุบัน นิยมขยายพันธุ์สาคูด้วยหน่ออ่อนมากกว่าการเพาะเมล็ด เพราะสาคูเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีจุดเจริญอยู่ที่จุดยอดของลำต้นเพียงแห่งเดียว (terminal bud) ไม่มีตาที่จะเจริญเป็นกิ่งด้านข้าง (auxiliary buds) แต่มีหน่ออ่อน (sucker) ที่เจริญมาจากต้นแม่ (parent plant) สามารถใช้ขยายพันธุ์ ทำได้ง่ายและรวดเร็ว และได้ต้นอ่อนที่แข็งแรง ง่ายในการเคลื่อนย้ายออกจากต้นแม่ แต่ต้องพยายามเลือกหน่อที่มีรากติดมากับหน่ออ่อนมาก และมีขนาดใหญ่ เพราะมีการสะสมอาหารมาก สามารถตั้งตัวได้ดี และเจริญเติบโตได้เร็ว ในการตัดควรระมัดระวังไม่ให้หน่ออ่อนมีบาดแผลมาก

โดยทั่วๆ ไป ต้นหน่ออ่อนที่นิยมปลูก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-13 เซ็นติเมตร (FAO, 1983) ซึ่ง Nuyim (1994) รายงานว่า ขนาดของหน่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 5-10 เซ็นติเมตร และตัดใบอ่อนออกจะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ หน่ออ่อนที่ดีมีการพัฒนาควรมีอายุไม่น้อยกว่า 1 ปี และควรผึ่งให้แห้งพอหมาดๆ ก่อนเล็กน้อยภายหลังตัดก่อนนำไปปลูก เพื่อป้องกันโรคเน่า (Johnson and Raymond, 1956) ถ้ากรณีต้นหน่ออ่อนที่ถูกตัดแล้วไม่ได้ถูกปลูกทันที สามารถเก็บรักษาไว้ได้ โดยการชำไว้ในเรือนทดลองได้นาน 2-3 เดือน

การปลูกต้นสาคูมักปลูกในพื้นที่ที่มีโคลนตม เพราะช่วยป้องกันรากอ่อน ขั้นตอนการปลูกนิยมตัดเอาใบออกราวครึ่งหนึ่งยกเว้นตรงส่วนยอด ขนาดหลุมปลูก 30x30x30 เซ็นติเมตร ดินที่ขุดแยกดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ก่อนปลูกเอาดินชั้นบนในลงใส่หลุมก่อนประมาณครึ่งหลุม และเอาหน่ออ่อนลงปลูก แล้วเอาดินที่เหลือใส่เล็กน้อยให้ลำต้นสาคูอยู่เหนือดิน แล้วผูกไม้หลักเพื่อยึดต้นหน่ออ่อนไม่ให้ล้ม (Figure 2.4a-d) กรณีปลูกที่โล่งช่วงแรกควรทำที่บังแดดให้ต้นอ่อน การดูแลถ้าหากไม่มีฝนตกให้เอาน้ำใส่หลุมให้น้ำขังตลอดเวลา จากนั้นสังเกตการเจริญเติบโตมีการแตกใบใหม่หรือไม่ ถ้าเห็นว่าเจริญเติบโตตั้งตัวได้แล้ว เอาดินที่เหลือใส่หลุมให้เต็มและเอาที่บังแดดออก

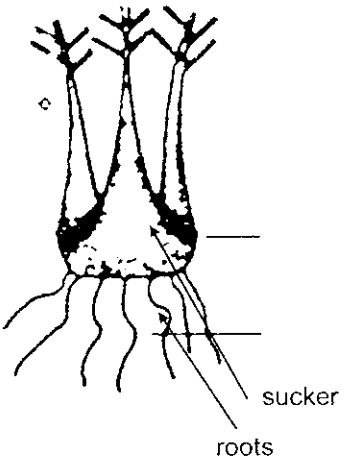


Figure 2.4a

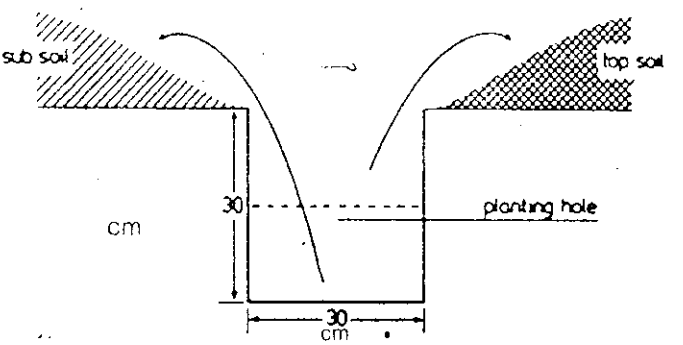


Figure 2.4b

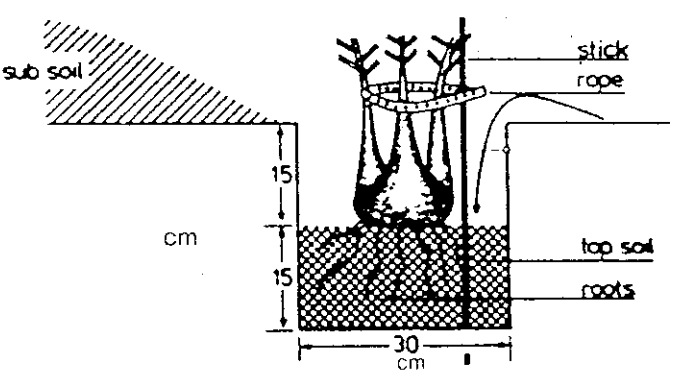


Figure 2.4c

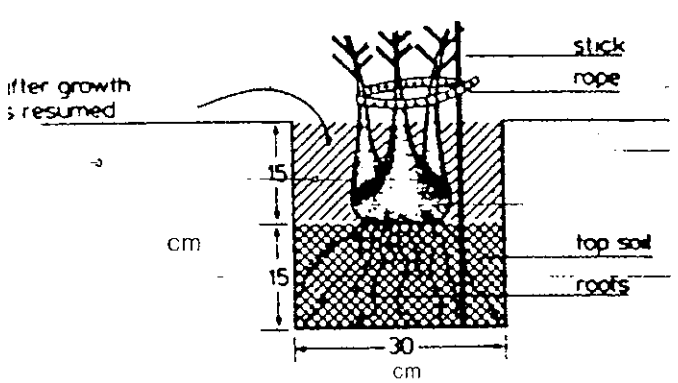


Figure 2.4d

Figure 2.4a-d Procedure followed in planting sago palm suckers.

ที่มา: FAO (1983) อ้างโดย ปิ่น (2542)

2.1.6 ประโยชน์จากต้นสาคูและแนวทางการใช้เป็นอาหารสัตว์

FAO (1983) ได้รายงานและสรุปการใช้ประโยชน์ของส่วนต่างๆ ของสาคู ดังต่อไปนี้

1. หน่ออ่อน (sucker) ซึ่งเป็นจุดที่กำลังเจริญเติบโต สามารถใช้ประโยชน์ได้เหมือนผัก และกะหล่ำปลี อาจจะรับประทานสด หรือนำไปปรุงอาหาร มีรสหวานน่ารับประทาน

2. ใบที่โตเต็มที่ สามารถใช้ทำเป็นกระทงรูปต่างๆ (basket) สำหรับใส่แป้งทำขนมต่างๆ

3. ใบแก่ (mature leaves) ใช้เป็นวัสดุมุงหลังคา

4. ก้านใบ (rachis) ใช้ทำวัสดุก่อสร้าง ฝาผนัง หรือทำเป็นไม้ระแนง (lath) หรือทาด้วยน้ำมัน varnish สามารถใช้เป็นเครื่องประดับได้ หรือสานทอเป็นเสื่อ

5. เปลือก (bark or cortex of trunk) ใช้ทำวัสดุปูพื้น หรือเชื้อเพลิง

6. เมล็ดอ่อนและแก่ (young and mature seeds) ทำเป็นเครื่องประดับได้หลายอย่าง โดยเฉพาะส่วน sealed seed coat มีความสวยงามมาก

7. ต้นสาคูหนุ่ม (young sago palm trunks) อายุประมาณ 3 ปี นำไปบดและทำให้แห้งใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี เนื่องมีแป้งอยู่ในลำต้นสูง

8. แกนหรือไส้ลำต้นสาคู (sago palm pith, SPP) ในต้นที่โตเต็มที่จะมีแป้งเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 54-60 เปอร์เซ็นต์ และสารอื่นๆ 46-40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปสกัดเอาแป้งออกจะได้แป้งที่เรียกว่า แป้งสาคู (sago starch, SS) ซึ่งเหมือนกับแป้งทั่วไป ใช้ทำเป็นอาหารคน หรืออาจนำไปหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์และกาวลาเท็กซ์ เป็นต้น สอดคล้องกับ Ahmed and Sim (1976) กล่าวว่า ผลผลิตที่ได้ คือ แป้ง นอกจากสามารถใช้เป็นอาหารแล้ว ยังใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิต methanal และทำให้วัตถุแห้งที่สามารถเก็บได้นาน

จะเห็นได้ว่าสาคูเป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน สำหรับคุณค่าทางอาหารของเยื่อในลำต้นสาคู FAO (1983) รายงานว่าต้นสาคูประกอบด้วยเปลือกลำต้น ร้อยละ 32 และเยื่อในลำต้น ร้อยละ 68 เฉพาะส่วนเยื่อในลำต้นมีความชื้น ร้อยละ 50 แป้ง ร้อยละ 29 และสารอื่นๆ ร้อยละ 21 (Table 2.4)

Table 2.4 Composition of sago palm.

Components	Total fresh weight(kg.)	Proportion of total weight (%)	Proportion of pith (%)
Trunk	1,250	100	-
Bark	400	32	-
Pith (total)	850	68	100
Starch	250	20	29
Water	425	34	50
Remainder	175	14	21

ที่มา: Adapted from FAO (1983) อ้างโดย ปิ่น (2542)

แนวทางการใช้สาคูเป็นอาหารสัตว์เยื่อในสาคูเมื่อนำไปบดและทำให้แห้ง สามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Nitrogen free extract; NFE) สูง (Table 2.5)

Table 2.5 Nutritive value of sago palm pith (SPP) (% air-dry basis).

Moisture	Protein	EE	CF	Ash	NFE	NDF	ADF	Ca	P	Source
88.40	1.3	0.5	5.3	5.5	-			-	-	Yeong and Syed (1977)
90.00	1.6	1.0	10.5	3.0	-			-	-	อุทัย (2529)
89.90	1.2	1.8	13.3	8.9	64.6			0.84	0.02	กรมปศุสัตว์ (2529)
92.20	1.1	0.7	3.7	4.1	82.6			0.33	0.03[3]	อนันต์และคณะ (2529)
91.70	0.4	1.1	1.8	1.7	87.6			0.04	0.31	สมศักดิ์และสุธน (2531)
-	1.4	2.0	14.8	9.9	71.9			0.93	0.02	ชาญชัยและสมจิตร (2533)
86.08	1.44	0.12	7.09	3.83	87.53	19.51	20.10	-	-	Chanjula and Ngampongsai (2007)
86.79[1]	2.14	1.15	7.61	4.81	84.28	12.87	13.21	-	-	Chanjula and Ngampongsai (2007)

[1] = Residued sago palm pith (RSPP)

Anuwar (1969) รายงานว่า เยื่อในลำต้นสาคู (sago palm pith) บดแห้งสามารถนำมาเป็นอาหารไก่เนื้อได้ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร โดยไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตสอดคล้องกับรายงานของสมศักดิ์และชาญวิทย์ (2533) รายงานว่า ทดลองการใช้สาคูบดแห้งในสูตรอาหารไก่เนื้อโดยแทนที่ปลายข้าวในสูตรอาหารพบว่า สามารถใช้สาคูในอาหารไก่เนื้อได้ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อลดลง แต่ถ้าใช้สาคูมากเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อลดลง ถ้าใช้เฉพาะช่วงหลังของการเลี้ยงไก่เนื้อสามารถใช้ได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซาก

ส่วนในสูตรอาหารไก่ไข่ สมศักดิ์และชาญวิทย์ (2535) รายงานว่า สามารถใช้เยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารไก่ไข่ ระดับ 20-30 เปอร์เซ็นต์ โดยแทนที่ข้าวโพดที่ไม่มีรำละเอียดในสูตรอาหาร โดยไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ การกินอาหาร และต้นทุนค่าอาหารแตกต่างกัน จากพวกเปรียบเทียบ สอดคล้องกับรายงานของ Yeong and Syed Ali (1977) สูตรอาหารไก่ไข่สามารถใช้เยื่อในลำต้นสาคูได้สูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และสมรรถภาพการผลิตอื่นๆ และถ้าใช้เยื่อในลำต้นสาคูระดับสูงมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มการให้ผลผลิตไข่ลดลง ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้น และความเข้มของไข่แดงจางลง (สมศักดิ์และชาญวิทย์, 2535)

สรุป ต้นสาคูเป็นพืชท้องถิ่นทางภาคใต้ที่มีประโยชน์มาก สามารถใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกส่วนเป็นพืชที่น่าสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอนาคต ซึ่งในต่างประเทศได้เริ่มมีการวิจัยและมีการนำไปใช้กันอย่างจริงจัง เช่น ในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย แต่ในประเทศไทยยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำมาใช้ประโยชน์จากต้นสาคูน้อยมาก อาจเนื่องมาจาก มีพื้นที่ปลูกน้อยและเป็นพืชท้องถิ่นเฉพาะภาคใต้ ดังนั้น จึงมีความประสงค์จะชี้ให้เห็นความสำคัญและศักยภาพของสาคู เพื่อจะได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยอย่างเป็นระบบต่อไปในอนาคต ตลอดจนการหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากสาคูในพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและเกิดประโยชน์มากที่สุด

2.2 ประชากรโคเนื้อและสภาพการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย

โคเป็นสัตว์เลี้ยงเก่าแก่ของมนุษย์ที่มีประวัติการเลี้ยงยาวนานมามากกว่า 8,500-9,000 ปี (Campbell et al., 2003) โคเนื้อจัดอยู่ใน Phylum Chordata คือเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีกีบเป็นคู่ เขากลวง จัดเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดหนึ่งๆ กินอาหารหยาบเป็นหลัก สามารถจัดจำแนกในทางสัตว์วิทยา (scientific classification) ได้ ดังนี้

อาณาจักร (Kingdom): Animalia (อาณาจักรสัตว์)
Phylum: Chordata (สัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง)
Subphylum: Veterbata (มีกระดูกสันหลัง)
ชั้น (Class): Mammalia (สัตว์เลือดอุ่นที่เลี้ยงลูกด้วยนม)
อันดับ (Order): Artiodactyla (สัตว์มีกีบคู่)
อันดับย่อย(Suborder): Ruminantia (เป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง กระเพาะแบ่งเป็น 4 ส่วน (compartment)
วงศ์ (Family): Bovidae
: Giraffidae (เขาสั้น มีขนปกคลุม)
: Cervidae กวาง (ผลัดเขาทุกปี, antlers)
: Antilocapridae มีเขาเป็นสามง่าม ผลัดเขาทุกปี
: Bovidae โค-กระบือ แพะ แกะ จามารี (มีเขาถาวร)
: Tragulidae กระเพาะมี 3 ส่วน เช่น กระจง (mouse deer), Llamma
: Camelidae อูฐ (pseudo-ruminant กระเพาะแบ่งเป็น 3 ส่วน)

โคเนื้อในประเทศไทยที่เลี้ยงกันส่วนใหญ่เป็นโคพื้นเมือง ซึ่งโคพื้นเมือง หมายถึง โคที่ดำรงชีพอยู่ในท้องถิ่นของประเทศไทยมานานแล้ว สอดคล้องกับ จรัญ และคณะ (2515) ให้ข้อสรุปว่า โคพื้นเมืองอาจจะเป็นโคดั้งเดิมที่เลี้ยงอยู่ในท้องถิ่นของประเทศไทย หรืออาจจะเป็นโคที่ถูกนำมาจากพื้นที่อื่นและนำมาเลี้ยงเป็นเวลานานหลายชั่วอายุ หรืออาจจะเป็นโคที่เกิดจากการผสมข้ามอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งไม่อาจจะแยกแยะหรือแจกแจงให้เข้ากับโคพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งซึ่งมีอยู่ในท้องถิ่น และดำรงชีวิตอยู่ท้องถิ่นของประเทศไทยมาเป็นเวลานาน ซึ่งการเลี้ยงส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์หลักคือ ใช้เป็นแรงงาน เช่น ไถนา เทียมเกวียน หรือบรรทุกสิ่งของ สภาพการเลี้ยงส่วนใหญ่ยังเป็นแบบเดิมๆ คือ มีการต้อนโคออกไปแทะเล็มหญ้าตามทุ่งหญ้าธรรมชาติ ท้องนา ที่สาธารณะและที่รกร้างว่างเปล่าทั่วไป ในช่วงที่มีการเพาะปลูกพืช อาจผูกล่ามไว้แล้วปล่อยให้กินในบริเวณที่จำกัด หรือมีการเกี่ยวหญ้าให้โคกิน

สำหรับลักษณะรูปร่างโดยทั่วไป (Figure 2.5) จรัญ และคณะ (2515) รายงานว่า โคพื้นเมืองเป็นโคที่มีรูปร่างเล็ก โดยโคเพศผู้มีน้ำหนักตัวเมื่อโตเต็มที่ประมาณ 300-350 กก. ขณะที่โคเพศเมียมีน้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ประมาณ 200-250 กก. มีใบหน้ายาว หน้าผากแคบ ดวงตามีขนาดปานกลาง ขนหน้าสั้นเกรียน จมูกแคบ ใบหูแหลม มีเขา มีลำคอค่อนข้างยาว บอบบาง ใต้คอมีเหนียงที่มีขนาดแคบกว่าโคอินเดีย ส่วนต่อคอและไหล่แยกเห็นได้ชัดเจน ส่วนบนหลังเหนือไหล่มีตะโหนก ซึ่งสามารถเห็นได้อย่างเด่นชัดในโคเพศผู้ โคพื้นเมืองมีกระดูกขาบอบบางและค่อนข้างยาว ข้อเท้าระหว่างกีบและแข้งค่อนข้างยาวและมีลำตัวส่วนหน้าบอบบาง มีกล้ามเนื้อน้อย ซอกขาอยู่สูงและเป็นมุมลึก เมื่อมองจากทางด้านหน้าหรือด้านหลัง ลำตัวดูป่องตรงกลางและเมื่อมองจากด้านบน พื้นที่สันหลังแคบไม่เป็นรูป

สี่เหลี่ยม แต่เป็นมุมแหลมพุ่งออกมาจากด้านท้ายสู่ด้านหน้าส่วนท้ายค่อนข้างสั้น บั้นท้ายลาดลง โคนหางยกสูง บั้นท้ายค่อนข้างเป็นรูปหกเหลี่ยม กล้ามเนื้อขาหลังมีน้อย หางมีขนาดเล็กและยาว มีพู่หางไม่มาก ขาหลังค่อนข้างโกงเมื่อมองทางด้านหลังและมีกล้ามเนื้อส่วนขาหลังน้อย โคพื้นเมืองมีนิสัยขี้ตื่น เปรียวและมีนิสัยดุร้ายในบางครั้ง (ศรเทพ, 2539; สวัสดิ์ และวนิดา, 2542)

โคพื้นเมืองไทยจัดอยู่ในเผ่าโค *Bos indicus* ซึ่งสามารถแบ่งออกตามเขตท้องที่ได้ คือ โคพื้นเมืองสายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สายอีสาน) สายภาคกลาง (วัวลาน) สายภาคใต้ (โคชน) สายภาคเหนือ (โคขาวลำพูน) ซึ่งโคพื้นเมืองไทยเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยมานานเป็นโคที่มีความทนร้อน ทนต่อโรคและแมลง หากินเก่ง สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ดี ลักษณะนิสัยโดยทั่วไปมีความปราดเปรียวและอาจดุร้ายในบางครั้ง ความสามารถในการเลี้ยงลูกดีมาก อายุเข้าสู่ระยะเป็นหนุ่มเป็นสาว (puberty) เร็วเฉลี่ยเพศเมีย 1-1.5 ปี เพศผู้ 1.5 ปี อัตราการผสมติดสูงกว่า 80% และช่วงระยะห่างของการคลอดลูก (calving interval) ประมาณ 365-413 วัน สั้นกว่าในโคลูกผสมเมืองหนาวที่เลี้ยงในเมืองไทย แต่โคพื้นเมืองเป็นโคที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักและขนาดของลูกแรกเกิดต่ำประมาณ 15.1 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตต่ำเปอร์เซ็นต์ซากเย็นเพียง 51.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณและคุณภาพซากยังต่ำกว่าโคพันธุ์อื่นเป็นส่วนใหญ่

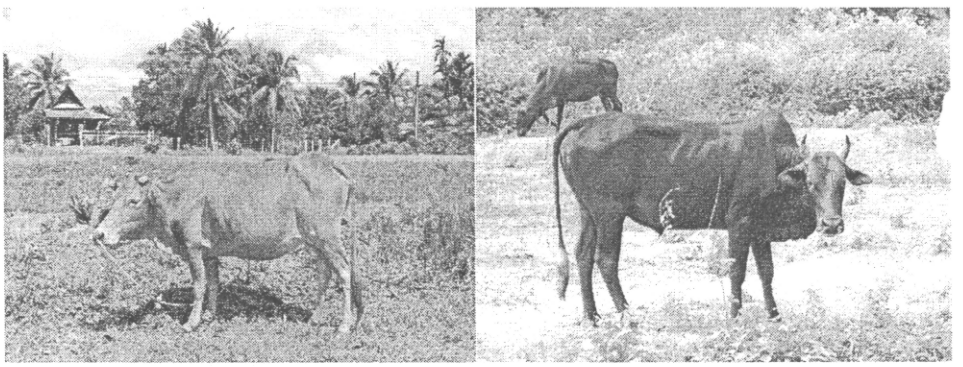


Figure 2.5 Characteristic of Southern indigenous cattle.

ลักษณะทางสรีระวิทยามีการศึกษาน้อยมาก ลักษณะที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต สุขภาพและการปรับตัวเองเข้ากับสิ่งแวดล้อม ดังได้แสดงไว้ใน Table 2.6

Table 2.6 Characteristics of physiology for maturity Thai native cattle.

ลักษณะ	พิสัย
ฮีโมโกลบิน (มิลลิกรัมต่อซีซี)	10-11
ฮีโมโตคริต (%)	40-43
อุณหภูมิร่างกาย (องศาฟาเรนไฮต์)	102-102.5
อัตราการหายใจ (ครั้งต่อนาที)	24-30

ที่มา: ศรเทพ (2539)

2.2.1 โคพื้นเมืองไทยในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

2.2.1.1 โคพื้นเมืองสายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สายอีสาน)

ลักษณะสีขนจะพบเห็นได้หลายสีเช่น แดง น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ ดำและด่าง โคในภาคนี้ได้รับการปะปนจากโคสายพันธุ์อื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคบราห์มันอยู่พอสมควร เพราะได้รับการ

ส่งเสริมจากหน่วยงานของกรมปศุสัตว์ ซึ่งตั้งอยู่หลายแห่งทั่วทุกพื้นที่การกระจายตัวของประชากร มีเลี้ยงทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งตอนบนและตอนล่าง

2.2.1.2 โคพื้นเมืองสายภาคกลาง (วัวลาน)

ลักษณะสีขนแดง น้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลแก่ โดยทั่วไปมีตะโหนกเล็ก มีไหล่ใหญ่แต่เล็กกว่าวัวชน สะโพกลีบ รูปร่างเพรียวใช้วิ่งแข่งกัน การกระจายของประชากรมีเลี้ยงทางภาคกลางโดยเฉพาะแถบจังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี นครปฐม และประจวบคีรีขันธ์

2.2.1.3 โคพื้นเมืองสายภาคเหนือ (ขาวลำพูน)

รูปร่างลักษณะมีตั้งแต่ขนาดเล็ก จนถึงขนาดกลาง กระดูกเล็ก ขนสีขาว หนังสีชมพู หูเล็กกางตะหนอกเล็กพบในตัวผู้ และพบเล็กน้อยในตัวเมีย (สุวัฒน์, 2537) หัวมีขนาดเล็ก กระดูกรอบตาไม่โปนมากนัก หน้าผากลึกเล็กน้อย กระดูกหัวระหว่างเขายกขึ้นปานกลางและมีปอยขนขึ้นแต่ไม่เด่นชัดนัก คอสั้น เหนียงไม่ยาน หลังเรียบตรง ด้านบั้นท้ายยกขึ้นเล็กน้อย (พินิจ, 2537)เนื้อเขาสีน้ำตาลส้มเนื้อละเอียด เนื้อกีบสีน้ำตาลส้ม ขอบตาสีชมพูส้มไม่มีจุดด่างขาว เนื้อจมูกสีชมพูส้มไม่มีจุดด่างขาว เนื้อทวารด่างๆสีชมพูส้มไม่มีจุดด่างขาว ขนพู่หางสีขาว เหนียงสะดือสั้นติดพื้นท้องลำ ลึงค์แนบพื้นท้อง สีนัยตาสีน้ำตาลดำ ขนตาขาว (กลุ่มงานโคเนื้อ, 2543) โคขาวลำพูนเป็นโคพื้นเมืองประเภทหนึ่งซึ่งมีการเลี้ยงแพร่หลายในเขตภาคเหนือตอนบน คือ จังหวัดลำพูน เชียงใหม่และรองลงไปคือ จังหวัดอื่นๆ ที่ใกล้เคียง (สมชาติ, 2529)

2.2.1.4 โคพันธุ์พื้นเมืองทางใต้ (Southern indigenous cattle)

ประวัติถิ่นกำเนิด: นิยมเลี้ยงกันมากทางภาคใต้ เริ่มตั้งแต่ภาคใต้ตอนล่าง อยู่ในบริเวณจังหวัดตรัง นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา สุราษฎร์ธานี พัทลุง สงขลา ปัตตานี และยะลา เป็นต้น มีเลือดโคเขตร้อนมาก ส่วนมากการเลี้ยงมีวัตถุประสงค์คัดเลือกไว้เป็นโคชน โคชนมีมากที่สุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ลักษณะประจำพันธุ์: มีสีแดง สีน้ำตาลอ่อน ดำ และด่าง ไม่มีเหนียงสะดือ มีเหนียงคอบาง น้ำหนักโตเต็มที่ เพศผู้ 280-320 กิโลกรัม เพศเมีย 230-280 กิโลกรัม (Figure 2.5) จุดเด่นคือ แข็งแรงสมบูรณ์ มีไหวพริบในการชนและทรหดอดทนเป็นพิเศษ มีเนื้อแน่นเหมาะกับการประกอบอาหารแบบไทย สามารถใช้งานได้ดี ให้ลูกดกปีละตัว

สำหรับโคพื้นเมืองภาคใต้สันนิษฐานว่ามีเลือดผสมจากโคอินเดีย (Bos indicus) บางกลุ่มพันธุ์มานานแล้ว (จรัญ และคณะ, 2515; Williamson and Payne, 1978) แต่ก็ไม่มีหลักฐานชี้ชัด แต่เชื่อว่าโคพื้นเมืองของภาคใต้มียีนบางส่วนของโคอินเดียมากกว่าโคพื้นเมืองในภาคอื่นๆ โดยแต่เดิมโคพื้นเมืองภาคใต้นิยมเลี้ยงไว้เพื่อใช้งาน เช่น เทียมเกวียน ลากเข็น ไถนา รวมทั้งใช้เนื้อเป็นอาหารเช่นเดียวกับภาคอื่นๆ

สำหรับลักษณะรูปร่างของโคพื้นเมืองพื้นเมืองภาคใต้ (Figure 2.5) พบว่ามีขนสั้นเกรียน ขนมีสีแดง น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ ดำและด่าง (หรือสีลายน้ำตาล ขาว ดำ) มีรูปร่างค่อนข้างเล็ก เพศผู้มีหัวไหล่ค่อนข้างหนา (มีกล้ามเนื้อค่อนข้างมาก) โหนกใหญ่ บั้นท้ายเล็ก ตอนหน้าค่อนข้างใหญ่ เพศผู้เขาที่มีลักษณะตั้งขึ้นและปลายเขางุ้มเข้า (ศรเทพ, 2539; สวัสดิ์ และวนิดา, 2542) และเนื่องจากโคพื้นเมืองภาคใต้เป็นโคที่ขนาดร่างกายใหญ่ มีกล้ามเนื้อแข็งแรง ดังนั้น จึงมีการคัดเลือกโคเพศผู้ที่มีลักษณะดีนี้มาเลี้ยงเพื่อใช้เป็นเกมกีฬาเรียกว่า ชนโค (ศิริชัย, 2543)

2.2.2.คุณภาพเนื้อและลักษณะซาก

การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะซากของโคไทยมีอยู่ค่อนข้างน้อยมาก จากการรวบรวมของศรเทพ (2539) ศึกษาโคไทยอายุระหว่าง 12-15 เดือน คือโคหนุ่มสาว จะเห็นได้ว่าโคไทยอายุ 12-15 เดือน ซึ่งมีน้ำหนักระหว่าง 150-200 กิโลกรัม ให้ซากเย็น (เก็บที่ความเย็น 3-4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง) เพียง 51.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต สัดส่วนของซากได้แสดงรายละเอียดไว้ใน Table 2.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่าต่ำกว่าโคพันธุ์อื่นๆ เป็นส่วนใหญ่

Table 2.7 Characteristics of Thai native carcass.

ลักษณะซาก	เฉลี่ยของโคหนุ่มสาว(%)
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น	51.2
ความยาวของซาก(นิ้ว)	36.6
ความยาวขาหลัง(นิ้ว)	25.8
เส้นรอบขา(นิ้ว)	29.5
ความลึกส่วนท้ายซาก(นิ้ว)	13.1
ความลึกส่วนหน้าซาก(นิ้ว)	20.5
พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันเฉลี่ยเท่ากับ	7.3 ตารางนิ้ว

ที่มา: ศรเทพ (2539)

2.2.3 ภาพรวมการผลิตโคเนื้อของโลกและประเทศไทย

FAOSTAT (2002) รายงานว่า จำนวนปศุสัตว์และผลผลิตเนื้อสัตว์ของโลกได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (1980-2000) (Table 2.8) โดยการผลิตโคเนื้อของโลกในปี 2000 มีประมาณ 1,215 ล้านตัว และผลผลิตเนื้อโคประมาณ 56.5 ล้านตัน ประเทศที่มีประชากรโคมากที่สุด คือ อินเดียรองลงมา ประเทศบราซิล ขณะที่ประเทศที่ผลิตเนื้อโคมากที่สุด คือ สหรัฐอเมริกา รองลงมา รัสเซีย ตามลำดับ และปริมาณการบริโภคเนื้อโคต่อคนสูงที่สุด คือ ประเทศอาร์เจนตินา (Table 2.9)

Table 2.8 Livestock numbers and production in the developed and developing world.

Items	1980		1990		2000	
	Stock[a]	Prod.[b]	Stock[a]	Prod.[b]	Stock[a]	Prod.[b]
Developed World						
Buffaloes (buffalo meat)	0.8	0.016	0.6	0.022	0.6	0.027
Cattle (beef and veal)	424	31.4	400	34.8	328	30
Goats (goat meat)	25	0.15	32	0.19	30	0.18
Pigs (pig meat)	457	34.8	515	38.4	620	37.7
Sheep (mutton and lamb)	517	3.4	571	3.8	385	3.2
Developing World						
Buffaloes (buffalo meat)	121	1.6	147	2.3	164	3.1
Cattle (beef and veal)	791	14.1	896	18.6	1,018	26.5
Goats (goat meat)	437	1.5	554	2.5	695	3.6
Pigs (pig meat)	457	17.8	515	31.4	620	51.8
Sheep (mutton and lamb)	580	2.3	635	3.1	672	4.4

[a] Million head; [b] Million tons; Prod. = Production.

ที่มา: FAOSTAT (2002)

Table 2.9 World cattle numbers, production, and consumption 1994.

Country	No. Cattle (mil head)	Country	Production (bil Lb) [a,b]	Country	Per-capita Consumption (lb) [b]
1.India	193	1.U.S.A.	23	1.Argentina	152
2.Brazil	152	2. Russian Fed.	16	2.Uruguay	133
3.U.S.A.	101	3.Brazil	7	3.U.S.A.	96
4.China	91	4.Argentina	6	4.Canada	78
5.Russian Fed.	49	5.Germany	4	5.Australia	77
World total	1,288	World total	112	World average	21

ที่มา: FAO (1994)

[a] Does not include buffalo meat.

[b] Carcass weight

ส่วนประชากรโคในประเทศไทย Office of Agricultural Statistics (2001) รายงานว่า ปริมาณโคทั้งประเทศปี 1999 มีจำนวน 5,677,059 ตัว ในช่วงระหว่าง ปี 1990-1999 จำนวนโคเพิ่มขึ้นและค่อยๆ ลดลงตั้งแต่ปี 1997-1999 (Table 2.10)

Table 2.10 Distribution of cattle population (head) in Thailand.

Year	Region				Whole Kingdom	Annual growth rate, %
	Northern	North-Eastern	Central Plain	Southern		
1990	1,285,946	1,969,268	1,295,970	907,496	5,458,680	-
1991	1,326,572	2,031,481	1,336,911	936,166	5,631,130	3.2
1992	1,369,998	2,097,948	1,380,676	966,182	5,814,804	3.3
1993	1,677,023	2,410,990	1,471,037	801,405	6,360,455	9.4
1994	1,795,919	2,643,523	1,506,574	849,399	6,795,415	6.8
1995	1,782,533	2,686,326	1,492,019	861,455	6,822,333	0.4
1996	1,791,422	2,723,841	1,508,165	854,759	6,878,187	0.8
1997	1,770,144	2,688,419	1,478,934	840,948	6,778,445	-1.5
1998	1,640,537	2,540,160	1,364,323	783,046	6,328,066	-6.6
1999	1,470,820	2,306,578	1,211,195	688,466	5,677,059	-10.3
2000	1,182,923	1,829,578	1,051,544	537,652	4,601,697	-23.4
2001	1,192,993	1,839,578	1,061,544	546,240	4,640,355	0.8
2002	1,240,431	1,922,265	1,091,785	565,232	4,819,713	3.7
2003	1,304,853	2,008,014	1,143,507	591,796	5,048,170	4.5
2004	1,350,087	2,081,440	1,184,748	614,572	5,230,847	3.5

ที่มา: Office of Agricultural Economics (2001, 2003) อ้างโดย ปิ่น (2550)

เนื่องจากภาวะน้ำท่วมใหญ่ทั่วประเทศและเกษตรกรประสบภาวะปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำ (economic crisis) เนื่องจากสภาวะที่เศรษฐกิจของประเทศถดถอย (recession) หรือที่เรียกว่า ยุคเศรษฐกิจฟองสบู่แตก (bubble economy) รายได้ไม่เพียงพอกับค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน

และการนำเข้าโคมีชีวิตตามแนวชายแดนซึ่งมีราคาถูกกว่า ทำให้ผู้เลี้ยงบางส่วนได้เปลี่ยนอาชีพและใช้พื้นที่การเกษตรไปทำในธุรกิจอื่น โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการขยายตัวของเขตเมืองในแหล่งผลิตที่สำคัญหลายพื้นที่ กอปรกับความไม่แน่นอนของรายได้จากอาชีพเลี้ยงโคเนื้อ ระยะเวลาเลี้ยงนานและให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ตลอดจนขาดแรงจูงใจด้านเสถียรภาพราคาโคมีชีวิต ทำให้จำนวนโคลดลง ร้อยละ 23.4 ในปี 2000 และมีแนวโน้มลดลงต่อไป แต่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นในปี 2001-2003 และเพิ่มเป็นร้อยละ 3.5 ในปี 2004 (Office of Agricultural Statistics, 2003) ซึ่งในอนาคตการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพดีซึ่งเป็นสินค้าที่จะได้รับการลดภาษีนำเข้า 0% ตามกฎที่ได้กำหนดไว้มีโอกาสเป็นไปได้สูง หากยังไม่มีหน่วยงานใดเข้ามาแก้ไขและช่วยเหลือเพื่อที่จะปรับกลยุทธ์และพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อของประเทศอย่างเป็นระบบต่อไป

เมื่อพิจารณาการส่งออก ประเทศที่ส่งออกเนื้อโครายใหญ่ได้แก่ ออสเตรเลีย เยอรมันนี สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส และไอร์แลนด์ (Table 2.11) จะเห็นว่าประเทศออสเตรเลียเป็นประเทศผู้ผลิตปศุสัตว์ที่มีศักยภาพสูง โดยเฉพาะโคเนื้อและเป็นผู้ส่งออกเนื้อโคคุณภาพดีแต่ราคาต่ำรายใหญ่ของโลกโดยเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ เช่น สหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นผู้นำเข้าเนื้อโครายใหญ่ของโลก ดังนั้น เมื่อมีการเปิดเขตเสรีทางการค้าไทย-ออสเตรเลียและมีการนำเข้าสินค้าดังกล่าวอย่างเสรี ก็จะส่งผลกระทบทั้งเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อและสินค้าบางรายการ ซึ่งไทยมีความสามารถในการแข่งขันต่ำกว่าออสเตรเลีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าประเภทเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกฝ่ายต้องเร่งหามาตรการแก้ไขและช่วยเหลือโดยเร็ว เพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคอยู่ได้และพร้อมทั้งสร้างความสามารถในการแข่งขันต่อไปในอนาคต

Table 2.11 World beef trade 1994.

Exports		Imports	
Country	bil Lb	Country	bil Lb
Australia	2.6	United States	2.4
Germany	1.4	Japan	1.3
United States	1.3	USSR (former)	1.2
France	1.2	Italy	1.1
Ireland	1.0	Germany	1.0
World total	14.3	World total	12.1

ที่มา: Taylor (1996) อ้างโดย ปิ่น (2542)

2.2.4 สถานการณ์ตลาดและราคา

ความต้องการบริโภคมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและยังเกิดภาวะไข้หวัดนกระบาดในกลุ่มสัตว์ปีก ผู้บริโภคจึงหันมาบริโภคเนื้อสัตว์อื่นทดแทน เช่น เนื้อสุกร เนื้อโค เนื้อกระบือ แต่ปริมาณการผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ราคาโคมีชีวิตมีราคาสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา (Figure 2.6)

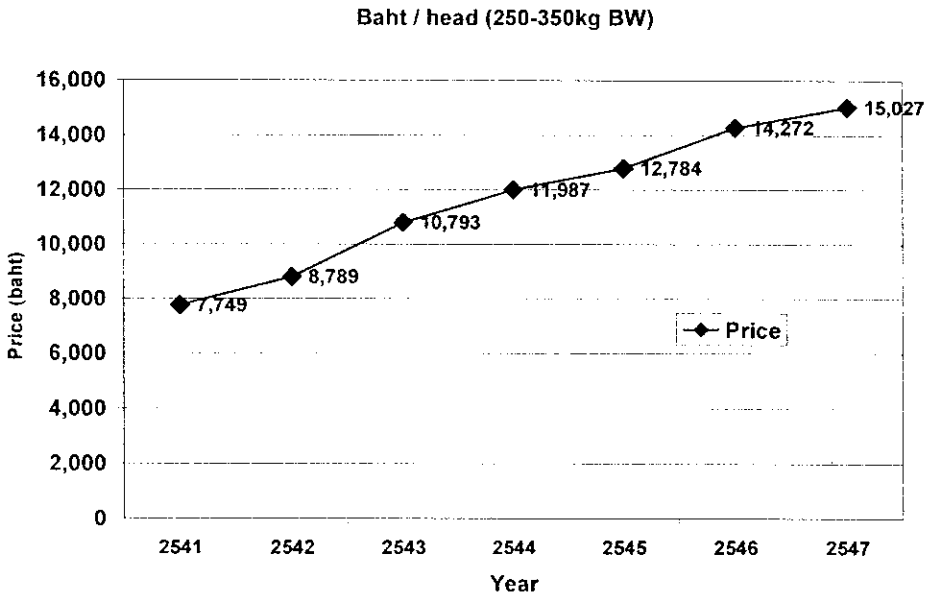


Figure 2.6 Price and beef marketing in Thailand

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2548) อ้างโดย ปิ่น (2550)

2.2.5 ปริมาณการฆ่าสัตว์และการบริโภคเนื้อโค

ปริมาณโคที่ฆ่าเพื่อการบริโภค เมื่อจำแนกเป็นรายภาคจะเห็นว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการฆ่าโคเพื่อการบริโภคมากที่สุด รองลงมาภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้มีการฆ่าโคเพื่อการบริโภคน้อยที่สุด ต้องนำเข้าโคจากภาค อื่นๆ โดยในปี พ.ศ. 2532 ภาคใต้มีการนำเข้าโคจำนวน 10,614 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2535) และกรมปศุสัตว์ (2539) รายงานว่า จำนวนโคที่ฆ่าเพื่อการบริโภคทั่วประเทศในปี 2534-2539 เฉลี่ยประมาณปีละ 508,145 ตัว แต่คาดว่ามีฆ่าเพื่อการบริโภคจริง เฉลี่ยประมาณปีละ 906,771 ตัว

โดยภาพรวมการบริโภคโคเนื้อในประเทศ ปี 2539 ลดลงในทิศทางเดียวกับสภาวการณ์ผลิต (Table 2.10) ส่วนหนึ่งเกิดจากค่านิยมทางสังคมที่จะไม่บริโภคเนื้อสัตว์ใหญ่ อีกส่วนหนึ่งเกิดผลกระทบจากข่าวโรควัวบ้าในประเทศอังกฤษเมื่อต้นปี 2538 ปริมาณโคเนื้อที่ขออนุญาตฆ่าตามอาชญาบัตรมีจำนวน 597,584 ตัว ลดลงจากปี 2538 ร้อยละ 4.6 ส่วนโคเนื้อที่คาดว่าถูกฆ่าเพื่อบริโภคจริง จำนวน 928,225 ตัว และลดลงจากปีที่แล้ว 200,430 ตัวหรือคิดเป็นร้อยละ 17.8 ของจำนวนโคเนื้อทั้งหมด (Table 2.12) ส่งผลให้อัตราการบริโภคเฉลี่ยต่อคนต่อปีในปี 2539 เหลือ 3 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ใกล้เคียงกับการบริโภคในปี 2525 ซึ่งสมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย (2528) รายงานว่า คนไทยบริโภคเนื้อสัตว์เฉลี่ยต่อคนต่อปี 18.0 กิโลกรัมต่อคนต่อปี เมื่อแยกเป็นชนิดของเนื้อสัตว์มีดังนี้ บริโภคเนื้อโค 2.97 กิโลกรัม เนื้อกระบือ 1.54 กิโลกรัม เนื้อสุกร 12.03 กิโลกรัม และเนื้อไก่ 6.65 กิโลกรัม

จะเห็นว่ามีการฆ่าเถื่อน หรือผิดกฎหมายจำนวนมาก ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย โดยเฉพาะปัญหาการระบาดของโรคติดต่อในโคเนื้อ เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย (foot and mouth disease, FMD) และโรคแอนแทรกซ์ (anthrax) ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้

Table 2.12 Number of cattle was slaughtered for consumtion, January 1, 1991-1996 (unit: head).

ปี	ขออนุญาตฆ่า (ตัว)					คาดว่าที่ถูกฆ่าจริง
	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	รวม	รวม
2534	79,939	168,345	100,040	49,511	397,835	661,176
2535	87,140	185,750	98,741	48,220	419,851	796,753
2536	92,594	218,565	110,470	47,323	468,592	907,484
2537	105,722	273,316	102,424	56,984	538,446	1,018,335
2538	124,856	327,046	110,817	63,877	626596	1,128,655
2539	120,641	303,792	110,581	62,534	597,548	928,225
2540	235,687	74,430	90,402	63,843	464,362	-
2541	188,737	66,662	73,394	60,510	389,303	-

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2539) อ้างโดย ปิ่น (2550)

สำหรับการบริโภคเนื้อโคในภาคใต้เป็นรายจังหวัด ซึ่งกรมปศุสัตว์ (2539) รายงานว่า จำนวนโคที่ขออนุญาตฆ่าเพื่อการบริโภคตามอาชญาบัตรในภาคใต้ ปี 2539 มีประมาณ 62,534 ตัว คิดเป็นร้อยละ 8.1 ซึ่งจังหวัดที่มีการขออนุญาตฆ่ามากที่สุดคือ จังหวัดยะลา เท่ากับ 13,848 ตัว รองลงมาคือ จังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราชและนราธิวาส เท่ากับ 11,904 8,047 และ 6,924 ตัว ตามลำดับ (Table 2.13)

Table 2.13 Distribution of cattle slaughtered by province, 1996 (unit: head).

จังหวัด	สัตว์ที่อนุญาตให้ฆ่าเป็นอาหาร			รวม	ร้อยละ
	โค	กระบือ	สุกร		
ชุมพร	2,152	1,022	48,428	51,602	6.71
สุราษฎร์ธานี	4,003	191	112,679	116,873	15.20
นครศรีธรรมราช	8,047	176	107,335	115,558	15.03
พัทลุง	2,024	-	31,815	33,839	4.40
สงขลา	11,904	4	137,420	149,328	19.43
ระนอง	210	549	18,758	19,517	2.54
พังงา	80	198	18,009	18,287	2.38
ภูเก็ต	-	1,170	39,806	40,976	5.33
กระบี่	1,739	-25,389	-	27,128	3.53
ตรัง	4,213	109	80,078	84,400	10.98
สตูล	4,075	301	7,252	11,628	1.51
ปัตตานี	3,315	7	12,577	15,899	2.07
ยะลา	13,848	-	48,287	62,135	8.08
นราธิวาส	6,924	95	14,470	21,489	2.80
รวม	62,534	29,211	676,914	768,659	100.00
ร้อยละ	8.14	3.80	88.06	100.00	

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2539)

สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง ธรรณกระวีสุนทร

2.2.6 ปัญหาและแนวทางการพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย

การเลี้ยงโคเนื้อในประเทศส่วนใหญ่ผู้เลี้ยงเป็นเกษตรรายย่อยอาศัยธรรมชาติเป็นหลัก พันธุ์ที่เลี้ยงเป็นโคพื้นเมืองไทย (Thai indigenous cattle) และลูกผสม ระบบการเลี้ยงเป็นแบบเพื่อการดำรงชีพและกึ่งดำรงชีพ (Semi-intensive System) ซึ่งปัญหาโดยทั่วไปมี ดังนี้

1. ด้านการผลิต ประสิทธิภาพการเลี้ยงโคเนื้อยังพัฒนาได้ไม่เท่าที่ควร พื้นที่ทุ่งหญ้าสำหรับเลี้ยงโคเนื้อค่อนข้างน้อยเพียง 0.97 ไร่/ตัว และพื้นที่ส่วนตัวที่ใช้เลี้ยงโคเนื้อคิดเป็นร้อยละ 3.5 ของพื้นที่ถือครองการเกษตรทั้งหมด (กรมปศุสัตว์, 2542) โคเนื้อที่เกษตรกรเลี้ยงส่วนใหญ่ เป็นพันธุ์พื้นเมืองซึ่งขาดหลักการจัดการฟาร์มที่ดี ส่วนการเลี้ยงโคขุนมีเพียงร้อยละ 0.09 ของปริมาณโคเนื้อทั้งหมดซึ่งน้อยมาก

2. ด้านการตลาด ราคาโคเนื้อมีชีวิตไม่สอดคล้องกับต้นทุนการผลิต ไม่มีการแบ่งตลาดที่ชัดเจนระหว่างตลาดโคเนื้อพื้นเมือง และโคขุน เกษตรกรขาดอำนาจต่อรองที่เป็นธรรม ตลาดจึงเป็นของผู้ซื้อและสามารถกำหนดราคาได้ เกษตรกรจึงขายโคมีชีวิตได้ในราคาค่อนข้างต่ำ โดยในปี 2547 เฉลี่ยกิโลกรัมละ 50.93 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) ทำให้เกษตรกรขาดแรงจูงใจในการเพิ่มการผลิต การเร่งผลิตโคขุนยังไม่สามารถทดแทนปริมาณนำเข้าเนื้อโคคุณภาพได้

3. สถานที่สำหรับเลี้ยงโคลดน้อยลงและขาดแคลนแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีทั้งปริมาณและคุณภาพในช่วงฤดูแล้ง

แนวทางการแก้ไข จากการศึกษาข้อตกลงเขตการค้าเสรีจะเห็นว่า ข้อตกลงที่ไทยทำไว้กับออสเตรเลียนั้นจะส่งผลเสียต่อเกษตรกรที่เลี้ยงโคในประเทศที่มีกว่า 9 แสนครัวเรือน จะต้องสูญเสียอาชีพเพราะไม่มีศักยภาพเพียงพอที่จะแข่งขันกับสินค้าออสเตรเลีย เนื่องจาก

1. ประเทศดังกล่าวส่วนใหญ่มีการเลี้ยงโคเนื้ออย่างเป็นระบบ และมีคุณภาพได้มาตรฐาน รวมทั้งยังใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ นอกจากนี้ โดยเฉพาะออสเตรเลียยังมีฐานการผลิตโคเนื้ออยู่ที่อินโดนีเซีย ซึ่งทำให้สะดวกในการขนส่งเนื้อโคเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทย

2. การเลี้ยงโคเนื้อในบ้านเรานั้นส่วนใหญ่เป็นผู้เลี้ยงรายย่อย และถ้าหันมาเลี้ยงระบบฟาร์มที่ได้มาตรฐานย่อมต้องมีต้นทุนในการผลิตสูง ฉะนั้นหากนำไปเปรียบเทียบระหว่างเนื้อโคไทยกับเนื้อที่นำเข้ามาจากออสเตรเลียที่ได้รับการลดอัตราภาษีแล้ว เนื้อโคที่นำเข้าจะมีราคาต่ำกว่าเกือบเท่าตัว กล่าวคือ ราคาเนื้อสันคุณภาพดีที่เลี้ยงด้วยหญ้าในเมืองไทยกิโลกรัมละ 120 บาท/กก. แต่ของออสเตรเลียกิโลกรัมละ 50 บาท/กก. ส่วนเนื้อสันคุณภาพดีจากโคขุน (เนื้อชำแหละ) ภายในประเทศกิโลกรัมละ 200-300 บาท/กก. แต่ของออสเตรเลีย 150 บาท/กก. เท่านั้น จุดนี้ถือเป็นสัญญาณอันตรายอย่างยิ่งต่อวงการผู้เลี้ยงโคเนื้อในเมืองไทยเป็นอย่างยิ่ง หากไม่เร่งปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ของโลก

ดังนั้น ถึงเวลาแล้วที่ทุกฝ่ายจะต้องเร่งระดมสมองและความร่วมมือกันของผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อกำหนดแผนแผนยุทธศาสตร์ในการพัฒนา โดยเฉพาะภาครัฐควรเข้ามามีบทบาทในการช่วยเหลือเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากการเปิดเสรีทางการค้ากับประเทศต่างๆ โดยเฉพาะกับประเทศออสเตรเลีย โดยการออกมาตรการต่างๆ มารองรับและควรเร่งพัฒนาขีดความสามารถทางการแข่งขันอย่างเร่งด่วนเป็นรูปธรรม . ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาคุณภาพสินค้าให้ตรงความต้องการของตลาด ได้มาตรฐานและมีความปลอดภัย รวมถึงส่งเสริมให้แปรรูปสินค้าเกษตรเพื่อให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับตามแผนพัฒนาการปศุสัตว์ของประเทศในช่วง

แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545-2549) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพิ่มผลผลิตปศุสัตว์ให้เพียงพอกับความต้องการบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ การส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อควรพิจารณาจากข้อมูลและความเป็นไปได้ ดังนี้ คือ (ปิ่น, 2548)

1. ด้านการผลิต ส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อยเลี้ยงโคเนื้อร่วมกับการปลูกพืชในระบบเกษตรผสมผสาน เลี้ยงโคขุนเพื่อผลิตคุณภาพดี ปรับปรุงพันธุ์โคของเกษตรกร โดยการพัฒนาโคพ่อพันธุ์และผลิตน้ำเชื้อที่มีคุณภาพดีบริการผสมเทียมให้กับเกษตรกร ตลอดจนคัดเลือกกิจกรรมที่สามารถดำเนินการได้ต่อเนื่องอย่างมีประสิทธิภาพเต็มความรู้และความสามารถของเจ้าหน้าที่ที่มีอยู่และให้ผลประโยชน์คุ้มค่ากับเงินลงทุน เช่น

1.1 การสร้างองค์กรที่เข้มแข็ง ในกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ ที่สามารถผลิตโคเนื้อได้อย่างมีศักยภาพ และให้ผลผลิตที่แน่นอนต่อไปในอนาคต พัฒนากลุ่มที่จัดตั้งไว้เดิม โดยจดทะเบียนกลุ่ม และหรือทะเบียนฟาร์มของเกษตรกรแต่ละราย

1.2 ส่งเสริมกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อรายย่อยได้มีโอกาสเลี้ยงโคเนื้ออย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อเพิ่มรายได้

1.3 กลุ่มเกษตรกรพัฒนา ควรเน้นการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อคุณภาพดี (โคขุน) ให้เพียงพอกับความต้องการ เพื่อลดการนำเข้า

2. ด้านอาหารสัตว์ ฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีด้านสูตรอาหารสัตว์ วัตถุดิบอาหารสัตว์และวัสดุเหลือใช้มาเป็นอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต รวมทั้งสำรองเสบียงสัตว์ เร่งปลูกหญ้าทดแทนในหน้าแล้ง และส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์และเสบียงสัตว์เชิงพาณิชย์

3. โรงฆ่าสัตว์ ต้องได้มาตรฐานตามเงื่อนไขของกรมปศุสัตว์ เพื่อสร้างความปลอดภัยด้านอาหาร (food safety) รวมทั้งจักทำมาตรฐานฟาร์มโคเนื้อและมาตรฐานโคเนื้อ

4. ด้านการตลาด ส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อรวมตัวกันเป็นกลุ่มหรือสหกรณ์ เพื่อดำเนินการด้านการผลิต การตลาดตลอดจนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ การผลิตอาหารฮาลาล (halal food center) นอกจากขายเนื้อโคแล้ว ต้องรู้จักนำส่วนอื่นๆ ที่ขายได้ราคาต่ำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า (value added) เช่น หนัง กระดูก กีบและเขา เป็นต้น

5. ด้านสุขภาพสัตว์ เพิ่มความเข้มงวดในการเคลื่อนย้าย นำเข้า นำออกสัตว์มีชีวิต ซากสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ การควบคุม ป้องกัน การเฝ้าระวังโรคระบาดสัตว์รวมทั้งเพิ่มระบบการตรวจวิเคราะห์โรคระบาดจากสัตว์นำเข้า เร่งกำจัดโรคปากและเท้าเปื่อย และโรคที่สำคัญทางเศรษฐกิจให้หมดโดยเร็ว

6. ด้านการวิจัย ศึกษาวิจัยสร้างพันธุ์โคเนื้อที่เหมาะสม เนื่องจากอิทธิพลของพันธุ์มีผลต่อคุณภาพซาก เช่น โคเนื้อลูกผสมอเมริกันบราห์มัน ให้ผลผลิตและปริมาณซากมากกว่าโคพันธุ์พื้นเมือง การให้อาหารเสริมจะให้ผลผลิตและปริมาณซากดีกว่าการเลี้ยงตามธรรมชาติ โคเนื้อที่มีอายุน้อยไม่มีไขมันแทรก ปัจจุบันกรมปศุสัตว์ได้พัฒนาสายพันธุ์โคเนื้อที่มีความเหมาะสมกับประเทศไทยได้แก่ พันธุ์ตาก พันธุ์กบินทร์บุรี พันธุ์บราห์มันและพันธุ์พื้นเมือง เพื่อผลิตน้ำเชื้อแจกจ่ายให้แก่เกษตรกรทั่วประเทศ และยังสนับสนุนให้มีการรวมกลุ่มกันในรูปแบบสหกรณ์ ซึ่งช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและสามารถต่อรองกับพ่อค้าคนกลางได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ ควรเน้นศึกษาวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ อาหารสัตว์ การควบคุมและกำจัดโรคระบาดสัตว์ โรคติดต่อระหว่างสัตว์และ

คน (zoonosis) รวมทั้งวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์ใหม่ๆ ตามความต้องการของผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ เป็นต้น

7. เพิ่มการประชาสัมพันธ์เรื่องการบริโภคเนื้อโค โดยจำแนกลักษณะซากตามความแตกต่างของคุณภาพซาก ระหว่างเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองและเนื้อโคขุนคุณภาพดี ตลอดจนนำเสนอราคาซากเนื้อโคชำแหละมาตรฐาน ที่ควรจะเป็นตามความจริงต่อไป

2.3 นิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีวิวัฒนาการและพัฒนาการที่มีความเฉพาะตัว โดยมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารเยื่อใย (dietary fiber) ซึ่งสัตว์ทั่วไปโดยเฉพาะสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้องไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะรูเมน ซึ่งได้แก่แบคทีเรีย (bacteria) โปรโตซัว (protozoa) และเชื้อรา (fungi) โดยทั่วไปแล้วกระบวนการใช้อาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะต้องอาศัยปัจจัยที่สำคัญหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนมีความสำคัญต่อการผลิตเอนไซม์ เพื่อทำการย่อยสลายสารอาหารประเภทพลังงาน ทั้งที่เป็นคาร์โบไฮเดรทที่เป็นโครงสร้าง (structurtal carbohydrate, SC) และคาร์โบไฮเดรทที่ไม่เป็นโครงสร้าง (non–structural carbohydrate, NSC) (เมธา, 2533) เพื่อให้ได้ผลผลิตสุดท้ายที่สำคัญและมีประโยชน์ต่อตัวสัตว์ คือ กรดไขมันระเหยได้ง่าย (volatile fattyacid, VFA) ซึ่งกรดไขมันระเหยได้ง่ายเหล่านี้จะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่จะนำไปใช้ในการดำรงชีวิต และการให้ผลผลิตเนื้อและนมต่อไป (ฉลอง, 2541)

นอกจากนี้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนยังสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งโปรตีนต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถใช้ไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนแท้ (non–protein nitrogen, NPN) โดยจุลินทรีย์จะทำงานได้ดีถ้าสภาพภายในกระเพาะรูเมนมีความเป็นกรด–ด่าง (rumen pH) ที่เหมาะสม คือ อยู่ในช่วง 6.5–7.0 และมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 39-40 องศาเซลเซียส ทำให้ทั้งแบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อรา สามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสมต่อการย่อยอาหาร (Czerkawski, 1986; เมธา, 2533) จากการรายงานของ Satter and Slyter (1974) พบว่า นอกจากความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมแล้ว ระดับแอมโมเนีย–ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนก็มีความสำคัญต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ด้วย ซึ่งระดับที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 4–5 mg% ส่วน Boniface et al. (1986); Song and Kennelly (1990); Wanapat and Pimpa (1999) พบว่าระดับแอมโมเนีย–ไนโตรเจนที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 15–20 mg% ที่จะก่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายและกระบวนการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนที่เหมาะสมด้วยและนอกจากนี้ยังก่อให้เกิดความสมดุลระหว่างพลังงานกับโปรตีนอีกด้วย จุลินทรีย์ที่พบในกระเพาะรูเมนมีมากมายหลายชนิด แต่จุลินทรีย์เหล่านี้มีคุณสมบัติสำคัญ คือ ต้องมีชีวิตอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนและมีการสร้างผลผลิตสุดท้าย (end products) ชนิดใดชนิดหนึ่งซึ่งพบในกระเพาะรูเมนเท่านั้น และต้องมีปริมาณไม่ต่ำกว่า 1 ล้านเซลล์/กรัมของ rumen contents จุลินทรีย์ที่พบในกระเพาะรูเมนแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อรา โดยแบคทีเรียมีจำนวนประชากรประมาณ 10^{9}-10^{11} เซลล์ต่อมิลลิลิตร โปรโตซัวมีจำนวนประชากรประมาณ 10^{5}–10^{6} เซลล์ต่อมิลลิลิตร และเชื้อรามีจำนวนประชากรประมาณ 10^{3}-10^{4} เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Hungate, 1966) จุลินทรีย์เหล่านี้มีบทบาทที่สำคัญในการทำหน้าที่ย่อยสลายอาหารที่สัตว์กินเข้าไปและสังเคราะห์เป็นผลผลิตที่สำคัญสำหรับสัตว์นำไปใช้ในการสร้างผลผลิต

2.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน

กระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญในการเกิดกระบวนการหมักอาหาร เพื่อสังเคราะห์ผลผลิตสุดท้ายให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน เพื่อให้สัตว์นำผลผลิตที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการเมทธาบอลิซึมในร่างกายและการให้ผลผลิตต่างๆ ดังนั้น สภาพภายในกระเพาะรูเมนจะต้องมีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Wanapat, 2000) เพื่อให้เกิดความสมดุลและสภาพภายในกระเพาะรูเมนมีความเหมาะสม ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของสัตว์ ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์ และกระบวนการดูดซึมสารประกอบหรือผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนเพื่อไปใช้ประโยชน์ เช่น ชนิดของอาหาร ตลอดจนสัดส่วนระหว่างอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่สัตว์ได้รับ ซึ่งพบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารสัตว์ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นมีความแตกต่างกันมากในเรื่องของคุณภาพ ส่งผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและกระบวนการหมักโภชนะต่างๆ ด้วย นอกจากนี้ ระบบการจัดการในด้านอาหารและการให้อาหารสัตว์ที่แตกต่างกันนั้นมีผลต่อการพัฒนาการของนิเวศวิทยาภายในกระเพาะรูเมนด้วย (เมธา, 2533)

2.4.1 ชนิดและแหล่งของอาหาร

อาหารหยาบ หรืออาหารเยื่อใย (roughage or dietary fiber) จัดเป็นอาหารหลักหรืออาหารพื้นฐานที่สัตว์เคี้ยวเอื้องจะต้องได้รับในปริมาณที่เหมาะสม และเพียงพอต่อความต้องการ โดยทั่วไปอาหารเยื่อใยมีลักษณะทางกายภาพที่มีความฟ่ามสูง (bulk density) ช่วยในการกระตุ้นและส่งเสริมการบดเคี้ยวอาหาร การหลั่งน้ำลาย การเคี้ยวเอื้อง การพัฒนากระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และการดูดซึมผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้เกิดความสมดุลและนิเวศวิทยาที่เหมาะสมในกระเพาะรูเมน เมื่อสัตว์กินอาหารเยื่อใยเข้าไปจุลินทรีย์กลุ่มที่สลายย่อยเยื่อใยในกระเพาะรูเมน ได้แก่ *Fibrobacter (Bacteriodes) succinogenes, Ruminococcus albus* และ *R. flavefaciens* จะเข้าเกาะยึดและทำหน้าที่ในการสังเคราะห์เอนไซม์ในการย่อยสลายอาหารเยื่อใย ได้แก่ endo-glucanase และ exo-glucanase (cellobiohydrolases) exo-xylanases และ hemicellulases ซึ่งสังเคราะห์จากส่วนของ intracellular ของเซลล์แบคทีเรีย (เมธา, 2533) ดังนั้น อาหารหยาบที่ดีต้องมีคุณสมบัติเป็น effective fiber (EF) คือ เป็นส่วนของเยื่อใยที่ทำให้เกิดการสานตัวกันเป็นโครงข่าย เพื่อให้จุลินทรีย์เข้าไปย่อยได้สะดวก โดยอาหารไม่จับกันเป็นก้อน และยังช่วยในการบีบรัดตัวของรูเมนให้อาหารและจุลินทรีย์คลุกเคล้ากันได้มากขึ้น ซึ่งถือได้ว่ามีความสำคัญต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนอย่างยิ่ง โดย NRC (1988) รายงานว่า ถ้าโคนมได้รับเยื่อใยในอาหารไม่เพียงพอ จะมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในรูเมนต่ำ (มีการเสริมอาหารข้นในระดับสูง) ประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนต่ำ ส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์กรดอะซิติก และทำให้ไขมันในน้ำนมต่ำตามไปด้วย (เมธา และฉลอง, 2533) จากคุณสมบัติอาหารหยาบที่เป็น EF และยังสามารถทำให้เกิดการสานตัวในกระเพาะรูเมนได้เป็นอย่างดี (matrix foming in rumen) ทำให้สภาพภายในกระเพาะรูเมนมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับที่เหมาะสม (6.5-7.0) เอื้ออำนวยต่อการทำงานของแบคทีเรียที่ย่อยสลายเยื่อใยได้ดีและกลุ่มแบคทีเรียอื่นๆ ส่งผลต่อกระบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างเหมาะสม โดยไชยวรรณ (2532) ทำการศึกษาผลของแหล่งอาหารหยาบ ต่อการเจริญเติบโตของ

จุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยสลายเซลยูโลสในโคและกระบือปลัก โดยใช้ฟางข้าวหมักยูเรียและหญ้าซิกแนลเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่าในกระบือมีแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลสเฉลี่ย 9.77×10^9 CFU/ml และในโคมี 7.50×10^9 CFU/ml และพบว่าประชากรแบคทีเรียในกลุ่มที่ได้รับฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย และหญ้าซิกแนล มีค่าเฉลี่ย 11.97, 9.94 และ 6.58×10^9 CFU/ml ตามลำดับ

2.4.2 สภาวะความเป็นกรด–ด่างของของเหลวในกระเพาะรูเมน

สภาวะความเป็นกรด–ด่างภายในกระเพาะรูเมนควรจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-7.0 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะแบคทีเรียกลุ่มที่ย่อยสลายเยื่อใย โปรตีน และกลุ่มที่ใช้ประโยชน์จากแอมโมเนีย จะมีจำนวนประชากรอย่างเหมาะสมเมื่อความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.0-7.0 และแบคทีเรียกลุ่มย่อยแป้งอยู่ในช่วง 6.0-6.5 (เมธา, 2533) แต่ถ้าสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับสัดส่วนอาหารข้นในระดับสูงขึ้น จะมีผลทำให้สภาวะความเป็นกรดของของเหลวในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น และส่งผลให้จุลินทรีย์แกรมลบส่วนใหญ่ไม่สามารถดำรงชีวิตได้ ทำให้ประชากรของจุลินทรีย์ลดลงอย่างรวดเร็ว (Hungate, 1966) ขณะเดียวกันจุลินทรีย์แกรมบวกที่ทำหน้าที่สังเคราะห์กรดแลคติกที่สำคัญ ได้แก่ *Steptococcus bovis* และ *Lactobacillu spp.* สังเคราะห์กรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ภายในกระเพาะรูเมนมีความเป็นกรดมากยิ่งขึ้นและอาจส่งผลให้เกิดภาวะอะซิโดซีสได้ ระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับกระบวนการสังเคราะห์กรดไขมันระเหยได้ง่ายภายในกระเพาะรูเมน โดยถ้าระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนต่ำกว่า 6 จำนวนของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (lactic producing species) มีจำนวนเพิ่มขึ้น และทำให้ระดับของกรดแลคติกในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันกรดอะซิติกจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง ส่วนกรดโพรพิโอนิกจะค่อย ๆเพิ่มขึ้นเมื่อความเป็นกรด-ด่างลดลงถึง 5 และเมื่อความเป็นกรด-ด่างลดลงต่ำกว่า 5 ระดับของกรดโพรพิโอนิกจะลดลงอย่างรวดเร็ว (เมธา, 2533)

2.4.3 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน

จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ประโยชน์จากแอมโมเนีย เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการสังเคราะห์เป็นโปรตีนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียที่ย่อยสลายเยื่อใย ได้แก่ *Fibrobacter succinogenes, Ruminococcus albus* และ *R. flavefuciens* สามารถใช้แอมโมเนียในการสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนได้สูงถึง 89 เปอร์เซ็นต์ (Wallace, 1979) ดังนั้น ระดับของแอมโมเนีย–ไนโตรเจน (ammonia–nitrogen, NH_3–N) ก็มีความสำคัญต่อจุลินทรีย์เช่นเดียวกัน โดย Satter and Slyter (1974) รายงานว่า จุลินทรีย์มีความต้องการแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตที่ระดับ 4–5 mg%

นอกจากนี้ Erdman et al. (1986) พบว่าระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมนั้น จะมีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยอาหารหยาบมากกว่าการย่อยอาหารพวกธัญพืช โดยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน ส่งผลถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนที่ลดลง หากแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนต่ำกว่า 5 mg% และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมนลดต่ำลง มีผลทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนภายในเซลล์สูงกว่าภายนอกเซลล์อย่างน้อย 1.6 mg% (Russell and Strobe, 1987) และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน โดย Nocek and Russell (1988) รายงานว่า เมื่ออัตราการย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมนมีมากกว่าอัตราการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต จะทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนออกมาในรูปแอมโมเนีย แต่ในทางตรงกันข้ามหากอัตราการย่อยสลาย

คาร์โบไฮเดรตมีมากกว่าจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์โปรตีนลดลง ซึ่งระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรจุลินทรีย์ ตลอดจนปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการย่อยได้ และประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน โดย Perdok and Leng (1990) พบว่า เมื่อระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 15-30 mg% ทำให้ปริมาณการกินได้และประสิทธิภาพการย่อยได้ของอาหารเพิ่มขึ้น และหากมีการเพิ่มขึ้นของระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงถึง 30 mg% มีผลต่อการลดลงของสัดส่วนระหว่างกรดอะซิติค กรดโพรพิออนิคและกรดบิวทีริค จำนวนประชากรซูโอสปอร์เพิ่มขึ้นและยังมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน จาก 17 เป็น 47 เปอร์เซ็นต์ (Kanjanapruthipong and Leng, 1998)

นอกจากนี้ Wanapat and Pimpa (1999) ทำการศึกษาระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระบือปลักที่ได้รับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก พบว่า เมื่อระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นในช่วง 13.6-17.6 mg% มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรแบคทีเรียทั้งหมด ประชากรโปรโตซัว และปริมาณของอนุพันธ์พิวรีนที่ขับออกมากับปัสสาวะ ตลอดจนปริมาณการกินได้ทั้งหมดและประสิทธิภาพการย่อยได้ และ Nguyen and Preston (1999) พบว่า ในกระบือปลักที่ได้รับฟางข้าวและหญ้าสดเป็นอาหารหยาบมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนประมาณ 5-6 mg% และเพิ่มขึ้นประมาณ 8-18 mg% เมื่อมีการเสริมด้วยฟางหมักยูเรีย, urea-molasses cake และ Sesbania leaf และส่งผลต่อจำนวนประชากรแบคทีเรียและโปรโตซัวและปริมาณการกินได้ที่เพิ่มขึ้นด้วย

2.5 ชนิดและประเภทของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

อาหารและการให้อาหารเป็นสิ่งสำคัญต่อการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากต้นทุนการผลิตประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้นทุนในด้านอาหารสัตว์ ปัจจัยด้านอาหารถือว่าเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการผลิตสัตว์ ดังนั้นในการให้อาหารสัตว์จำเป็นต้องมีการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสมตรงกับความต้องการสัตว์ โดยอาหารสัตว์แบ่งออกได้ 2 ชนิด ดังนี้ (ฉลอง, 2541)

2.5.1 อาหารหยาบ

อาหารหยาบหมายถึงอาหารที่มีเยื่อใยหยาบ (crude fiber, CF) มากกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ หรือมีเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ต่ำ (Kearl, 1982) สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องได้รับอย่างน้อย 15 ส่วนใน 100 ส่วน และถือได้ว่าเป็นอาหารหลักหรืออาหารพื้นฐานสำหรับโคนม ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ต้นและใบพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น พืชตระกูลหญ้าและถั่วต่างๆ รวมถึงผลพลอยได้ทางการเกษตร โดยอาหารหยาบแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.5.1.1 พืชอาหารสัตว์ (forages) ได้แก่ หญ้ารูซี่ หญ้ากินนี หญ้าขน หญ้าซิกแนล ถั่วอาหารสัตว์ และพืชยืนต้น เป็นต้น

2.5.1.2 ผลพลอยได้ทางการเกษตร (crop residues) ได้แก่ ฟางข้าว ยอดอ้อย ต้นข้าวโพด ซังข้าวโพด และใบมันสำปะหลัง เป็นต้น

2.5.2 อาหารขัน

อาหารขันหรืออาหารผสม (ทั้งอัดเม็ดและไม่อัดเม็ด) ได้แก่ วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยหยาบน้อยกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ หรือมีเยื่อใย NDF ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrient; TDN) สูง อาหารขันถือเป็นอาหารเสริมสำหรับเป็นแหล่งพลังงาน

โปรตีน แร่ธาตุ และวิตามิน เพื่อให้สัตว์ได้รับสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต อย่างไรก็ตามในการให้อาหารข้นจำเป็นต้องมีการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสมกับความต้องการของสัตว์ เพราะถ้ามีการให้อาหารข้นไม่เหมาะสมจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น (Kearl, 1982; ฉลอง, 2541) ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.5.2.1 อาหารข้นพลังงาน ได้แก่ ข้าวโพด รำข้าว มันสำปะหลัง และกากน้ำตาลเป็นต้น มีองค์ประกอบเป็นคาร์โบไฮเดรทเป็นส่วนมาก มีโปรตีนหยาบน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

2.5.2.2 อาหารข้นโปรตีน มีองค์ประกอบเป็นโปรตีนแท้ (true protein) และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen; NPN) มีโปรตีนหยาบมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามแหล่งที่มา ดังนี้

2.5.2.2.1 อาหารโปรตีนที่ได้จากสัตว์ ได้แก่ ปลาป่น เนื้อและกระดูกป่น หางนมผง เป็นต้น วัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทนี้มีคุณภาพและราคาแพง

2.5.2.2.2 อาหารโปรตีนที่ได้จากพืช ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากเมล็ดฝ้าย กากนุ่น กากเมล็ดปาล์มและกากเมล็ดยางพารา เป็นต้น

2.5.2.2.3 สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน โดยในสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ระบบกระเพาะอาหารพัฒนาเต็มที่แล้ว สามารถใช้ประโยชน์จากสารประกอบไนโตรเจนโดยการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนให้เป็นโปรตีนได้ สารประกอบที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ ยูเรีย ซึ่งหาซื้อได้ง่ายและมีราคาถูกเมื่อเปรียบกับโปรตีนจากแหล่งอื่น

2.5.2.3 อาหารเสริมแร่ธาตุและวิตามิน เป็นอาหารที่มีปริมาณแร่ธาตุบางชนิดมากกว่าอาหารทั่วไป เช่น เกลือ กระดูกป่น เป็นต้น และวิตามินที่ผลิตจากโรงงานเภสัชที่ใช้เป็นตัวยาซึ่งมีวิตามินบางชนิดอย่างเข้มข้น

2.6 กระบวนการย่อยของโภชนะในกระเพาะรูเมน

2.6.1 เมแทบอลิซึมของโปรตีนในกระเพาะรูเมน

โปรตีนในอาหารมักประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) โปรตีนแท้ (true protein) เช่น insulin, globulin, albumin และ keratins เป็นต้น และ 2) ไนโตรเจนจากโปรตีนไม่แท้ (non protein nitrogen, NPN) มีทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น กรดแอมิโนอิสระ กรดนิวคลิอิก เอไมด์ (amide) เอมีน (amine) และยูเรีย และเป็นสารอนินทรีย์ เช่น แอมโมเนียมคลอไรด์ และแอมโมเนียมซัลเฟต เป็นต้น (บุญล้อม, 2527 และ เมธา, 2533) ซึ่งมีอัตราการย่อยสลายแตกต่างกัน พบว่าสาร NPN มีอัตราการสลายเร็วที่สุด

ซึ่งการย่อยและการเมทธาโบลิซึมของสารประกอบไนโตรเจนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Figure 2.7) ได้เป็น peptide กรดแอมิโนและแอมโมเนีย ต่อจากนั้น จะมีการสลายตัวกรดแอมิโนส่วนหนึ่งโดยกระบวนการ deamination โดยอาศัยเอ็นไซม์จากจุลินทรีย์ได้เป็นแอมโมเนีย และ α-keto acid (บุญล้อม, 2527 และเมธา, 2533) แล้วจุลินทรีย์ หรือตัวสัตว์เองจะนำไปใช้ประโยชน์สังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีนต่อไป

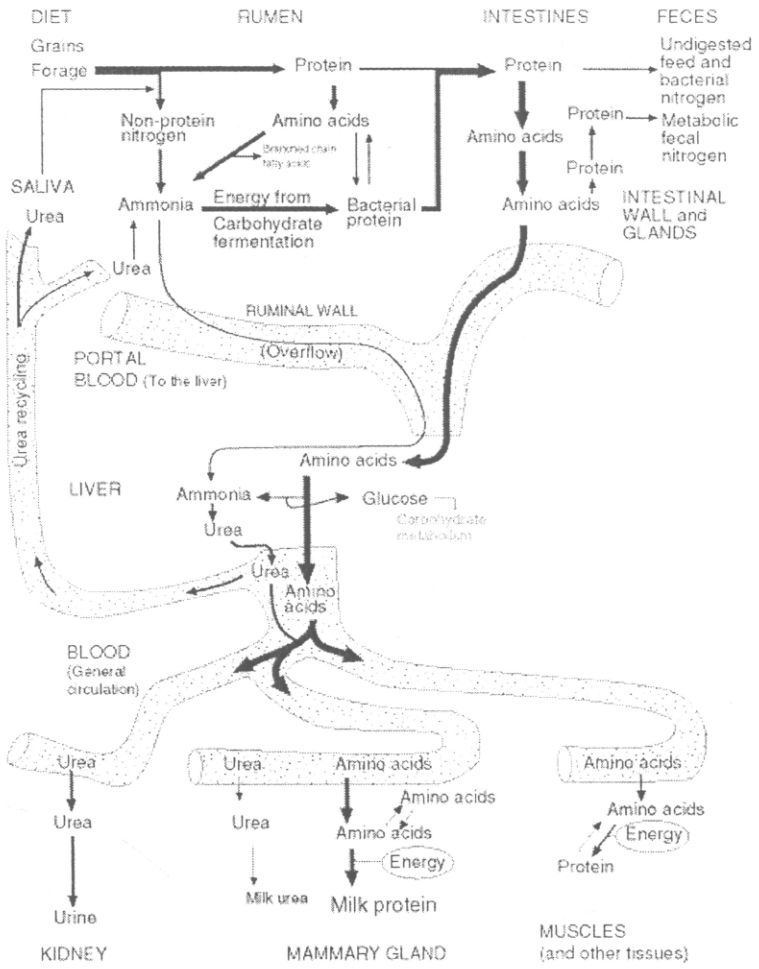


Figure 2.7 Overview of protein metabolism in ruminant.

ที่มา: Wattiaux and Howard (2002).

2.6.2 เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมน

อาหารคาร์โบไฮเดรตเมื่อถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน ได้น้ำตาลเชิงเดี่ยว คือ กลูโคส ซึ่งอัตราการย่อยสลายจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน กลูโคสจะถูกย่อยสลายโดยผ่านกระบวนการไกลโคไลซีส (glycolysis) ให้ได้กรดไพรูวิค (pyruvic acid) ซึ่งจะใช้ในการสังเคราะห์เป็นกรดไขมันระเหยได้ ซึ่งประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยได้เกือบทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะรูเมน ที่สำคัญได้แก่ กรดอะซิติค (acetic acid) กรดโพรพิออนิค (propionic acid) และกรดบิวทีริค (butyric acid) นอกจากนี้ยังมีพวกแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สเมทเธนอีกด้วย (เมธา, 2533) ดังแสดงใน Figure 2.8

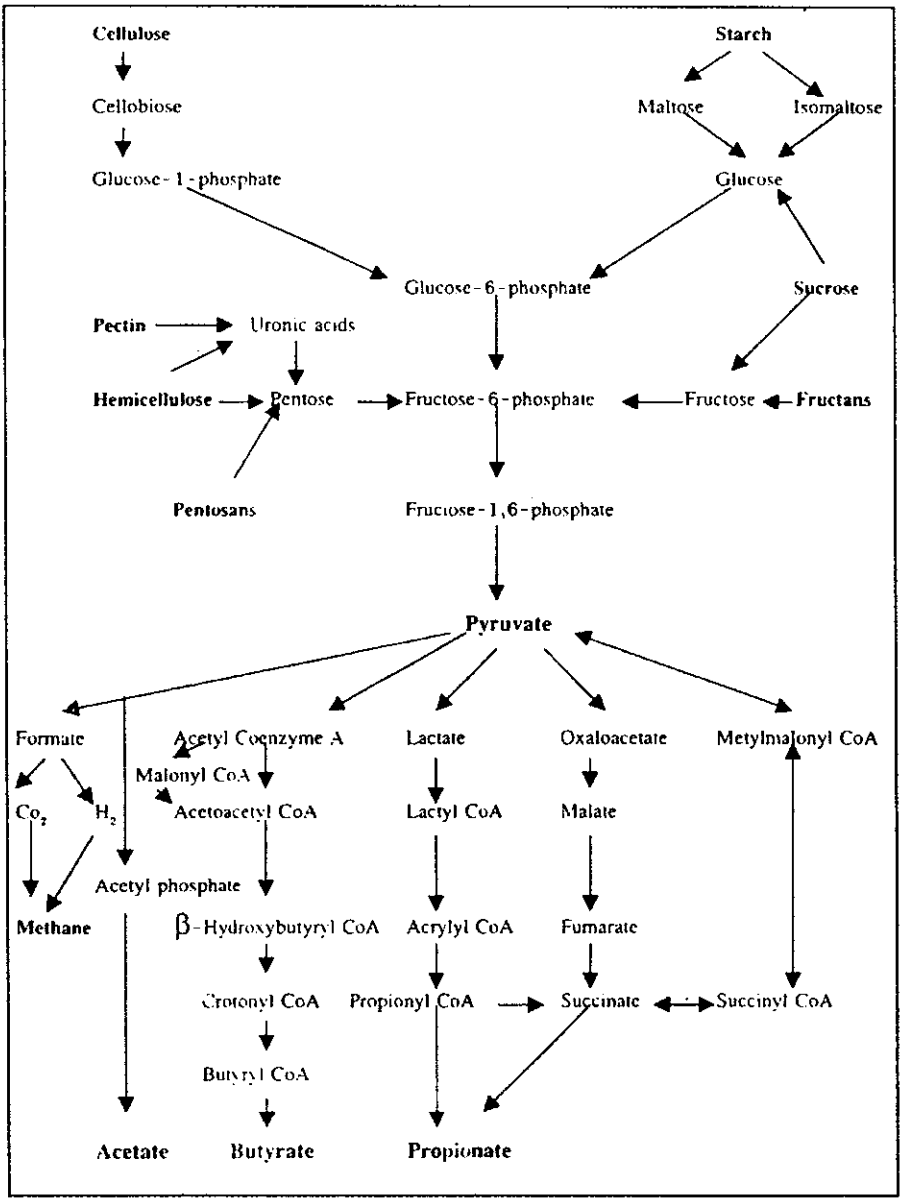


Figure 2.8 Overview of carbohydrate metabolism in ruminant.

ที่มา: Preston and Leng (1987)

กรดไขมันระเหยได้ที่ผลิตได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ จะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนเป็นการดูดซึมแบบ simple diffusion (Dijkstra, 1994) และอีกประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ถูกดูดซึมที่โอมาซั่มและอะโบมาซั่ม ส่วนที่เหลือจะผ่านต่อไปยังลำไส้เล็กต่อไป (Forbes and France, 1993) กรดไขมันระเหยได้เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดย 80 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่สัตว์ต้องการได้มาจากกรดไขมันระเหยได้ ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ที่ผลิตได้ในกระเพาะรูเมนจะมีความผันแปรระหว่าง 7-150 มิลลิโมลต่อลิตร หรือประมาณ 5-10 กรัมต่อลิตร ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และระยะเวลาของอาหารในกระเพาะรูเมน (บุญล้อม, 2541)

กรดไขมันระเหยได้ที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ portal blood จะหมุนเวียนอยู่ในรูปของประจุลบที่เป็นกลางในสภาวะความเป็นกรด-ด่างของเลือด จากนั้น จะถูกเมแทบอไลซ์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย โดยกรดไขมันระเหยได้จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้ (Figure 2.9)

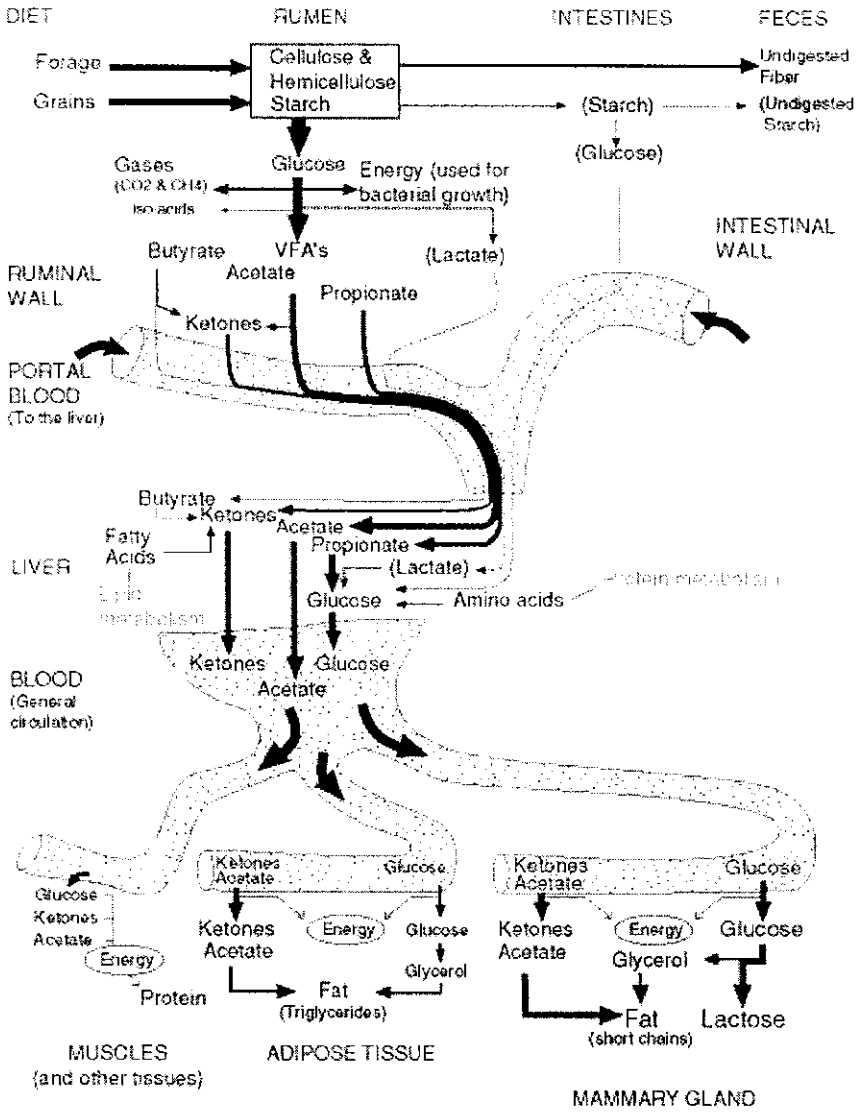


Figure 2.9 Overview of carbohydrate metabolism in ruminant.

ที่มา: Wattiaux and Howard (2002).

1. กรดอะซิติคจะถูกนำไปใช้เพื่อให้พลังงานโดยผ่านทาง acetyl-CoA เข้าสู่ tricaboxylic acid cycle (TCA cycle) หรือใช้ในการสังเคราะห์ไขมัน (lipogenesis) ในเนื้อเยื่อผ่านทางกระบวนการ carboxylation เป็น malonyl-CoA (ฉลอง, 2541) ในโคนมที่กำลังให้ผลผลิต ต่อมน้ำนมจะใช้กรดอะซิติกเพื่อเป็นแหล่งของคาร์บอนในการสังเคราะห์กรดไขมันในน้ำนม

2. กรดบิวทีริคส่วนมากถูกเมแทบอไลซ์ที่ผนังรูเมนเป็นสารคีโตน (ketone body) ได้แก่ อะซีโตอะซีเตท (acetoacetate) และ เบตา-ไฮดรอกซีบิวทีเรท (β-hydroxybutyrate) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงระหว่างกันได้ในตับ ในบางสถานการณ์โดยเฉพาะภายใต้สภาวะการสลายไขมัน หรือมีความต้องการพลังงานในสภาวะขาดอาหาร ทำให้พบ (L+) β-hydroxybutyrate ใน peripheral blood จำนวนมาก ถ้ามากเกินไปจะทำให้เกิดคีโตซีสในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ ในสภาวะปกติสารคีโตนก็จะถูกใช้ในเนื้อเยื่อต่างๆ เช่นเดียวกับกรดอะซิตคก (เมธา, 2533; Sutton, 1985)

3. กรดโพรพิออนิคถูกเมแทบอไลซ์ที่ตับ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และมีบทบาทสำคัญในการใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กลูโคส (gluconeogenesis) และถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์น้ำตาลแลค

โตสในนม โดยเริ่มจากการเปลี่ยนกรดโพรพิออนิคเป็น propionyl-CoA เกิดคาร์บอกซิเลชัน ได้ methylmalonyl-CoA ตามด้วยการจัดเรียงตัวของคาร์บอนเป็น succinyl-CoA จากนั้นจะถูกดึงเข้าสู่ TCA cycle ผ่าน oxalacetate จากจุดนี้สามารถนำไปสังเคราะห์กลูโคสโดยผ่านทาง Embden-Meyerhof pathway หรือรวมตัวกับ acetyl-CoA เป็น citrate หรือนำไปสังเคราะห์เป็นกรดแอมมิโน ได้แก่ แอสพาเตต กลูตาเมตและอะลานีน (ฉลอง, 2541)

2.6.3 เมแทบอลิซึมของไขมันในกระเพาะรูเมน

เมแทบอลิซึมของไขมันในกระเพาะรูเมน (Figure 2.10) โดยทั่วไปความสามารถในการย่อยอาหารไขมันของจุลินทรีย์ในกระเพาะมีอย่างจำกัด ดังนั้น ในทางปฏิบัติการให้อาหารโค-กระบือจะพบว่าสามารถใช้ไขมันในอาหารอยู่ต่ำ (เช่น ไม่เกิน 5% หรือ 50 g/kg ของอาหารที่กินทั้งหมด) และถ้าหากเพิ่มสูงเกินกว่า 10% จะมีผลกระทบต่อประชากรจุลินทรีย์ได้ เนื่องจาก ไขมันมีผลต่อการขัดขวางการย่อยได้ของอาหารเยื่อใยและส่งผลทางอ้อมทำให้ปริมาณการกินได้ลดลง กรดไขมันที่อิ่มตัวมีผลกระทบต่อขบวนการหมักในรูเมนน้อยกว่ากรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว

แนวทางการเพิ่มการใช้ไขมันในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องอาจทำได้ ถ้าหากมีการป้องกัน หรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างของไขมันนั้นให้อยู่ในรูปที่ไม่รบกวนการย่อยของจุลินทรีย์ในรูเมน วิธีการที่เป็นที่รู้จักในปัจจุบัน เช่น การสังเคราะห์ให้โครงสร้างเปลี่ยนไปเป็นเกลือของแคลเซียม (calcium salt of fatty acid) ซึ่งมีโครงสร้างที่สามารถป้องกันการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนแต่สามารถย่อยสลายเมื่อถูกส่งผ่านลงไปที่ abomasum ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ (pH 2-3) การป้องกันการย่อยสลายไขมัน (protected fatty acid) นิยมใช้เสริมในอาหารสัตว์มีความต้องการโภชนะเพื่อการให้ผลผลิตสูงๆ เช่น โคนมหลังคลอดใหม่ รวมทั้งการผลิตโคขุนที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง

2.6.4 เมแทบอลิซึมของวิตามินในกระเพาะรูเมน

โดยปกติ microorganism ใน rumen สามารถสร้างวิตามินได้ โดยเฉพาะ vitamin B พบว่ามีความเข้มข้นของ vitamin B ใน ruminal content สูงกว่าในอาหาร โดยพวก thiamine จะอยู่ใน fluid ส่วน pantothenic acid, pyridoxine และ biotin ประมาณ 40% หรือมากกว่านี้ จะอยู่บริเวณนอก cell ของ microorganism ทั้งนี้ vitamin B จะถูกดูดซึมจาก rumen แสดงว่าความเข้มข้นที่แท้จริงจะสูงกว่านี้ สำหรับ riboflavin, nicotinic acid, folic acid และ vitamin B_{12} ส่วนใหญ่จะอยู่ภายใน cell และถูกดูดซึมเพียงเล็กน้อยที่ rumen

การขาด cobalt จะทำให้การสร้าง vitamin B_{12} ใน rumen ไม่เพียงพอ จะมีผลให้สัตว์เบื่ออาหาร และในลูกสัตว์จะแคระแกร็น ความรุนแรงขึ้นกับการขาด cobalt มากน้อยเพียงใด

วิตามินที่สามารถสังเคราะห์ได้โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้แก่ Vitamin K และ Vitamin B complex (วิตามินบีรวม) สัตว์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ หรือเจริญวัยแล้วจะได้รับวิตามินดังกล่าวอย่างเพียงพอจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม การให้อาหารควรคำนึงอยู่เสมอว่าสัตว์ควรได้รับแร่ธาตุโคบอล (Co) อย่างเพียงพอในอาหารเพื่อให้การสังเคราะห์ Vitamin B_{12} เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้ว ในลูกโคควรมีการเสริมวิตามินในอาหารด้วยเนื่องจากกระเพาะยังไม่พัฒนาตัวเต็มที่จึงไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินได้เพียงพอ

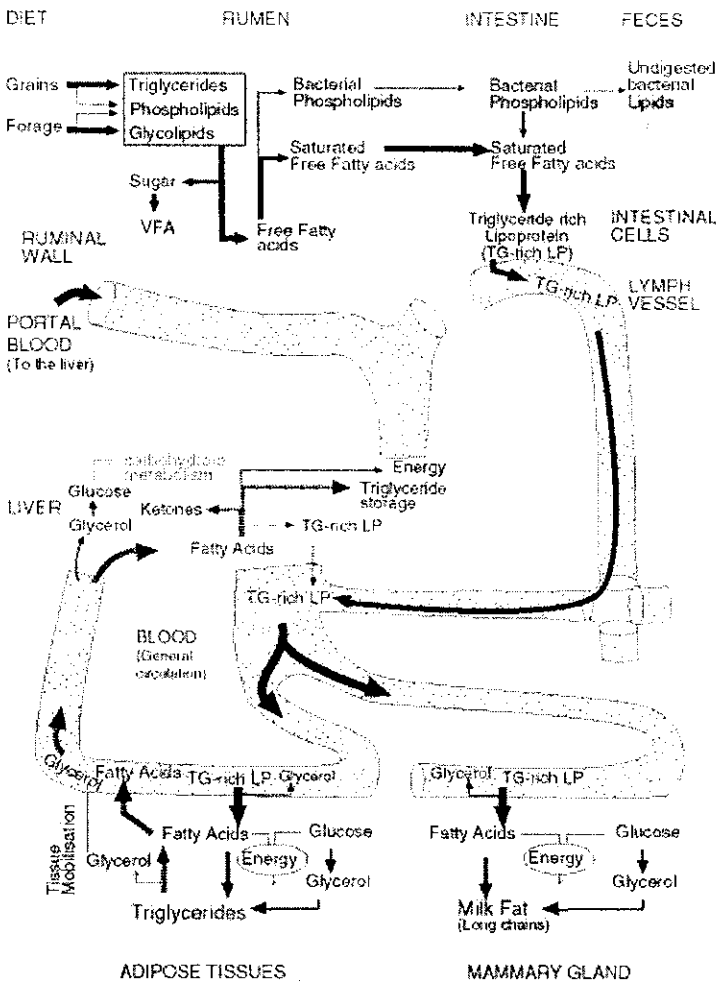


Figure 2.10 Overview of lipid metabolism in ruminant.

ที่มา: Wattiaux and Howard (2002).

2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ความสมดุลระหว่างโปรตีนและพลังงานในโคนมเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ เนื่องจากทั้งสองแหล่งต่างมีผลต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และการนำใช้ประโยชน์เพื่อการสร้างผลผลิต โดยเฉพาะช่วงที่โคกำลังให้นม ปริมาณและองค์ประกอบของทั้งโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่โคได้รับมีความสำคัญมาก (Hoover and Stokes, 1991) การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะรูเมนต้องอาศัยคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงาน (adenosine triphosphate, ATP) ความสมดุลจากการใช้ประโยชน์ของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตจะทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนเกิดขึ้นสูงสุด (Aldrich et al., 1993) ในโคนมที่ให้ผลผลิตสูง เมื่ออาหารที่ได้รับมีธัญญพืชซึ่งมีความสามารถในการย่อยสลายได้เร็วในปริมาณที่มาก พบว่าปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายได้จะเป็นตัวจำกัดการเจริญของจุลินทรีย์มากกว่าคาร์โบไฮเดรต (Hoover and Stokes, 1991) แต่เมื่อเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารที่มีพลังงานเท่ากัน (isocaloric) พบว่าการย่อยได้ของโปรตีนและพลังงานจะลดต่ำลงในสูตรอาหารที่มีโปรตีนต่ำ ทำให้ระดับพลังงานสุทธิต่ำ (net energy, NE) ด้วย (เมธา, 2533) ปริมาณไนโตรเจนในอาหารที่ระดับต่ำจะเป็นตัวจำกัดปริมาณการกินได้ เนื่องจากไนโตรเจนที่มีไม่เพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนลดลง ส่งผลให้ปริมาณการกินได้อย่างอิสระถูกจำกัด

จากการทดลองปรับสมดุลของ Herrera-Saldana and Huber (1989) เปรียบเทียบแหล่งของแป้ง (barley, B vs. milo, M) และโปรตีน (cotton seed meal, CSM vs. brewer's dried grains, BDG) ที่ถูกย่อยสลายเร็วและช้า ตามลำดับ ต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะและปริมาณการผลิตน้ำนมในแม่โคนมที่ให้ผลผลิตสูง พบว่า การให้ผลผลิตน้ำนมในโคนมที่ได้รับอาหารมีการย่อยสลายอย่างรวดเร็วพร้อมๆ กัน (B-CSM, NSC:RDP; 74.7:59.5) สูงกว่าสูตรอาหารทุกกลุ่ม 8% (37.4 VS 34.6 kg/d) และสามารถกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนในกระเพาะรูเมน และการไหลผ่านไปยังลำไส้เล็กดีกว่ากลุ่มที่ไม่กระตุ้นให้เกิดพร้อมกัน หรืออาหารที่ถูกย่อยสลายพร้อมกันน้อยกว่า (Herrera-Seldana et al., 1990) เนื่องจากการอัตราการถูกย่อยสลาย และการใช้ประโยชน์ได้ของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนมีความสมดุลกัน (Aldrich et al., 1993) ซึ่งการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนจะเกิดสมบรูณ์ที่สุด เมื่อการใช้ประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนจากวัตถุดิบอาหารสัตว์มีความสมดุลกัน (Russell and Hespell, 1981)

ต่อมา Stoker et al. (1991) ศึกษาผลของระดับ NSC และ DIP ที่แตกต่างกันต่อปริมาณการผลิตจุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะรูเมนในแม่โคที่กำลังให้นม โดยสูตรอาหารมีระดับ NSC 23, 30 และ 38 เปอร์เซ็นต์ และมี DIP 9, 11.8 และ 13.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าอาหารมี NSC 31 หรือ 39 % และมี DIP 11.8 หรือ 13.7% เพิ่มการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน ผลผลิตน้ำนม และ VFA ดีกว่าอาหารทีมี NSC 24% และ DIP 9% ของวัตถุแห้ง (DM) และช่วยเพิ่มการไหลผ่านของจุลินทรีย์โปรตีนออกจากกระเพาะรูเมน ซึ่ง Hoover and Stokes (1991) พบว่าระดับการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในกระเพาะรูเมนควรอยู่ที่ระดับ 14-15 เปอร์เซ็นต์ จะเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้สัดส่วนของ DIP ต่อ NSC คือ 10-13 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 56 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนและยังเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุแห้งด้วย

Casper et al. (1999) เปรียบเทียบแหล่งของ NSC (corn vs. barley) และแหล่ง RUP (SBM vs. ESBM) ต่อผลผลิตน้ำนม กระบวนการหมักในรูเมน และอัตราการไหลผ่านของอาหารในโคนมช่วงกลางของการให้นม พบว่า ผลผลิตน้ำนม และปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของโคนมที่กินอาหารผสมข้าวโพดดีกว่าอาหารผสมบาร์เลย์ อาจเนื่องจากระดับของ VFA ในโคที่กินข้าวโพดมีสูงกว่าทำให้ได้รับพลังงานสำหรับการสร้างผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่ง Oldham (1984) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนต่อพลังงานที่มีผลต่อการดูดซึมของโภชนะเพื่อใช้ในการผลิตน้ำนม ดังนี้

1. เมื่อกรดแอมมิโนมีไม่เพียงพอ ผลผลิตน้ำนมจะน้อยกว่าปกติ และพลังงานที่มีมากเกินพอไม่สมดุลกับกรดแอมมิโนจะสะสมในรูปไขมัน และเกิดการออกซิไดส์ไป ทำให้ลดประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงาน

2. ถ้ากรดแอมมิโนมีอยู่อย่างเพียงพอแล้ว จะทำให้เกิดสมดุลกับการใช้ประโยชน์ของพลังงาน นอกจากนี้กรดแอมมิโนจะช่วยเพิ่มการผลิตน้ำนมโดยตรง จากการดึงเอาโภชนะจากเนื้อเยื่อ มาใช้ในการผลักดันให้มีการผลิตน้ำนมสูงขึ้น

3. หากกรดแอมมิโนมีสูงเกินไปจะถูกหลั่งไปในน้ำนมส่วนหนึ่ง นอกจากนั้นจะถูก deamination ทำให้มีการสูญเสียพลังงานทั้งในขั้นตอนการสังเคราะห์กรดแอมมิโนที่มากเกินพอและการสูญเสียไปในรูปของยูเรีย

2.8 การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน

การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะรูเมนจะสังเคราะห์จากกรดแอมมิโน และเปปไทด์ที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนหรือพวกที่อยู่ในรูปอิสระ (Figure 2.11) นอกจากนี้ แอมโมเนียที่หมุนเวียนอยู่ภายในกระเพาะรูเมนก็เป็นแหล่งไนโตรเจนหลักในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนเช่นกัน (Aharoni et al., 1991) Al-Rabbat et al. (1971) รายงานว่า 61 เปอร์เซ็นต์ของจุลินทรีย์โปรตีนมาจากแอมโมเนียและ 39 เปอร์เซ็นต์มาจากกรดแอมมิโนและเปปไทด์ อย่างไรก็ตาม Maeng et al. (1976) รายงานว่าสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่าง ยูเรียและกรดแอมมิโนในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนคือ 75 เปอร์เซ็นต์ยูเรียไนโตรเจน และ 25 เปอร์เซ็นต์กรดแอมมิโน-ไนโตรเจน

นอกจากนี้ พลังงาน ATP ที่สัตว์ได้รับ ซึ่งได้จากการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมน ก็เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน จุลินทรีย์โปรตีนเมื่อถูกย่อยสลายที่กระเพาะจริงและลำไส้เล็ก จะมีผลต่อองค์ประกอบของกรดแอมมิโนที่ได้ เนื่องจากจุลินทรีย์มีความสามารถในการใช้แหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกัน เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีนในเซลล์ ฉลอง (2541) รายงานว่าปริมาณไนโตรเจนในจุลินทรีย์เท่ากับ 36-49 เปอร์เซ็นต์โปรตีน ซึ่ง 85 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดจะอยู่ในรูปโปรตีนแท้ โปรตีนในตัวจุลินทรีย์เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง โดยโปรโตซัวมีการย่อยได้ดีกว่าแบคทีเรีย แม้ว่าค่า biological value ของโปรตีน ของโปรโตซัวและแบคทีเรียไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อคิดเป็นค่า net protein utilization โปรตัวซัวจะมีคุณค่าสูงกว่าแบคทีเรีย

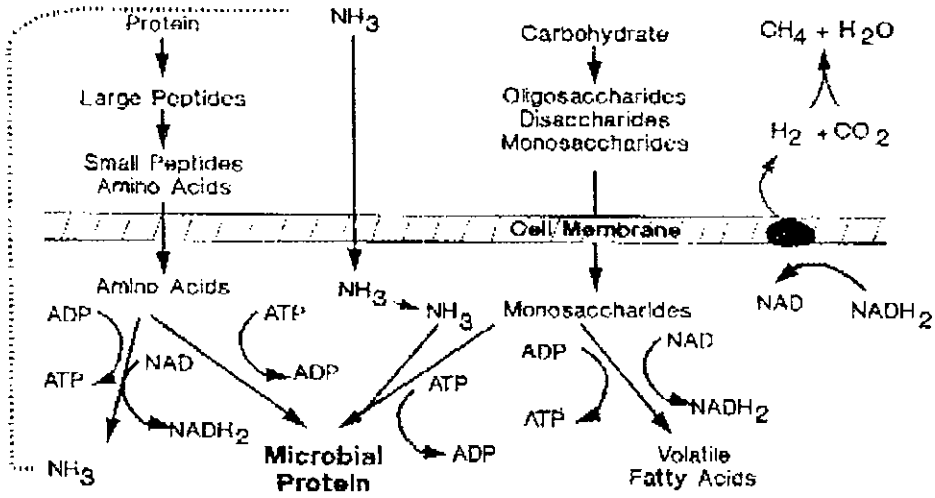


Figure 2.11 Utilization of protein and carbohydrates by rumen bacteria.

ที่มา: Nocek and Russell (1988)

2.9 การใช้อนุพันธ์พิวรินในปัสสาวะที่ขับออกมาเป็นตัววัดสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนภายในรูเมน

การตรวจวัดหาปริมาณโปรตีนที่ได้จากเซลล์จุลินทรีย์ ที่ถูกสังเคราะห์โดยจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน พบว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ทั้งนี้เป็นที่ทราบกันแล้วว่าจุลินทรีย์ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมา จะถูกย่อยสลายแล้วใช้เป็นแหล่งของกรดอะมิโน ที่นอกเหนือจากโปรตีนไหลผ่านมา (undegradeble protein, UP) และโปรตีนที่ได้จากผนังของเยื่อบุลำไส้ (endogenous protein) ซึ่งมีความสำคัญต่อการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน โดยเฉพาะในเรื่องเกี่ยวกับการนำไปสร้างเป็นผลผลิตที่เป็นประโยชน์คือ

เนื้อและนมให้กับสัตว์ต่อไป การตรวจวัดหาปริมาณจุลินทรีย์โปรตีน นักวิชาการต่างก็พยายามคิดค้นทำการวิจัยด้วยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อหาปริมาณจุลินทรีย์โปรตีน อาทิเช่น การใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์ ซึ่งใช้กัมมันตภาพรังสี (^{35}S หรือ ^{15}N) เป็นตัววัด (Chen and Gomest, 1992) นอกจากนี้ ยังใช้โปรตีนในตัวเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวชี้บ่ง เช่น RNA และ DAPA ซึ่งเป็นวิธีการที่ยุ่งยาก ซับซ้อนและสิ้นเปลือง เพราะก่อนที่จะทำการทดลองจะต้องมีการผ่าตัดฝังท่อที่ส่วนต้นของลำไส้เล็ก ซึ่งถ้าผู้ทดลองขาดความชำนาญก็อาจไม่ประสบความสำเร็จได้ อีกทั้งยังเป็นอันตรายต่อสัตว์อีกด้วย

การตรวจวัดหาจุลินทรีย์โปรตีนได้ค้นพบว่า การนำปัสสาวะของสัตว์มาตรวจวัดหาระดับของอนุพันธ์พิวรีนที่ถูกขับออกมากับปัสสาวะ โดยอนุพันธ์สารพิวรีนที่ขับออกมากับปัสสาวะจะประกอบด้วยไฮโปแซนทีน (hypoxanthine) แซนทีน (xanthine) กรดยูริก (uric acid) และแอลแลนโตอิน (allantoin) โดยเฉพาะแอลแลนโตอินเป็นผลิตผลสุดท้ายที่สำคัญของกระบวนการเมแทบอลิซึมอนุพันธ์สารพิวรีนและมีสัดส่วนที่มากที่สุดคิดเป็น 86-90 เปอร์เซนต์ ของพิวรีนทั้งหมด ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนในการประเมินการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (Balcells et al.,1991) ทำให้ทราบถึงปริมาณจุลินทรีย์โปรตีนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นได้ เพราะระดับของอนุพันธ์พิวรีน ซึ่งมีกรดนิวคลีอีกเป็นส่วนประกอบพื้นฐานจะถูกขับออกมาพร้อมกับปัสสาวะ สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณจุลินทรีย์โปรตีนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นได้ (Kahn and Nolan, 1992) กล่าวคือ ถ้ามีการขับระดับของอนุพันธ์พิวรีนออกมาในปริมาณที่สูงแสดงว่าอาหารที่สัตว์ได้รับเข้าไปนั้นมีผลต่อการสังเคราะห์จุลินทรีย์สูงตามไปด้วย (Chen and Gomest, 1992)

กระบวนการเมแทบอลิซึมของกรดนิวคลีอีกในส่วนของลำไส้เล็ก ซึ่งกรดนิวคลีอิกจะได้มาจากเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ไหลผ่านออกจากรูเมน และมาถูกย่อยที่ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) โดยในช่วงแรกกรดนิวคลีอิกจะแยกตัวออกจากนิวคลีโอโปรตีน โดยการทำงานของเอ็นไซม์ที่เร่งการสลายโปรตีน (proteolytic enzyme) จากนั้นก็จะถูกย่อยสลายต่อโดยเอ็นไซม์ nuclease ซึ่งได้จากน้ำย่อยของตับอ่อนได้เป็น oligonucleotides และ mononucleotide ซึ่งเอ็นไซม์ nuclease สามารถแบ่งออกได้เป็น rigonucleotides (Rnase) และ deoxyribonucleotides (Dnase) ซึ่งจะทำหน้าที่ย่อย RNA และ DNA ตามลำดับ ในส่วนของลำไส้เล็กนั้นนอกจากจะมีเอ็นไซม์ nuclease แล้วยังมีเอ็นไซม์ phosphodiesterase หรือ polynucleotidase ที่มาช่วยในการย่อยโดยจะทำหน้าที่ย่อยพวก oligonucleotides ให้เป็น mononucleotide ส่วน mononucleotide ที่เกิดขึ้นจะถูกสลายต่อในลำไส้เล็กโดย phosphatase หรือ nucleotidase ได้เป็น nucleoside และ Pi และ nucleoside ที่เกิดขึ้นจะถูกดูดซึมผ่านเยื่อบุผนังลำไส้และถูกย่อยสลายต่อไปในตับและเนื้อเยื่ออื่นๆ เช่น ม้าม ไตและไขกระดูก โดยเอ็นไซม์ phosphorylase หรือ nucleosidase ได้เป็นเบสอิสระ คือ พิวรีน (purine) และไพริมิดีน (pyrimidine)

nucleosidase ที่พบในเนื้อเยื่อนี้มี 2 ชนิด คือ ชนิดหนึ่งจะทำหน้าที่จำเพาะกับไพริมีดีนนิวคลีโอไซด์จะถูกไฮโดรไลซ์เป็น พันธะไกลโคซิดิก ได้เป็น เบสไพริมีดีนและน้ำตาลเพนโตส อีกชนิดหนึ่งจะทำหน้าที่จำเพาะกับ พิวรีนนิวคลีโอไซด์ โดยจะคะตะไลซ์ปฏิกิริยาการแยกสลายพันธะไกลโคซิดิกโดยมีการเติมหาฟอสเฟตเข้าไปได้เป็นเบสพิวรีนและเพนโตส -1 ฟอสเฟต (pentose-1 phosphate)

โดยที่ฟอสเฟตและน้ำตาลจะสามารถถูกนำไปใช้ในกระบวนการเมทธาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรต สำหรับเบสพิวรีน และไพริมีดินสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกได้ โดยวิถีซาลเวจ (salvage pathway) (Ellis and Bleichner, 1969) แต่ส่วนใหญ่จะถูกสลายต่อและถูกขับ

ออกนอกร่างกาย การสลายของพิวรีน (catabolism of purines) เบสอิสระพิวรีนที่เกิดขึ้นจากการสลายของกรดนิวคลีอิกที่มีอยู่ในอาหาร ส่วนใหญ่จะถูกสลายต่อไปจนได้ผลิตผลสุดท้ายซึ่งจะแตกต่างกันในสัตว์ชนิดต่างๆ และจะถูกขับออกทางปัสสาวะ

ปฏิกิริยาเริ่มแรกของการสลายพิวรีน คือ การขจัดหมู่กรดอะมิโน (deamination) เบสอะดีนีนจะถูกดึงเอาหมู่อะมิโนออก โดยเอ็นไซม์ adenase หรือ adenine deaminase ได้เป็น hypoxanthine เอ็นไซม์ adenase พบอยู่ในพวกจุลินทรีย์และในสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่ไม่พบหรือพบได้น้อยมากในเนื้อเยื่อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ดังนั้น ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมการสลายของเบสอะดีนีนจะเริ่มต้นที่ระดับของนิวคลีโอไซด์ กล่าวคือ อะดีโนซีนจะถูกดึงเอาหมู่อะมิโนออกไปโดยเอ็นไซม์ adenosine deaminase ได้เป็น inosine ซึ่งจะสลายต่อไปเป็น hypoxanthine โดยเอ็นไซม์ nucleoside phosphorylase หรือ nucleosidase สำหรับเบสกวานีนก็จะถูกดึงเอาหมู่อะมิโนออกไปเช่นกัน โดยเอ็นไซม์ guanase หรือ guanine deaminase ได้เป็น xanthine สำหรับเอ็นไซม์ guanase มีอยู่ในอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ม้าม ดังนั้น ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมการสลายเบสกวานีนจึงเริ่มจากเบสอิสระได้

Hypoxanthine ที่เกิดขึ้นถูกออกซิไดซ์เป็น xanthine และ xanthine จะถูกออกซิไดซ์ต่อได้เป็น uric acid เอ็นไซม์ที่คะตะไลซ์ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทั้งสองนี้คือ เอ็นไซม์ xanthine oxidase ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่มี FAD, Fe^{+2}, Mo^{+6} เป็นโคแฟคเตอร์เอ็นไซม์ xanthine oxidase มีอยู่ในตับและลำไส้เล็ก ถ้าไม่มีเอ็นไซม์นี้กรดยูริกจะไม่ถูกสร้างขึ้นมา กรดยูริกเป็นผลิตผลสุดท้ายของการสลายพิวรีนในคน

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดอื่นนอกจากไพรเมท uric acid จะถูกออกซิไดซ์ในตับโดยเอ็นไซม์ uricase หรือ urate oxidase ได้เป็น allantoin ซึ่งถูกขับออกนอกร่างกาย ดังแสดงใน Figure 2.12

โดยสรุป ภาคใต้เป็นภาคที่มีเศรษฐกิจและสังคมดี โดยเฉพาะปัจจุบันมีโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ (Southern Seaboard) และโครงการพัฒนาเขตเศรษฐกิจสามฝ่าย (Indonesia Malaysia Thailand Growth Triangle) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2538) อีกทั้งภาคใต้ยังมีทรัพยากรอุดมสมบูรณ์ ภูมิอากาศ ดินและน้ำ เหมาะสมที่จะทำการเลี้ยงสัตว์และยังสะดวกต่อการส่งสัตว์ออกไปขายต่างประเทศและเป็นเขตที่ปลอดจากโรคปากและเท้าเปื่อย ซึ่งการเลี้ยงโคเนื้อในภาคใต้มีมาแต่โบราณ โดยมีวัตถุประสงค์เลี้ยงชนกันเพื่อการพนันอย่างเดียว ต่อมามีการพัฒนาการเลี้ยงเพื่อการค้ามากขึ้น ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ ให้เพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศและเพื่อส่งจำหน่ายยังต่างประเทศ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการขาดแคลนเนื้อสำหรับการบริโภค อย่างไรก็ตาม ยังมีปัญหาบางประการที่ทำให้การเลี้ยงโคเนื้อในภาคใต้ยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร เมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่นๆ ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไป โดยเฉพาะการวิจัยด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ (เน้นการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น) และการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรืออุตสาหกรรมมาเป็นอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

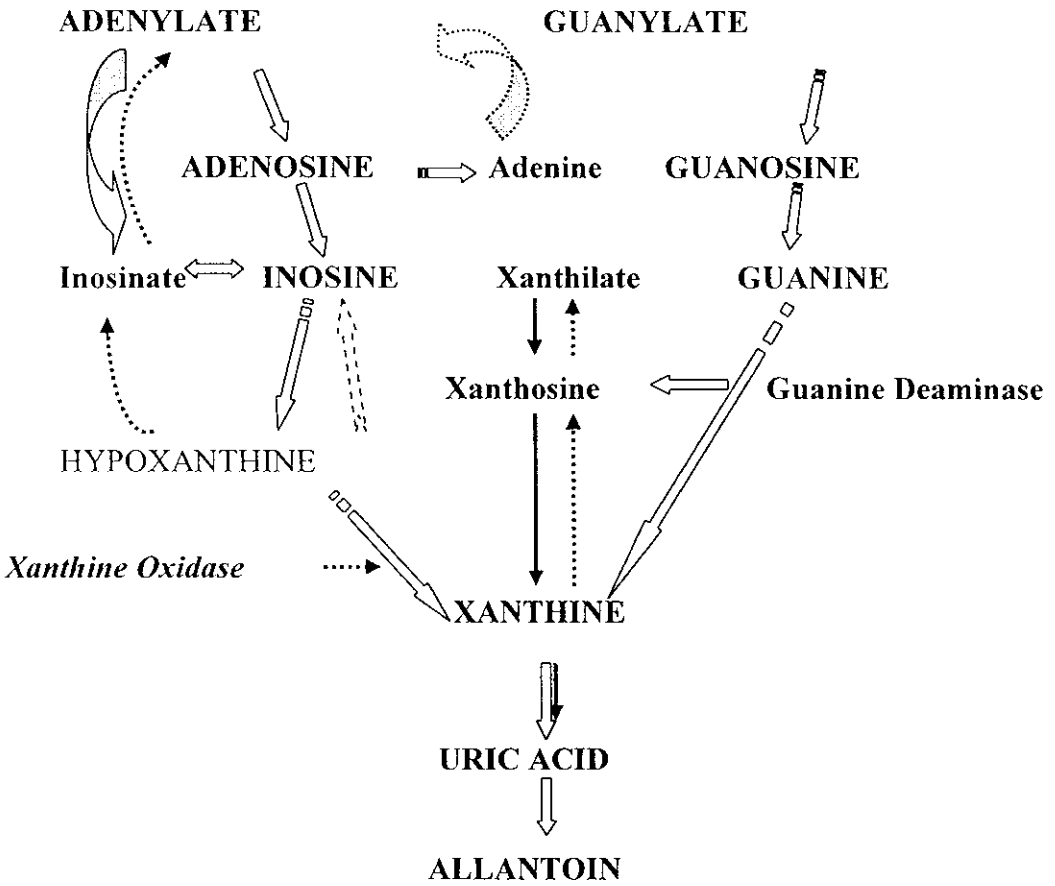


Figure 2.12 Pathways of purine nucleotide catabolism (filled lines) and salvage (dashed lines).
ที่มา: Gonda (1995).

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานต่าง ๆ ในโคเนื้อ

3.1.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1.1 สัตว์ทดลองและการเตรียมสัตว์ทดลอง

ทำการคัดเลือกโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ (male southern indigenous bulls) อายุประมาณ 2 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 226±5 กิโลกรัม ที่มีสุขภาพสมบูรณ์และแข็งแรง จำนวน 3 ตัว โคทุกตัวได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวมและกำจัดพยาธิภายใน โดยใช้ยาถ่ายพยาธิอัลเบนดาโซล (Valbazen® บริษัท Better Pharma Co., Ltd.) โดยการกรอกให้กินในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักโค 10 กิโลกรัม และโคทุกตัวได้รับไวตามินเอดีอี (AD_3E) โดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้ออัตราการใช้ยา 2 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักโค 100 กิโลกรัม ก่อนเข้าทดลอง 14 วัน เพื่อให้สัตว์มีสุขภาพสมบูรณ์เต็มที่ นำโคมาทำความสะอาดบริเวณที่จะผ่า วางยาสลบและยาระงับความเจ็บปวด ทำเครื่องหมายที่จะทำการผ่า ผ่าตัดและฝังท่อเก็บตัวอย่างอาหารแบบถาวรที่กระเพาะรูเมน (ruminally fistulated cattle) ท่อที่ฝังนี้สามารถปิดเปิดได้ตลอดเวลา หลังจากนั้น นำโคที่ได้รับการผ่าตัดฝังท่อเก็บตัวอย่างอาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน มาเลี้ยงในคอกโรงเรือนแบบยืนโรง ขนาด 2x3 เมตร ปล่อยโคให้ปรับตัวกับแผลผ่าตัดและท่อที่ฝังอยู่ตรงกระเพาะรูเมนบริเวณสวาปด้านซ้าย ประมาณ 45 วัน ซึ่งช่วงนี้การให้อาหารหยาบและอาหารข้นจะให้ในปริมาณที่จำกัด จนกระทั่งแผลหายดี

3.1.1.2 สัตว์ทดลอง

ใช้โคพื้นเมืองไทยภาคใต้เพศผู้เจาะกระเพาะรูเมน 3 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ย 226±5 กก.) ใช้เป็น replicates เพื่อวัดความสามารถในการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และอินทรียวัตถุ ใน *in situ* ของวัตถุดิบพลังงาน 4 ชนิด คือ เยื่อในลำต้นสาคู กากเยื่อในลำต้นสาคู แป้งสาคู เยื่อในลำต้นสาคูละเอียด ใบสาคูและทางใบสาคูที่โตเต็มที่ โดยใช้ nylon-bag technique (Ørskov and McDonald, 1979) โดยโคถูกผูกยืนในซองขังเดี่ยว และปรับให้กินอาหาร 15 วัน ก่อนที่จะศึกษา ซึ่งโคจะได้รับหญ้ารูซี่แห้งแบบเต็มที่ (*ab libitum*) และให้อาหารข้นเสริมที่มีโปรตีนหยาบ 12% (Table 3.1) ในระดับ 0.5% ของน้ำหนักตัว แบ่งให้ 2 ครั้ง เช้า 8.00 น. และ 16.00 น. โดยปรับสัตว์เป็นเวลา 15 วัน และได้รับน้ำและแร่ธาตุ (trace mineralized salt) อย่างอิสระ

Table 3.1 Ingredient and chemical composition of the diet consumed by ruminally fistulated Southern native beef cattle used for the in situ trial (% of DM basis).

Ingredient	% DM basis
Corn meal	27.00
Sago palm pith	27.00
Palm kernel cake	28.00
Soybean meal	11.75
Urea	0.75
Dicalcium phosphate	1.00
Minerals and vitamins [1]	1.0
Molasses	2.00
Salt	1.00
Estimated values (total diet)	
[2]DM, %	89.98
CP, %	14.27
TDN, %	72.71

[1] Mixed minerals and vitamins.
[2] DM=Dry matter, CP=Crude protein, TDN=Total digestible nutrient.

ออกนอกร่างกาย การสลายของพิวรีน (catabolism of purines) เบสอิสระพิวรีนที่เกิดขึ้นจากการสลายของกรดนิวคลีอิกที่มีอยู่ในอาหาร ส่วนใหญ่จะถูกสลายต่อไปจนได้ผลิตผลสุดท้ายซึ่งจะแตกต่างกันในสัตว์ชนิดต่างๆ และจะถูกขับออกทางปัสสาวะ

ปฏิกิริยาเริ่มแรกของการสลายพิวรีน คือ การขจัดหมู่กรดอะมิโน (deamination) เบสอะดีนีนจะถูกดึงเอาหมู่อะมิโนออก โดยเอ็นไซม์ adenase หรือ adenine deaminase ได้เป็น hypoxanthine เอ็นไซม์ adenase พบอยู่ในพวกจุลินทรีย์และในสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่ไม่พบหรือพบได้น้อยมากในเนื้อเยื่อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ดังนั้น ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมการสลายของเบสอะดีนีนจะเริ่มต้นที่ระดับของนิวคลีโอไซด์ กล่าวคือ อะดีโนซีนจะถูกดึงเอาหมู่อะมิโนออกไปโดยเอ็นไซม์ adenosine deaminase ได้เป็น inosine ซึ่งจะสลายต่อไปเป็น hypoxanthine โดยเอ็นไซม์ nucleoside phosphorylase หรือ nucleosidase สำหรับเบสกวานีนก็จะถูกดึงเอาหมู่อะมิโนออกไปเช่นกัน โดยเอ็นไซม์ guanase หรือ guanine deaminase ได้เป็น xanthine สำหรับเอ็นไซม์ guanase มีอยู่ในอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ม้าม ดังนั้น ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมการสลายเบสกวานีนจึงเริ่มจากเบสอิสระได้

Hypoxanthine ที่เกิดขึ้นถูกออกซิไดซ์เป็น xanthine และ xanthine จะถูกออกซิไดซ์ต่อได้เป็น uric acid เอ็นไซม์ที่คะตะไลซ์ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทั้งสองนี้คือ เอ็นไซม์ xanthine oxidase ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่มี FAD, Fe^{+2}, Mo^{+6} เป็นโคแฟคเตอร์เอ็นไซม์ xanthine oxidase มีอยู่ในตับและลำไส้เล็ก ถ้าไม่มีเอ็นไซม์นี้กรดยูริกจะไม่ถูกสร้างขึ้นมา กรดยูริกเป็นผลิตผลสุดท้ายของการสลายพิวรีนในคน

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดอื่นนอกจากไพรเมท uric acid จะถูกออกซิไดซ์ในตับโดยเอ็นไซม์ uricase หรือ urate oxidase ได้เป็น allantoin ซึ่งถูกขับออกนอกร่างกาย ดังแสดงใน Figure 2.12

โดยสรุป ภาคใต้เป็นภาคที่มีเศรษฐกิจและสังคมดี โดยเฉพาะปัจจุบันมีโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ (Southern Seaboard) และโครงการพัฒนาเขตเศรษฐกิจสามฝ่าย (Indonesia Malaysia Thailand Growth Triangle) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2538) อีกทั้งภาคใต้ยังมีทรัพยากรอุดมสมบูรณ์ ภูมิอากาศ ดินและน้ำ เหมาะสมที่จะทำการเลี้ยงสัตว์และยังสะดวกต่อการส่งสัตว์ออกไปขายต่างประเทศและเป็นเขตที่ปลอดจากโรคปากและเท้าเปื่อย ซึ่งการเลี้ยงโคเนื้อในภาคใต้มีมาแต่โบราณ โดยมีวัตถุประสงค์เลี้ยงชนกันเพื่อการพนันอย่างเดียว ต่อมามีการพัฒนาการเลี้ยงเพื่อการค้ามากขึ้น ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ ให้เพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศและเพื่อส่งจำหน่ายยังต่างประเทศ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการขาดแคลนเนื้อสำหรับการบริโภค อย่างไรก็ตาม ยังมีปัญหาบางประการที่ทำให้การเลี้ยงโคเนื้อในภาคใต้ยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร เมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่นๆ ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไป โดยเฉพาะการวิจัยด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ (เน้นการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น) และการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรืออุตสาหกรรมมาเป็นอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

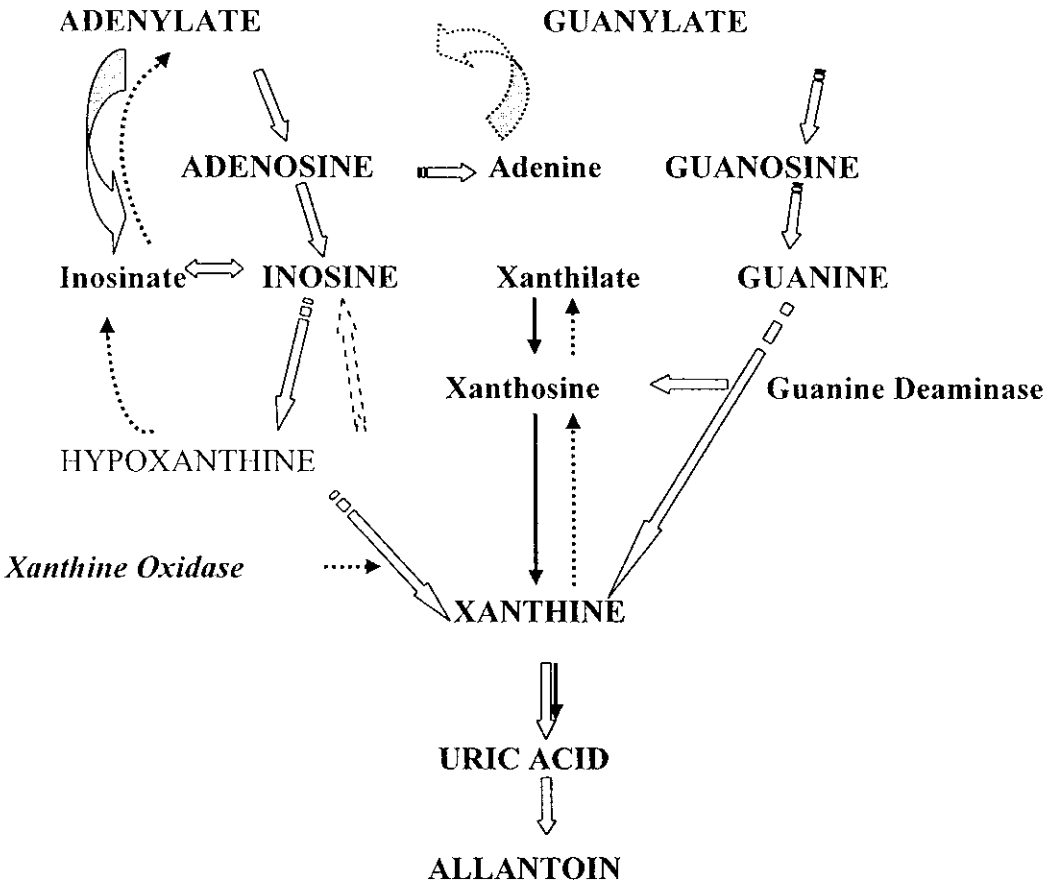


Figure 2.12 Pathways of purine nucleotide catabolism (filled lines) and salvage (dashed lines).
ที่มา: Gonda (1995).

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานต่าง ๆ ในโคเนื้อ

3.1.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1.1 สัตว์ทดลองและการเตรียมสัตว์ทดลอง

ทำการคัดเลือกโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ (male southern indigenous bulls) อายุประมาณ 2 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 226±5 กิโลกรัม ที่มีสุขภาพสมบูรณ์และแข็งแรง จำนวน 3 ตัว โคทุกตัวได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวมและกำจัดพยาธิภายใน โดยใช้ยาถ่ายพยาธิอัลเบนดาโซล (Valbazen® บริษัท Better Pharma Co., Ltd.) โดยการกรอกให้กินในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักโค 10 กิโลกรัม และโคทุกตัวได้รับไวตามินเอดีอี (AD_3E) โดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้ออัตราการใช้ยา 2 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักโค 100 กิโลกรัม ก่อนเข้าทดลอง 14 วัน เพื่อให้สัตว์มีสุขภาพสมบูรณ์เต็มที่ นำโคมาทำความสะอาดบริเวณที่จะผ่า วางยาสลบและยาระงับความเจ็บปวด ทำเครื่องหมายที่จะทำการผ่า ผ่าตัดและฝังท่อเก็บตัวอย่างอาหารแบบถาวรที่กระเพาะรูเมน (ruminally fistulated cattle) ท่อที่ฝังนี้สามารถปิดเปิดได้ตลอดเวลา หลังจากนั้น นำโคที่ได้รับการผ่าตัดฝังท่อเก็บตัวอย่างอาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน มาเลี้ยงในคอกโรงเรือนแบบยืนโรง ขนาด 2x3 เมตร ปล่อยโคให้ปรับตัวกับแผลผ่าตัดและท่อที่ฝังอยู่ตรงกระเพาะรูเมนบริเวณสวาปด้านซ้าย ประมาณ 45 วัน ซึ่งช่วงนี้การให้อาหารหยาบและอาหารข้นจะให้ในปริมาณที่จำกัด จนกระทั่งแผลหายดี

3.1.1.2 สัตว์ทดลอง

ใช้โคพื้นเมืองไทยภาคใต้เพศผู้เจาะกระเพาะรูเมน 3 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ย 226±5 กก.) ใช้เป็น replicates เพื่อวัดความสามารถในการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และอินทรียวัตถุ ใน *in situ* ของวัตถุดิบพลังงาน 4 ชนิด คือ เยื่อในลำต้นสาคู กากเยื่อในลำต้นสาคู แป้งสาคู เยื่อในลำต้นสาคูละเอียด ใบสาคูและทางใบสาคูที่โตเต็มที่ โดยใช้ nylon-bag technique (Ørskov and McDonald, 1979) โดยโคถูกผูกยืนในซองขังเดี่ยว และปรับให้กินอาหาร 15 วัน ก่อนที่จะศึกษา ซึ่งโคจะได้รับหญ้ารูซี่แห้งแบบเต็มที่ (*ab libitum*) และให้อาหารข้นเสริมที่มีโปรตีนหยาบ 12% (Table 3.1) ในระดับ 0.5% ของน้ำหนักตัว แบ่งให้ 2 ครั้ง เช้า 8.00 น. และ 16.00 น. โดยปรับสัตว์เป็นเวลา 15 วัน และได้รับน้ำและแร่ธาตุ (trace mineralized salt) อย่างอิสระ

Table 3.1 Ingredient and chemical composition of the diet consumed by ruminally fistulated Southern native beef cattle used for the in situ trial (% of DM basis).

Ingredient	% DM basis
Corn meal	27.00
Sago palm pith	27.00
Palm kernel cake	28.00
Soybean meal	11.75
Urea	0.75
Dicalcium phosphate	1.00
Minerals and vitamins [1]	1.0
Molasses	2.00
Salt	1.00
Estimated values (total diet)	
[2]DM, %	89.98
CP, %	14.27
TDN, %	72.71

[1] Mixed minerals and vitamins.
[2] DM=Dry matter, CP=Crude protein, TDN=Total digestible nutrient.

3.1.1.3 การเตรียมอาหารทดลอง

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เยื่อในลำต้นสาคู (sago palm pith, SPP) กากเยื่อในลำต้นสาคู (residue sago palm pith, RSPP) แป้งสาคู (sago starch, SS) เยื่อในลำต้นสาคูละเอียด (แป้งข้าวเกรียบ) (fine sago palm pith, FSPP) (ซื้อมาจากเกษตรกร ตำบลตะลุงเปอะ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี) ใบสาคูและทางใบสาคูที่โตเต็มที่ (old sago leaves, OSL และ old sago petiole, OSP) (จากตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา) นำมาสับด้วยเครื่องสับขนาด 1 นิ้ว หลังจากนั้นใช้กรรไกรตัดอีกครั้งให้ละเอียด กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและข้าวโพดบด (โรงผสมอาหารสัตว์ของภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารโดยเก็บเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งนำมาชั่งน้ำหนักและอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักหลังอบเพื่อนำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (% DM) และส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อเตรียมนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM), เถ้า (ash) และโปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) วิเคราะห์หา acid-detergent fiber (ADF) และ neutral-detergent fiber (NDF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970)

3.1.1.4 การเตรียมถุงไนล่อน

ถุงไนล่อนที่ใช้เป็นชนิดที่ไม่สามารถละลายหรือทำปฏิกิริยาใดๆ ในกระเพาะรูเมน และไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ ซึ่งมีขนาดรูของถุง (pore size) 45 ไมครอน โดยตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้าขนาด 8×15 เซนติเมตร เย็บตะเข็บโดยรอบ (seal) เว้นเฉพาะส่วนปากเพื่อเติมอาหารทดลองเข้าไปบรรจุ ก่อนใช้นำมาซักทำความสะอาดและนำเข้าอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักคงที่และบันทึกน้ำหนักไว้

3.1.1.5 วิธีการดำเนินการทดลอง

1. นำตัวอย่างสาคูและผลพลอยได้ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและข้าวโพดบด มาบดผ่านตะแกรง 1 มม.

2. เตรียมถุงไนล่อนที่มีขนาด 8x15 เซนติเมตร มีขนาดรู 45 ไมครอน โดยชั่งน้ำหนัก

3. ชั่งตัวอย่างที่บดผ่านตะแกรงขนาด 1 mm ใส่ถุงไนล่อนปริมาณถุงละ 5-6 กรัม อาหารทดลองละ 54 ถุง

4. นำถุงไนล่อนใส่ในกระเพาะหมักทาง fistula อาหารทดลองละ 18 ถุงต่อตัว โดยใส่ถุงไนล่อนในตอนเช้าก่อนให้อาหาร

5. ทำการเก็บถุงไนล่อนที่เวลา 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมงหลังการบ่ม หลังจากนั้นเอาออกนำไปล้างทันทีด้วยน้ำสะอาด โดยปล่อยให้น้ำไหลผ่านจนกระทั่งน้ำใสและนำถุงไปอบแห้ง 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

6. นำถุงไนล่อนออกทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (desicator) แล้วชั่งน้ำหนักถุงไนล่อน แล้วนำเศษอาหารที่เหลือในถุงไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนตามวิธีการของ AOAC (1990) และนำมาคำนวณค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโภชนะ (อินทรียวัตถุและโปรตีน) ตามสมการของเมธา (2533) ดังนี้

$$\text{การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{นน.ถุงพร้อมเศษเหลือ} - \text{นน.ถุง}}{\text{นน. ตัวอย่างเริ่มต้น}}\right) \times 100$$

$$\text{การย่อยได้ของโภชนะ (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{เปอร์เซ็นต์ของโภชนะที่เหลืออยู่ในถุง}}{\text{เปอร์เซ็นต์โภชนะเริ่มต้น}}\right) \times 100$$

จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง การย่อยได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนที่คำนวณได้ตามระยะเวลาที่แช่บ่มในกระเพาะหมัก นำข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพการย่อยสลายได้ (effective degradability) ที่ out flow rate 0.05 ตามสมการเอ็กซ์โปเนนเทียล $P = a+b(1-e^{-ct})$ ตามวิธีของ Ørskov and McDonald (1979) อ้างโดยเมธา (2533) ส่วนค่าอัตราการชะล้างโดยน้ำ (washing loss rate) และค่าคงที่ของอัตราการย่อยสลาย (degradability rate constant) ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนหยาบ โดยใช้ IFRU fitcurve procedure ตามวิธีของ Chen (1996)

3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติแบบ Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบรูณ์ (randomized complete block design, RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ตามโมลเดล ดังนี้

Model = $Y_{ij} = \mu + \delta_{ij} + \tau_j + \varepsilon_{ij}$

Where Y_{ij} = observation in block of each time, μ = overall mean, δ_i = block effect (time), and τ_j = feed sources, ε_{ij} = residual.

3.1.3 สถานที่ทำการทดลอง /เก็บข้อมูล

1. สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

2. ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 94000

3.2 ผลของระดับการใช้เยื่อในลำต้นสาคูเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อ

3.2.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1.1 สัตว์ทดลอง

ใช้โคพื้นเมืองเพศผู้ที่ทำการตอนและเจาะกระเพาะรูเมน (rumen fistulated animal) จำนวน 5 ตัว มีอายุเฉลี่ยประมาณ 2-2.5 ปี โดยมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 226±20 กิโลกรัม ในช่วงปรับสัตว์ก่อนเข้างานทดลองได้ทำการฉีดยาถ่ายพยาธิใบไม้ในตับด้วยยาโทรเด็กซ์ (Trodex®) อัตราการใช้ยา 1.5 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม ยาถ่ายพยาธิภายนอกด้วยยาไอโวเม็กซ์ (Ivomex®) อัตราการใช้ยา 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม โดยฉีดทางกล้ามเนื้อและฉีดไวตามิน เอดีอี (AD_3E) อัตราการใช้ยา 3-5 มิลลิลิตร ต่อตัวทุกตัว นอกจากนี้ได้ทำการฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันโรคติดต่อที่สำคัญได้แก่ วัคซีนโรคคอบวม และโรคปากและเท้าเปื่อย

3.2.1.2 แผนการทดลอง และกลุ่มทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ 5x5 Latin square design โดยให้ระยะเวลาในการทดลอง (periods) เป็น row และโคเนื้อ (experimental units) เป็น column แบ่งเป็น 5 ระยะการทดลอง และทรีทเมนท์ที่ศึกษามี 5 ทรีทเมนท์ ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง ดังนี้

อาหารทดลองที่ 1 (T1) = เยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 0% ของข้าวโพด

อาหารทดลองที่ 2 (T2) = เยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 25% ของข้าวโพด

อาหารทดลองที่ 3 (T3) = เยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 50% ของข้าวโพด

อาหารทดลองที่ 4 (T4) = เยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 75% ของข้าวโพด

อาหารทดลองที่ 5 (T5) = เยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 100% ของข้าวโพด

โดยสุ่มให้โคได้รับอาหารตามทรีทเมนท์ ในการทดลอง ได้แบ่งระยะเวลาการทดลองออกเป็น 5 ช่วงการทดลอง (period) โดยในแต่ละช่วงการทดลองใช้เวลา 21 วัน สัตว์ทดลองทุกตัวจะได้รับปัจจัยในการทดลองจนครบทุกกลุ่มทดลอง

3.2.1.3 อาหารและการเตรียมอาหารทดลอง

1. อาหารหยาบ

ใช้หญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบหลัก โดยหญ้าแห้งที่ใช้เป็นหญ้าพลิแคททูลั่ม (*Paspaum plicatulum* Michx.) ของศูนย์วิจัยพืชอาหารสัตว์ จ. สตูล มีโปรตีนเฉลี่ย 3% โดยให้สัตว์ได้กินอาหารหยาบอย่างเต็มที่

2. อาหารข้น

องค์ประกอบของอาหารที่ใช้ในการทดลองที่มีระดับเยื่อในลำต้นสาคูต่างกัน 5 สูตร (Table 3.2) โดยอาหารข้นนั้นมีระดับโภชนาการต่างๆ ตามความต้องการของโคเนื้อตามคำแนะนำของ NRC (1984) โคทุกตัวถูกขังในคอกขังเดี่ยวได้รับได้รับอาหารข้น 2% ของน้ำหนักตัว (DM basis) แบ่งให้กิน 2 ครั้ง เวลา 8.00 และ 16.00 น. สัตว์จะได้รับการปรับกับอาหารทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์ก่อนที่สุ่มเก็บตัวอย่าง

Table 3.2 Ingredient and chemical composition of native beef rations (% DM basis)

Composition	Dietary treatment (% SPP) [1]				
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)
Ingredients, %					
Palm cake kernel, PCK	36.76	35.45	30.10	25.51	21.87
Soybean meal, SM	-	-	5.02	10.00	12.88
Ground corn, GC	54.00	40.50	27.00	13.50	-
Sago palm pith, SPP	-	13.50	27.00	40.50	54.00
Urea	0.92	1.46	1.50	1.50	1.75
Molasses	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dicalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sulfur	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Mineral mix [2]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Oil plant	2.82	3.59	3.88	3.49	4.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Estimated values (total diet)					
TDN, %	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
CP	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Cost, bath/kg[3]	12.71	7.41	7.07	6.60	6.13

[1] Dietary treatments: T1 = Level of SPP 0 %, T2 = Level of SPP 25%, T3 = Level of SPP 50%, T4 = Level of SPP 100%,

[2] Minerals and vitamins (each kg contains): Vitamin A: 10,000,000 IU; Vitamin E: 70,000 IU; Vitamin D: 1,600,000 IU; Fe: 50g; Zn: 40g; Mn: 40g; Co: 0.1g; Cu: 10g; Se: 0.1g; I: 0.5g.

[3] Current prices of ingredients at Department of Animal Science, Faculty of Natural and Resource, PSU (December, 2006; baht/kg): Palm cake kernel 4.45, soybean meal 12.50, ground corn 8.00, Sago palm pith 2.00, urea 9.60, molasses 9.00, salt 3.00, dicalcium phosphate 7.00, Sulfur 19.00 mineral mix 75.00, and Oil plant 24.00 baht/kg.

3 การให้อาหารสัตว์ทดลอง

3.1 ระยะปรับสัตว์ก่อนเข้างานทดลอง (preliminary period) ให้สัตว์ทุกตัวได้รับหญ้าเนเปียร์สดอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ร่วมกับอาหารข้นในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 30 วัน เพื่อให้สัตว์ทุกตัว

มีสภาพร่างกายใกล้เคียงกัน ในช่วงนี้ทำการถ่ายพยาธิ ฉีดไวตามิน และทำวัคซีนป้องกันโรคที่สำคัญ ตามรายละเอียดในข้อ 3.2.1.1

3.2 ระยะทดลอง (experimental period)

1. ระยะปรับสัตว์ (adjusting period) ทำการสุ่มสัตว์ทดลองตามแผนการทดลองแบบ 5x5 Latin square design โดยสัตว์จะได้รับอาหารทั้งอาหารหยาบและอาหารข้นตามกลุ่มทดลองเป็นเวลา 14 วัน โดยกลุ่มอาหารทดลองที่ 1 (T1) อาหารข้นที่มีเยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 0% ของข้าวโพด อาหารทดลองที่ 2 (T2) อาหารข้นที่มีเยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 25% ของข้าวโพด อาหารทดลองที่ 3 (T3) อาหารข้นที่มีเยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 55% ของข้าวโพด อาหารทดลองที่ 4 (T4) อาหารข้นที่มีเยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 75% ของข้าวโพด และอาหารทดลองที่ 5 (T5) อาหารข้นที่มีเยื่อในลำต้นสาคูในระดับ 100% ของข้าวโพด ตามลำดับ โดยสัตว์จะได้กินอาหารหยาบอย่างเต็มที่ทุกกลุ่มทดลอง เพื่อทำการวัดหาปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake) โดยแบ่งการให้อาหารออกเป็น 2 เวลา คือ ช่วงเช้าให้อาหารเวลา 08.00 น. และช่วงบ่ายให้อาหารเวลา 16.00 น. โดยในการให้อาหารช่วงเช้า ทำการชั่งอาหารให้กินตอนเช้า และชั่งอาหารที่เหลือในตอนเย็นของวันเดียวกัน และในช่วงบ่ายทำการชั่งอาหารให้ในช่วงเย็น และชั่งอาหารที่เหลือในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น เพื่อนำไปหาปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน โดยทำการจดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทั้งเช้าและเย็นทุกวัน ปริมาณการกินได้ต่อวันหาได้จาก

ปริมาณการกินได้ต่อวัน(วัตถุแห้ง) = [อาหารให้ตอนเช้า (วัตถุแห้ง) – อาหารเหลือตอนเช้า (วัตถุแห้ง) + อาหารให้ตอนเย็น (วัตถุแห้ง)] - อาหารเหลือตอนเช้าถัดไป (วัตถุแห้ง)

ส่วนอาหารข้นให้ตามสัดส่วนที่กำหนดในแต่ละกลุ่มทดลอง โดยคำนวณให้ตามปริมาณการกินได้ทั้งหมดในแต่ละวัน (วัตถุแห้ง) ในระยะนี้สัตว์อยู่ในกรงขังเดี่ยวที่มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา และมีการทำความสะอาดอ่างน้ำทุกๆ 3 วัน และทำความสะอาดคอกในช่วงเช้าทุกวัน

2. ระยะเก็บตัวอย่าง (collection period) โดยในระยะนี้สัตว์อยู่บนกรงเมทธาโบลิซึม (metabolism crate) ทำการปรับสัตว์ให้มีความคุ้นเคยกับกรงเป็นเวลา 2 วันแรก และในช่วง 5 วันหลัง ทำการเก็บตัวอย่างอาหาร มูลและปัสสาวะติดต่อกัน 5 วัน และทำการเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมนและเลือด ในช่วง 1 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง (period) ในการให้อาหารจะให้ตามกลุ่มทดลองเหมือนช่วงปรับสัตว์ แต่ให้เพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการกินได้ทั้งหมดในช่วงระยะปรับสัตว์ เพื่อให้สัตว์ทดลองกินอาหารหมดตามสัดส่วนที่กำหนดในกลุ่มทดลอง

4. การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

4.1 การเก็บตัวอย่างอาหาร

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบและอาหารข้นทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วันติดต่อกัน ทั้งอาหารที่ให้ (เช้า-เย็น) และอาหารที่เหลือ (เช้า-เย็น) หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของสัตว์และอีกส่วนหนึ่งจะสุ่มเก็บจากแต่ละช่วงการทดลอง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง และนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี เช่น วัตถุแห้ง (dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) เถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (1990) และวิเคราะห์ neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) และ acid detergent lignin (ADL) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970)

4.2 การชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลอง

ทำการชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองเป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 ครั้งในแต่ละช่วงการทดลองคือครั้งที่ 1 ชั่งก่อนเข้างานทดลอง เป็นช่วงก่อนเข้าระยะปรับสัตว์ทดลองช่วงการทดลองที่ 1 ชั่งครั้งที่ 2 หลังจากปรับสัตว์และจะนำสัตว์ขึ้นกรงเมทธาโบลิซึม และครั้งที่ 3 หลังจากเสร็จการทดลองในแต่ละช่วงการทดลอง คือ หลังจากเก็บตัวอย่างบนกรงเมทธาโบลิซึม ทำการจดบันทึก ตลอดจนกระทั่งเสร็จการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง

4.3 การวัดและการสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid)

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่มทดลอง ปริมาณ 100 มล. โดยสัตว์จะอยู่บนกรงเมทธาโบลิซึมที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงของการให้อาหาร โดยผ่านทางช่อง fistular ของวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันทีโดยใช้ pH electrode MP. 125 LE 413 (Mettler Toleds AG.) และหลังจากนั้น แบ่งของเหลวจากกระเพาะรูเมนออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สุ่มเก็บประมาณ 20 มิลลิลิตร เติม 1M H_2SO_4 จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อของเหลวจากกระเพาะรูเมน 10 มิลลิลิตร เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนที่ใส (supernatant) เก็บไว้ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร นำไปเก็บในตู้แช่แข็งอุณหภูมิประมาณ -20°C เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งเป็นผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการหมัก ได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen, NH_3-N) โดยวิธีการกลั่น (Bremner and Keeney, 1965) โดยใช้เครื่อง KJELTEC AUTO 1030 Analyzer และของเหลวอีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หากรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acid, TVFA) และกรดไขมันระเหยได้ที่สำคัญได้แก่ กรดอะซีติค (acetic acid, C_2) กรดโพรพิออนิค (propionic acid, C_3) และกรดบิวทีริค (butyric acid, C_4) โดยใช้เครื่อง HPLC model water 600, UV Detector (Millipore corp.) ดัดแปลงตามวิธีการของ Samuel et al. (1997)

ส่วนที่ 2 ทำการสุ่มเก็บ 1 มิลลิลิตร เติม 10% formaldehyde 9 มิลลิลิตร เพื่อนำไปตรวจนับประชากรจุลินทรีย์ (total direct count) (ภาคผนวก ข) ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) โปรโตซัว (protozoa) และเชื้อรา (fungi) โดยใช้ Haemacytometer ขนาด 400 ช่อง (haemacytometer มีขนาด ก x ย x ล = 1 x 1x 0.1 mm) โดยทำการนับ แบคทีเรีย 20 ช่องเล็กในแนวทะแยงมุม โดยนับ 2 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ย ตามวิธีการของ Galyean (1989) ส่วนโปรโตซัวและเชื้อรา (โดยทำการนับ zoospores) ทำการนับทุกช่องใหญ่ (ทำการนับทั้งหมด 25 ช่องกลาง) ในการนับใช้กล้องจุลทรรศน์ (Olympus BX51TRF, No. 2B04492, Olympus Optical Co. Ltd., Japan). ใช้กำลังขยายดังนี้ แบคทีเรียและเชื้อราใช้กำลังขยาย 400 เท่า โปรโตซัวใช้กำลังขยาย 100 เท่า ทำการนับ 2 ซ้ำเช่นเดียวกัน เพื่อหาค่าเฉลี่ยของประชากร

4 เก็บตัวอย่างเลือด ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงของการให้อาหารของวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) ปริมาณ 3 มล. ใส่หลอดที่มีเฮพพารีน (heparinized) เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแข็งตัว หลังจากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ใช้เวลา 10 นาทีและเก็บส่วน plasma ใส่ตู้เย็นแช่แข็งที่อุณหภูมิ –20°C เพื่อนำมาวิเคราะห์หาระดับยูเรียในเลือด (blood urea-nitrogen, BUN) (Crocker, 1967) กลูโคส (glucose) และค่า pack cell volume (PCV)

5. การสุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะ

ทำการเก็บในช่วงสัตว์อยู่บนกรงเมทธาโบลิซึม (ภาคผนวก ข) โดยทำการเก็บติดต่อกัน 5 วันในช่วงสุดท้ายของระยะเก็บตัวอย่าง โดยใช้ถังพลาสติกขนาดความจุ 10 ลิตร ซึ่งมีถาดรูปกรวยวางไว้บนถังพลาสติกคอยรองรับปัสสาวะตลอดเวลา ในถังเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10% (10% H_2SO_4) ประมาณ 80-100 มิลลิลิตร

เพื่อปรับให้ pH ของปัสสาวะมีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 (หรือเติมซัลฟูริคเข้มข้น 1:10 ส่วน) ทั้งนี้ เพื่อหยุดกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่จะเข้าไปย่อยสลายไนโตรเจนในปัสสาวะ ทำการวัดปริมาตรทั้งหมดที่ได้ในแต่ละวันและทำการสุ่มเก็บไว้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปัสสาวะทั้งหมด เพื่อนำไปรวมกับวันที่ 2, 3, 4 และ 5 แล้วทำการสุ่มอีกครั้งประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที เก็บเฉพาะส่วนใส หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะตามวิธีการของ AOAC (1990) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความสมดุลไนโตรเจน (nitrogen balance)

6. การสุ่มเก็บตัวอย่างมูล

เริ่มทำการเก็บพร้อมกับการเก็บปัสสาวะ โดยเก็บ 5 วันติดต่อกันในช่วงท้ายของการทดลอง โดยทำการเก็บในช่วงเช้า เวลา 06.30 น. โดยการชั่งน้ำหนักมูลทั้งหมด การเก็บมีถาดรองมูลซึ่งอยู่ด้านหลังของถาดรองปัสสาวะ ก่อนเก็บทำการคลุกทุกส่วนให้เข้ากันและแบ่งเก็บเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1: เก็บประมาณ 100 กรัม นำไปอบที่ 100 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้งของมูลที่ขับถ่ายออกมาในแต่ละวัน

ส่วนที่ 2: เก็บไว้ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมูลทั้งหมดในแต่ละวัน นำไปเก็บไว้ที่ -20°C ทำการเก็บเช่นนี้จนครบ 5 วันแล้วนำมูลทั้งหมดในปริมาณที่เท่ากันของแต่ละกลุ่มทดลองที่เก็บไว้มาคลุกให้เข้ากัน ทำการสุ่มเก็บอีกครั้ง 5 เปอร์เซ็นต์และนำไปอบที่ 60°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้งสนิท แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 0.1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี เช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในอาหาร ดังรายละเอียดในข้อ 4.1 เพื่อนำไปคำนวณหาการย่อยได้ตามวิธีการของ Schnieder and Flatt (1975) ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (\%)} = 100 - 100 \times \frac{\text{น้ำหนักมูลปรับแห้ง}}{\text{น้ำหนักของอาหารที่กินปรับแห้ง}}$$

$$\text{การย่อยได้ของโภชนะ (\%)} = 100 - 100 \times \frac{\text{\%โภชนะในมูล x น้ำหนักมูลปรับแห้ง}}{\text{\% โภชนะในอาหาร x น้ำหนักของอาหารที่กินปรับแห้ง}}$$

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลอง 5x5 Latin square design โดยใช้ Proc GLM (SAS, 1990) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Ducan' s Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) ดังสมการต่อไปนี้

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + A_j + P_k + \varepsilon_{ijk}$$

M_k = Treatments

A_j = animals

P_j = Periods

ε_{ijk} = Errror

3.2.2 สถานที่ทำการทดลอง /เก็บข้อมูล

1. สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

2. ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

3. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

4. หน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

3.2.3 ระยะเวลาทำการวิจัย

ใช้เวลาทดลอง 1 ปี ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2549 - เดือนกันยายน 2550

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 4.1 การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานต่าง ๆ ในโคเนื้อ

4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบพลังงาน

ผลวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลองของวัตถุดิบพลังงานและอาหารหยาบในโคเนื้อเจาะกระเพาะถาวรประกอบด้วย ข้าวโพดบด (ground corn, GC) กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (palm kernel cake, PKC) สาคูและผลพลอยได้จากสาคู ได้แก่ แป้งสาคู (sago starch, SS) เยื่อในลำต้นสาคู (sago palm pith, SPP) กากเยื่อในลำต้นสาคู (residued sago palm pith, RSPP) ใบสาคูอ่อน (young sago leaves, YSL) ใบสาคูแก่ (old sago leaves, OSL) ทางใบสาคูอ่อน (young sago petiole, YSP) ทางใบสาคูแก่ (old sago petiole, OSP) ใบและทางใบสาคูอ่อน (young sago frond, YSF) ใบและทางใบสาคูแก่ (old sago frond, OSF) (Table 4.1)

พบว่าผลพลอยได้จากใบสาคู (ใบอ่อนและใบแก่ต้นสาคู) มีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง (dry matter, DM) (40.06-50.84%) เถ้า (ash) (3.62-5.35%) อินทรียวัตถุ (organic matter, OM) (94.65-96.38%) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) (8.13-8.25%) ไขมัน (ether extract, EE) (1.13-1.62%) ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรก (nitrogen free extract, NFE) (44.30-47.99%) เยื่อใย (crude fiber, CF) (38.83-40.59) ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) (55.04-57.15%) เซลยูโล-ลิกนิน (acid detergent fiber, ADF) (38.97-42.28%) และลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) ใกล้เคียงกัน (25.46-26.75%) ตามลำดับ โดยมีโปรตีน ผนังเซลล์และลิกนินใกล้เคียงกับหญ้าเขตร้อนบางชนิด เช่น หญ้าขนและหญ้ารูซี่ที่อายุการตัดที่ 42-45 วัน (ทัศสานต์, 2544; Wanapat and Devendra, 1999) ซึ่งค่าผนังเซลล์และเซลยูโล-ลิกนินที่ต่ำเป็นแหล่งอาหารหยาบที่ดีและมีศักยภาพของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ในแง่ของปริมาณการกินได้ (feed intake) และการย่อยได้ของโภชนะ (nutrient digestibility)

ขณะที่องค์ประกอบทางเคมีของทางใบต้นสาคู (อ่อนและแก่) มีโปรตีนหยาบค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 1.49-2.52% ผนังเซลล์อยู่ในช่วง 69.37-71.01% และเซลยูโล-ลิกนินอยู่ในช่วง 42.79-43.35% (Table 4.1)

ส่วนใบและทางใบสาคู (อ่อนและแก่) มีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 3.66-6.00% ผนังเซลล์อยู่ในช่วง 62.12-70.56% และเซลยูโล-ลิกนินอยู่ในช่วง 43.35-44.55% ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีค่าโปรตีนหยาบใกล้เคียงกับใบและทางใบปาล์มน้ำมัน (oil palm fronds, OPF) (4.2% CP) แต่มีเซลยูโล-ลิกนินต่ำกว่า OPF (55.6% ADF) (Abu Hassan et al., 1995; Alimon and Hair Bejo, 1995)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดบด กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เยื่อในลำต้นสาคูและผลพลอยได้จากสาคู ได้แก่ แป้งสาคู เยื่อในลำต้นสาคูและกากเยื่อในลำต้นสาคู พบว่ามีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้งใกล้เคียงกัน (84.36-88.50) แต่ต่ำกว่ากากเนื้อในปาล์มน้ำมัน (91.29%) โดยเยื่อในลำต้นสาคูและผลพลอยได้จากสาคูมีค่าเฉลี่ยของโปรตีนหยาบค่อนข้างต่ำ อยู่ในช่วง 0.31-2.14% เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดบดและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (7.89 และ 17.14% CP ตามลำดับ) ซึ่งปริมาณของโปรตีนหยาบในเยื่อในลำต้นสาคูและผลพลอยได้จากสาคูใน

การศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับรายงานของ Yadav and Mahyuddin (1991); Tuen (1992) รายงานว่า เยื่อในลำต้นสาคูและกากเยื่อในลำต้นสาคูมีโปรตีนหยาบ 1.4-3.3% แต่มีแร่ธาตุสูงกว่า ทำนองเดียวกับการศึกษาของ Yadav and Mahyuddin (1991) รายงานว่า แป้งสาคู มีโปรตีนหยาบต่ำ (0.21 %CP) แต่มีอินทรียวัตถุสูง (99.79%)

ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดบดและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ กองอาหารสัตว์ (2529); Alimon and Bejo (1995); Chanjula et al. (2003) อย่างไรก็ตาม คุณค่าทางอาหารของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่แตกต่างกันอาจขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น การเพาะปลูก อายุของพืชที่เก็บ ส่วนของพืช ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ฤดูกาลและสภาพอากาศ เป็นต้น

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสาคูและผลพลอยได้จากสาคูครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า เยื่อในลำต้นสาคูและกากเยื่อในลำต้นสาคู มีศักยภาพสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งทดแทนอาหารพลังงานในสูตรอาหารข้นของโค ขณะที่ ใบและทางใบสาคูมีศักยภาพสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องในภาคใต้ได้อย่างดี โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง (dry season) ซึ่งขาดแคลนอาหารหยาบสดคุณภาพดี เพราะมีโปรตีน ผนังเซลล์และลิกนินใกล้เคียงกับหญ้าเขตร้อนบางชนิด ซึ่งควรที่จะทำการศึกษาการนำมาใช้เป็นอาหารหยาบต่อไป

Table 4.1 Chemical composition of sago palm leaves, sago palm petiole, sago palm fronds and sago palm by-products for in situ degradability study (% DM basis).

Items	DM[1]	Ash	OM[2]	CP	CF	EE	NFE[3]	NDF	ADF	ADL
		% DM basis								
Sago starch (SS)	84.36	0.21	99.79	0.31	0.12	0.47	98.88	0.10	-*	-*
Fine sago palm pith (FSPP)	86.98	4.38	95.61	1.82	0.45	0.69	92.64	19.18	-*	-*
Sago palm pith (SPP)	86.08	3.83	96.17	1.44	7.09	0.12	87.53	19.51	12.88	2.26
Residued sago palm pith (RSPP)	86.79	4.81	95.19	2.14	7.62	1.15	84.28	20.01	14.98	2.59
Ground corn (GC)	88.50	1.50	98.50	7.89	4.38	4.97	81.26	16.78	4.51	0.05
Palm kernel cake (PKC)	91.29	4.08	95.92	17.14	13.57	8.24	56.99	72.99	45.30	14.09
Young sago leaves (YSL)	40.06	3.62	96.38	8.25	38.83	1.31	47.99	55.04	38.97	25.46
Old sago leaves (OSL)	50.84	5.35	94.65	8.13	40.59	1.62	44.30	57.15	42.28	26.75
Young sago petiole (YSP)	23.75	5.68	94.32	2.52	52.80	0.90	38.12	69.37	42.79	16.08
Old sago petiole (OSP)	31.55	3.83	96.17	1.49	54.23	0.63	39.83	71.01	43.35	16.28
Young sago frond (YSF)	34.37	3.68	96.32	6.00	43.19	0.64	46.50	62.12	43.35	24.42
Old sago frond (OSF)	43.01	4.13	95.87	3.66	45.53	0.62	46.06	70.56	44.55	25.93

* ND = not determined.

[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 and ADL: acid detergent lignin; NSC: nonstructural carbohydrate.

[2] Estimated: OM = 100 – Ash.

[3] NFE = 100-(CP+CF+EE+Ash).

4.1.2 การศึกษาอัตราการย่อยสลายของของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุของอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานต่าง ๆ ในโคเนื้อโดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน

การวิเคราะห์ความสามารถในการย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมนของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (nylon bag technique, NBT) ดังแสดงใน Figure 4.1, 4.2, 4.3 และ Table 4.2, 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ ความสามารถในการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง (dry matter disappearance, DMD) อินทรียวัตถุ (organic matter disappearance, OMD) และโปรตีน (crude protein disappearance, CPD) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 8 ชนิด พบว่าการย่อยสลายได้เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มในกระเพาะรูเมน (rumen incubation time) (0-72 ชั่วโมง) โดยแป้งสาคูมีค่าความสามารถในการย่อยสลายได้สูงสุดทุกช่วงเวลา ขณะที่ใบและทางใบสาคูแก่มีค่าต่ำสุดทุกช่วงเวลา

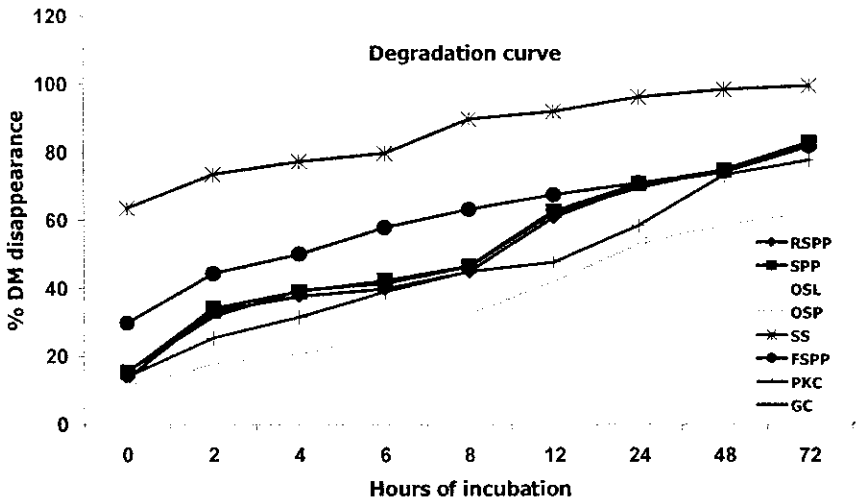


Figure 4.1 In situ DM disappearances (DMD) of feed sources (RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; SS = sago starch; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn) at various hours of incubation.

เมื่อพิจารณาลักษณะค่าความสามารถในการย่อยสลายได้ของ DMD และ OMD ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้งหมดจากภาพ สามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่ม คือ SS มีความสามารถในการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว (rapidly degradation) ขณะที่ FSPP, RSPP, SPP, GC และ PKC มีความสามารถในการย่อยสลายได้ปานกลาง (intermediate degradation) และ OSL และ OSP มีความสามารถในการย่อยสลายได้ค่อนข้างต่ำ (slightly low degradation) ในกลุ่มของวัตถุดิบอาหารทั้งหมด

ตารางที่ 4.2 และ4.3 ค่าความสามารถในการย่อยสลายได้ของ DMD และ OMD ของ SS ที่ช่วงเวลา 12 ชั่วโมง พบว่ามีความสามารถในการย่อยสลายได้ของ DMD และ OMD มากกว่า 90-95% ของทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า ทั้ง DMD และ OMD ของ SS เป็นแหล่งพลังงานที่ดีและจุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์ได้ในกระเพาะรูเมน ขณะที่ ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า FSPP, SPP, RSPP, OSL, OSP, GC และ PKC มีความสามารถในการย่อยสลายของ DMD และ OMD น้อยกว่า 65% แสดงว่าอัตราการไหลผ่านของชิ้นส่วน DMD และ OMD จากกระเพาะรูเมนอยู่

ในช่วงปกติ (Ørskov, 1982) แสดงให้เห็นว่า DMD และ OMD ของ FSPP, SPP, RSPP, OSL, OSP, GC และ PKC สามารถไหลผ่าน หรือหลีกเลี่ยง (by pass หรือ escape) จากการย่อยสลายภายในกระเพาะรูเมนและสามารถย่อยได้ในลำไส้เล็กของสัตว์

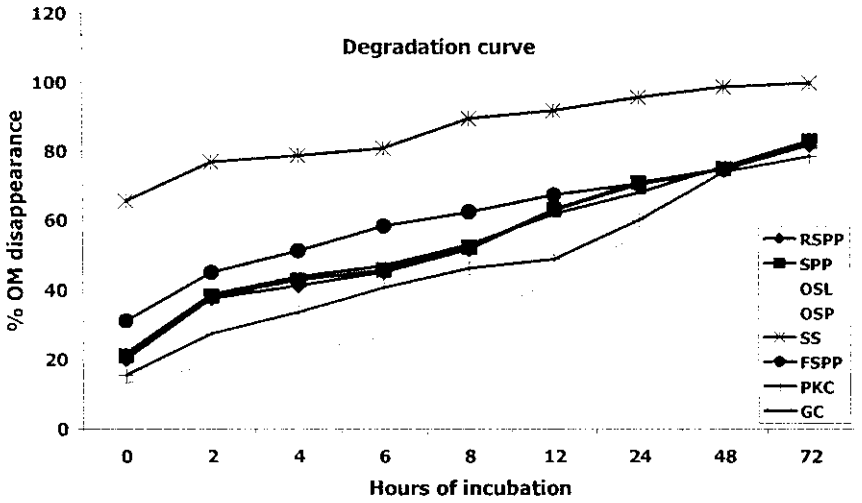


Figure 4.2 In situ OM disappearances (OMD) of feed sources (RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; SS = sago starch; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn) at various hours of incubation.

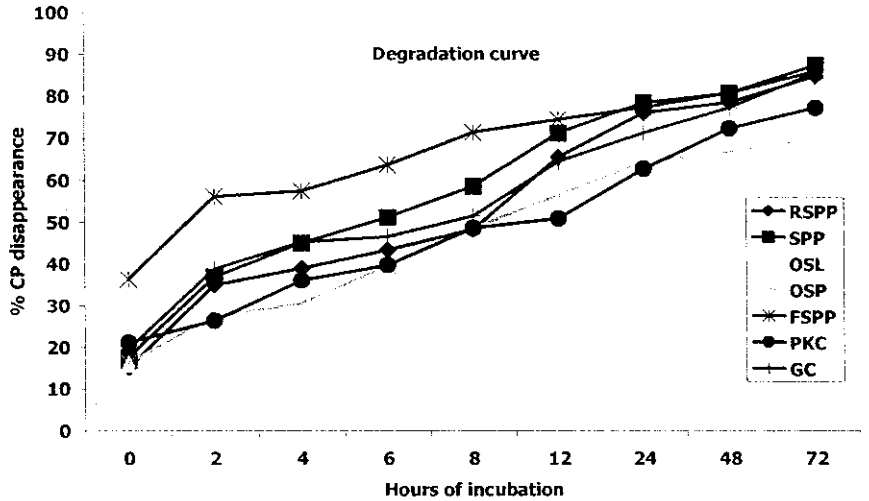


Figure 4.3 In situ CP disappearances (CPD) of feed sources (RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; SS = sago starch; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn) at various hours of incubation.

การวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ พบว่าค่าอัตราการชะล้างโดยน้ำ (washing loss rate, A) ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (degradability rate constant, C) และค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน (potential degradability rate, A+B) ของ DMD และ OMD ของ SS มีค่าสูงสุดในกลุ่มอาหารทั้งหมด เท่ากับ 63.5, 65.5; 0.13, 0.10; 98.8 และ 99.5%

ตามลำดับ (Table 4.2 และ 4.3) สูงกว่าวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเฉพาะ OSL, OSP, RSPP และ PKC ขณะที่ SPP และ GC มีค่า A ใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) แต่มีค่า A สูงกว่า RSPP, OSL, OSP และ PKC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (degradability rate constant, C) (0-72 ชั่วโมง) ของ DMD และ OMD ของ SS และ FSPP เท่ากับ 13.0; 12.0 และ 10.0; 10.0% h^{-1} พบว่าสูงกว่าวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่ค่า C ของ OSL, OSP, GC, RSPP, SPP และ PKC มีค่า C ใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้ เมื่อพิจารณาลักษณะค่าความสามารถในการย่อยสลายได้ของ DMD และ OMD โดยเรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุดจากค่า C คือ SS, FSPP, OSL, OSP, GC, RSPP, SPP และ PKC ตามลำดับ (Table 4.2 และ 4.3)

Table 4.2 Disappearance from nylon bags and *in sacco* DM degradation (DMD) characteristics of sago palm and by-product in southern indigenous bulls.

Parameters	RSPP[1]	SPP	OSL	OSP	SS	FSPP	PKC	GC
DM disappearance (%) at different hour of rumen incubation								
0	13.46	15.33	10.23	11.05	63.57	29.74	13.93	15.61
2	33.08	34.07	15.37	17.62	73.47	44.28	25.30	31.60
4	37.63	38.98	21.10	20.40	77.25	49.92	31.45	39.35
6	39.70	42.20	26.12	26.25	79.68	57.78	38.84	41.36
8	44.71	46.39	32.98	32.25	89.66	63.14	44.79	46.23
12	60.67	62.69	41.49	41.82	91.97	67.44	47.57	62.13
24	70.29	70.77	53.88	52.74	96.19	70.97	58.46	69.48
48	74.20	74.66	58.93	58.70	98.38	74.46	73.29	74.90
72	81.71	82.92	62.19	61.72	99.53	81.89	77.69	82.96
DM degradation characteristics (%)								
a	13.5^{d}	15.3^{c}	10.2^{f}	11.1^{e}	63.5^{a}	29.7^{b}	13.8^{d}	15.5^{c}
b	66.3^{a}	64.8^{b}	51.2^{c}	50.2^{d}	35.4^{f}	47.3^{e}	64.3^{b}	64.4^{b}
c	0.07^{b}	0.07^{b}	0.08^{b}	0.076^{b}	0.13^{a}	0.12^{a}	0.05^{b}	0.075^{b}
a+b	79.7^{b}	80.2^{b}	61.4^{e}	61.2^{e}	98.8^{a}	77.2^{d}	78.4^{c}	80.4^{b}
Effective degradability (%) [2]								
0.05	56.4^{d}	57.9^{c}	40.6^{f}	40.2^{f}	89.2^{a}	64.9^{b}	50.4^{e}	57.5^{cd}

[a-e] within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($P<0.05$).
[1] RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; SS = sago starch; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn.
[2] Effective degradability (ED) at outflow rate in the rumen (fraction/ h).

ค่าประสิทธิภาพการย่อยสลาย (effective degradability, ED) ของ DMD และ OMD ที่ outflow rate 0.05/h ของ SS เท่ากับ 89.2 และ 89.7% พบว่ามีค่าสูงสุดในกลุ่มอาหารทั้งหมด (34.1-60.5 และ 40.7-65.3% ตามลำดับ) ซึ่งค่าของ ED ของ DMD และ OMD ของ SS ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับค่า ED ของมันเทศ (sweet potato) (88.1-89.8%; white and purple sweet potato) แต่ต่ำกว่ามันเส้น (93.4%) (Chanjula et al., 2003) ความแตกต่างดังกล่าวอาจเนื่องมาจาก ความแตกต่างของชนิดแป้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของแป้งที่แตกต่างกันและองค์ประกอบทางเคมี (Huntington, 1997) มากกว่านั้น ความแตกต่างของอัตราและขอบเขตของการย่อยได้ มีผลมาจากสัดส่วนของปริมาณ amylose ที่ต่ำกว่าในมันเส้น เมื่อเปรียบเทียบกับ SS และ GC (17, 26 และ 28% amylose) (Cone and Wolters, 1990; Morton, 2006)

ขณะที่ SPP, GC และ RSPP มีค่า ED ใกล้เคียงกัน (57.9, 60.1; 57.5, 59.7 และ 56.4, 59.3% ตามลำดับ) แต่ต่ำกว่า FSPP (64.9 และ 65.3% ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ผลจากการศึกษาครั้งนี้ SPP หรือ RSPP สามารถนำมาใช้ทดแทน GC ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดี โดยเฉพาะ SPP ส่วน ค่า ED ของ DMD และ OMD ของ OSL และ OSP ต่ำกว่าวัตถุดิบอาหารชนิดอื่น ความแตกต่างดังกล่าวอาจเนื่องมาจากชนิด หรือแหล่ง ปริมาณของแป้ง ส่วนของพืชและองค์ประกอบทางเคมี ซึ่ง Vitti et al. (1999) รายงานว่า ค่าความสามารถในการย่อยสลายได้ของ DMD และ OMD โดยการใช้เทคนิคถุงไนล่อน มีสหสัมพันธ์ทางลบ (negative correlation) กับค่า NDF และ ADF ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า OSL และ OSP มีศักยภาพสูงสำหรับใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในสัตว์เคี้ยวเอื้องเมื่อพิจารณาจากค่า ED

Table 4.3 Disappearance from nylon bags and *in sacco* OM degradation (OMD) characteristics of sago palm and sources of by-product in southern indigenous bulls.

Parameters	RSPP[1]	SPP	OSL	OSP	SS	FSPP	PKC	GC
OM disappearance (%) at different hour of rumen incubation								
0	20.1	21.0	10.8	13.1	65.5	31.1	15.5	21.9
2	37.5	38.2	17.2	18.6	76.8	45.0	27.4	38.7
4	41.2	42.7	20.6	21.9	78.6	51.2	33.6	43.8
6	45.1	45.7	25.9	26.6	80.7	58.3	40.6	46.9
8	51.6	52.1	31.5	32.6	89.3	62.3	46.2	52.9
12	62.8	63.1	42.1	42.1	91.6	67.2	48.8	61.7
24	70.2	70.9	55.2	55.9	95.5	70.5	59.9	67.9
48	74.6	74.9	58.2	58.9	98.5	74.6	73.9	75.5
72	81.7	82.9	62.4	63.4	99.7	82.8	78.5	83.0
OM degradation characteristics (%)								
a	20.1^{e}	21.0^{d}	10.7^{h}	13.1^{g}	65.5^{a}	31.1^{b}	15.5^{f}	21.9^{c}
b	59.0^{b}	59.1^{b}	50.8^{c}	49.7^{d}	33.5^{f}	46.8^{e}	63.5^{a}	58.8^{b}
c	0.07^{b}	0.07^{b}	0.07^{b}	0.07^{b}	0.10^{a}	0.10^{a}	0.05^{c}	80.7^{b}
a+b	79.1^{d}	80.0^{c}	61.8^{g}	62.7^{f}	99.5^{a}	77.8^{e}	79.0^{d}	$0.06c^{b}$
Effective degradability (%) [2]								
0.05	59.3^{d}	60.1^{c}	40.7^{g}	41.5^{f}	89.7^{a}	65.3^{b}	51.9^{e}	59.7^{cd}

[a-e] within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($P<0.05$).
[1] RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; SS = sago starch; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn.
[2]Effective degradability at outflow rate in the rumen (fraction/ h).

ส่วนการวิเคราะห์การย่อยสลายได้ของโปรตีนในกระเพาะรูเมนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ พบว่าค่าอัตราการชะล้างโดยน้ำ (washing loss rate, A) ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (degradability rate constant, C) และค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน (potential degradability rate, A+B) ของ CPD ของ FSPP มีค่าสูงสุดในกลุ่มอาหารทั้งหมด เท่ากับ 36.3, 0.11 และ 82.8% ตามลำดับ (Table 4.4) สูงกว่าวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเฉพาะ OSL, OSP, RSPP, SPP, GC และ PKC ขณะที่ OSL, OSP และ RSPP มีค่า A ใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) แต่มีค่า A ต่ำกว่า PKC, GC และ SPP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (degradability rate constant, C) (0-72 ชั่วโมง) ของ CPD ของ FSPP และ SPP เท่ากับ 11.0 และ 10.0% h^{-1} ตามลำดับ พบว่าสูงกว่าวัตถุดิบอาหารชนิด

อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ขณะที่ค่า C ของ RSPP, OSL และ OSP มีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) แต่มีค่าสูงกว่า (P<0.05) ค่า C ของ GC และ PKC เมื่อพิจารณาลักษณะค่าความสามารถในการย่อยสลายได้ของ CPD เรียงจากสูงสุดไปต่ำสุดจากค่า C คือ FSPP, SPP RSPP, OSL, OSP, GC และ PKC ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าความสามารถในการย่อยสลายได้ของ CPD ของอาหารทุกชนิด ที่ช่วงเวลา 12 ชั่วโมง พบว่ามีความสามารถในการย่อยสลายได้ของ CPD น้อยกว่า 65% แสดงว่าอัตราการไหลผ่านของชิ้นส่วน CPD จากกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วงปกติ (Ørskov, 1982) แสดงให้เห็นว่า CPD ของอาหารทุกชนิดสามารถไหลผ่าน หรือหลีกเลี่ยง จากการย่อยสลายภายในกระเพาะรูเมนและสามารถย่อยได้ในลำไส้เล็กของสัตว์ ยกเว้น ค่า CPD ของ FSSP มีค่าสูงกว่า 65% เป็นแหล่งโปรตีนที่ดีและจุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์ได้ในกระเพาะรูเมน

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ ค่าความสามารถในการย่อยสลายได้โดยการใช้เทคนิคถุงไนล่อน ไม่ได้แสดงให้ถึงผลของการย่อยสลายได้ทั้งหมดในท่อทางเดินอาหารและความสามารถในการย่อยได้ในลำไส้เล็กของอาหาร ซึ่งยังมีความแตกต่างในกลุ่มของวัตถุดิบอาหารสัตว์และปัจจัยที่อาจยับยั้งการย่อยได้ จำเป็นต้องมีการทำการศึกษาต่อไป ในการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายในลำไส้เล็ก โดยใช้เทคนิค mobile bag technique (De Boer et al., 1987)

Table 4.4 Disappearance from nylon bags and *in sacco* CP degradation (CPD) characteristics of sago palm and sources of by-product in southern indigenous bulls.

Parameters	RSPP[1]	SPP	OSL	OSP	FSSP	PKC	GC
CP disappearance (%) at different hour of rumen incubation							
0	15.1	17.6	15.9	16.2	36.3	21.1	19.6
2	34.9	36.9	18.3	27.3	56.1	26.3	38.8
4	38.9	45.0	24.4	30.5	57.4	36.0	45.2
6	43.3	51.2	27.7	39.5	63.7	39.7	46.5
8	48.3	58.6	36.3	48.6	71.4	48.6	51.5
12	65.5	71.2	48.5	56.4	74.4	50.9	64.4
24	76.0	78.4	60.2	64.3	77.3	62.7	71.2
48	78.5	80.7	64.5	66.6	80.7	72.3	77.2
72	84.7	87.4	67.2	69.6	85.9	77.2	85.5
CP degradation characteristics (%)							
a	15.1^{f}	17.6^{d}	15.9^{e}	16.2^{e}	36.3^{a}	21.3^{b}	19.6^{c}
b	68.0^{a}	66.2^{b}	50.8^{e}	50.9^{e}	46.6^{f}	54.3^{d}	63.4^{c}
c	0.08^{b}	0.10^{a}	0.08^{b}	0.08^{b}	0.11^{a}	0.06^{c}	0.06^{c}
a+b	83.1^{a}	84.2^{a}	66.9^{d}	67.2^{c}	82.8^{a}	75.6^{b}	83.0^{a}
Effective degradability (%) [2]							
0.05	60.3^{c}	65.5^{b}	45.4^{e}	45.8^{e}	71.9^{a}	52.7^{d}	61.1^{c}

[a-e] within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05).
[1] RSPP = residued sago palm pith; SPP = sago palm pith; OSL = old sago leaves; OSP = old sago petiole; FSPP = fine sago palm pith; PKC = palm kernel cake; GC = ground corn.
[2] Effective degradability at outflow rate in the rumen (fraction/ h).

ค่าประสิทธิภาพการย่อยสลาย (effective degradability, ED) ของ CPD ที่ outflow rate 0.05/h ของ FSPP เท่ากับ 71.9% พบว่ามีค่าสูงสุด (P<0.05) ในกลุ่มอาหารทั้งหมด รองลงมาคือ SPP ขณะที่ค่า ED ของ GC และ RSPP ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่สูงกว่า PKC และ OSP และ OSL ที่ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ความแตกต่างดังกล่าวอาจเนื่องมาจากชนิด

หรือแหล่งของวัตถุดิบ ปริมาณและความสามารถในการละลายได้ของโปรตีน ส่วนของพืชและองค์ประกอบทางเคมี ซึ่ง Vitti et al. (1999) รายงานว่า ค่าความสามารถในการย่อยสลายได้ของ CPD โดยการใช้เทคนิคถุงไนล่อน มีสหสัมพันธ์ทางลบ (negative correlation) กับค่า NDF และ ADF

ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดด่าง (ruminal pH) และอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนในแต่ละช่วงเวลา (0-72 ชั่วโมง) ของโคเนื้อพื้นเมืองภาคใต้ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ (Table 4.5) พบว่าอยู่ในช่วง 6.3-7.2 และ 38.0-39.7 °C โดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 6.9 และ 38.9 °C ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเยื่อใย (cellulolytic bacteria) (Lyle et al., 1981; Hoover, 1986) และการย่อยของโปรตีน (6.0-7.0) (Hungate, 1969) สอดคล้องกับรายงานของเมธา (2533) และฉลอง (2541) รายงานว่า ระดับ pH ที่เหมาะสมในกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 6.5-7.0 อย่างไรก็ตาม ค่าอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนในแต่ละช่วงเวลาอาจผันแปรได้ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่สุ่ม ตำแหน่งที่สุ่ม อุณหภูมิของน้ำที่สัตว์กิน จากการทดลองพบว่า ช่วงเวลาที่สุ่มตอนบ่าย (12.30-15.30 น.) มีค่าอุณหภูมิสูงกว่าช่วงเวลาที่สุ่มตอนเช้า (6.00-9.00) หรือกลางคืน (22.00-03.00 น.)

Table 4.5 Ruminal pH and temperature (°C) in southern indigenous bulls (± means standard deviation).

h post feeding	Temperature	pH
0	39.0 ± 0.0	7.2 ± 0.3
2	39.3 ± 0.6	7.1 ± 0.6
4	39.7 ± 0.6	6.9 ± 0.6
6	39.0 ± 0.0	6.9 ± 0.2
8	38.0 ± 0.0	6.9 ± 0.1
12	39.0 ± 0.0	6.3 ± 0.7
24	38.7 ± 0.0	6.7 ± 0.1
48	38.0 ± 0.6	6.9 ± 0.2
72	39.0 ± 0.0	7.0 ± 0.2
overall means	38.9 ± 0.2	6.9 ± 0.3

การทดลองที่ 4.2 ผลของระดับการใช้เยื่อในลำต้นสาคูเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อ

4.2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง ที่ประกอบด้วยข้าวโพดบดและเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนระดับต่างๆ (Table 4.6) พบว่ามีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง (DM) เถ้ารวม อินทรียวัตถุ (OM) ผนังเซลล์ (NDF) เซลยูโล-ลิกนิน (ADF) และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (NSC) ใกล้เคียงกัน โดยมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 13.25-14.19% (2.12-2.30% N) ไขมัน 6.43-8.61% มีค่าแตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบสูตรอาหารที่ทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคู (SPP) ในระดับต่างๆ กัน พบว่าราคาอาหารข้นลดลงตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (41.70, 44.37, 48.07 และ 51.77% ตามลำดับ) โดยสูตรอาหารที่มีเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนระดับ 100% ลดลงต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนั้น การนำใช้เยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่อาจช่วยลดต้นทุนการผลิตสัตว์ให้ต่ำลง เพราะต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงสัตว์เป็นค่าอาหารมากกว่า 60-70 เปอร์เซ็นต์

Table 4.6. Chemical composition of the experimental diets and plicatulum hay.

Chemical composition	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					Plicatulum hay
Replaced corn meal, %	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)	
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0	
DM [2]	89.64	89.45	89.37	88.91	88.90	91.70
Ash	5.38	5.38	5.87	6.62	6.96	7.99
OM	94.62	94.42	94.13	93.38	93.04	90.01
CP	13.25	13.90	13.39	14.09	14.19	3.62
EE	8.61	8.20	8.19	6.70	6.43	0.74
NFE [3]	62.08	62.24	61.23	61.66	62.61	47.76
NSC [4]	36.80	35.03	38.84	38.27	36.37	6.27
CF	10.68	10.28	11.32	10.93	9.81	39.89
NDF	35.96	37.49	33.71	34.02	35.60	81.38
ADF	20.97	21.03	21.00	21.69	19.44	50.02
Cost, bath/kg	12.71	7.41	7.07	6.60	6.13	2.50
Reduction cost, %	0.00	41.70	44.37	48.07	51.77	-

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2] DM: dry matter; OM: organic matter; CP: crude protein; EE: ether extract; NSC: non structural carbohydrate; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; ADL: acid detergent lignin.
[3] Estimated: NFE = 100-(CP+CF+EE+Ash)
[4] Estimated: NSC = 100-(CP+NDF+EE+Ash)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง (plicatulum hay, PH) ที่ใช้ในการทดลอง (Table 4.6) พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมี ((DM, Ash, OM, EE, NDF และ ADF) ใกล้เคียงกับรายงานของสุทิสา (2548); วรวรรณา (2549) โดยมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 3.36-3.42% แต่สูงกว่ารายงานของอนันต์ (2548); จินดาและคณะ (2544) รายงานว่าหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 2.90-2.99% ขณะที่มีค่า NDF ต่ำกว่า ทั้งนี้คุณค่าทางอาหาร

ของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งที่แตกต่างกันอาจขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น อายุของพืชที่ตัดมาทำแห้ง ความหนาแน่นของพืช ส่วนของพืช ความถี่ในการเก็บเกี่ยว ฤดูกาลและสภาพอากาศ เป็นต้น

4.2.2 ปริมาณการกินได้ของอาหาร (Feed intake)

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยใช้เยื่อในลำต้นสาคู (sago palm pith, SPP) ในสูตรอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake, VFI) (วัตถุแห้ง) ของอาหารข้นและอาหารหยาบในโคพื้นเมืองแต่ละกลุ่มที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบทั้งหมด (kg/d, %BW และ g/kg $W^{0.75}$) เฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05)

ขณะที่ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (kg/d, %BW และ g/kg $W^{0.75}$) ของอาหารข้น (Table 4.7) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ระหว่างโคพื้นเมืองที่ได้รับทดแทนเยื่อในลำต้นสาคูกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แต่ด้อยกว่ากลุ่มที่ 3, 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีปริมาณการกินได้อย่างอิสระของอาหารข้นเพิ่มขึ้นในรูปแบบเป็นเส้นตรง (L, P = .009, .004 และ .004 ตามลำดับ) ตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (0% SPP) อาจเนื่องจาก เยื่อในลำต้นสาคูประกอบด้วยแป้งในระดับสูงและย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้เร็วกว่าแป้งข้าวโพด เนื่องจากมีปริมาณ amylose ที่ต่ำกว่าใน SS เมื่อเปรียบเทียบกับ GC (26 และ 28% amylose) (Morton, 2006) จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานได้ดี ส่งผลให้ปริมาณการกินได้ของอาหารข้นเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในกลุ่มที่มีการทดแทนเยื่อในลำต้นสาคูระดับต่างๆ พบว่าปริมาณการกินอาหารข้นของโคทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารทดแทนด้วยเยื่อในลำต้นสาคูไม่มีความแตกต่างกัน แต่กลุ่มที่ 5 มีปริมาณการกินได้ของอาหารข้นดีกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (4.21 : 3.38 kg/d, 1.78 : 1.40 % BW และ 69.75 : 55.37 g/kg $W^{0.75}$ ตามลำดับ

Table 4.7 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on feed intake in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0			
Days on test	21	21	21	21	21	-	-	-
DMI, kg/d								
Plicatulum hay, kg/d	1.35	1.26	1.26	1.23	1.37	0.15	ns	ns
%BW	0.55	0.53	0.54	0.51	0.51	0.04	ns	ns
g/kg $W^{0.75}$	21.89	20.75	21.24	20.01	19.92	2.07	ns	ns
Concentrate, kg/d	3.32	3.38	3.39	4.09	4.21	0.30	.009	ns
%BW	1.37^{c}	1.40^{bc}	1.47^{abc}	1.74^{ab}	1.78^{a}	0.10	.004	ns
g/kg $W^{0.75}$	54.08^{c}	55.37^{bc}	57.47^{abc}	68.18^{ab}	69.75^{a}	4.15	.004	ns
Total DMI, kg/d	4.67	4.65	4.65	5.32	5.58	0.38	.07	ns
DMI, %BW	1.92^{b}	1.93^{b}	2.02^{ab}	2.25^{ab}	2.28^{a}	0.10	.009	ns
DMI, kg/kg $W^{0.75}$	75.98	76.12	78.71	88.19	89.67	4.50	.01	ns
OMI, kg/d	4.38	4.36	4.52	4.95	5.02	0.31	ns	ns
CPI, kg/d	0.48^{c}	0.51^{bc}	0.52^{bc}	0.63^{ab}	0.65^{a}	0.03	.0004	ns
NDFI, kg/d	2.29	2.30	2.21	2.39	2.48	0.21	ns	ns
ADFI, kg/d	1.38	1.34	1.37	1.50	1.42	0.09	ns	ns
Weight gain at 21d, kg	2.2^{ab}	0.7^{b}	3.0^{ab}	8.3^{ab}	10.1^{a}	2.69	.03	ns
BW change, kg/d	0.1^{ab}	0.03^{b}	0.4^{ab}	0.1^{ab}	0.5^{a}	0.13	.04	ns
BW change, %	0.9^{ab}	0.2^{b}	3.6^{ab}	1.3^{ab}	4.2^{a}	1.10	.03	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2] L = linear, Q = quadratic.
[a-c] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (p<.05)
SEM = Standard error of the mean (n = 5).

เมื่อคิดปริมาณการกินได้ทั้งหมดเฉลี่ย (kg/d) และหน่วยกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแมแทบอลิก (g/kg $W^{0.75}$) ของโคพื้นเมืองทุกกลุ่ม พบว่าโคพื้นเมืองทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารทดแทนด้วยเยื่อในลำต้นสาคูมีปริมาณการกินได้ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) เฉลี่ย 4.65-5.58 kg/d หรือ 75.98-89.67 g/kg $W^{0.75}$ ตามลำดับ ขณะที่เมื่อคิดปริมาณการกินได้ทั้งหมดในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (%BW) ของโคพื้นเมืองทุกกลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่กลุ่มที่ 1 และ 2 ด้อยกว่ากลุ่มที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีปริมาณการกินได้ทั้งหมดของอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในรูปแบบเส้นตรง (L, P=0.07, .009 และ .01 ตามลำดับ) ทำนองเดียวกับปริมาณการกินของโภชนะ (OMI, CPI, NDFI และ ADFI) พบว่าเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว พบว่าโคพื้นเมืองทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ยกเว้นกลุ่มที่ 2 (25% SPP) มีน้ำหนักตัวด้อยกว่ากลุ่มที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (Table 4.7) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารที่มีระดับการทดแทนข้าวโพดด้วยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้น ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้อาหารหยาบ อาหารข้นและปริมาณการกินอาหารทั้งหมดอย่างอิสระ หรือสมรรถภาพของสัตว์ด้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารกลุ่มควบคุมที่ไม่มีเยื่อในลำต้นสาคู (0% SPP) ผสมในสูตร ดังนั้น การนำใช้เยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่อาจช่วยลดต้นทุนการผลิตสัตว์ให้ต่ำลงและเป็นแนวทางการเพิ่มศักยภาพการใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น เพราะต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงสัตว์เป็นค่าอาหารมากกว่า 60-70 เปอร์เซ็นต์

4.2.3 ความสามารถในการย่อยได้และปริมาณการกินได้ของโภชนะในอาหาร

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีน การย่อยได้ของ NDF และ ADF ในโคพื้นเมืองทุกกลุ่ม ที่ได้รับอาหารข้นที่มีการทดแทนเยื่อในลำต้นสาคูระดับต่างๆ ในสูตรอาหาร (Table 4.8) ปรากฏว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (DM, OM, CP, NDF และ ADF) ของโคพื้นเมืองทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05)

ปริมาณการกินได้ของโภชนะที่ย่อยได้ของ OM, NDF และ ADF ของโคพื้นเมืองทุกกลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ขณะที่ ปริมาณการกินได้ของโภชนะโปรตีนที่ย่อยได้ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในรูปแบบเส้นตรง (L, P=.001) โดยเฉพาะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ด้อยกว่าโคได้รับกลุ่มที่ 4 และ 5 (75 และ 100% SPP) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อาจเนื่องมาจาก ปริมาณการกินได้ของอาหารข้นและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโคกลุ่มที่ 4 และ 5 สูงว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4.7 และ 4.8)

จากการคำนวณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Mcal/d และ Mcal/kg) พบว่า โคพื้นเมืองทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารที่มีระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้นสามารถใช้ได้ใน

ระดับ 0-100% โดยไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมดเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การย่อยได้ ปริมาณการกินได้ของโภชนะที่ย่อยได้ หรือสมรรถภาพของสัตว์ด้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารกลุ่มควบคุมที่ไม่มีเยื่อในลำต้นสาคูผสมในสูตรอาหาร และพบว่าความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะโปรตีนเฉลี่ยสูงสุดในกลุ่มที่ 5 ที่ระดับการทดแทนเยื่อในลำต้นสาคู 100% SPP

Table 4.8 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on apparent digestibility and digestible nutrient intake in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0			
Apparent digestibility, %								
DM	65.03	63.75	62.35	67.73	67.92	2.58	ns	ns
OM	67.36	66.17	64.54	70.06	70.76	2.59	ns	ns
CP	62.58	63.25	61.43	66.44	67.95	2.81	ns	ns
NDF	57.92	55.24	51.18	56.20	56.64	3.30	ns	ns
ADF	45.01	42.54	40.16	44.64	36.61	3.83	ns	ns
Ash	29.50	27.27	30.74	36.37	31.01	3.56	ns	ns
EE	89.99	88.32	89.44	90.15	90.07	1.18	ns	ns
Digestible nutrient intake, kg/d								
OM	2.94	2.86	2.98	3.46	3.54	0.25	ns	ns
CP	0.30^{c}	0.32^{bc}	0.33^{bc}	0.42^{ab}	0.44^{a}	0.03	.001	ns
NDF	1.33	1.26	1.15	1.35	1.42	0.16	ns	ns
ADF	0.63	0.56	0.57	0.67	0.52	0.07	ns	ns
Estimated energy intake[3]								
ME Mcal/d	11.18	10.86	11.33	13.17	13.48	0.97	ns	ns
ME Mcal/kg DM	2.40	2.35	2.29	2.47	2.49	0.09	ns	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2] L = linear, Q = quadratic.
[a-c] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<.05)
[3] 1 kg DOM = 3.8 Mcal ME/kg (Kearl, 1982).
SEM = Standard error of the mean (n = 5).

4.2.4 อุณหภูมิ (temperature) และค่าความเป็นกรดด่างของของเหลวในกระเพาะรูเมน (ruminal pH)

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้น ต่ออุณหภูมิและค่าความเป็นกรดด่าง (pH) (Table 4.9) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองในแต่ละช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ในแต่ละกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหาร โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนค่อนข้างคงที่ (39.1-39.4 ^{0}C) ซึ่งเป็นระดับที่ปกติและเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (38-40 ^{0}C) (Hungate, 1969; Van Soest, 1994)

ค่าความเป็นกรดด่าง หรือ pH ภายในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองในช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร พบว่าค่า ruminal pH ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ในแต่ละกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหาร โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของความเป็นกรดด่างค่อนข้างคงที่ (6.4-6.6) ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเยื่อใย (cellulolytic bacteria) (Lyle et al., 1981; Hoover, 1986) และการย่อยของโปรตีน (6.0-7.0) (Hungate, 1969) สอดคล้องกับรายงานของเมธา (2533) และฉลอง (2541) รายงานว่า ระดับ pH ที่เหมาะสมในกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 6.5-

6.5-7.0 และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่า pH ตามช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร พบว่า ค่า rumen pH ลดต่ำลง (6.2-6.4) ในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหาร แต่ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) อาจเนื่องมาจาก เกิดกระบวนการหมักสูงสุดในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหาร

Table 4.9 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on rumen fermentation characteristics in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0			
Temperature, °C								
0 h-post feeding	39.0	39.2	39.0	39.2	39.2	0.15	ns	ns
4	39.6	39.4	39.2	39.2	39.6	0.25	ns	ns
Mean	39.3	39.3	39.1	39.2	39.4	0.15	ns	ns
Ruminal pH								
0 h-post feeding	6.8	6.7	6.7	6.9	6.7	0.13	ns	ns
4	6.2	6.3	6.2	6.4	6.3	0.14	ns	ns
Mean	6.5	6.5	6.4	6.6	6.5	0.12	ns	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2] L = linear, Q = quadratic.
[a-c] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($p<.05$)
SEM = Standard error of the mean (n = 5).

เนื่องจากความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์กับการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ ถ้าระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนไม่เหมาะสม อาจจะมีผลกระทบต่อทั้งชนิดและประชากรของจุลินทรีย์ (Moat and Foster, 1995) ซึ่ง Russell and Dombrowski (1980) รายงานว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นปัจจัยแรกที่มีผลต่อชนิดและการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน กล่าวคือ เมื่อความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำ (pH< 6.0) จะทำให้มีจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายแป้ง (amylolytic bacteria) และจุลินทรีย์กลุ่มที่ทนกรด (acid tolerant bacteria) เพิ่มขึ้น แต่ถ้าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 6.0 ทำให้จำนวนแบคทีเรียที่ย่อยสลายเยื่อใย (cellulolytic bacteria) มีประชากรเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Russell and Wilson (1996) รายงานว่า เมื่อให้อาหารที่มีส่วนประกอบของแป้งในอาหารสูงจะมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนลดลงต่ำกว่า 6.0 มีผลยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มที่ทำหน้าที่ย่อยสลายเยื่อใย ส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลงและการย่อยได้ของโปรตีนและเยื่อใย NDF จะลดลง เมื่อความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนลดลงจาก 6.3 เป็น 5.9 (Endres and Stern, 1993)

Grant and Mertens (1992) รายงานว่า ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยสลายเยื่อใยอยู่ระหว่าง 6.5-6.8 นอกจากนี้ เมื่อความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนลดลง ยังมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโปรตีนด้วย (Bach et al., 2005) โดย Kopecny and Wallace (1982) รายงานว่า ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยสลายโปรตีนอยู่ระหว่าง 5.5-7.0 จากการทดลองครั้งนี้ พบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะรูเมนอยู่ในระดับปกติและเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์

อย่างไรก็ตาม ค่าความกรดด่างอาจถูกควบคุมโดยความเข้มข้นของระดับแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน ซึ่งความผันแปรของ pH อาจเกิดขึ้นโดยเมื่อยูเรียเข้าไปสู่กระเพาะรูเมนและถูก

ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ยูเรียเปลี่ยนไปเป็น CO_2 และแอมโมเนีย (2-NH_3) (Van Soest, 1994) สอดคล้องกับ Roman-Ponve et al. (1974) กล่าวว่า กลุ่มโคที่ได้รับยูเรียเป็นแหล่งโปรตีน เมื่อจุลินทรีย์เข้าย่อยจะสลายตัวได้แอมโมเนียอย่างรวดเร็ว ซึ่งแอมโมเนียมีฤทธิ์เป็นด่างจึงทำให้ค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มสูงขึ้น ทำนองเดียวกับ Pimpa et al. (1996) รายงานว่า เมื่อระดับแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ในกระเพาะรูเมนสูงขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มสูงขึ้นด้วย

4.2.5 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen, NH_3-N) และระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (Blood urea nitrogen, BUN)

ความเข้มข้นของระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ภายในกระเพาะรูเมน พบว่าค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนภายในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (4.0-6.6 และ 3.5-5.7 mg/dL ตามลำดับ) (Table 4.10) โดยโคพื้นเมืองกลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (5.7-6.6 mg/dL) สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 (4.0-4.9 mg/dL) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และยังมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเป็นเส้นตรง (linear contrast) ($P=.01$) ตามระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

ขณะที่ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (3.0-4.57 mg/dL ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเป็นเส้นตรง (linear contrast) ($P=.03$) ตามระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (Table 4.10) ซึ่งแสดงให้เห็น ระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นและ/ หรือถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์ในกระเพาะรูเมนสำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนต่อไป จากการทดลองนี้ แม้ว่าเป็นระดับที่ต่ำกว่าระดับที่ Erdman et al. (1986); Boniface et al. (1986); Perdok and Leng (1990) แนะนำไว้ คือ 15-30 mg/dL

อย่างไรก็ตาม ระดับของ NH_3-N ในกระเพาะรูเมนของโคทุกกลุ่มทดลอง มีปริมาณมากพอสำหรับกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ Satter and Slyter (1974); Schaefer et al. (1980) รายงานว่า ระดับความต้องการที่เหมาะสมของ NH_3-N ต่อการเจริญเติบของจุลินทรีย์สูงสุด (in vitro) คือ ไม่สูงกว่า 5 mg/dL ทำนองเดียวกับ Preston and Leng (1987) รายงานว่า ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 5-25 mg/dL เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ตรงข้ามกับ Windschitl (1991) รายงานระดับ NH_3-N ที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน คือ 11.8-18.3 mg% และ Meherze et al. (1977) รายงานระดับ NH_3-N ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 15-20 mg% อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสัตว์ ชนิดของอาหาร โดยเฉพาะแหล่งคาร์โบไฮเดรต ปริมาณโปรตีนที่กินได้ (Lewis, 1975) ศักยภาพในการเกิดกระบวนการหมักของอาหาร ความสามารถในการย่อยสลายได้ของโปรตีนและสภาพนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสม (เมธา, 2533; Erdmen et al., 1986)

ส่วนค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) พบว่าค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวมมีความแตกต่างกัน

(P<0.05) (5.3-9.6, 7.4.11.7 และ 6.4-11.6 mg/dL ตามลำดับ) (Table 4.10) โดยโคพื้นเมืองกลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และยังมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเป็นเส้นตรง (linear contrast) (P=.003) ตามระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร อาจเนื่องมาจาก ปริมาณการกินได้ของอาหารข้นสูงกว่าทำให้โคได้รับโภชนะโปรตีนสูงกว่ากลุ่มอื่น สอดคล้องกับ Preston et al. (1965) รายงานว่า ค่าของ BUN มีสหสัมพันธ์สูง (highly correlation) กับปริมาณโปรตีนที่กินได้และสัมพันธ์กับระดับการผลิตแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน (Lewis, 1975; Folman et al., 1981; Kung and Huber, 1983)

Table 4.10 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on rumen fermentation characteristics in in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0			
NH_3-N, mg/dl								
0 h-post feeding	4.0^{c}	4.9^{bc}	5.0^{abc}	6.6^{a}	5.7^{ab}	0.48	.03	ns
4	3.0	3.0	3.6	4.4	4.6	0.55	.03	ns
Mean	3.5^{b}	3.9^{b}	4.3^{b}	5.5^{a}	5.3^{a}	0.32	.01	ns
BUN, mg/dl								
0 h-post feeding	5.3^{b}	5.9^{b}	6.8^{ab}	8.6^{ab}	9.6^{a}	0.99	.004	ns
4	7.5^{b}	7.4^{b}	9.3^{ab}	10.7^{a}	11.7^{a}	0.84	.003	ns
Mean	6.4^{b}	6.6^{b}	8.0^{ab}	9.6^{a}	10.6^{a}	0.88	.003	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2] L = linear, Q = quadratic.
[a-c] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (p<.05)
SEM = Standard error of the mean (n = 5).

ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ค่า BUN เป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่ปกติของโคอยู่ในช่วง 6.3-25.5 mg% (Lewis, 1975) และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่า BUN ตามช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร พบว่า ค่า BUN สูงขึ้นในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหาร สอดคล้องกับ Manston et al. (1981); Huntington (1984) รายงานว่า ค่าความเข้มข้นของ BUN ในเลือดสูงขึ้นหลังกินอาหาร 1 ชั่วโมงและเพิ่มสูงสุดในชั่วโมงที่ 3-4 หลังการให้อาหาร (Van Soest, 1994) นอกจากนี้ในอาหารกลุ่มที่ 4 และ 5 มีแหล่งของ NPN ที่ย่อยสลายได้รวดเร็วสูงกว่า (ยูเรีย 1-1.5%) มีแนวโน้มของระดับ NH_3-N สูงกว่า ซึ่งระดับของ BUN มีสหสัมพันธ์โดยตรงกับค่า NH_3-N (Preston et al., 1965; Lewis, 1975)

4.2.6 ระดับความเข้มข้นของกลูโคส (Glucose) และปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่น (packed cell volume, PCV) ในกระแสเลือด

ค่าทางโลหิตวิทยาของร่างกายต่างๆ สามารถบ่งชี้ความสมดุลทางสรีระของร่างกายสัตว์ ตัวชี้วัดที่ดีสำหรับสุขภาพสัตว์และระดับโภชนาการของสัตว์คือ ค่าความเข้มข้นของกลูโคส (Glu) ปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่น (PCV) ระดับโปรตีนในซีรั่ม (total serum protein, TSP) และระดับโปรตีนอัลบูมินในซีรั่ม (serum albumin, SA) และ BUN เป็นต้น

กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของสัตว์ทุกชนิด ในสัตว์เคี้ยวเอื้องกลูโคสเป็นสารตั้งต้น (precursor) ที่สำคัญในการสังเคราะห์น้ำตาลแลคโตส (lactose) และกลีเซอรอล (glycerol) ซึ่งสัตว์ต้องการกลูโคสเพื่อการดำรงชีพและการให้ผลผลิต

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้น ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับกลูโคสในกระแสเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ยกเว้นกลุ่มที่ 5 (100% SPP) มีระดับกลูโคสในกระแสเลือดสูงกว่ากลุ่มอื่น (Table 4.11) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 62.5-68.4 mg/dl ใกล้เคียงกับรายงานของทวีพร (2544) รายงานว่า โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนมีระดับกลูโคสในกระแสเลือดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 63.7-75.2 mg/dl อย่างไรก็ตาม ความผันแปรของค่ากลูโคสในกระแสเลือดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สถานะภาพทางสรีระ (physiological status) ของสัตว์ (Firat and Ozpinar, 1996) หรือโรค (disease conditions) (Ford et al., 1990) และระยะเวลาในการสุ่มตัวอย่าง (Hove and Halse, 1983) หรือชนิดสัตว์และระดับอาหารที่สัตว์ได้รับ

Mahardika et al.(2000) รายงานว่า ปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดลดลงในชั่วโมงที่ 2 และเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 3-4 หลังการให้อาหาร เพราะปริมาณกรดพรอพิโอนิค (propionic acid, C_3) ในกระเพาะรูเมนซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กลูโคสเพิ่มสูงสุดในชั่วโมงที่ 3 หลังการให้อาหาร ซึ่ง Fahey and Berger (1988) รายงานว่า กลูโคสในสัตว์เคี้ยวเอื้องสร้างมาจากกระบวนการกลูโคนีโอเจนีซิส (gluconeogenesis) ประมาณ 27-54% โดยความเข้มข้นปกติของกลูโคสในเลือดโคที่โตเต็มที่มีค่าเฉลี่ย 60 mg/dl

ส่วนค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นในกระแสเลือด พบว่าค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นในกระแสเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในช่วง 31.6-33.0% ใกล้เคียงกับรายงานของทวีพร (2544) รายงานว่า ค่า PCV โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.37%

Table 4.11 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on blood metabolized characteristics in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0			
Glu, mg/dl								
0 h-post feeding	65.0^{b}	63.4^{b}	61.8^{b}	62.0^{b}	68.4^{a}	1.05	ns	0.03
4	64.6^{ab}	66.6^{ab}	64.8^{ab}	63.0^{b}	68.4^{a}	1.59	ns	ns
Mean	64.8^{ab}	65.0^{ab}	63.3^{b}	62.5^{b}	68.4^{a}	1.34	ns	ns
PCV, %								
0 h-post feeding	32.8	32.0	32.8	32.4	30.6	1.21	ns	ns
4	33.2	31.8	33.0	32.4	32.6	1.69	ns	ns
Mean	33.0	31.8	32.9	32.4	31.6	1.34	ns	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2] L = linear, Q = quadratic.
[a-b] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (p<.05)
SEM = Standard error of the mean (n = 5).

ในการศึกษาทดลองครั้งนี้พบว่าค่า PCV อยู่ในช่วงที่ปกติที่รายงานโดย William et al. (1969); Benjamin (1978) รายงานว่า ค่า PCV ที่ปกติของโคอยู่ในช่วง 24-48% ซึ่งค่า PCV

สามารถประเมินความสมบูรณ์ของร่างกายโคและสุขภาพสัตว์เบื้องต้น (สาทิศและคณะ, 2537; Jain, 1993) สอดคล้องกับสาทิศและคณะ (2537) รายงานว่า ค่า PCV กับค่าคะแนนรูปร่างของโค (body condition score, BSC) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ทำนองเดียวกับรายงานของ มณเฑียร และคณะ (2540) รายงานว่า ค่าเฉลี่ยของค่า PCV มีแนวโน้มลดลงสำหรับแม่โคที่มีคะแนนสภาพร่างกายตั้งแต่ระดับ 3 ลงมา ขณะที่พบปริมาณโปรตีนในซีรั่มผิดปกติในแม่โคบราห์มันที่มีคะแนนสภาพร่างกายตั้งแต่ระดับ 4 ลงมา อย่างไรก็ตาม ค่า PCV ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ระดับโภชนาการที่สัตว์ได้รับและพันธุ์สัตว์ สอดคล้องกับ Rasedee et al. (1982) รายงานว่า ค่า PCV เปลี่ยนแปลงได้ตามระดับโภชนการที่สัตว์ได้รับ โดยโคนมที่ได้รับอาหารข้น 1.75% ของน้ำหนักตัว มีค่า PCV มากกว่าโคนมที่ได้รับอาหารข้น 1% ของน้ำหนักตัว นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับพันธุ์สัตว์ พบว่าค่า PCV ในโคนม (35.91%) และกระบือ (38.37%) มีค่า PCV สูงกว่าโคเนื้อ (30.37%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ทวีพร, 2544) ขณะที่แม่โคพันธุ์บราห์มันมีค่า PCV เฉลี่ย 35% (มณเฑียร และคณะ, 2540)

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารที่มีเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารข้น ไม่มีผลต่อระดับกลูโคสในกระแสเลือดที่จะนำไปใช้ประโยชน์และค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงที่อัดแน่นในร่างกายของโคพื้นเมือง แสดงให้เห็นถึงสภาวะพลังงานสมดุลในร่างกายของโคพื้นเมือง ส่งผลต่อน้ำหนักตัวของโค พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้น (Table 4.7) ซึ่งค่ากลูโคสที่ต่ำมักเกิดจากได้รับอาหารไม่เพียงพอและมีค่า PCV ต่ำกว่าระดับปกติ (Hove and Halse, 1983; Jain, 1993)

4.2.7 ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ของของเหลวในกระเพาะหมัก

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้นต่อความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acids, TVFAs) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของกรดอะซีติค (acetic acid, C_2) กรดโพรพิออนิค (propionic acid, C_3) และกรดบิวทีริค (butyric acid, C_4) ในแต่ละช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม (Table 4.12) พบว่าทุกค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในแต่ละกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหาร แต่กลุ่มที่ได้รับเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารข้น มีแนวโน้มความเข้มข้นของกรดโพรพิออนิคสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (0% SPP) และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในกลุ่มที่มีการทดแทนเยื่อในลำต้นสาคูในระดับต่างๆ กัน พบว่าโคพื้นเมืองทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารทดแทนด้วยเยื่อในลำต้นสาคูไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้น กลุ่มที่ 5 มีค่าความเข้มข้นของกรดโพรพิออนิคสูงกว่ากลุ่มที่ 2 (27.8 mol/ 100mol) ($P<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 30.7 mol/ 100mol (Table 4.12) ที่ช่วงเวลา 0 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม อาจเนื่องมาจาก เยื่อในลำต้นสาคูมีอัตราการย่อยสลายสูงกว่าข้าวโพด (ผลจากการทดลองที่ 4.1, Table 4.2, 4.3 และ Figure 4.1 และ 4.2) เพราะมีสัดส่วนของปริมาณ amylose ที่ต่ำกว่าในข้าวโพด (26 และ 28% amylose) (Morton, 2006) ซึ่งสอดคล้องกับ Sutton et al. (1993) รายงานว่า ปริมาณแป้งที่ย่อยสลายได้ง่ายเพิ่มขึ้นในอาหารข้นมีผลทำให้ระดับความเข้มข้นของกรดโพรพิออนิคในกระเพาะรูเมนสูงขึ้น ขณะที่ ระดับความเข้มข้นของกรดอะซีติคลดลง

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด (TVFAs) ตามช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร พบว่าค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหาร แต่ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) สอดคล้องกับ Wanapat (2000) รายงานว่า TVFAs จะเพิ่มขึ้นและถึงจุดสูงสุดหลังการให้อาหาร 2-4 ชั่วโมง ทั้งการให้อาหารในตอนเช้าและตอนเย็น

Table 4.12 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on volatile fatty acid profiles in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0			
Total VFA, mmol/ L								
0 h-post feeding	134.7	93.6	103.8	121.7	131.5	18.76	ns	ns
4	128.9	122.8	137.3	119.8	146.3	15.16	ns	ns
Mean	131.8	108.2	120.5	120.7	138.9	15.50	ns	ns
Molar proportion of VFA, mol/ 100mol								
Acetate (C_2)								
0 h-post feeding	64.4	64.7	61.2	64.6	62.0	1.12	ns	ns
4	64.1	64.1	62.4	63.9	63.3	1.33	ns	ns
Mean	64.2	64.4	61.8	64.3	62.6	0.88	ns	ns
Propionate (C_3)								
0 h-post feeding	29.5^{ab}	27.7^{b}	29.9^{ab}	30.4^{ab}	31.5^{a}	1.09	ns	ns
4	29.4	27.9	30.3	30.5	29.90	0.96	ns	ns
Mean	29.5^{ab}	27.8^{b}	30.1^{ab}	30.4^{a}	30.7^{a}	0.77	ns	ns
Butyrate (C_4)								
0 h-post feeding	6.1	7.6	8.8	5.1	6.4	1.25	ns	ns
4	6.5^{ab}	7.9^{a}	7.3^{ab}	5.5^{b}	6.8^{ab}	0.68	ns	ns
Mean	6.3^{ab}	7.8^{ab}	8.1a	5.2^{b}	6.6^{ab}	0.83	ns	ns
C2:C3 ratio								
0 h-post feeding	2.2^{ab}	2.4^{a}	2.1^{ab}	2.2^{ab}	2.0^{b}	0.10	ns	ns
4	2.2	2.3	2.1	2.3	2.1	0.18	ns	ns
Mean	2.2	2.3	2.1	2.2	2.1	0.08	ns	ns
C2 +C4:C3 ratio								
0 h-post feeding	2.5^{ab}	2.7^{a}	2.4^{ab}	2.4^{ab}	2.2^{b}	0.12	ns	ns
4	2.4	2.6	2.3	2.3	2.4	0.11	ns	ns
Mean	2.4^{ab}	2.6^{a}	2.3^{ab}	2.3^{ab}	2.3^{b}	0.09	ns	ns
CH_4, mol%[3]								
0 h-post feeding	23.28^{ab}	24.56^{a}	22.90^{ab}	22.74^{ab}	21.83^{b}	0.76	ns	ns
4	23.33	24.40	22.67	22.59	22.97	0.71	ns	ns
Mean	23.31	24.48	23.38	22.66	22.40	0.63	ns	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2] L = linear, Q = quadratic.
[a-b] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (p<.05)
SEM = Standard error of the mean (n = 5).
[3] CH_4 = (0.45 x acetic acid) – (0.275 x propionic acid) + (0.40 x butyric acid) (Moss et al., 2000)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าสัดส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (C_2:C_3 และ C_2+C_4:C_3 ratio) ตามช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในแต่ละกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหาร แต่กลุ่มที่ได้รับเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารข้น มีแนวโน้มสัดส่วนความเข้มข้นของ C_2:C_3 และ C_2+C_4:C_3 ratio สูงกว่ากลุ่มที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ที่เวลา 0 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม ตามลำดับ ทำนองเดียวกับการผลิตแก๊สเมทเธน (CH_4) จากการ

คำนวณ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในแต่ละกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหาร แต่มีแนวโน้มลดลงตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (ที่เวลา 0 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร) อาจเนื่องมาจาก มีการผลิตกรดโพรพิออนิคเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการผลิตกรดอะซิติคซึ่งมีค่าต่ำที่สุดด้วยเช่นกัน เนื่องจากกระบวนการผลิตกรดอะซิติคและกรดบิวทีริคจะมีแก๊สเมทเธนเกิดขึ้นด้วย จากการรีดิวซ์คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ด้วยไฮโดรเจน (H) ที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์กรดทั้งสอง ($H_2+CO_2 = CH_4$) (Preston and Leng, 1987) แต่สำหรับการสังเคราะห์กรดโพรพิออนิคจะไม่มีแก๊สเมทเธนเกิดขึ้น

ดังนั้น ถ้ามีการสังเคราะห์กรดโพรพิโอนิคมากก็จะมีแก๊สเมทเธนเกิดขึ้นน้อย ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีการสังเคราะห์กรดอะซิติคและกรดบิวทีริคมากกว่าก็จะมีแก๊สเมทเธนเกิดขึ้นมาก ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานทางหนึ่งนอกเหนือจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก (เมธา, 2533; Preston and Leng, 1987; Van Soest, 1994)

จากผลการทดลองครั้งนี้ ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดของของเหลวในกระเพาะรูเมน (108.2-138.9 mmol/L) มีค่าใกล้เคียงกับ France and Siddons (1993) รายงานว่า ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนปกติมีค่าระหว่าง 70-130 mmol/L และบุญล้อม (2541) รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายในกระเพาะรูเมนจะแปรผันระหว่าง 70-150 mmol/L ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุที่ได้ (Garnsworthy, 1988; Ørskov, 1988; Forbes and France, 1993) สอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ (Table 4.7 และ 4.8) เนื่องมาจากค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด ขึ้นอยู่กับปริมาณการกินได้ทั้งหมด สอดคล้องกับ Sutton (1985) รายงานว่า การผลิตกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมด มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OM) โดยถ้าหากความสามารถในการย่อยได้ของอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้การผลิตกรดไขมันระเหยได้ง่ายเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ ความเข้มข้นของ C_2 ,C_4 และ C_3 มีอิทธิพลมาจากอาหารที่สัตว์กิน ถ้าสัตว์ได้รับอาหารหยาบมากจะมีการผลิตกรดอะซิติกมาก แต่ถ้าสัตว์ได้รับอาหารข้นมากจะทำให้ความเข้มข้นของกรดโพรพิออนิคเพิ่มสูงขึ้นและสัดส่วนของ C_2:C_3 ลดลง (ฉลอง, 2541) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ง่ายยังขึ้นอยู่กับชนิดอาหารและระยะเวลาการสุ่มหลังจากกินอาหาร ทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมันและสัดส่วนของกรดแต่ละตัวแปรผันด้วย ซึ่งกรดที่มีมากที่สุดคือ กรดอะซิติค ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ กรดโพรพิออนิค ประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ และกรดบิวทีริค ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (บุญล้อม, 2541) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองดังกล่าว

ขณะที่ เมธา (2533) กล่าวว่า C_2, C_4 และ C_3 ในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมควรอยู่ที่ในช่วง 65-70, 10-15 และ 20-22 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันระเหยได้ง่ายทั้งหมดและมีสัดส่วนของ C_2:C_3 อยู่ในช่วง 1-4 ตามลำดับ ทำนองเดียวกับ Hungate (1966) รายงานว่า ความเข้มข้นของ C_2, C_4 และ C_3 ในกระเพาะรูเมนควรอยู่ที่ 62, 16 และ 22 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายทั้งหมด ตามลำดับ

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารที่มีระดับการทดแทนข้าวโพดด้วยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้น ไม่มีผลกระทบต่ออัตราและรูปแบบกระบวนการหมักในกระเพาะหมักของโคพื้นเมือง อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มความเข้มข้นของกรดโพรพิออนิคเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อ

ในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การผลิตแก๊สเมทเธนในกระเพาะรูเมนลดลง เมื่อสัดส่วนการทดแทนเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นประเด็นที่น่าสนใจในปัจจุบัน เพราะการผลิตแก๊สเมทเธนทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน เป็นผลให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของอาหารต่ำ อีกทั้งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจก (green house effect) ซึ่งแก๊สเมธเทนเกิดขึ้นได้จากหลายแหล่งและประมาณร้อยละ 20 ของทั้งหมด เกิดจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ดังนั้น จึงมีนักวิจัยหลายท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ เพื่อหาวิธีที่ลดการผลิตก๊าซดังกล่าวทั้งการใช้เทคนิคทางเคมี เช่น การปรับปรุงกระบวนการหมักให้ลดการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการผลิตแก๊สเมธเทน หรือให้มีการนำใช้ก๊าซไฮโดรเจนทางอื่น เช่น การใช้เพื่อผลิตกรดโพรพิออนิคแทนการผลิตแก๊สเมธเทน มีการใช้สารประกอบไอโอโนฟอร์ เช่น โมเนนซิน (monensin) เพื่อเพิ่มการผลิตกรดโพรพิออนิคและยับยั้งเอนไซม์ที่ใช้ในการผลิตแก๊สเมธเทน เป็นต้น แนวทางในการลดการผลิตแก๊สเมทเธนจึงเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาต่อไป

4.2.8 จำนวนแบคทีเรีย โปรโตซัวและเชื้อราโดยวิธีการนับตรง (total direct count)

จากการตรวจนับปริมาณแบคทีเรีย (bacteria) โปรโตซัว (protozoa) และเชื้อรา (fungal zoospores) โดยวิธีการนับตรง (total direct count) ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 4.13) และเมื่อเปรียบเทียบโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดแทนเยื่อในลำต้นสาคูระดับต่างๆ กัน พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันระหว่างโคพื้นเมืองกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

จากการทดลองนี้ พบว่าจำนวนประชากรของแบคทีเรียและเชื้อราในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองเพศผู้ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.45-4.40 $x10^{10}$ และ 0.75-0.85 $x10^{6}$ cell/ ml ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Hungate (1966) รายงานว่าประชากรของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน มีค่าอยู่ในช่วง 10^{10}-10^{12} และ 10^{4}-10^{6} cell/ ml ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า อาหารที่มีระดับการทดแทนข้าวโพดด้วยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้น ไม่มีผลต่อปริมาณการกินอาหารทั้งหมดอย่างอิสระ ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมักและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง หรือสมรรถภาพของสัตว์ด้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารกลุ่มควบคุมที่ไม่มีเยื่อในลำต้นสาคู (0% SPP) ผสมในสูตร อย่างไรก็ตาม ประชากรของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดของอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง สัดส่วนของอาหารข้นต่ออาหารหยาบ ระดับของ NH_3-N หรือประสิทธิภาพการย่อยได้ โดยอาหารที่มีการย่อยได้สูงและอาหารที่มีผลทำให้มีการเพิ่มขึ้นของระดับของ NH_3-N ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้น (Wallace, 1979; Song and Kennelly, 1990)

จากผลการทดลองใน Table 4.13 พบว่าประชากรโปรโตซัวทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.86-2.39$x10^{6}$ cell/ ml ซึ่งสอดคล้องกับ Hungate (1966) รายงานว่า ประชากรโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนมีค่าอยู่ในช่วง 10^{4}-10^{6} cell/ ml และใกล้เคียงกับ Khampa et al. (2006) ได้ทำการทดลองในโคนมเพศผู้ตอน พบว่ามีประชากรโปรโตซัวเฉลี่ย 1.4$x10^{6}$ cell/ ml ขณะที่ Chanjula et al. (2007) ได้ทำการทดลองในแพะลูกผสม

เพศผู้ (Thai Native×Anglo Nubian) พบว่ามีประชากรโปรโตซัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.41-3.57x10^6 cell/ ml

Table 4.13 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on rumen microbs in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2/]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.06	40.5	54.0			
Total direct count								
Bacteria (x10^{10}cell/ml)								
0 h-post feeding	4.30	2.80	3.10	3.80	3.50	0.52	ns	ns
4	4.50	4.1	4.50	4.60	5.30	1.23	ns	ns
Mean	4.40	3.45	3.80	4.20	4.40	0.85	ns	ns
Fungal zoospores (x10^6 cell/ ml)								
0 h-post feeding	0.60	0.50	0.50	0.60	0.70	0.07	ns	ns
4	1.10	1.00	1.00	1.10	1.00	1.56	ns	ns
Mean	0.85	0.75	0.75	0.85	0.85	0.32	ns	ns
Total Protozoa(x10^6 cell/ml)								
0 h-post feeding	2.28	1.44	1.47	1.81	0.75	1.49	ns	ns
4	2.50	1.68	1.42	1.82	0.99	1.46	ns	ns
Mean	2.39	1.56	1.44	1.82	0.86	1.46	ns	ns
Holotrich sp. (x10^5 cell/ml)								
0 h-post feeding	0.63	0.57	0.40	0.72	0.27	0.18	ns	ns
4	0.50	0.75	0.57	1.07	1.15	0.25	.07	ns
Mean	0.56	0.66	0.49	0.90	0.72	0.01	ns	ns
Entodiniomorphs sp. (x10^6 cell/ml)								
0 h-post feeding	2.14	1.40	1.43	1.73	0.72	1.47	ns	ns
4	2.45	1.60	1.36	1.72	0.75	1.44	ns	ns
Mean	2.30	1.50	1.39	1.72	0.73	1.45	ns	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2]L = linear, Q = quadratic.
[a-b] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($p<.05$)
SEM = Standard error of the mean (n = 5).

ทำนองเดียวกับ เมื่อพิจารณากลุ่มประชากรโปรโตซัวโดยแบ่งออกเป็นกลุ่ม (*Holotrich sp.* และ *Entodiniomorphs sp.*) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่มีแนวโน้มประชากรโปรโตซัวลดลงตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร โดยกลุ่ม *Entodiniomorphs sp.* มีประชากรมากกว่ากลุ่ม *Holotrich sp.* (Russell, 2002) ซึ่งจำนวนโปรโตซัวมีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและนิเวศน์วิทยาในกระเพาะหมัก โดยเฉพาะแหล่งของ NSC ในอาหาร ซึ่ง Williams and Coleman (1992); Russell (2002) รายงานว่า *Holotrich sp.* ชอบใช้ soluble carbohydrate ขณะที่กลุ่ม *Entodiniomorphs sp.* มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ feed particle และชอบใช้แป้ง (starch) มากกว่า สอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้ โดยในกลุ่มควบคุมที่ใช้ข้าวโพด (0% SPP) มีประชากรโปรตัวซัวสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนในกลุ่มที่ได้รับเยื่อในลำต้นสาคู แป้งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการหมัก ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ จากการที่จำนวนประชากรโปรโตซัวลดลง ทำให้แบคทีเรียที่ผลิตแก๊สเมธเทน (methanogens) ที่เกาะอยู่กับโปรโตซัวและใช้ไฮโดรเจนที่โปรโตซัวผลิตมาใช้ในการสังเคราะห์แก๊สเมธเทนลดบทบาทลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้ โดยแก๊สเมธเทนมีแนวโน้มลดลงตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่

เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (Table 4.12) มากกว่านั้น ประชากรโปรโตซัวที่ลดลงมีผลดีทำให้ประชากรแบคทีเรียเพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีการสังเคราะห์จุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยปกติภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมโปรโตซัวจะเจริญได้ดีและแย่งอาหารจากแบคทีเรียและการใช้แบคทีเรียเป็นอาหารก็จะเพิ่มขึ้น Russell (2002) รายงานว่า จำนวนโปรโตซัวที่เพิ่มขึ้นทำให้แบคทีเรียลดลง เนื่องจากโปรโตซัวจับกิน (enguf) แบคทีเรียเป็นอาหาร โดยทั่วไปโปรโตซัวสามารถใช้แบคทีเรียเป็นอาหารได้สูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่มีอยู่ อย่างไรก็ตาม ถ้าในสูตรอาหารมีเมล็ดธัญพืชเป็นหลัก โปรโตซัวจะกินเมล็ดแป้งสามารถช่วยปรับ pH และป้องกันสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักได้ (Russell and Hespell, 1981; McAllister et al., 1993)

4.2.9 ความสมดุลของไนโตรเจน (N balance) และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน (nitrogen utilization)

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารขันระดับต่างๆ ต่อความสมดุลของไนโตรเจนและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนของโคพื้นเมืองทั้ง 5 กลุ่ม ปรากฏว่าปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนในรูปของไนโตรเจนอาหารข้น (N-concentrate) และปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนทั้งหมด (Total N intake) ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ยกเว้น กลุ่มที่ 1 ด้อยกว่ากลุ่มที่ 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 4.14) ขณะที่ ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ระหว่างโคพื้นเมืองกลุ่มที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ แต่มีการตอบสนองในลักษณะรูปแบบเป็นเส้นตรง ($P=.001$ และ $.0007$) ตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (0% SPP)

อาจเนื่องมาจาก ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของอาหารข้น ความสามารถในการย่อยได้และปริมาณการกินได้ของโภชนะในอาหารของโภชนะโปรตีนต่ำกว่ากลุ่มอื่น (Table 4.7 and 4.8) ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่โคได้รับ มีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้อย่างอิสระและความสามารถในการย่อยได้ ทำให้ปริมาณ N digested ของกลุ่มอื่นๆ สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ปริมาณการขับไนโตรเจน (N excretion) พบว่าปริมาณการขับไนโตรเจนในมูล (Fecal N) ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ขณะที่ ปริมาณการขับไนโตรเจนทางปัสสาวะ (Urinary N) และปริมาณการขับไนโตรเจนออกจากร่างกายทั้งหมด (Total N excretion) มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยมีการตอบสนองในลักษณะรูปแบบเป็นเส้นตรง ($P=.0009$ และ $.02$) ตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (0% SPP) อาจเนื่องมาจากโคได้รับไนโตรเจนจากอาหารมากเกินความต้องการของจุลินทรีย์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ไนโตรเจนจะถูกขับออกมาทางปัสสาวะ ซึ่งมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่า NH_3-N ในกระเพาะรูเมน และ BUN ในกระแสเลือด (Table 4.10) โดยหากมีการย่อยสลายโปรตีนเป็น NH_3-N ในกระเพาะรูเมนมากเกินความต้องการ NH_3-N ถูกดูดซึมจากกระเพาะรูเมนเข้าสู่กระแสเลือดเพิ่มมากขึ้นเพื่อเปลี่ยนให้เป็นยูเรียที่ตับ เพื่อป้องกันการเป็นพิษของแอมโมเนีย (ammonia toxicity) ทำให้ความเข้มข้นของ BUN ในกระแสเลือดสูงตามไปด้วยและถูกขับออกมาทางปัสสาวะ หรือถูกดูดกลับไปใช้ประโยชน์ต่อไป (Preston and Leng, 1987; Van Soest, 1994) สอดคล้องกับ

รายงานของกังวาน (2531) รายงานว่า กระบือที่ได้รับโปรตีนในอาหารสูงขึ้น (7, 10 และ 13% CP) มีไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมามากขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหาร

Table 4.14 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on nitrogen utilization in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0			
N balance, g/d								
Total N intake	78.09^{b}	84.26^{ab}	85.73^{ab}	101.49^{a}	104.94^{a}	6.66	.001	ns
N-concentrate	70.20^{b}	76.95^{ab}	78.41^{ab}	94.25^{a}	97.95^{a}	6.35	.0007	ns
N-roughage	7.89	7.31	7.32	7.23	6.59	0.96	ns	ns
N digested	48.44	50.33	53.32	67.50	71.15	6.75	ns	ns
N excretion, g/d								
Fecal N	29.56	33.93	32.41	33.98	33.78	3.64	ns	ns
Urinary N	16.12^{b}	18.27^{b}	20.40^{ab}	22.52^{ab}	26.49^{a}	2.11	.0009	ns
Total N excretion	45.69^{b}	52.21^{ab}	52.81^{ab}	56.50^{ab}	60.27^{a}	3.96	.02	ns
Absorbed N	48.44	50.33	53.32	67.50	71.15	6.75	ns	ns
Retained N	32.40	32.05	32.92	44.98	44.66	5.73	.03	ns
N output (% of N intake)								
Absorbed	62.57	59.98	59.41	66.44	67.86	4.95	ns	ns
Retained	41.86	37.79	35.48	44.09	42.66	5.01	ns	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.
[2] L = linear, Q = quadratic.
[a-b] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($p<.05$)
SEM = Standard error of the mean (n = 5).

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้นระดับต่างๆ ต่อค่าไนโตรเจนที่ถูกดูดซึม (Absorbed N) และปริมาณการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกาย (Retained N) (Table 4.14) พบว่าระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้นไม่ส่งผลต่อค่าไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมและปริมาณการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกาย อย่างไรก็ตาม ปริมาณการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกาย มีการตอบสนองในลักษณะรูปแบบเป็นเส้นตรง (P=.03) ตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (0% SPP)

ทำนองเดียวกับค่าไนโตรเจนที่ถูกดูดซึม (% of N intake) และค่ากักเก็บไนโตรเจน (% of N intake) พบว่า ระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้น ไม่ส่งผลต่อค่าไนโตรเจนที่ถูกดูดซึม (59.41-67.86%) และค่ากักเก็บไนโตรเจน (35.48-44.09%)

จากการทดลองครั้งนี้แสดงว่า ระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่ทดแทนข้าวโพดในอาหารไม่มีผลต่อความสมดุลของไนโตรเจนและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนของโคพื้นเมืองทุกกลุ่มมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโคได้รับไนโตรเจนสูงกว่าความต้องการของร่างกาย และแสดงให้เห็นว่าอาหารทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูระดับต่างๆ กัน ใช้เป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหาร สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี ในทางตรงกันข้าม ถ้าสัตว์ได้รับไนโตรเจนจากอาหารน้อยสัตว์จะเพิ่มการกักเก็บไนโตรเจนไว้ในร่างกาย ไนโตรเจนจะถูกขับออกมาทางมูลและปัสสาวะน้อยลง เพื่อเป็นการรักษาสมดุลไนโตรเจนในร่างกาย เนื่องจากสัตว์มีกลไกควบคุมความสมดุลของไนโตรเจนในร่างกาย เมื่อได้รับไนโตรเจนจากอาหารในปริมาณที่ต่ำ โดยไตจะลดการขับยูเรียออกทางปัสสาวะทำให้ยูเรียหมุนกลับเข้าสู่

กระเพาะหมักได้อีก (Church, 1979) ขณะที่พนอม (2526) รายงานว่า กระบือที่ได้รับโปรตีนจากอาหารต่ำกว่าความต้องการของร่างกาย ไนโตรเจนที่ถูกขับออกมาในปริมาณที่มากกว่าไนโตรเจนที่ได้รับ ทำให้ไนโตรเจนที่กักเก็บเป็นลบ

4.2.10 ปริมาณการขับอนุพันธ์พิวรีนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน

การประเมินประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนภายในกระเพาะรูเมน โดยประเมินจากระดับอนุพันธ์พิวรีนที่ขับออกมากับปัสสาวะนั้น ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้นระดับต่างๆ ต่อปริมาณการขับอนุพันธ์พิวรีนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (Table 4.15) โดยพบว่า ระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารข้นไม่ส่งผลทำให้ปริมาณอัลลันโตอิน (allatoin) ที่ขับออก อนุพันธ์พิวรีนที่ขับออก อนุพันธ์พิวรีนที่ดูดซึม จุลินทรีย์โปรตีนที่สังเคราะห์ (MNS) และประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (EMNS) ของโคพื้นเมืองเพศผู้ตอนแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม พบว่าอนุพันธ์พิวรีนที่ขับออกและปริมาณจุลินทรีย์โปรตีนที่สังเคราะห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (0% SPP) ซึ่งสอดคล้องกับประชากรของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน ปริมาณการกินได้ของโภชนะโปรตีน ความสามารถในการย่อยได้ และปริมาณการกินได้ของโภชนะโปรตีนในอาหารที่ย่อยได้ (kg/d) และระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับรายงานของ Balcells et al. (1991); Chen et al. (1992) ปริมาณการขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะ รวมทั้งประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน จะเพิ่มขึ้นตามระดับของไนโตรเจนในอาหาร

Table 4.15 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on purine derivatives in Southern indigenous bulls fed on plicatulum hay as roughage.

Attribute	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM	Contrast[2]	
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)		L	Q
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0			
Allantoin excretion, mmol/d	91.60	86.08	81.11	94.35	105.34	10.63	ns	ns
PD, mmol/d								
PD excretion[3]	107.77	101.27	95.43	107.53	120.40	12.53	ns	ns
PD absorption[4]	103.21	95.70	89.66	103.27	118.42	14.66	ns	ns
Microbial N supply, g N/d[5]	75.03	69.57	65.18	75.07	86.09	10.65	ns	ns
EMNS, g N/kg of OMDR[6]	38.86	38.83	38.94	33.23	37.64	6.22	ns	ns

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.

[2] L = linear, Q = quadratic.

[a-b] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($p<.05$)

SEM = Standard error of the mean (n = 5).

[3] Allantoin in urine cattle was 80-85 % of total purine (IAEA, 1997).

[4] Calculation PD absorption (PD excretion -0.385*$BW^{0.75}$)/ 0.85 (Verbic et al., 1990).

[5] Microbial N (g N/day) = (Xx70)/ (0.116x0.83x1,000) = 0.727xX (where, X = total absorption of purine derivatives) (Chen et al., 1993).

[6] EMNS = Efficiency of microbial nitrogen supply (g N/kg OMDR), organic matter digestible in the rumen (OMRD, kg) = 65 % of organic matter digestible in total tract (ARC, 1984).

นอกจากนี้ Hume (1970) พบว่า หากระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักมีค่าสูงขึ้นประมาณ 114 mg/l จะทำให้มีการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Hoover and Stokes (1991) รายงานว่า การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (microbial growth) อาจถูกจำกัดเมื่อมีโปรตีนที่ย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว (rumen degradable protein, RDP) น้อยกว่า 10-11% (DM) ของสูตรอาหาร สำหรับการเจริญเติบของจุลินทรีย์สูงสุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีการดำเนินการทดลองสองงาน เพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับ **การใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารโคเนื้อที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ** เพื่อจะนำไปสู่เป้าหมายในการพัฒนาเทคโนโลยีอาหารโคเนื้อ โคนม แพะและแกะ โดยอาศัยอาหารที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ ซึ่งมีลักษณะที่ง่ายสะดวกต่อการนำใช้ประโยชน์ในทุกๆ ระดับ ทั้งในระดับเกษตรกรและระดับอุตสาหกรรมต่อไป เช่น อาหารสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์แป้ง เพื่อให้ให้ได้ผลผลิตสุดท้ายที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์โดยตัวสัตว์ ที่จะส่งผลต่อการให้ผลผลิตโคในที่สุด จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปการดำเนินการทดลองโดยรวมได้ ดังนี้

➢ จากการวิจัยครั้งนี้ **ผลการทดลองที่ 1** ศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานต่างๆ ในโคเนื้อ โดยการใช้ *in situ* technique

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสาคูและผลพลอยได้จากสาคูครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าเยื่อในลำต้นสาคูและกากเยื่อในลำต้นสาคู มีศักยภาพสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งอาหารพลังงานในสูตรอาหารข้น ขณะที่ใบและทางใบสาคูมีศักยภาพสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีคุณภาพดีสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องในภาคใต้ได้อย่างดี โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง (dry season) ซึ่งขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี

ความสามารถในการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง (dry matter disappearance, DMD) อินทรียวัตถุ (organic matter disappearance, OMD) และโปรตีน (crude protein disappearance, CPD) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 8 ชนิด พบว่าการย่อยสลายได้เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มในกระเพาะรูเมน (rumen incubation time) (0-72 ชั่วโมง) โดยแป้งสาคูมีค่าความสามารถในการย่อยสลายได้สูงสุดทุกช่วงเวลา ขณะที่ใบและทางใบสาคูแก่มีค่าต่ำสุดทุกช่วงเวลา

ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (degradability rate constant, C) (0-72 ชั่วโมง) ของ DMD และ OMD ของ SS และ FSPP เท่ากับ 13.0; 12.0 และ 10.0; 10.0% h^{-1} พบว่าสูงกว่าวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่ค่า C ของ OSL, OSP, GC, RSPP, SPP และ PKC มีค่า C ใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้ เมื่อพิจารณาลักษณะค่าความสามารถในการย่อยสลายได้ของ DMD และ OMD โดยเรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุดจากค่า C คือ SS, FSPP, OSL, OSP, GC, RSPP, SPP และ PKC ตามลำดับ

ค่าประสิทธิภาพการย่อยสลาย (effective degradability, ED) ของ DMD และ OMD ที่ outflow rate 0.05/h ของ SS เท่ากับ 89.2 และ 89.7% พบว่ามีค่าสูงสุดในกลุ่มอาหารทั้งหมด (34.1-60.5 และ 40.7-65.3% ตามลำดับ) ขณะที่ SPP, GC และ RSPP มีค่า ED ใกล้เคียงกัน (57.9, 60.1; 57.5, 59.7 และ 56.4, 59.3% ตามลำดับ) แต่ต่ำกว่า FSPP (64.9 และ 65.3% ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ผลจากการศึกษาครั้งนี้ SPP หรือ RSPP สามารถนำมาใช้ทดแทน GC ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดี โดยเฉพาะ SPP ส่วน ค่า ED ของ DMD และ OMD ของ OSL และ OSP ต่ำกว่าวัตถุดิบอาหารชนิดอื่น

ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดด่าง (ruminal pH) และอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนในแต่ละช่วงเวลา (0-72 ชั่วโมง) ของโคเนื้อพื้นเมืองภาคใต้ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าอยู่ในช่วง 6.3-7.2 และ 38.0-

39.7 °C โดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 6.9 และ 38.9 °C ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเยื่อใย (cellulolytic bacteria)

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ ค่าความสามารถในการย่อยสลายได้โดยการใช้เทคนิคถุงไนล่อน ไม่ได้แสดงให้ถึงผลของการย่อยสลายได้ทั้งหมดในท่อทางเดินอาหารและความสามารถในการย่อยได้ในลำไส้เล็กของอาหาร ซึ่งยังมีความแตกต่างในกลุ่มของวัตถุดิบอาหารสัตว์และปัจจัยที่อาจยับยั้งการย่อยได้ จำเป็นต้องมีการทำการศึกษาต่อไป

➢ **จากผลการทดลองที่ 2** ผลของระดับการใช้เยื่อในลำต้นสาคูเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อ

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยใช้เยื่อในลำต้นสาคู (sago palm pith, SPP) ในสูตรอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake, VFI) (วัตถุแห้ง) ของอาหารข้นและอาหารหยาบในโคพื้นเมืองแต่ละกลุ่มที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลัมแห้ง พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบทั้งหมด (kg/d, %BW และ g/kg $W^{0.75}$) เฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ขณะที่ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (kg/d, %BW และ g/kg $W^{0.75}$) ของอาหารข้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ระหว่างโคพื้นเมืองกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แต่ด้อยกว่ากลุ่มที่ 3, 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีปริมาณการกินได้อย่างอิสระของอาหารข้นเพิ่มขึ้นในรูปแบบเป็นเส้นตรงตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (0% SPP)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีน การย่อยได้ของ NDF และ ADF ในโคพื้นเมืองทุกกลุ่ม ที่ได้รับอาหารข้นที่มีการทดแทนเยื่อในลำต้นสาคูระดับต่างๆ ในสูตรอาหาร ปรากฏว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (DM, OM, CP, NDF และ ADF) ของโคพื้นเมืองทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05)

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้น ต่ออุณหภูมิและค่าความเป็นกรดด่าง (pH) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ขณะที่ ความเข้มข้นของระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ภายในกระเพาะรูเมน พบว่าค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนภายในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโคพื้นเมืองกลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (5.7-6.6 mg/dL) สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 (4.0-4.9 mg/dL) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และยังมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเป็นเส้นตรง (linear contrast) (P=.01) ตามระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้น ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับกลูโคสในกระแสเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ยกเว้นกลุ่มที่ 5 (100% SPP) มีระดับกลูโคสในกระแสเลือดสูงกว่ากลุ่มอื่น ส่วนค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นในกระแสเลือด พบว่าค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นในกระแสเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในช่วง 31.6-33.0%

ผลของระดับการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้นต่อความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acids, TVFAs) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของกรดอะซีติค (acetic acid, C_2) กรดโพรพิออนิค (propionic acid, C_3) และกรดบิวทีริค (butyric acid, C_4) ในแต่ละช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารและค่าเฉลี่ยรวม ปริมาณแบคทีเรีย (bacteria) โปรโตซัว (protozoa) และเชื้อรา (fungal zoospores) โดยวิธีการนับตรง (total direct count) รวมทั้งความสมดุลของไนโตรเจนและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนของโคพื้นเมืองทั้ง 5 กลุ่ม ปรากฏว่า ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนในรูปของไนโตรเจนอาหารข้น (N-concentrate) และปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนทั้งหมด (Total N intake) พบว่าทุกค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในแต่ละกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหาร

ดังนั้น การใช้สาคูทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารข้นของโคพื้นเมือง จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการทดแทนแหล่งพลังงานจากข้าวโพดที่มีราคาแพง ซึ่งระดับที่สามารถทดแทนใช้ได้ดี 100% โดยไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมดโดยรวมของอาหาร รวมทั้งอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่างในกระเพาะรูเมน กลูโคสในกระแสเลือดและปริมาตรเม็ดเลือดแดงที่อัดแน่น รวมทั้งความสมดุลของไนโตรเจนและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนภายในกระเพาะรูเมน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งจะเป็นลู่ทางในการใช้วัตถุดิบอาหารในท้องถิ่นโดยเฉพาะมันเส้น ตลอดจนลดการนำเข้าข้าวโพดจากต่างประเทศ อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนการผลิตและการเพิ่มประสิทธิภาพและผลกำไร เนื่องจากราคาอาหารข้นลดลงตามระดับมันเส้นที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการศึกษาจริง โดยการนำใช้ในโคพื้นเมืองระยะต่างๆ ต่อไป ในสภาวะการเลี้ยงของเกษตรกร เพื่อทำให้การตรวจสอบผลของการทดแทนข้าวโพดโดยเยื่อในลำต้นสาคูในสูตรอาหารข้นให้ผลชัดเจนมากขึ้นและ/ หรือศึกษาในสภาพการเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม ต่อไป
- ควรมีการศึกษาถึงชนิดของแบคทีเรียในแต่ละกลุ่ม เพื่อที่จะสามารถทราบถึงบทบาทที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างจริงจัง ตลอดจนพัฒนาเทคนิคการตรวจนับและเทคนิคการวัดชีวมวลของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง เพื่อให้มีการพัฒนาให้มีความแม่นยำในการวัด

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2535. เศรษฐกิจปศุสัตว์ในปัจจุบัน. กองแผนงาน กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กรมปศุสัตว์. 2539. ข้อมูลเศรษฐกิจการปศุสัตว์ประจำปี 2539. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กลุ่มงานโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. 2543. โคขาวลำพูนมรดกล้านนาใกล้สูญพันธุ์. วารสารสัตวบาล. 16:38–40.

กองอาหารสัตว์. 2529. ผลการวิเคราะห์อาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

จรัญ จันทลักษณา และบุญเหลือ เร่งศิริกุล. 2508. การใช้ข้าวโพดทั้งซังเป็นอาหารโคในทุ่งหญ้า. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยาครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จรัญ จันทลักขณา ประเสริฐ เหรียญแก้ว และบุญเหลือ เร่งศิริกุล. 2515. การผลิตโคเนื้อ. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จินดา สนิทวงศ์ ณัฐวุฒิ ปรินทราภิบาล และเฉลียว ศรีชู. 2544. ผลการใช้สกุล Paspalum เป็นอาหารหยาบหลักเลี้ยงโคเนื้อ. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2544 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 177-185. กรุงเทพฯ.

จีรสิทธิ์ สงค์ประเสริฐ. 2531. การขุนโค–กระบือ. ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. เชียงใหม่.

จำลอง เพ็งคล้าย ชวลิต นิยมธรรม และวิวัฒน์ เอื้อวิรกาล. 2534. พรรณไม้ป่าพรุจังหวัดนราธิวาส. โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. นราธิวาส.

ฉลอง วชิราภากร. 2541. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

ชาญชัย มณีดุลย์ และสมจิตร อินทรมณี. 2533. พืชอาหารสัตว์ในพื้นที่พรุ. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการ โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง วันที่ 18-19 กันยายน พ.ศ. 2533 ณ. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง จังหวัดนราธิวาส. หน้า 62-72.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2532. การศึกษาเปรียบเทียบแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลยูโลสในกระเพาะหมักของกระบือปลักและโคที่ได้รับอาหารชนิดต่างๆ. ปัญหาพิเศษในระดับบัณฑิตศึกษาสาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

ทวีพร พูนดุสิต. 2544. การเปรียบเทียบประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักและการเจริญเติบโตของโคนม โคเนื้อและกระบือเพศผู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ทัศสานต์ สังขไพฑูรย์. 2544. ปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะของหญ้าแห้ง (*Brachiaria mutica*) ในแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

เทอดชัย เวียรศิลป์. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2527. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ปิฏฐะ บุนนาค. 2524. ปาล์ม. สำนักพิมพ์บรรณกิจ. กรุงเทพฯ.

ปิ่น จันจุฬา. 2542. ต้นสาคู: พืชท้องถิ่นภาคใต้ที่น่าสนใจ. วารสารวิชาการเกษตร. 17:213-221.

ปิ่น จันจุฬา. 2548. เขตการค้าเสรี (FTA): ผลกระทบต่อการพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย. ว. วัวควาย. 8:16-20.

ปิ่น จันจุฬา. 2550. หลักการผลิตโคเนื้อ. ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี 94000.

พนอม ศรีวัฒนสมบัติ. 2526. ผลของการเสริมใบกระถินและ/ หรือใบผักตบชวาป่นร่วมกับฟางหมักยูเรียในสูตรอาหารกระบือปลักต่อการย่อยได้และความสมดุลของไนโตรเจน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

พินิจ ลำดวลหอม. 2537. ลักษณะทั่วไปของโคลำพูนขาว. วารสารโค-กระบือ. 17:67.

พิสุทธิ์ วิจารสรณ์. 2533. ลักษณะทางกายภาพในพื้นที่พรุในปัจจุบันของจังหวัดนราธิวาส. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการ โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง วันที่ 18-19 กันยายน พ.ศ. 2533 ณ. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง จังหวัดนราธิวาส. หน้า 10-27.

มณเฑียร บุญทวีส่ง กฤษณ์ บุญพิทักษ์ และบรรจง จงรักษ์วัฒนา. 2540. ระดับ Pack cell Volume และโปรตีนในซีรั่มแม่โคบราห์มันภายใต้โครงการส่งเสริมการเลี้ยงโค 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้. ใน: การศึกษาโครงการส่งแสริมการเลี้ยงโคเนื้อแก่เกษตรกรยากจน 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้. ศูนย์อำนวยการบริหารจังหวัดชายแดนภาคใต้ สำนักงานปศุสัตว์เขต 9 กรมปศุสัตว์ กรกฎาคม 2540. หน้า 61-71.

มนต์ชัย ดวงจินดา ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และเวชสิทธิ์ โทบุราณ. 2537. การศึกษาสมรรถภาพของโคพื้นเมืองในสภาพเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า. รายงานการวิจัยหมวดเงินอุดหนุนทั่วไป. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ฟันนี่พลับบลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

เมธา วรรณพัฒน์ และ ฉลอง วชิราภากร. 2533. เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อและโคนม. ฟันนี่พลับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

มังกร วงศ์ศรี พิทักษ์ เผ่าผา และเทวินทร์ วงศ์พระลับ. 2541. การศึกษาคุณภาพน้ำเชื้อเบื้องต้นของโคพื้นเมืองไทยโดยใช้เครื่องกระตุ้นไฟฟ้า. รายงานความก้าวหน้าโครงการปรับปรุงคุณภาพโคพื้นเมือง. สถานีบำรุงสัตว์อุบลราชธานี กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศิริชัย ศรีพงศ์พันธุ์. 2543. ลักษณะทางเศรษฐกิจของวัวพื้นเมือง. ในวัวชนกับคนใต้. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. หน้า 83-104.

ศรเทพ ธัมวาสร. 2539. การเลี้ยงโคเนื้อ: แนวทางการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรไทย. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

สมชาติ ศิริสืบสุวรรณ. 2529. ประกวดพื้นเมืองขาวลำพูน ครั้งที่ 3. วารสารสัตว์เศรษฐกิจ. 3(43):62–65.

สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข และสุธน วงษ์ชีรี. 2531. การใช้ลำต้นสาคูเป็นอาหารสำหรับเป็ดเนื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 3:129-144.

สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข และชาญวิทย์ เบญจมะ. 2533. การใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารไก่เนื้อ. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28 สาขาสัตว์. 29-1 กุมภาพันธ์. หน้า 329-338.

สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข และชาญวิทย์ เบญจมะ. 2535. การใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารไก่ไข่. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30 สาขาสัตว์. 29-1 กุมภาพันธ์. หน้า 339-348.

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. 2528. ข้อมูลการผลิตปศุสัตว์. วารสารธุรกิจอาหารสัตว์. 2:30-40.

สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์อุบลราชธานี. 2541. รายงานความก้าวหน้าโครงการปรับปรุงคุณภาพโคพื้นเมือง. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สาทิส ผลภาค ศิริพรรณ วภักดิ์เพชร และพรพิมล เจียระนัยปรีเปรม. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรูปร่างโคกับค่าทางโลหิตวิทยา-ชีวเคมีของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน. ประมวลเรื่องการประชุมวิชาการสัตวแพทยสมาคม ครั้งที่ 21 ประจำปี 2537 วันที่ 28-30 พฤศจิกายน 2537 หน้า 101.

สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดปัตตานี. 2532. หนังสือประมาณสถิติประจำปี 2532. ปัตตานี.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2547. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 410. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2538/39. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 28/2539. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2538. ภาพรวมภาคใต้ พ.ศ. 2538. กรุงเทพฯ.

สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดปัตตานี. 2541. แผนส่งเสริมการปศุสัตว์ปีงบประมาณ 2541. ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนา สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดปัตตานี. ปัตตานี.

สวัสดิ์ ธรรมบุตร และวนิดา กำเนิดเพชร. 2542. การอนุรักษ์และพัฒนาสัตว์พื้นเมืองของกรมปศุสัตว์. โครงการวิจัยความหลาหลายทางชีวภาพด้านการปศุสัตว์ 2542 2546. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สุทิสา แต้มจันทร์. 2548. ปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ของโภชนะและการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลัมแห้งเสริมด้วยอาหารข้นระดับต่างๆ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

สุวัฒน์ รัตนรณชาติ. 2537. ข้อมูลโคขาวลำพูน. วารสารโค–กระบือ. 17:66.

วรวรรณา แสงคง. 2549. ผลการเสริมผลพลอยได้ที่มีโซเดียมคลอไรด์และกรดนิวคลีอิกต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมดุลไนโตรเจน และการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ในโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

อนันต์ วิชชุรังษี. 2548. ผลของระดับอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในแม่โคพื้นเมืองภาคใต้ช่วงระยะกลางการตั้งท้อง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

อนันต์ ภู่สิทธิกุล จิราพรรณ พินศิริกุล วัชรินทร์ วากะมะ อัฉรารัตน์ ทิพย์ศรี และเสาวคนธ์ โรจนสถิตย์. 2529. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้สาคูและใบกระถินป่นเสริมเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงเป็ด (ระยะเป็ดเนื้อ) เพื่อพัฒนาการเลี้ยงเป็ด โครงการหมู่บ้านปศุสัตว์เกษตรมูโนะ. รายงานผลการวิจัย สาขาผลิตปศุสัตว์ ประจำปี 2528. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 335-341.

อุทัย คันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. ภาควิชาสัตวบาล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Abu Hassan, O. and M. Ishida. 1992. Status of utilization of selected fibrous crop residues and animal performance with special emphasis on processing of oil palm frond (OPF) for ruminant feed in Malaysia. JIRCAS, Trop. Agri. Res. Ser. 25:134-143.

Abu Hassan, O., M. Ishida and Z. Ahmad Tajuddin. 1995. Oil palm fronds (OPF) technology transfer and acceptance, a sustainable in-situ utilization for animal feeding. Proc. of the 17th MSAP Conf., Penang, Malaysia.

Aharoni, Y., H. Tagari, and R. C. Bosston. 1991. A new approaches to the quantitative estimation of nitrogen metabolic pathway in the rumen. Br. J. Nutr. 66:407.

Ahmed, M. I. and E. S. Sim. 1976. Utitization of peat soil for sago palm cultivation in Sarawak. 3rd. Asean Soil Conference, Kuala Lumpur. pp. 16-18.

Al-Rabbat, M. F., R. L. Baldwin and W. C. Weimer. 1971. Microbial growth dependence on ammonia nitrogen in the bovine rumen: a quantitative study. J. Dairy Sci. 54:1162.

Aldrich, J.M., L.D. Muller, G.A. Varga and L.C. Griel. 1993. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 76:1091-1105.

Alimon, A. R. and M. Hair Bejo. 1995. Feeding system based on oil palm by-products in Malaysia. 1st. Int. Symp. On the Integration of Livestock to Oil Palm Production. MSAP/FAO/Kuala Lumpur, Malaysia.

Anonymous. 2006. Suitability of sago starch as a base for dual-modification. (online). Available: http://www.fao.org/AGA/AGPA/frg/Data/416.HTM. (Accessed April 24, 2006)

Anuwar, B. M. 1969. A preliminary report on the use of tapioca cassava and sago as feedstuffs for poultry. Paper presented at the Malaysian Veterinary Conference. pp. 41-46.

AOAC. 1990. Official methods of analyses, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.

ARC. 1984. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Suppl. 1, CAB, Slough, Farmam Royal, UK.

AVE, J. B. 1977. Sago in Insular Southeast Asia: Historical aspects and contemporary use. In: (Ed., K. Tan), Sago-76, Kemajuna Kanji Sdn. Bhd. Kuala Lumpur. pp. 21-30.

Bach. A., S. Calsamiglia and M. D. Stern. 2005. Nitrogen Metabolism in the Rumen. J. Dairy Sci. 88: (E. Suppl.): E9.

Balcells, J., J. A. Gonda, C. Castrillo and J. Gasa. 1991. Urinary excretion of allantoin and allantoin precursors by sheep after different rates of purine infusion into the duodenum. J. Agric. Sci. Camb. 116: 309-317.

Beauchemin, K. A., L. M. Rode and M. V. Eliason. 1997. Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage, or dried cubes of hay or silage. J. Dairy. Sci. 80: 324.

Beede, D. K. and J. K. Shearer. 1992. Nutritional management of dairy cattle in warm climates. In: Proc. the 6th AAAP Animal Science Congress VII, Kasetsart Univ., Bangkok.

Benjamin, M. M. 1978. Outline of veterinary clinical pathology. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Boniface, A. N., R. M. Murray and J. P. Hogan. 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquid of cattle fed tropical pasture hay. Proc. Aust. Soc. Anim. Proc. 16:151-154.

Bremner, J. M. and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods of determination of ammonium, nitrate and nitrite. Anal. Chem. Acta. 32:485.

Brough, S. H., R. J. Neale, G. Norton and J. E. Wenham. 1995. The effects of variety, drying procedure, fineness of grinding and dietary inclusion level on the bioavailability of cassava (*Manihot Esculenta*, Crantz) starch. J. Sci. Food Agric. 67:71-76.

Campbell, J. R., M. D. Kenealy and K. L. Campbell. 2003. Animal Sciences: The Biology, Care, and Production of Domestic Animals, Fourth Edition. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

Casper, D. P., H. A. Maiga, M. J. Brouk and D.J. Schingoethe. 1999. Synchronization of carbohydrate and protein sources on fermentation and passage rates in dairy cows. J. Dairy Sci. 82:1779-1790.

Chanjula, P., M. Wanapat, C. Wachirapakorn, S. Uriyapongson and P. Rowlinson. 2003. Ruminal degradability of tropical feeds and their potential use in ruminant diets. Asain-Aust. J. Anim. Sci. 16:211-216.

Chanjula. P. and W. Ngampongsai. 2007. Rumen degradability of sago by-products and their potential use in ruminant diets. ใน: ประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัยครั้งที่ 3 "ในวโรกาสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 80 พรรษา", 6-7 กันยายน 2550, ณ ห้องประชุมตักสิลาบอลรูม โรงแรมตักสิลา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม. หน้า 82 (OS 22, Abstracts).

Chanjula. P., W. Ngampongsai and M. Wanapat. 2007. Effects of Replacing Ground Corn with Cassava Chip in Concentrate on Feed Intake, Nutrient Utilization, Rumen Fermentation Characteristics and Microbial Populations in Goats. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 20:1557-1566.

Chen, X. B. 1996. An Excel Application Programme for Processing Feed Degradability Data. User Manual. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen.

Chen, X. B. and M. J. Gomest. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivative -an overview of the technical details. Occassional Publication of International Feed Resources Unit. Rowett Research Institute. Bucsburn, Aberdeen, UK.

Chen, X. B., D. J. Kyle and E. R. Ørskov. 1993. Measurement of allantoin in urine and plasma by high-performance liquid chromatography with pre-column derivatization. J. Chromatography. 617:241–247.

Chen, X. B., Y. K. Chen, M. F. Franklin, E. R. Ørskov and W. J. Shand. 1992. The effect of feed intake and body weight on purine derivative excretion and microbial protein supply in sheep. J. Anim. Sci. 70: 1534-1542.

Church, D. C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. I. O&B Books Inc. Corvallis. Oregon.

Clark, P. W. and L. E. Armentano. 1993. Effectiveness of neutral detergent fiber in whole cottonseed and dried distillers grains compared with alfalfa haylage. J. dairy. Sci. 76: 2644.

Cone, J. W. and M. G. E. Wolters. 1990. Some properties and degradability of isolated starch granules. Starch/Starke. 42:298-301.

Crocker, C. L. 1967. Rapid determination of urea nitrogen in serum or plasma without deproteinzation. American J. Medical Technol. 33:361-365.

Czerkawski, R. W. 1986. An Introduction to Rumen Studies. Pergamon Press, Oxford 199p.

De Boer, G., J. J. Murphy and J. J. Kennelly. 1987. Mobile nylon bag for estimating intestinal available of rumen undegradable protein. J. Dairy Sci. 70:977-982.

Delgado C., M. Rosegrant, H. Steinfeld, S. Ehui and C. Courbois. 1999. Livestock to 2020: The Next Food Revolution. IFPRI/FAO/ILRI. Food, Agriculture, and the Environment, Discussion Paper 28. The international food Policy Research Institute, Washington, DC.

Dijkstra, J. 1994. Production and absorption of volatile fatty acids in the rumen. Livest. Prod. Sci. 39:61.

Ellis, W. C. and K. L. Bleichner. 1969. Federation of the Proceedings of the Federation of American Societies of Experimental Biology.

Endres, M.I. and M.D. Stern. 1993. Effects of pH and diets containing various levels of lignosulfonate-treated soybean meal on microbial fermentation in continuous culture. J. Dairy Sci. 76 (Suppl. 1): 177.

Erdman, R. A., G. H. Proctor and J. H. Vandersall. 1986. Effect of rumen ammonia concentration on *in situ* rate and extent of digestion of feedstuffs. J. Dairy Sci. 69:2312-2320.

Fahey, G. C. and L. L. Berger. 1988. Carbohydrate nutrition of ruminants. In: (Ed., D. C. Church). The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition. pp. 269-298. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Fairweather, J. and S. T. Yap. 1973. The sago industry in Malaya. Malaysian Agric. J. 25:329-333.

FAO. 1983. The Sago Palm. Plant production and protection. Paper No. 47. Food and Agricultural Organization of the United Nation.

FAO. 1992. Production Yearbook. Volume 46. FAO, Rome, Italy.

FAO. 1994. Production Yearbook. Volume 46. FAO, Rome, Italy.

FAOSTAT. 2002. The FAOSTAT statically database. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Available: http://www.fao.org. (Accessed June 23, 2002)

Firat, A. and A. Ozpinar. 1996. The study of changes in some blood parameters (glucose, urea, bilirubin AST) during and after pregnancy in association with nutritional conditions and litter size in ewes. Turk Veterinerlik ve Hayvncilik Dergisi. 20:387-393.

Flach, M. 1977. Yield potential of the sago palm, *Metroxylon sagus*, and its realisation. In : Tan, K. (ed.). Sago-76. Papers of the 1st Int. Sago Symp., Kemajuan Kanji Sdn. Bhd., Kuala Lumpur. pp.157-177.

Folman, Y., H. Neumark, M. Kain and W. Kaufmaun. 1981. Performance, rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean. J. Dairy Sci. 64:759-768.

Forbes, J. M. and J. France. 1993. Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. Northampton. The University Press. Cambridge.

Ford, E. J., J. Evans and I. Robinson. 1990. Cortisol in pregnancy toxemia of sheep. Br. Vet. J. 146:539-542.

France, J. and R. C. Siddons. 1993. Volatile fatty acid production. In: Quantitative Aspects Ruminant Digestion and Metabolism. (Eds., J. M. Forbes and J. France). pp 107-122. C.A.B. International, Willingford.

Galyean, M. 1989. Laboratory procedure in animal nutrition research. Department of Animal and Life Science. New Mexico State University.

Garnsworthy, P. C. 1988. Nutrition and Lactation in Dairy Cow. Anchor-Brenden Butterworths Press. Nottingham.

Gonda, H.L. 1995. Nutritional status of ruminants determined from excreted and concentration of metabolites in body fluids. Ph.D. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden.

Gordon, G. L. R. and J. R. Ashes. 1984. In vitro digestion of wheat straw by different rumen anaerobic fungi. Can. J. Anim. Sci. 64:156-164.

Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagent, Procedures and some Applications). Agric. Handbook. No. 397, ARS, USDA, Washington, DC.

Grant, R. J. and D. R. Mertens. 1992. Influence of buffer, pH, and raw starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. J. Dairy Sci. 75: 2762.

Herrera-Saldana, R., J. T. Huber and M. H. Poore. 1989. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. J. Dairy Sci. 72:1477-1483.

Herrera-Saldana, R., J. T. Huber and M. H. Poore. 1990. Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. J. Dairy Sci. 73:2386-2393.

Hisajima, S. 1982. Multiple shoot formation from almond seeds and excised single shoot. Agric. Biol. Chem. 46:1091-1093.

Hisajima, S., F. S. Jong, Y. Arai and E. S. Sim. 1991. Propagation and breeding of sago Palm (*Metroxylon sp.*) Plant in Vitro. Jpn. J. Trop. Agri. 35:259-267.

Hoover, W. H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. J. Dairy Sci. 69:2755-2766.

Hoover, W. H. and S. R. Stokes. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum Rumen microbial yield. J. Dairy Sci. 74: 3630-3640.

Hove, K. and K. Halse. 1983. Energy metabolism in ruminants with special reference on ketosis and fertility. Proc. 5th Int. onf. Prod. Dis. Farm Anim. Uppsata, Sweden, pp. 115-123.

Huber, J. T. and L. Jr. Kung. 1981. Protein and nonprotein utilization in dairy cattle. J. Dairy Sci. 64:1170-1186.

Hume, I. D. and Bird, P. R. 1979. Synthesis of microbial protein in the rumen. IV. The influence of the level and form of dietary sulphur. Austr. J. Agric. Res. 21: 315-322.

Hungate, R. E. 1966. The rumen and its microbes. R.E. Hungate. ed. Academic Press. New York.

Hungate, R. E. 1969. A roll tube method for cultivation of strict anaerobes. In: Methods in Microbiology. (Eds.) J. R. Norris and D. W. Ribbons. New York. Academic. 313:117.

Huntington, G. B. 1984. Net absorption of glucose and nitrogenous compounds by lactation Holstein cows. J. Dairy Sci. 67:1919-1927.

Huntington, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. J. Anim. Sci. 75:852-867.

IAEA. 1997. Determination of purine derivative in urine. In: Estimation of the Rumen Microbial Protein Production from Purine Derivatives in Rumen. Animal Production and Health Section. Vienna, Austria.

Ishida, M., O. Abu Hassan, T. Nakui and F. Terada. 1992. Oil palm fronds as animal feed. JIRCAS Int. Collaboration, Vol. 2(1). Min. of Agric. Forest. and Fish., Tsukuba Japan, pp. 12-13.

Jain, N. C. 1993. Essential of Veterinary Hematology. Lea & Febiger. Philadelphia.

Jenkins, T. C. and M. L. Thonney. 1988. Effect of propionate level in volatile fatty acid salt mixture fed to lambs on weight gain, body composition and plasma metabolites. J. Anim. Sci. 66:1028.

Johnson, R. M. and W. D. Raymond. 1956. Source of starch in colonial territories. 1: The Sago Palm, Col. Plant and Animal Prod. pp. 620-632.

Kahn, L. P. and J. V. Nolan. 1992. In: Feeding strategies for improving ruminant productivity in areas of fluctuating nutrient supply. IAEA Publication, Vienna. pp. 109-122.

Kaneko, J. J. 1989. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, California.

Kanjanapruthipong, J. and R.A. Leng. 1998. Purine derivatives excreted in urine as an indicator estimating microbial yield from the rumen: A review. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 11:209-216.

Kearl, L. C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. Logan: International Feedstuffs Institute. Utah State University, Utah.

Khampa, S., M. Wanapat, C. Wachirapakorn, N. Nontaso and M. Wattiaux. 2006. Effects of urea level and sodium DL-malate in concentrate containing high cassava chip on ruminal fermentation efficiency, microbial protein synthesis in lactating dairy cows raised under tropical condition. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19:837-844.

Khan, M. J., T. Nishida, T. Miyashige, K. Hodate, H. Abe and Y. Kawakita. 1998. Effects of protein supplement sources on digestibility of nutrients, balance of nitrogen and energy in goats and their *in situ* degradability in cattle. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 11:673-679.

Kopecny, J. and R. J. Wallace. 1982. Cellular location and some properties of proteolytic enzymes of rumen bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 43:1026.

Kung, L. Jr. and J. T. Huber. 1983. Performance of high producing cows in early lactation fed protein of varying amounts, sources, and degradability. J. Dairy Sci. 66:227-234.

Leng, R. A. 1990. Application of biotechnology to nutrition of animals in developing countries. *In*: FAO Animal Production and Health Paper 90. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Leng, R. A. and J. V. Nolan. 1984. Nitrogen metabolism in the rumen. J. Dairy Sci. 67:1072-1089.

Lewis, D. 1975. Blood urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. J. Agric. Sci. (Camb.) 48:438-446.

Lewis, J. H. 1976. Comparative hematology: Studies on goats. Am. J. Vet. Res. 37:601-605.

Lyle, R. R., R. R. Johnson, J. V. Wilhite and W. R. Backus. 1981. Ruminal characteristics in steers as affected by adaptation from forage to all concentrate diets. J. Anim. Sci. 53:1383-1394.

Maeng, W. J., C. J. Van Nevel, R. L. Baldwin and J. G. Morris. 1976. Rumen microbial growth rates and yields: effect of amino acids and protein. J. Dairy Sci. 59:68.

Mahardika, I. G., D. Sastradipradja, T. Sutardi and I. K. Sumadi. 2000. Nutrient requirements of exercising Swamp Buffalo, *Bubalus bubalis* II. Details of work energy of cows and its relation to heart rate. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13:1003-1009.

Manston, R., A. M. Russell, S. M. Dew and J. M. Payne. 1981. The influence of dietary protein upon blood composition in dairy cow. Vet. Rec. 96:497-502.

Manurung, R. 1994. In Vitro Propagation of sago palm: Plantlet regeneration through somatic embryogenesis, pp. 25. In fifth International Sago Symposium. Abstracts. Hat Yai. Songkla, Thailand, January 27-29, 1994, 42p.

McAllister, T. A., R. C. Phillippe, L. M. Rode and K. L. Cheng. 1993. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. J. Anim. Sci. 71:205-212.

Mehrez, A. Z., E. R. Ørskov and I. McDonald. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. Br. J. Nutr. 38:437-443.

Moat, A. G. and J. W. Foster. 1995. Microbial Physiology. Wiley-Liss Publisher: New York.

Morton. 2006. Function properties of starch. (Online). Available: Http://www. Fao.org./ag/ags/agsi/starch 41.htm. (Accessed November 26, 2006).

Moss, A. R., J. P. Jouany and J. Newbold. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. Ann. Zootech. 49:231-.

NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

NRC. 1988. Nutrient requirements of Dairy cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Nguyen V. T. and T. R. Preston. 1999. Rumen environment and feed degradability in swamp buffaloes fed different supplements. Livestock Res for Rural Dev. 11(3):http://www. Cipav. Org. co/lrrd/lrrd11/3/thu113.htm. (Accessed November 12, 2006).

Nocek, J.E. and J.B. Russell. 1988. Protein and energy as an integrated system, Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. J. Dairy Sci. 71:2070-2107.

Nuyim, T. 1994. Preliminary investigation of the propagation techniques for sago palm (*Metroxylon sagus*) seedling production, pp. 25. In fifth International Sago Symposium. Abstracts. Hat Yai. Songkla, Thailand, January 27-29, 1994, 42p.

Office of Agricultural Statistics. 2001. Agricultural Statistics of Thailand 2001, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand.

Office of Agricultural Statistics. 2003. Agricultural Statistics of Thailand 2003, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand.

Oldham, J. D. 1984. Protein-energy relationships in dairy cows. J. Dairy Sci. 67:1090.

Ørskov, E. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press, London. UK.

Ørskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92:499-503.

Ørskov, E. R., G. W. Reid and M. Kay. 1988. Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughage. Anim. Prod. 46:29-34.

Perdok, H. B. and R. A. Leng. 1990. Effect of supplementation with protein meal on the growth of cattle given a basal diet of untreated or ammoniated rice straw. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 3:269-279.

Perdok, H. B., L. A. Leng, S. H. Bind, G. Habid and M. Van Houtert. 1988. In: Increasing small ruminant productivity in semi-arid areas. (Eds., E. F. Thomus and F. S. Thomus). Published by ICARDA, Syria.

Pimpa, O., M. Wanapat, K. Sommart, S. Uriyapongson and D. S. Parker. 1996. Effect of level of ruminal NH_3-N on straw intake, digestibility, ruminal fermentation and urinary purine excretion in swamp buffaloes. Proceeding of the International Workshop on Draft Animal Power to Increase Farming Efficiency and Sustainability. Khon Kaen University. Thailand.

Pisulewski, P. M., A. J. Okome, P. J. Buttery, W. R. Haresign and D. Lewis. 1981. Ammonia concentrations and protein synthesis in the rumen. J. sci. Food Agri. 32: 759.

Preston, T. R. and R. A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-tropics. Penambull Book Armidale, Australia.

Preston, R. L., D. D. Schnakanberg and W. H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. J. Nutr. 86:281-287.

Radostits, O. M., C. C. Gay, D. C. Blood and K. W. Hinchcliff. 2000. Veterinary medicine, 9th ed. Harcourt Publishers Ltd., London. pp. 1417-1420.

Rasedee, A., J. A. Zainal, K. Ragavan and O. Halmi. 1982. The effect of high and low protein diets on block parameters in lactating Friesian cow. Kajian Vet. (Malaysia). 14:5-13.

Roman-Ponce, H., H. H. Van Horn, S. P. Marshall, C. J. Wilcox and P. F. Rendel. 1974. Complete rations for dairy cattle. V. Interaction of sugarcane bagrasse quantity and form with soybean meal, urea and starea. J. Dairy Sci. 58:1320-1328.

Russell, J. B. 2002. Rumen Microbiology and Its Role In Ruminant Nutrition. Department of Microbiology 157 Wing Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853.

Russell, J. B. and D. B. Dombrowski. 1980. Effect of pH on the efficiency of growth by pure culture of rumen bacteria in continuous culture. Appl. Environ. Microbiol. 39:604.

Russell, J. B. and R. B. Hespell. 1981. Microbial rumen fermentation. J. Dairy Sci. 64:1153-1169.

Russell, J. B. and H. J. Strobe. 1987. Concentration of ammonia across cell membrane of mixed rumen bacteria. J. Dairy Sci. 70: 970-970.

Russell, J. B. and D B. Wilson. 1996. Why are ruminal cellulolyic bacteria unable to digest cellulose at low pH?. J. Dairy Sci. 79: 1503-1509.

Samuel, M., S. Sagathewan, J. Thomas and G. Mathen. 1997. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids of ruminal fluid. Indian J. Anim. Sci. 67:805-807.

SAS. 1990. SAS User's Guide: Statistics Version, 6.06 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Satter, L. D. and L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. Br. J. Nutr. 32:199-208.

Schaefer, D. M., C. L. Davis and M. P. Bryant. 1980. Ammonia saturation constants for predominant species of rumen bacteria. J. Dairy Sci. 63:1248-1260.

Schneider, B. H. and W. P. Flatt. 1975. The Evaluation of Feeds through Digestibility Experiments. The University of Georgia Press. Georgia.

Song, M. K. and J. J. Kennelly. 1990. Ruminal fermentation pattern, bacteria population and ruminal degradation of feed ingredients as influenced by ruminal ammonia concentration. J. Anim. Sci. 68:1110-1120.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biomaterial Approach. (2nd ed.). McGraw-Hill, New York.

Stokes, S. R., W. H. Hoover, T. K. Miller and R. P. Manski. 1991. Impact of carbohydrate and protein levels on bacterial metabolism in continuous culture. J. Dairy Sci. 74:860-869.

Sundstol, F., D. M. Mgheni and I. Pedersen. 1993. Recent findings on upgrading of the feeding value of straw by chemical and biological methods. In: Int. Conf. on increasing livestock production through utilization of local resources. Beijing, China. pp. 122.

Sutton, J. D. 1985. Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cows. J. Dairy Sci. 68:3376-3393.

Sutton, J. D., S. V. Morant, J. A. Bines, D. J. Napper and D. I. Givens. 1993. Effect of altering the starch: fibre ratio in the concentrates on hay intake and milk production by Friesian cows. J. Agric. Sci. (Camb). 120:379-390.

Tamminga, S. 1992. Nutritional management of dairy cows a contribution to pollution control. J. Dairy Sci. 75: 345-357.

Tan, H. T. 1982. Sago palm-a review. Abstr. Trop. Agric. 8:9-23.

Taylor. R. E. 1995. Scientific Farm Animal Production. Prentice-Hall, Inc. Simon & Schuster Company. Upper Saddle River, New Jersey.

Tie, Y. L. and C. P. Lim. 1977. Peat soils for sago growing in Sarawak (abstract). In: Tan, K. (ed.): Sago-76. Papers of the 1st Int. Sago Symp., Kemajuan Kanji Sdn. Bhd., Kuala Lumpur: pp. 186-189.

Tuen, A. A. 1992. Sago by-products for animal feeds; prospect and potential. Proceedings of the 6th AAAP Animal Science Congress. Vol. III 23-28 November 1992. Bangkok, Thailand. pp. 70.

Van Soest, P. J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant, second ed. Cornell University Press, Ithaca, NY.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, second ed. Cornell University Press, Ithaca, NY.

Verbic, J., X. B. Chen, N. A. Macleod and E. R. Ørskov. 1990. Excretion of purine derivative by ruminants: Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. J. Agric. Sci. (Cambridge):114-243.

Vitti, D. M., A. L. Abdalla, J. C. Silva Filho, N. L. del Mastro, R. Mauricio, E. Oven and F. Mould. 1999. Misleading relationships between *in situ* rumen dry matter disappearance, chemical analyzed and *in vitro* gas production and digestibility, of sugarcane baggage treated with varying levels of electron irradiation and ammonia. Anim. Feed Sci. Technol. 79:145-153.

Wallace, R. J. 1979. Effect of ammonia concentration on the composition, hydrolytic activity and nitrogen metabolism of the microbial flora of the rumen. J. Appl. Bacteriol. 47:433-440.

Wanapat, M. 2000. Rumen manipulation to increase the efficient use of local feed resources and productivity of ruminants in the tropics. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 13 (Suppl.):59.

Wanapat, M. and C. Devendra. 1999. Feeding and nutrition of dairy cattle and buffalo in Asia. In: Feeding of Ruminant in Tropical Based on Local Feed Resources. (Ed., M. Wanapat). Khon Kaen publishing company Ltd. Khon Kaen, Thailand. pp. 191-211.

Wanapat, M. and O. Pimpa. 1999. Effect of ruminal NH_3-N levels on ruminal fermentation, purine derivatives, digestibility and rice straw intake in swamp buffaloes. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 12:904-907.

Wattiaux, M. A. and W. T. Howard. 2002. Nutrition and feeding. (online). Available: http://babcock.cals.wisc.edu/de/html/ch3nutrition_eng_ch3.html. (Accessed January 12, 2002).

Williams, A. G. and G.S. Coleman. 1992. The Rumen Protozoa. Springer-Verlag, New York.

William, M., E. P. Jame and S. W. John. 1969. Textbook of Veterinary Clinical Pathology. The Williams & Wilkins Co., Baltimore.

Williamson, G and W. J. A. Payne. 1978. An Introduction to Animal Husbandry in the Tropics. London: Butler & Tanner, Ltd.

Windschitl, P. M. 1991. Lactational performance of high producing dairy cows fed diets containing salmal meal and urea. J. Dairy. Sci. 74:3475-3483.

Yadav, P. P. and M. Mahyuddin. 1991. Nutrient evaluation of sago fiber. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 4:177.

Young. S. W. and A. B. Syed Ali. 1977. The use of sago in layer diets. Malaysian Agric. J. 51:244-248.

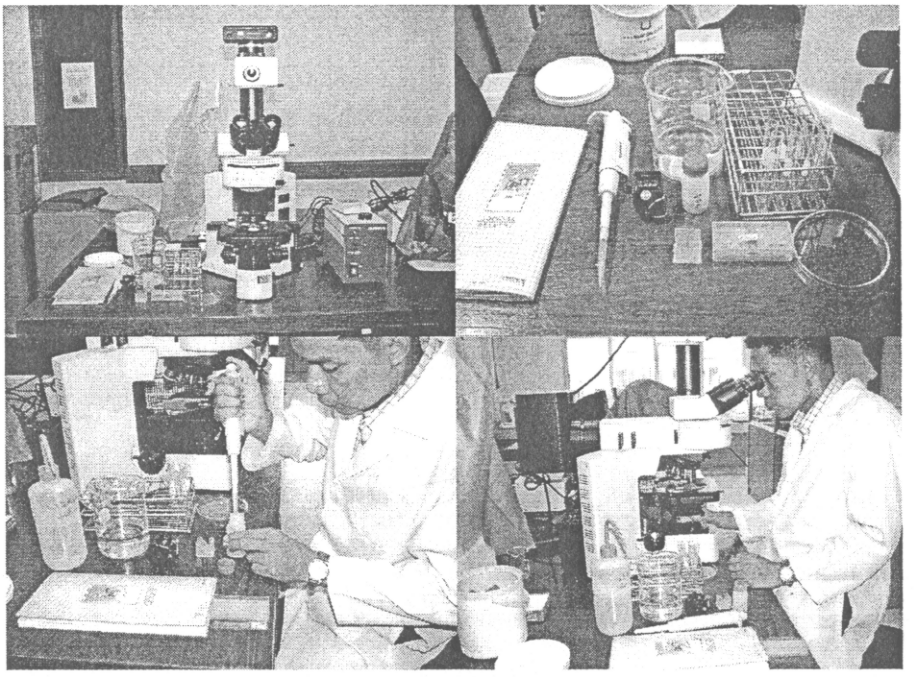
ภาคผนวก ก

เทคนิคทางจุลชีววิทยาในการตรวจนับจุลินทรีย์รูเมน

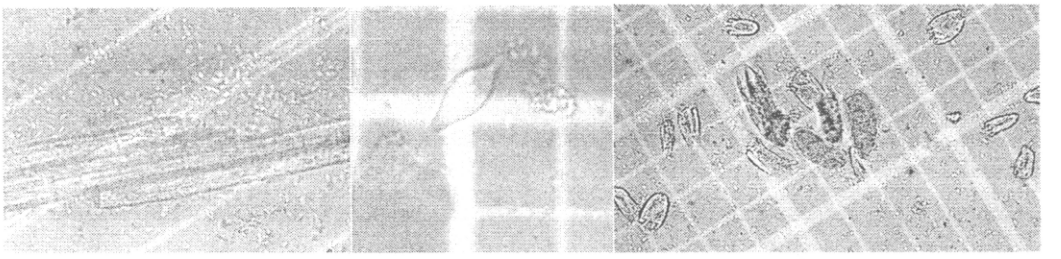
ก. การตรวจนับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดยวิธีนับตรง (Direct count method)

1. การนับจำนวนแบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อรา

ทำการนับจำนวนโปรโตซัว (protozoal count) ตามวิธีของ Dehority (1984) นับจำนวนแบคทีเรีย (bacterial count) ตามวิธีของ Galyean (1989) และทำการนับจำนวนซูโอสปอร์ (zoospores) ของเชื้อรา (fungal zoospores count) ตามวิธีของ Dickinson et al. (1997) ด้วยอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 1 และจุลินทรีย์ที่พบในของเหลวจากกระเพาะรูเมนรูปที่ 2



รูปที่ 1. แสดงเครื่องมือที่ใช้นับจำนวนจุลินทรีย์ที่พบในของเหลวจากกระเพาะรูเมน



รูปที่ 2. แสดงตารางและจุลินทรีย์ที่ใช้นับจำนวนจุลินทรีย์ที่พบในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

2. วิธีการศึกษาเกี่ยวกับ Microscopic direct count (Galyean, 1989) ซึ่งได้แก่

1. Bacteria count
2. Protozoa count
3. Fungal zoospores count

2.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1.1 สารเคมี

- Normal saline (0.85% w/v)
- Formalin (10% v/v)
- น้ำกลั่น

2.1.1.2 อุปกรณ์

- Haemacytometer ขนาด กว้าง 1 มิลลิเมตร ยาว 1 มิลลิเมตร และลึก 0.1 มิลลิเมตร
- ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่าง ขนาด 30 มิลลิลิตร
- สไลด์พร้อม clover grass
- บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
- กระดาษทิชชู
- หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิลิตร
- ปิเปต
- กล้องจุลทรรศน์ (Model Olympus BX51TRF, No. 2B04492, Olympus optical Co. Ltd., Japan)

2.2 การเตรียม 10% formalin in normal saline (fixing solution)

2.2.1.1 เตรียม normal saline ให้มีความเข้มข้น 0.85% (w/v)

2.2.1.2 เตรียม formalin ให้มีความเข้มข้น 10% (v/v) โดยใช้ normal saline (0.85%) เป็นตัวทำละลาย เช่น ถ้าต้องการเตรียม fixing solution ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จะต้องใช้ normal saline 90 มิลลิลิตร และ formalin 10 มิลลิลิตร

2.3 การเก็บตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษา

ทำการสุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมนในช่วงเวลาต่างๆ ที่กล่าวใน บทที่ 3 (หัวข้อ 3.2.5.7) โดยนำของเหลวจากกระเพาะรูเมนปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่บรรจุ 10% formalin in normal saline ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอนับจำนวนประชากรจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย, โปรโตซัว และเชื้อรา ด้วยกล้องจุลทรรศน์ รายละเอียด ดังนี้

2.3.1.1 การนับจำนวนแบคทีเรีย (Bacterial count) โดยทำการเจือจางความเข้มข้นของตัวอย่างของเหลวจากเดิม 10 เท่า เป็น 100 เท่า โดยการดูดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 9 มิลลิลิตร ซึ่งทำให้ปลอดเชื้อโดยการนำไป autoclave ที่อุณหภูมิ121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจางแล้วจากหลอด หยดลงบน haematocytometer วาง cover slip ปิดทับด้านบน ให้ตัวอย่างกระจายจนทั่ว แล้วทำการนับโดยนับจำนวน 20 ช่องเล็ก ใช้กำลังขยาย 400 เท่า ในแนวทแยงมุมและนับจำนวน 2 ซ้ำ แล้วนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรแบคทีเรีย โดยใช้สูตร

$$Y = X \times F \times D$$

เมื่อ Y = จำนวนประชากรแบคทีเรีย

X = ค่าเฉลี่ยที่นับได้

D = dilution factor

F = square factor ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4×10^6

2.3.1.2 การนับจำนวนโปรโตซัว (Protozoal count) ทำการนับจากตัวอย่างที่เก็บมาได้เลยโดยไม่ต้องทำการเจือจางอีก โดยใช้กำลังขยาย 100 เท่า นับทั้งหมดใน 1 ช่องใหญ่ซึ่งประกอบด้วย 400 ช่องเล็ก ทำการนับ 2 ซ้ำ หลังจากนั้นทำการคำนวณประชากรโปรโตซัวโดย
ใช้สูตร

$$Y = X \times F \times D$$

เมื่อ Y = จำนวนประชากรโปรโตซัว

X = ค่าเฉลี่ยที่นับได้

D = dilution factor

F = square factor ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1×10^4

2.3.1.3 การนับจำนวนเชื้อรา (Fungal zoospores count) ทำการนับประชากรเชื้อราเช่นเดียวกับโปรโตซัว แต่นับเพียง 25 ช่องกลาง ทำการนับ 2 ซ้ำ และคำนวณหาจำนวนประชากรเชื้อรา ดังนี้

$$Y = X \times F \times D$$

เมื่อ Y = จำนวนประชากรเชื้อรา

X = ค่าเฉลี่ยที่นับได้

D = dilution factor

F = square factor ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.5×10^5

ภาคผนวก ข

แสดงภาพกรงทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงโคพื้นเมือง

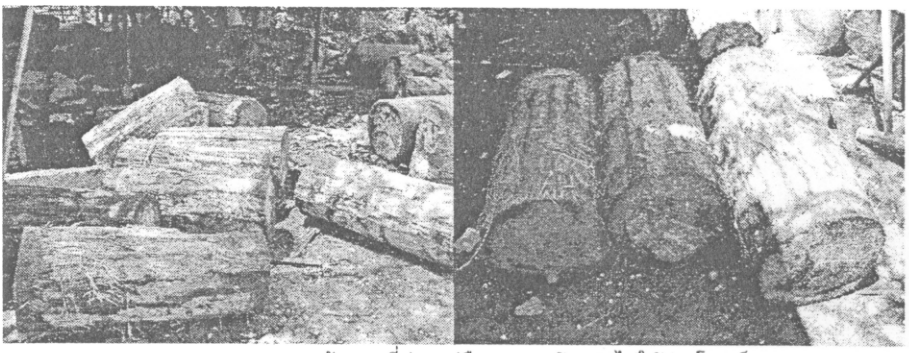
1. แสดงภาพสาคูและผลพลอยได้จากสาคู และการใช้ประโยชน์จากสาคู

(ก) สภาพนิเวศวิทยาของสาคู

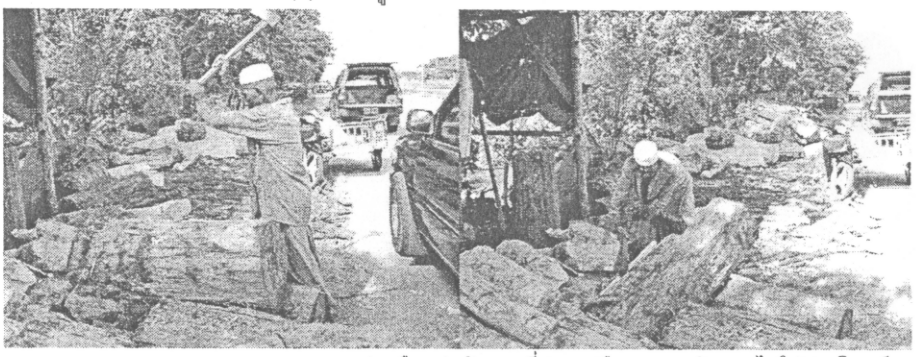
(ข) ต้นสาคูที่โตเต็มที่

(ค) สภาพต้นสาคูที่โตเต็มที่

(ง) ต้นสาคูที่พร้อมนำไปใช้ประโยชน์

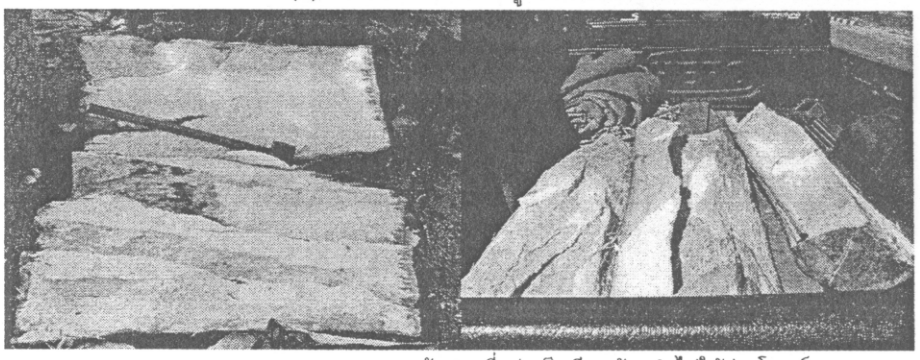


(จ) ต้นสาคูที่ปอกเปลือกออกพร้อมนำไปใช้ประโยชน์



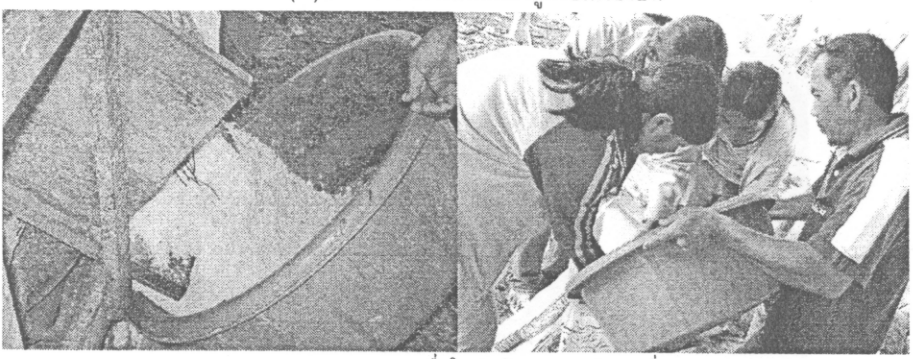
(ฉ) การผ่าหรือแบ่งต้นสาคูที่ปอกเปลือกออกพร้อมนำไปใช้ประโยชน์

(ช) การผ่าหรือแบ่งต้นสาคูที่ปอกเปลือกออกพร้อมนำไปใช้ประโยชน์

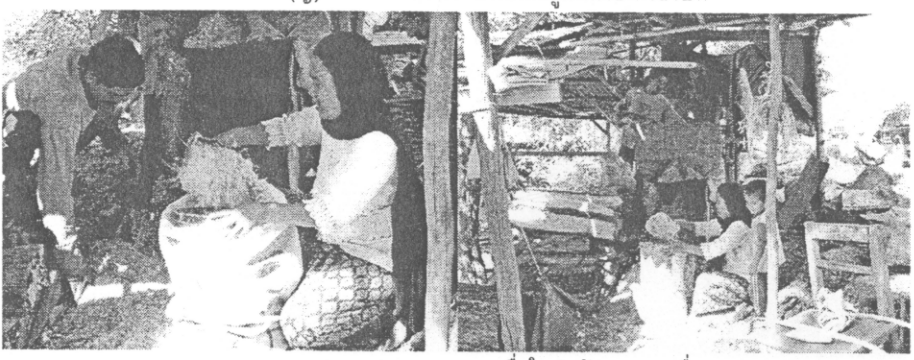


(ซ) แสดงภาพต้นสาคูที่แบ่งเป็นซีกพร้อมนำไปใช้ประโยชน์

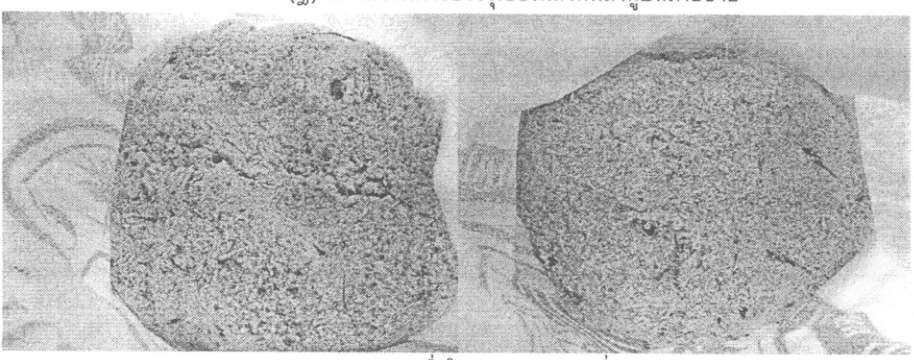
(ฌ) แสดงภาพการบดต้นสาคูด้วยเครื่องบด



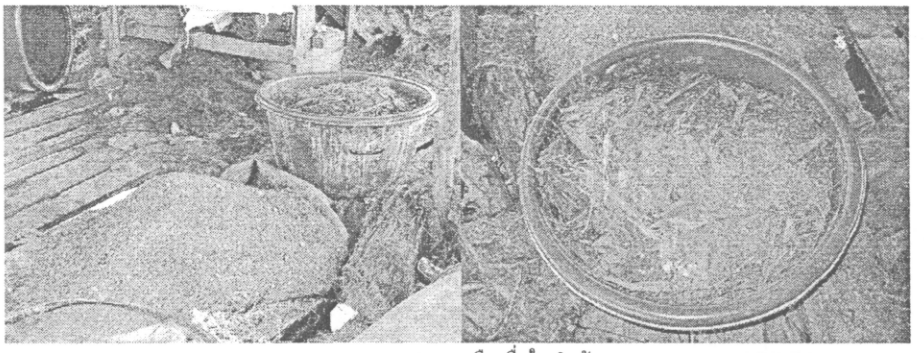
(ญ) แสดงภาพเยื่อในลำต้นสาคูบดด้วยเครื่องบด



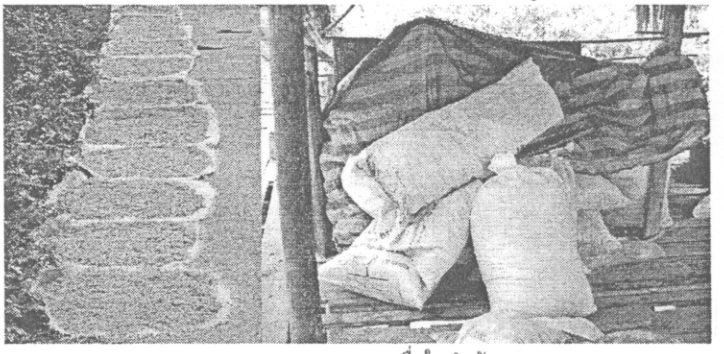
(ฎ) แสดงภาพการบรรจุเยื่อในลำต้นสาคูบดเพื่อขาย



(ฏ) แสดงภาพเยื่อในลำต้นสาคูบดเพื่อขาย



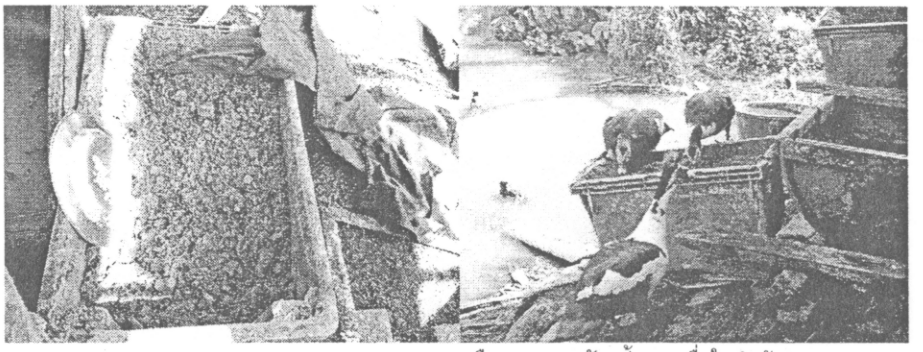
(ฐ) แสดงภาพเศษเหลือเยื่อในลำต้นสาคูบด



(ฑ) แสดงภาพการตากเยื่อในลำต้นสาคูบด

(ฒ) แสดงภาพการสกัดแป้งจากเยื่อในลำต้นสาคูบด

(ณ) แสดงภาพการสกัดแป้งจากเยื่อในลำต้นสาคูบด

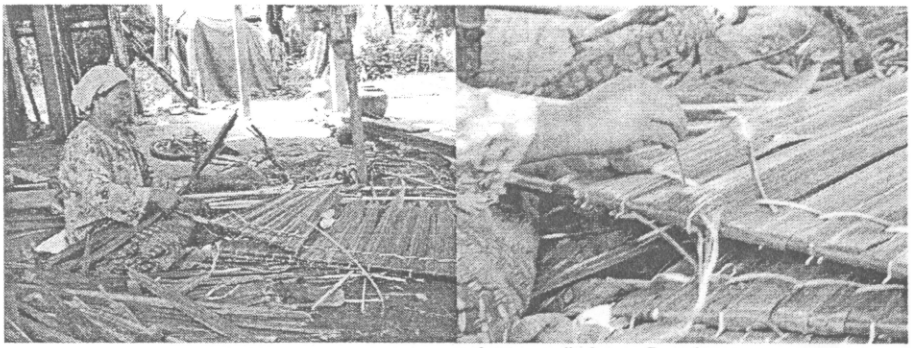


(ด) แสดงภาพเศษเหลือจากการสกัดแป้งจากเยื่อในลำต้นสาคูบด

(ต) แสดงภาพทางใบต้นสาคู

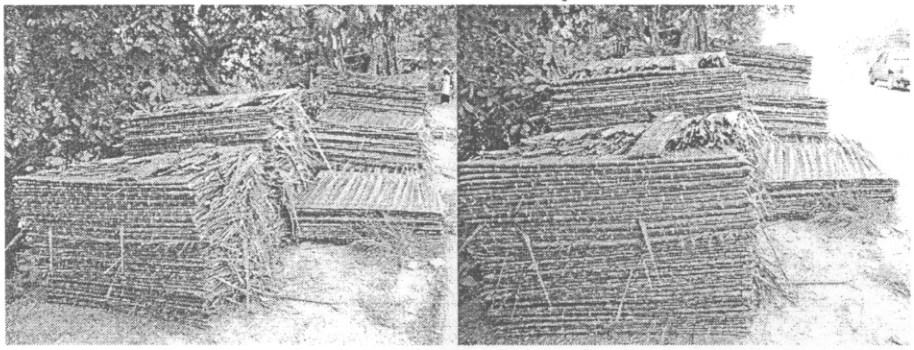
(ถ) แสดงภาพการเตรียมทางใบต้นสาคูเพื่อหาองค์ประกอบทางเคมี

(ท) แสดงภาพการนำใบต้นสาคูไปใช้ประโยชน์

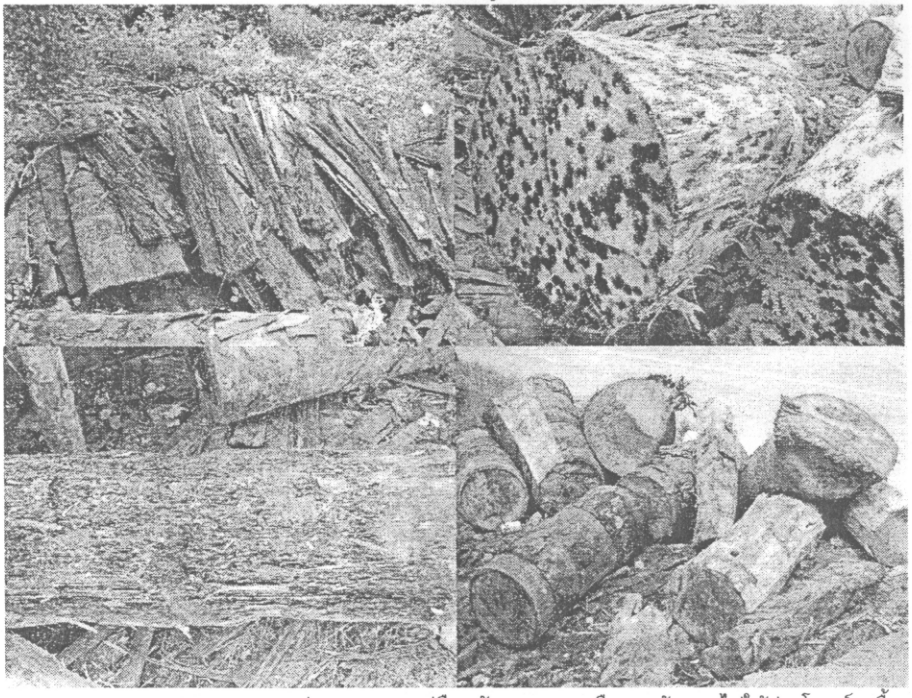


(ธ) แสดงภาพการเย็บใบต้นสาคูไปใช้ประโยชน์ (หลังคาบ้าน)

(น) แสดงภาพการเย็บใบต้นสาคูไปใช้ประโยชน์ (หลังคาบ้าน)

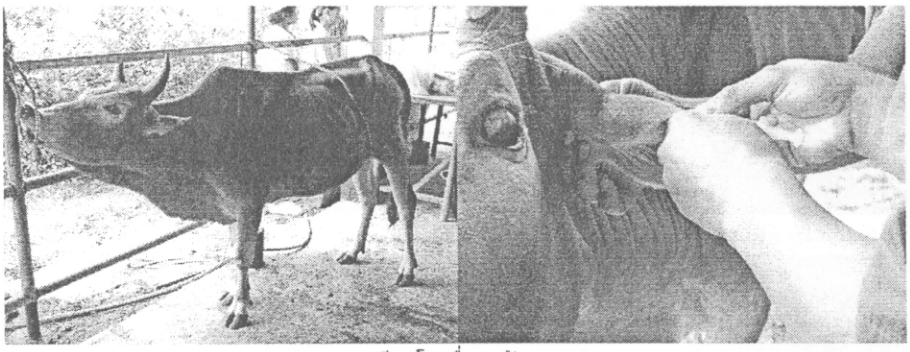


(บ) แสดงภาพใบต้นสาคูไปใช้ประโยชน์ (หลังคาบ้าน)

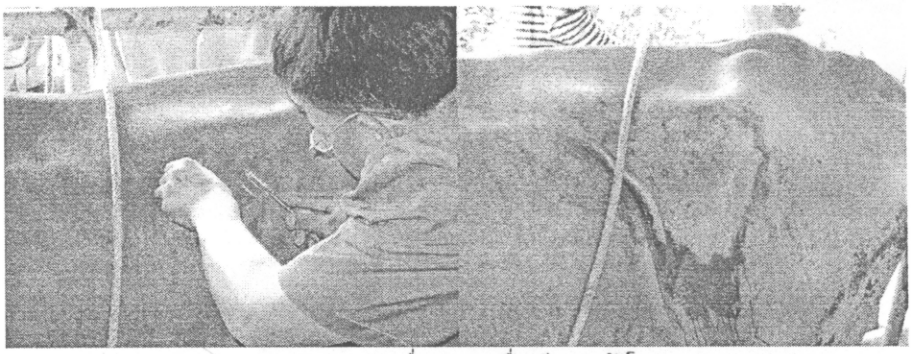


(ป) แสดงภาพเปลือกต้นและเศษเหลือของต้นสาคูไปใช้ประโยชน์ (เชื้อเพลิง)

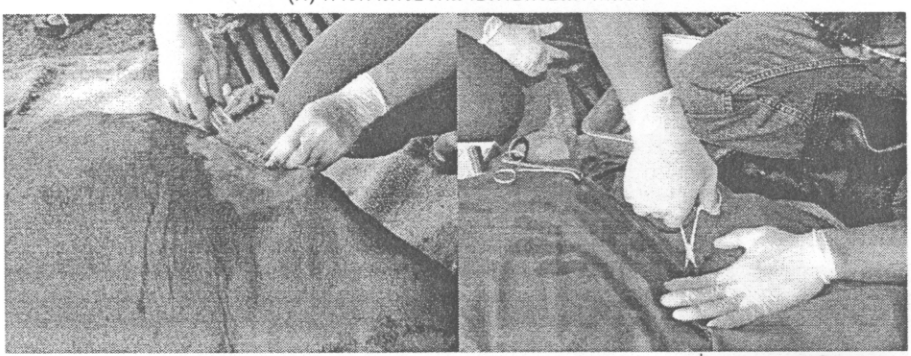
2. แสดงภาพการเตรียมโคพื้นเมือง การผ่าตัด การฝังท่ออาหารแบบถาวร และการทดลองเพื่อวัดความสามารถในการย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ของอาหารในโคพื้นเมืองภาคใต้



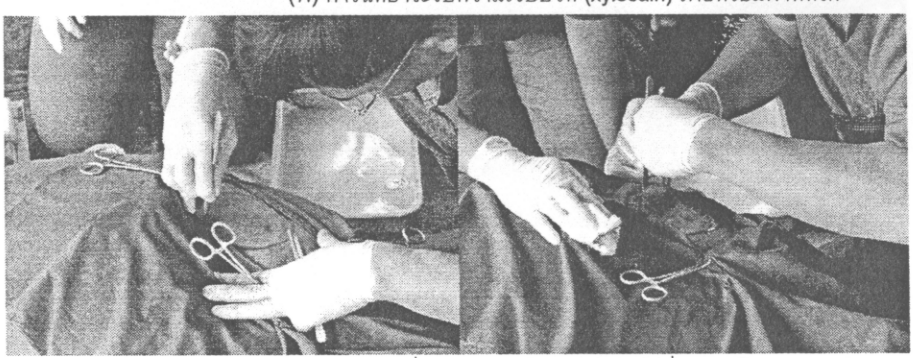
(ผ) การเตรียมโคเพื่อผ่าตัดและวางยาสลบ (Rompun, cylaxine 20ml.)



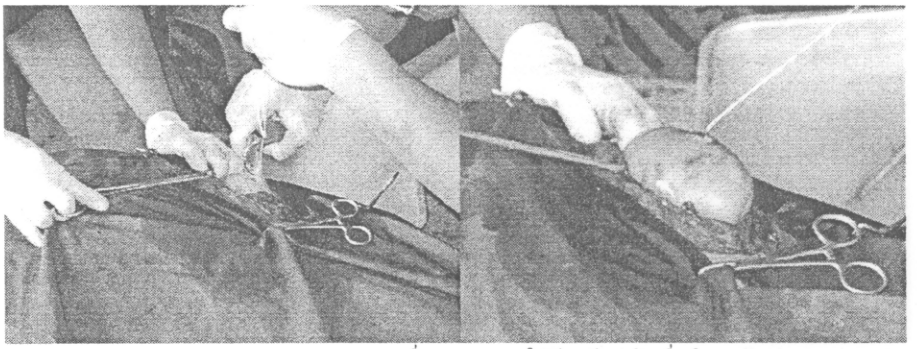
(ฝ) การทำเครื่องหมายเพื่อตรียมผ่าตัดโค



(พ) การฉีดยาระงับความเจ็บปวด (xylocain) เพื่อตรียมผ่าตัดโค

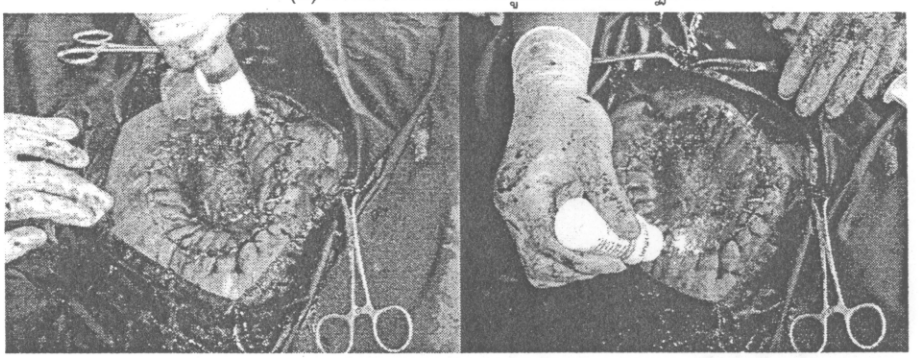


(ฟ) การทำเครื่องหมายและใช้มีดกรีดหนังเพื่อผ่าตัดโค

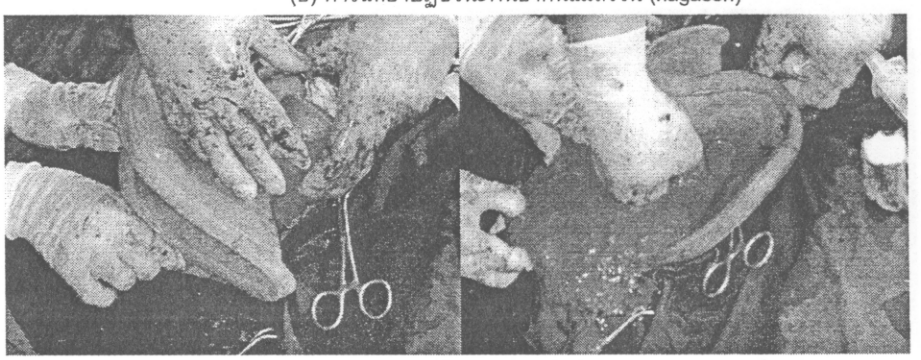


(ภ) การทำเครื่องหมายและใช้มีดกรีดหนังเพื่อดึงกระเพาะรูเมนออกมา

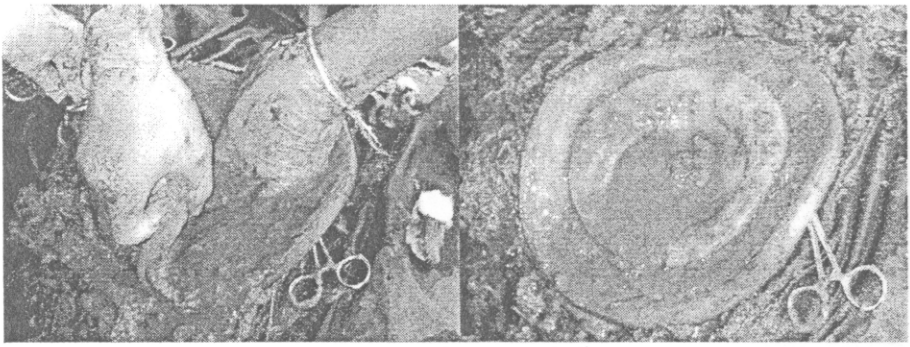
(ม) การเย็บผนังกระเพาะรูเมนและฉีดยาปฏิชีวนะ



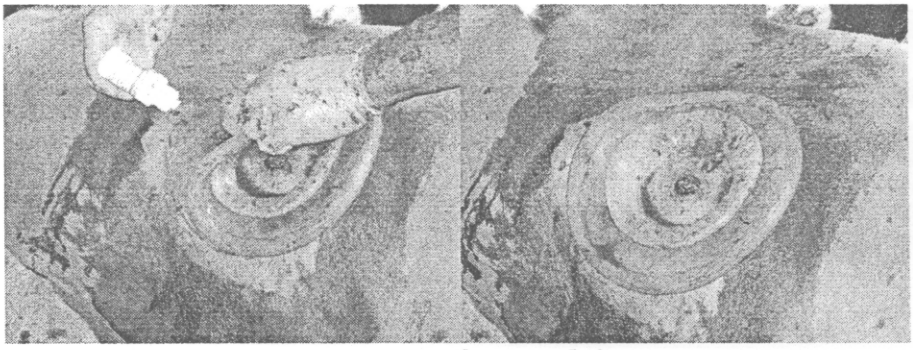
(ย) การฉีดยาปฏิชีวนะพ่นยากันแมลงวัน (nagason)



(ร) การสอดท่อหรือกระบอกเก็บตัวอย่างอาหารผ่านผนังกระเพาะรูเมน

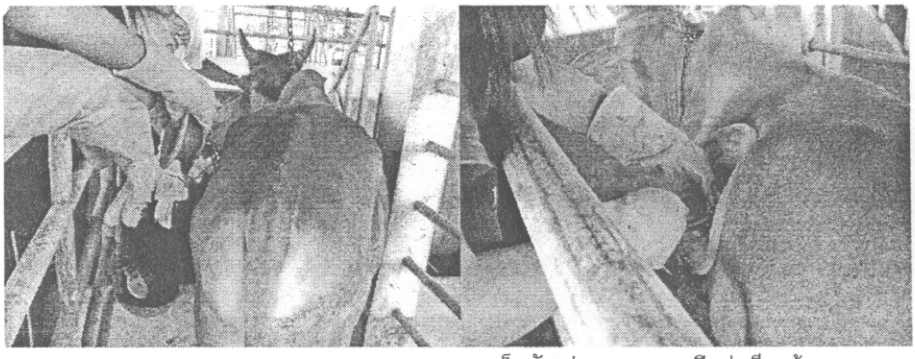


(ว) การสอดท่อหรือกระบอกเก็บตัวอย่างอาหารและปิดฝา

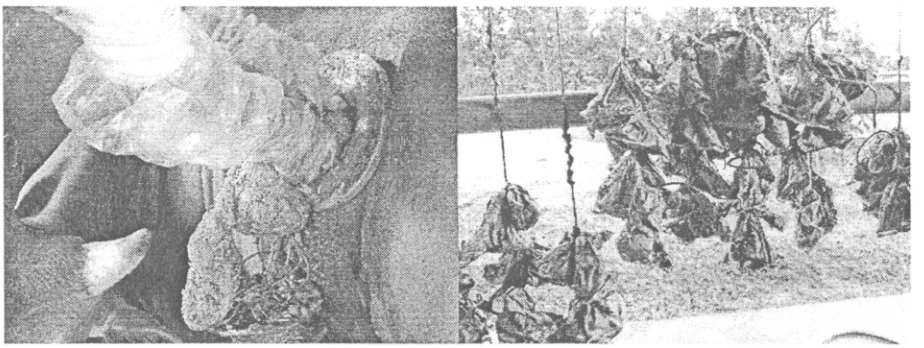


(ศ) ภาพแสดงท่อหรือกระบอกเก็บตัวอย่างอาหารและปิดฝา

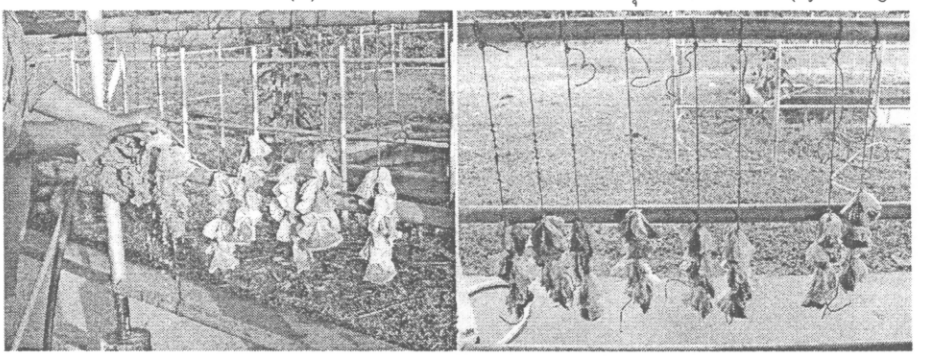
(ษ) ภาพแสดงกระบอกเก็บตัวอย่างอาหารและปิดฝาเรียบร้อย



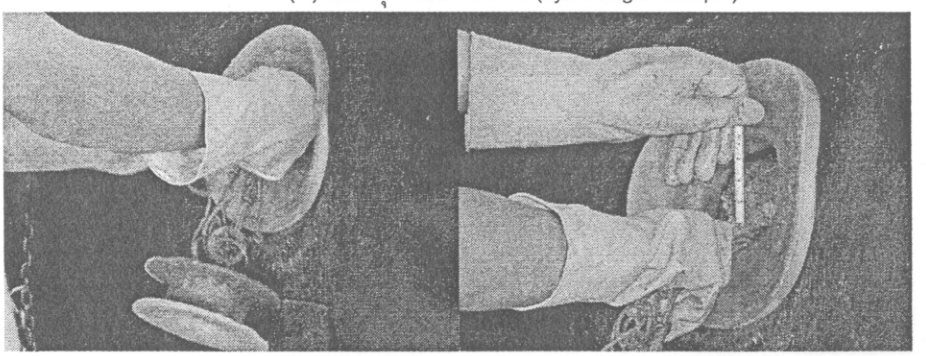
(ส) ภาพแสดงกระบอกเก็บตัวอย่างอาหารและปิดฝาเรียบร้อย



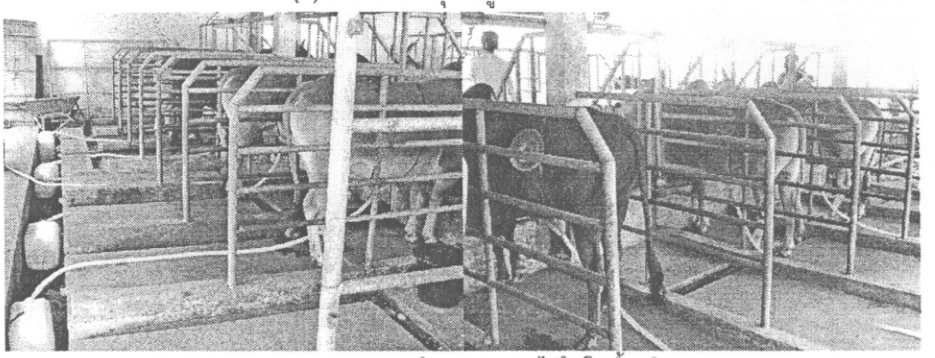
(ห) แสดงการศึกษาการย่อยได้และเก็บถุงตัวอย่างอาหาร (nylon bag technique)



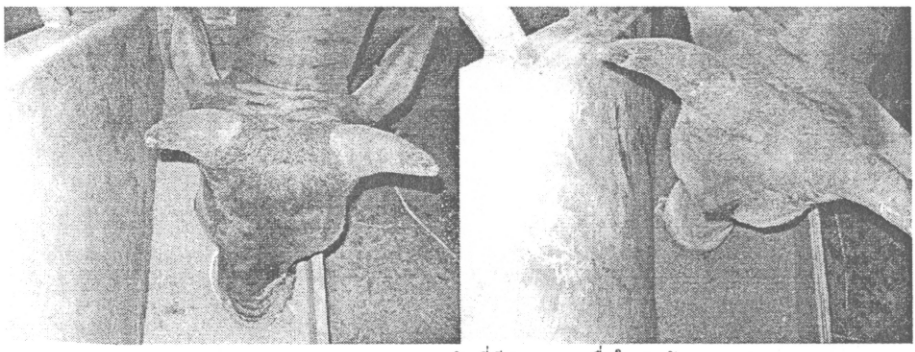
(พ) แสดงถุงตัวอย่างอาหาร (nylon bag technique)



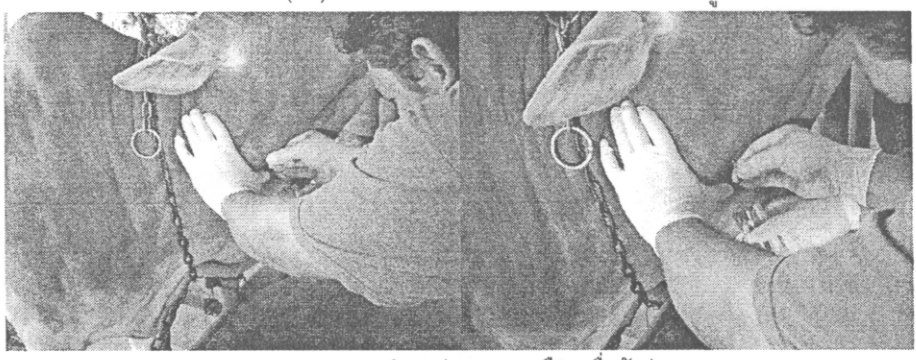
(อ) แสดงการวัดอุณหภูมิ



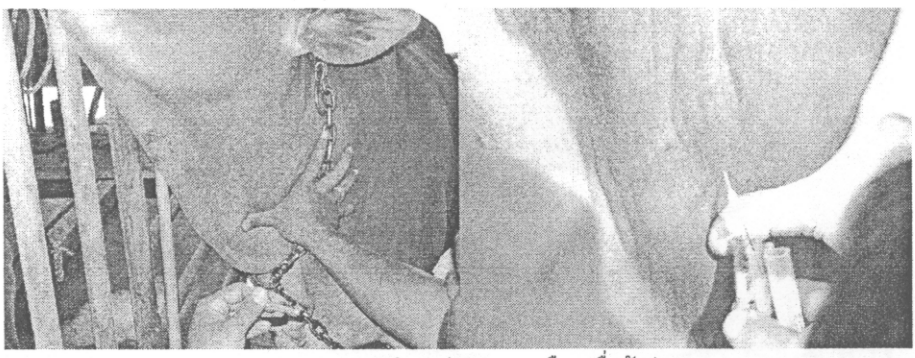
(ฮ) แสดงการศึกษาการย่อยได้ในโคพื้นเมือง (Total collection)



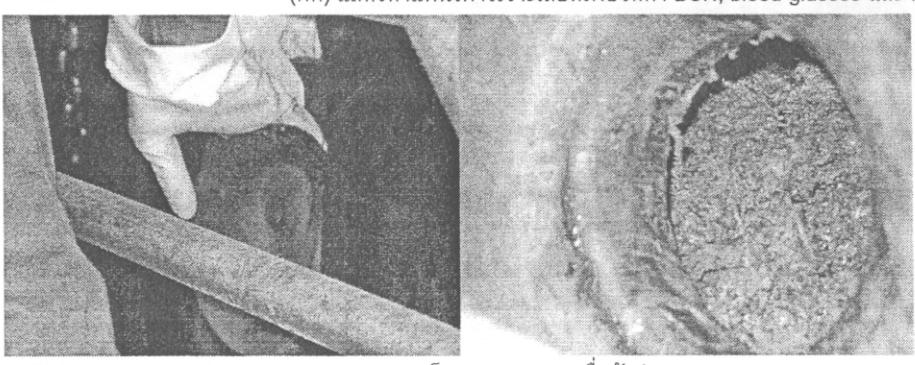
(กก) แสดงอาหารข้นที่มีส่วนผสมเยื่อในลำต้นสาคู



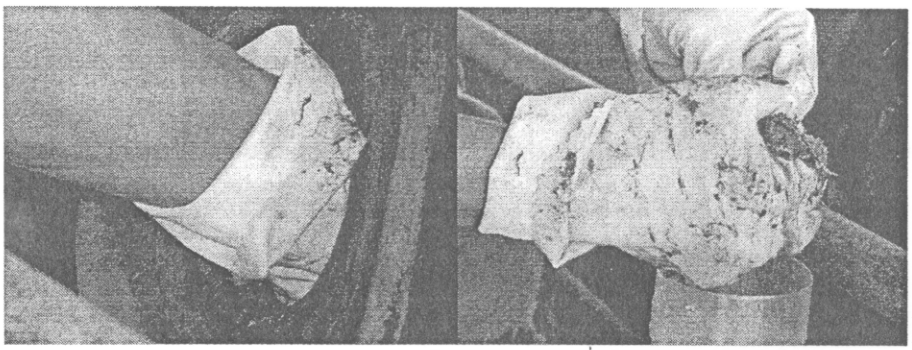
(กข) แสดงตำแหน่งการเจาะเลือดเพื่อวัดค่า BUN, blood glucose และ PCV



(กค) แสดงตำแหน่งการเจาะเลือดเพื่อวัดค่า BUN, blood glucose และ PCV

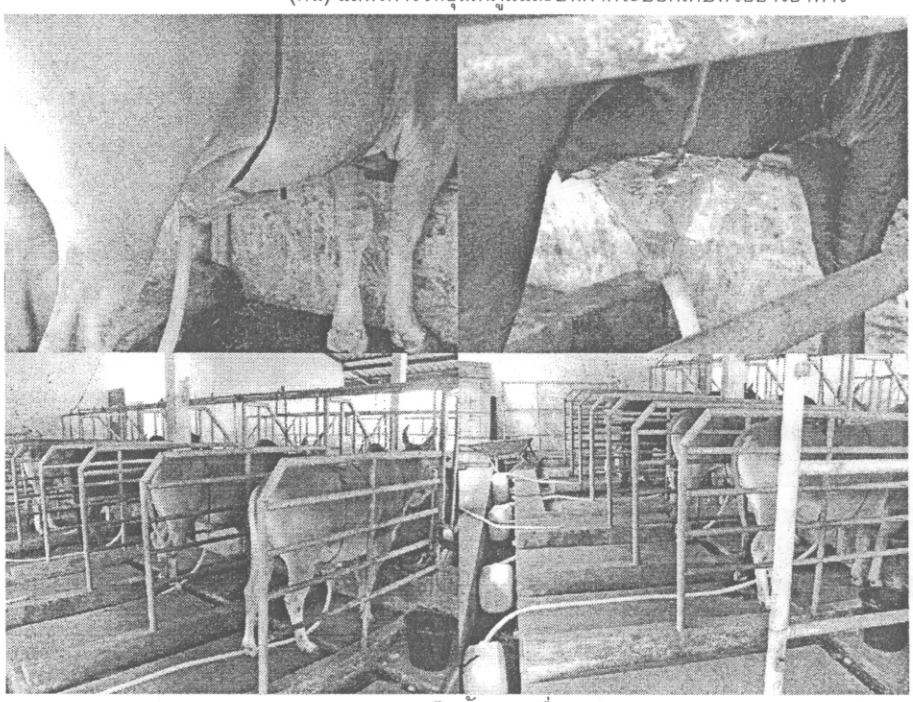


(กง) แสดงการเก็บ rumen fluid เพื่อวัดค่า pH, NH_3-N และ VFAs

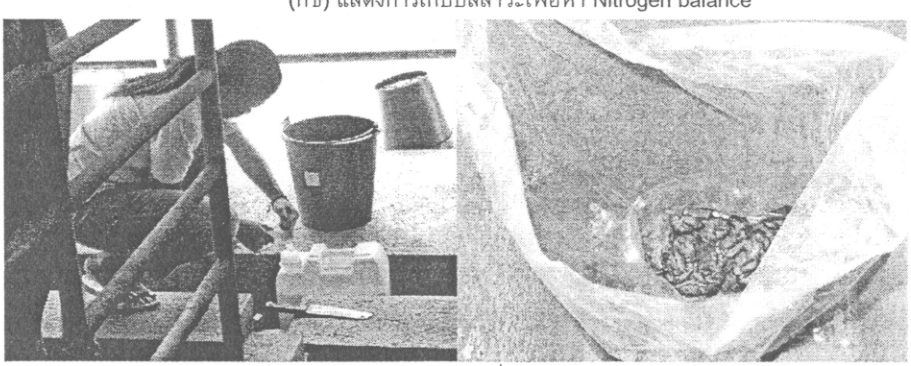


(กจ) แสดงการเก็บ rumen fluid เพื่อวัดค่า pH, NH_3-N และ VFAs

(กฉ) แสดงการวัดอุณหภูมิและปิดฝากระบอกเก็บตัวอย่างอาหาร



(กช) แสดงการเก็บปัสสาวะเพื่อหา Nitrogen balance



(กซ) แสดงการเก็บมูลเพื่อวัดการย่อยได้ของโค (Total collection)

ภาคผนวก ค

เอกสารงานวิจัยภายใต้โครงการที่ได้รับการตีพิมพ์ และที่ได้รับการนำเสนอในการประชุมสัมมนาระดับประเทศและ/ หรือนานาชาติ

1. การนำเสนอในการประชุมสัมมนาระดับประเทศ

1. สุมาลี เพ็ชรขันธ์ วันวิศาข์ งามผ่องใส และ ปิ่น จันจุฬา. 2550. ความสามารถในการย่อยสลายได้ของสาคูและผลพลอยได้จากสาคูในกระเพาะรูเมน. ใน: สัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2550, 3-4 ธันวาคม 2550, ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่. หน้า 56 (บทคัดย่อ).
2. ลินดา ดำคง วันวิศาข์ งามผ่องใส และ ปิ่น จันจุฬา. 2550. ผลการใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลซ์ในกระแสเลือดของโคพื้นเมืองภาคใต้. ใน: สัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2550, 3-4 ธันวาคม 2550, ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่. หน้า 57 (บทคัดย่อ).

2. การนำเสนอในการประชุมสัมมนาระดับนานาชาติ

1. Chanjula. P. and W. Ngampongsai. 2008. **Effects of sago palm pith in concentrate on intake, rumen fermentation and blood metabolites in Southern indigenous cattle.** In: The 13th Animal Science Congress of the Asian-Australasian Association of Animal Production Societies **Theme**: Animal Agriculture and the role of small holder farmers in a global economy, Hanoi-Vietnam, September 22-26, 2008. **(Accepted and in press February 19, 2008).**

3. ผลงานวิจัยที่อยู่ระหว่างการนำเสนอเพื่อตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ

1. **Chanjula, P. and W. Ngampongsai. 2008**. Effects of Replacing Ground Corn with Sago Palm Pith in Concentrate on Intake, Rumen Fermentation Characteristics and Microbial N Supply in Southern Indigenous Cattle fed low-quality Hay. **To be submitted to Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2008. (in press June 23, 2008).**

Abstract of the 5th Agricultural Graduate Conference

บทคัดย่อสัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 5

ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วันที่ 3-4 ธันวาคม พ.ศ.2550

๔๐ปี คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดำเนินการจัดสัมมนาโดย

ภาควิชาพืชไร่ ชั้น 5 อาคารเฉลิมพระเกียรติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50202

โทร. (053)944045 แฟกซ์ (053)944666 *Website: http://agronomy.agri.cmu.ac.th*

E-mail: headagro@chiangmai.ac.th , pgseminar@hotmail.com

สารบัญ

หน้า

ภาคนิทัศน์

ศึกษาคุณภาพน้ำ บริเวณกระชังเลี้ยงปลาทับทิมในอ่างเก็บน้ำท่าจิ้ว จังหวัดตรัง

วิกิจ ผินรับ นายสราวุฒิ แป้นไทย และ นายวีระชัย บัวทอง..... 1

ผลของกลูตาไธโอนในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อชนิดสดต่อคุณภาพน้ำเชื้อสุกร

นายเมธัส พัฒนกุล ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร และ ประภาส มหินชัย..... 2

การตรวจสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดโปรแอนโทไซยานิดินจากข้าวเหนียวดำ และ สารไซยานิดิน 3-กลูโคไซน์ ที่มีต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดจากหนู หรือ ไมอิโลมาเซลล์ ชนิด X63

มนตรี ปัญญาทอง พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ เพทาย พงษ์เพียจันทร์ ดำเนิน กาละดี และ สำรี มั่นเขตกรณ์..... 3

สถานภาพการผลิตแพะในเขตภาคเหนือของประเทศไทย

วีรศักดิ์ หลวงติ๊บ โชค มิเกลือ และ ณัฐพล จงกสิกิจ..... 5

สมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำเมื่อเลี้ยงในสภาพฟาร์มรัฐบาลและหมู่บ้าน

ชาตรี ประทุม สุรศักดิ์ โสภณจิตร และ อำนวย เลี้ยวธารากุล..... 6

การใช้กากมะพร้าวเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารเป็ดเนื้อสายพันธุ์บาร์บารี

เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ นันทนา ช่วยชูวงศ์ และชมัยพร สิทธิเกษมกิจ..... 7

ประชากรตามฤดูกาลของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่

ณัฐดนัย ลิขิตตระการ และ ธนิษฐา ไชยชนะ 8

การใช้เชื้อรา Arbuscular mycorrhiza เชื้อราปฏิปักษ์และเชื้อแบคทีเรีย P. aeruginosa และ B. subtillis ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในมะเขือเทศ

วราภรณ์ ประกอบ วรัญญา กันฑาทรัพย์ วราลักษณ์ สุปิณะ เนตรนภา ไชยเมืองชื่น และทัศนีย์ คิดตาโย..... 9

การศึกษาพันธุกรรมสุกรที่เป็นโรคไส้เลื่อนที่อัณฑะโดยใช้จุดกลายพันธุ์ในยีน Bcl2-associated X

ศุภฤกษ์ ลายประวัติ สุมาลี แท้สูงเนิน นุชา สิมะสาธิตกุล ทัศนีย์ อภิชาตสรางกูร และ เกศินี เกตุพยัคฆ์..... 10

อุบัติการณ์ของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคเต้านมอักเสบและความดื้อยาปฏิชีวนะในฟาร์มโคนม 4 พื้นที่เขตภาคเหนือ

ปรมินทร์ วินิจฉัยกุล .และ จุฬาณี ถาบุญเป็ง..... 11

ภาคบรรยาย

ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวในความแข็งแรงและการตั้งตัวของต้นกล้าที่ปลูกโดยการหว่านข้าวแห้ง

ชลธิชา ถวิลไพร ศันสนีย์ จำจด และเบญจวรรณ ฤกษ์เกษม..... 12

การคัดเลือกพันธุ์ในการทนทานต่ออะลูมินั่มในข้าวไทยพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ปรับปรุง

ณัฏฐิณี ภัทรกุล ศันสนีย์ จำจด และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม..... 13

การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมและความดีเด่นของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในข้าวบาร์เลย์

คคนางค์ เอกจิตร สุทัศน์ จุลศรีไกวัล จักรี เส้นทอง และดำเนิน กาละดี..... 14

การควบคุมทางพันธุกรรมของธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวลูกผสมชั่วที่ 2

เพ็ญนภา จักรสมศักดิ์, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และ ศันสนีย์ จำจด..... 15

สมรรถภาพการใช้ธาตุแมงกานีสในพันธุ์ข้าวไทย

รัตญา ยานะพันธุ์ ศันสนีย์ จำจด และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม..... 16

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวไทยที่มีลักษณะเรณูเป็นหมัน

เกษมสันต์ สุริยะวรรณ, สุทัศน์ จุลศรีไกวัล, ดำเนิน กาลดี และ ม.ล.อโณทัย ชุมสาย..... 17

การปนเปื้อนของข้าววัชพืชในเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกของเกษตรกร

อาทิตยา สุตา จรรยา มณีโชติ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และศันสนีย์ จำจด..... 18

ความแตกต่างในการเจริญเติบโตระหว่างข้าวปลูกและข้าววัชพืชในระยะต้นอ่อน

สิทธิพงษ์ จินดาหลวง จรรยา มณีโชติ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และศันสนีย์ จำจด..... 19

หน้า

การปลูกข้าวแบบสลับระหว่างพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ เพื่อควบคุมการเข้าทำลายของแมลงบั่วในข้าว
วชิระ พอจิต กนก ฤกษ์เกษม ศันสนีย์ จำจด และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม..... 20
ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวไทยในการปรับตัวต่อสภาพดินไม่ชังน้ำ
Suwannee Laenoi Sansanee Jamjod and Benjavan Rerkasem..... 21
เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR ที่เกี่ยวข้องกับยีนควบคุมสมรรถภาพการใช้โบรอนในข้าวสาลี
สุพรรณิการ์ พันชนะ Mehmet Cakir เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และศันสนีย์ จำจด..... 22
ลักษณะลำต้นที่ความคุมความปลอดภัยต่อการหักล้มในข้าว
Vo Ha Phi and Dumnern Karladee..... 23
ระบบการบริหารจัดการผลิตข้าวอินทรีย์ตามแนวมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ขององค์กรดำเนินการที่เกี่ยวข้องในจังหวัดอุบลราชธานี
สมยศ บริสุทธิ์ สุจินต์ สิมารักษ์ วิริยะ ลิมปินันทน์..... 24
การผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้การจัดการแบบฐานอินทรีย์ในระบบข้าว-ถั่วเหลือง
ทรงเชาว์ อินสมพันธ์ อารีรัตน์ จิตบุญ โสพิศ ใจปาละ และวีระชัย ศรีวัฒนพงศ์..... 25
การพัฒนาสมการทำนายความงอกในแปลงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน
สุรจิตร สุขเกษม ลำยอง ครีบผา และสุชาดา เวียรศิลป์..... 26
การปรับตัวของพันธุ์ข้าวไทยต่อสภาพดินน้ำขัง
เจนจิรา หม่องอ้น ศันสนีย์ จำจด และเบญจวรรณ ฤกษ์เกษม..... 27
โครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าสามัญจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
อนุพงศ์ วงค์ตามี เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม จรรยา มณีโชติ และ ศันสนีย์ จำจด 28
ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวพื้นเมืองเหมยนองต่อการเข้าทำลายของแมลงบั่วจากต่างแหล่ง
ประทีป อูปแก้ว จินตนา ทยาธรรม จิราพร ตยุติวุฒิกุล ศันสนีย์ จำจด และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม..... 29
ความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวพันธุ์พื้นเมืองและการจัดการของเกษตรกรในหลวงพระบาง ประเทศลาว
Khamla Phathaboun เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และศันสนีย์ จำจด..... 30
การกระจายตัวทางพันธุกรรมของลักษณะทางสัณฐานวิทยาในลูกผสมชั่วที่ 2 ระหว่างข้าวป่าสามัญ (Oryza rufipogon Griff.) และข้าวปลูก (Oryza sativa L.)
อมีนา พรหมมินทร์ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และ ศันสนีย์ จำจด..... 31
การถ่ายทอดลักษณะและการตอบสนองต่อการคัดเลือกของผลผลิตในถั่วอะซูกิ
วีรพันธ์ กันแก้ว สุทัศน์ จุลศรีไกวัล จักรี เส้นทอง และ ดำเนิน กาละดี 32
การตอบสนองต่อเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซ่าในพืชอาหารของระบบไร่หมุนเวียน
จำเนียร วงษ์โม้ และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม..... 33
ผลของสารสกัดหยาบจากใบพลูและ Eagenal ต่อการยับยั้งเชื้อ Salmonella spp.
พิมพ์ภัทรา บุญเรืองไพศาล นุชา สิมะสาธิกุล ประภาวะดี ไพรินทร์ ดวงพร พิชผล และภาวิน ผดุงทศ..... 34
การควบคุมเชื้อรา Colletotrichum spp. ในส้มที่ทนทานต่อสารกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมโดยชีววิธีและการใช้สารกำจัดเชื้อราชนิดต่างๆ
ภาวินี จันทร์วิจิตร และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ..... 35
ประสิทธิภาพราคาในตลาดน้ำมันปาล์มของประเทศไทย
วิโรจน์ สะสมสิน และ สรัญยา วัลยะเสวี 37
การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง:การใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ดิน
รหัท รวมพรรณพงศ์ พัฒนา เจียรวิริยะพันธ์ อารี วิบูลย์พงศ์ และทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์..... 38
โครงสร้างและพฤติกรรมการตลาดของอุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้งในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน
นพพร ตันติศิรินทร์ พัฒนา เจียรวิริยะพันธ์ อารี วิบูลย์พงศ์ และศรัณย์ อารยะรังสฤษฎ์..... 39
ประสิทธิภาพต้นทุนโลจิสติกส์ธุรกิจส่งออกยางพาราไปยังจีนตอนใต้ผ่านทางท่าเรือเชียงแสน
องอาจ เลี้ยงพันธุ์สกุล พัฒนา เจียรวิริยะพันธ์ และ กมล งามสมสุข 40

หน้า

เชื้อราไมคอร์ไรซาช่วยลดผลกระทบจากดินกรดในถั่วพุ่ม (Vigna unguiculata L. Walp)
อยุธย์ คงปั้น และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม 41
ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการควบคุมเชื้อราและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านการเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลู โป๊ยกั๊ก และช่า
สุภามาศ ช่างแต่ง สายพันธุ์ กาบใบ และ แสงทิวา สุริยงค์ 42
ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารสกัดจากกานพลู โป๊ยกั๊ก ช่า และสารเคมีแคปแทนที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
สุภามาศ ช่างแต่ง ลำยอง ครีบผา และสงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ 43
ปฏิบัติการปุ๋ยอินทรีย์เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนเกษตรร่วมกันระหว่างโรงเรียนและชุมชน
สาคร สมหนุน และ ดำเนิน กาละดี 44
อิทธิพลของระดับแคลเซียมในดินต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา A. flavus ในถั่วลิสงในการปลูกในสารละลาย
ปราณัญ จันทร์เป็งผัด จักรี เส้นทอง และ Keith T. Ingram 45
การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากพืชป่าของชาติพันธุ์ม้ง
จตุพล กวินสกุลไพร นงคราญ ร่มค่ำ 46
การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากพืชป่าของป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ
วรินทร ชัติยศ นงคราญ ร่มค่ำ และ พรชัย ปรีชาปัญญา 47
การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากพืชป่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ณ ป่าบุ่งป่าทามบริเวณลุ่มแม่น้ำมูลและ อุทยานแห่งชาติเขาพระวิหาร
วศิน วงศ์วิเศษ นงคราญ ร่มค่ำ และพรชัย ปรีชาปัญญา 48
การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากพืชป่าของมุลลิมในภาคเหนือและภาคใต้ฝั่งอันดามัน
ภาคินวัฒน์ สุทธิผุย พรชัย ปรีชาปัญญา 49
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมสามทางโดยวิธี Testcross
วาสนา เกษหอม ประวิตร พุทธานนท์ เศรษฐา ศิริพินทุ์ และ ช่อทิพา สกุลสิงหาโรจน์ 50
ผลของสารกำจัดแมลงและสารชีวภาพที่มีต่อเพลี้ยอ่อน คุณภาพผล และปริมาณสารตกค้างในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง
พินณพา บัวดวง จิราพร ตยุติวุฒิกุล และดรุณี นาพรหม 51
ผลของสารโพแทสเซียมคลอเรตต่อการเปลี่ยนแปลงกรดอินโดล-3-แอซิติก ในยอดอ่อนของลำไยพันธุ์ดอ
พัชรินทร์ จงรักไทย กนกวรรณ ศรีงาม และดรุณี นาพรม 52
ผลของ L- cysteine ในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อสดต่อคุณภาพน้ำเชื้อสุกร
พิรุณรัตน์ บุญจันทร์ ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร และประภาส มหินชัย 53
ผลของจำนวนอสุจิและความถี่ที่ใช้ในการผสมเทียมต่ออัตราการผสมติดของไก่
วรวิทย์ วณิชาภิชาติ พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน ศยาม ชุนชำนาญ บรรจบ นะแส และมงคล คงเสน 54
ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของปลาแรด
ดำรงค์ โลหะลักษณาเดช เทิดศักดิ์ มิมชุนทด และเบญจมาศ ลาภาพันธุ์ 55
ความสามารถในการย่อยสลายได้ของสาคูและผลพลอยได้จากสาคูในกระเพาะรูเมน
สุมาลี เพ็ชรชันธ์ วันวิศาข์ งามผ่องใส และ ปิ่น จันจุฬา 56
ผลการใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลซ์ในกระแสเลือดของโคพื้นเมืองภาคใต้
ลินดา ดำคง วันวิศาข์ งามผ่องใส และ ปิ่น จันจุฬา 57
ผลของการเสริมกรดอินทรีย์ (กรดฟูมาริกและกรดมาลิก) ในสูตรอาหารผสมครบส่วนต่อกระบวนการหมักในกระเพาะ รูเมนและความสามารถในการย่อยได้ของอาหารในโคเนื้อ
นงพงา นามแสน ฉลอง วชิรานากร เฉลิมพล เยื้องกลาง ไกรษร ก้องเวหา ดวงดาว พันธ์พงษ์ พงศธร กุนัน
เฉลิมพล ปฏิพันธ์ และจันทิรา วงศ์เณร 58

หน้า

วิธีการผลิตเมล็ดข้าวโพดบีบแตกที่เหมาะสม ประเมินโดยวิธีใช้เทคนิคถุงไนลอนและการย่อยโดยเอนไซม์อะไมเลส
พีระยุทธ อินต๊ะล่ำ สมคิด พรหมมา บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ ประสาน จึงอยู่สุข 59
ผลการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุของโรคแมลงที่ใช้กำจัดเห็บโคในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมด้วยยากำจัดเห็บ
ปาริชาติ แก่งอินทร์ นุชา สิมะสาธิตกุล มาลี ตั้งระเบียบ และ กรกฎ งานวงศ์พาณิชย์ 60
ผลของการเสริม Estrous Cow Serum และ Steer serum ต่ออัตราการปฏิสนธิของเซลล์ไข่โคภายนอกร่างกาย
ชโลธร อัมพร 61
ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตโคเนื้อที่มีคุณภาพในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน
ณรกมล เลาห์รอดพันธ์ โชค มิเกล็ด และ ณัฐพล จงกสิกิจ 62
อัตราเลือดชิดและอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของกวางผาในสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าอมก๋อย อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ (N. caudatus)
ประสิทธิชัย วงศ์สีสม ณัฐพล จงกสิกิจ อดิสรณ์ กองเพิ่มพูล 63
สมการถดถอยในการประเมินคุณภาพซากของโคขุนพันธุ์กำแพงแสน
สันติชัย นารานิทัศน์ สมิต ยิ้มมงคล และเนรมิต สุขมณี 64
ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงานในโคเนื้อพันธุ์บราห์มัน
อนันท์ เชาว์เครือ Takehiro Nishida อิทธิพล เผ่าไพศาล และ กฤตพล สมมาตย์ 65
ความแปรปรวนของยีน INSL3 ในสุกรที่เป็นโรคไส้เลื่อนที่อัณฑะ
สุมาลี แท้สูงเนิน ศุภฤกษ์ สายประวัติ นุชา สิมะสาธิตกุล ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร และ เกศินี เกตุพยัคฆ์ 66
ผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหารและเพศต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะเจริญเติบโต (20-60 กก.)
ภิราภรณ์ ทุมรัตน์ และ ยุทธนา ศิริวัธนานุกูล 67
ผลของสายพันธุ์ เพศ และระดับโปรตีนในอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรพื้นเมืองและลูกผสมพื้นเมือง
บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ภัทรผกา ใจปินตา สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ และชินกร สุนะ 68
ผลของระดับเยื่อในลำต้นสาคูในอาหารข้นต่อการเจริญเติบโตและลักษณะซากของแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้
ขวัญชนก รัตนะ วันวิศาข์ งามผ่องใส และ ปิ่น จันจุฬา 69
ผลของระดับแคลเซียมต่อปริมาณการกินได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในแพะ
ดวงดาว พันธ์พงษ์ ฉลอง วชิราภากร เฉลิมพล เยื้องกลาง พงศธร กุนัน เฉลิมพล ปฏิพันธ์ นงพงา นามแสน
จันทิรา วงศ์เณร และ ไกรษร ก้องเวหา 70
ผลของระดับโปรตีนและการใช้เนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันอบแห้งในสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ
ขมัยพร สิทธิเกษมกิจ เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ และ นิวัต เมืองแก้ว 71
การใช้กระถินสดและเศษผักกาดหอมห่อเป็นอาหารหยาบของแพะรุ่น
วีรศักดิ์ หลวงติ๊บ โชค มิเกล็ด และ ณัฐพล จงกสิกิจ 72
ผลของเมล็ดฝ้ายบดและสูตรอาหารผสมสำเร็จหมักต่อผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนมในโคนม
จันทิรา วงศ์เณร ฉลอง วชิราภากร เฉลิมพล เยื้องกลาง เฉลิมพล ปฏิพันธ์ ดวงดาว พันธ์พงษ์ นงพงา นามแสน
พงศธร กุนัน และไกรสร ก้องเวหา 73
ผลของการทรีทกากถั่วเหลืองและกากมะเขือเทศแห้งด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ ในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้อิสระ กระบวนการหมักในรูเมนและผลผลิตน้ำนมในโคนม
เฉลิมพล ปฏิพันธ์ ฉลอง วชิราภากร เฉลิมพล เยื้องกลาง จันทิรา วงศ์เณร ดวงดาว พันธ์พงษ์ ไกรสร ก้องเวหา
นงพงา นามแสน และพงศธร กุนัน 74

ความสามารถในการย่อยสลายได้ของสาคูและผลพลอยได้จากสาคูในกระเพาะรูเมน

สุมาลี เพ็ชรชันธ์ วันวิศาข์ งามฝองใส และ ปิ่น จันจุฬา

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา 90112 โทร. 074-212843

Rumen Degradability of Sago and Sago By products

Sumalee Pachkhan, Wanwisa Ngampongsai and Pin Chanjula

Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkhla University, Songkhla 90112 Tel. 074-212843

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the rumen degradability of sago starch (SS), sago palm pith (SPP), residued sago palm pith (RSPP), sago palm leaves (SPL), sago palm petiole (SPP), ground corn (GC) and palm kernel cake (PKC) using an in situ technique. Three ruminally fistulated Southern indigenous bull with average weight of 200±25 kg, were used. The feed sources were weighed in nylon bags (45-μm pore size) and incubated ruminally for 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 and 72 h. The results showed that asymptote (a+b) and effective degradability (ED) of DM of feed sources ranked from the highest to the lowest; SS, GC, SPP, RSPP, PKC, SPL, and SPP (98.8, 89.2%; 80.4, 57.5%; 80.2, 57.9%; 79.7, 56.4%; 78.4, 50.4%; 61.4, 40.6% and 61.2, 40.2% respectively) and for OM asymptote (a+b) and ED were similar to those for degradation of DM, except for SPL which was lower ($p<0.05$) in degradability of OM (62.7% and 41.5% respectively). Than SPL (61.8% and 40.7%, respectively) It was concluded that SS, SPP and RSPP could be used as energy sources in concentrate for ruminants while SPL and SPP had potential as roughage sources for ruminants.

Key words: Rumen degradability, sago, sago by-product

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการย่อยสลายได้ (degradation) ในกระเพาะรูเมนของแหล่งอาหาร 7 ชนิด คือ แป้งสาคู เยื่อในลำต้นสาคู กากเยื่อในลำต้นสาคู ใบสาคู ทางสาคู ข้าวโพดบด และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (45-μm pore size) และเก็บออกที่เวลา 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมงหลังการบ่ม ทดลองในโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 200±25 กก. จำนวน 3 ตัว ที่ได้รับการเจาะกระเพาะรูเมนแบบถาวรไว้แล้ว

ผลการศึกษาพบว่า ค่าการย่อยสลายได้สูงสุดและค่าประสิทธิภาพในการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งของวัตถุดิบอาหารสัตว์เรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุด คือ แป้งสาคู ข้าวโพดบด เยื่อในลำต้นสาคู กากเยื่อในลำต้นสาคู กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ใบสาคู และทาง-สาคู (98.8, 89.2%; 80.4, 57.5%; 80.2, 57.9%; 79.7, 56.4%; 78.4, 50.4%; 61.4, 40.6% และ 61.2, 40.2% ตามลำดับ) ส่วนค่าการย่อย-สลายได้สูงสุดและค่าประสิทธิภาพในการย่อยสลายได้ของอินทรียวัตถุของวัตถุดิบอาหารสัตว์คล้ายกับค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ยกเว้น ทางสาคูมีค่าการย่อยสลายได้และค่าประสิทธิภาพในการย่อยสลายได้ของอินทรียวัตถุ (62.7% และ 41.5% ตามลำดับ) สูงกว่าใบสาคู (61.8% และ 40.7% ตามลำดับ) จากข้อมูล แป้งสาคู เยื่อในลำต้นสาคู และกากเยื่อในลำต้นสาคู สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารข้นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ ส่วนใบสาคูและทางสาคูมีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง

คำสำคัญ: ความสามารถในการย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน สาคู ผลพลอยได้จากสาคู

ผลการใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลซ์ในกระแสเลือดของโคพื้นเมืองภาคใต้

ลินดา ดำคง, วันวิศาข์ งามผ่องใส และ ปิ่น จันจุฬา

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 90112 โทร.074-212843

Effect of Sago Palm Pith in Concentrate on Feed Intake, Rumen Fermentation and Blood Metabolites in Southern Indigenous Cattle

Linda Damkhong, Wanwisa Ngampongsai and Pin Chanjula

Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90112 Tel. 074-212843

ABSTRACT

This experiment aimed to study the effects of sago palm pith (SPP) substitution for ground corn (GC) on feed intake, rumen fermentation and blood metabolites. Five southern indigenous male cattle with average live weight of 230±20 kg, were randomly assigned according to a 5x5 Latin square design to received five diets, T_1= 0 % SPP, T_2= 25% SPP, T_3= 50% SPP T_4= 75% SPP and T_5= 100% SPP substitution for ground corn (GC), respectively. Plicatulum hay was offered on ad lib basis. Based on this experiment, there were no significant differences ($p>0.05$) among treatments regarding roughage intake, while concentrate intake and total dry matter intake increased when the levels of SPP in concentrate was increased. The cattle fed with concentrate containing 100 % SPP substitution for GC tended to have the highest concentrate and total feed intake (69.75 and 89.00 g/kg $BW^{0.75}$, respectively). The pH and ammonia nitrogen concentration in rumen fluid, blood glucose concentration and pack cell volume were similar among treatments ($p>0.05$), while blood urea nitrogen (BUN) concentration increased as the levels of SPP in concentrate was increased. The average of blood urea nitrogen concentration at pre-feeding and post-feeding of cattle fed with concentrate containing 100 % SPP substitution for GC (10.6 mg/dl) tended to be higher than the other groups. It could be concluded that the optimal level of SPP to substitute GC in concentrate should be 100 % for southern indigenous cattle fed with plicatulum hay.

Key words: sago palm pith, rumen fermentation, southern indigenous cattle

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลซ์ในกระแสเลือด โดยศึกษาในโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ จำนวน 5 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 230 ± 20 กิโลกรัม ที่ผ่าตัดฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน (rumen fistulated animal) ใช้แผนการทดลองแบบ 5x5 จัตุรัสละตินสแควร์ (Latin square design) เพื่อให้ได้รับอาหารข้นที่มีระดับของเยื่อในลำต้นสาคู 0, 25, 50, 75 และ 100% ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหาร 5 สูตร ตามลำดับ ให้โคพื้นเมืองทั้ง 5 กลุ่ม ได้รับหญ้าพลิแคทูลั่มแห้งอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่า โคทั้ง 5 กลุ่มมีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ขณะที่ปริมาณอาหารข้นที่กินได้ และปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ($p<0.05$) โดยโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคู 100 % ทดแทนข้าวโพด มีแนวโน้มของปริมาณอาหารข้น และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้สูงสุด (69.75 และ 89.00 กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$ ตามลำดับ) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด และค่าเฉลี่ยของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นมีค่าใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) ในระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองใช้เยื่อในลำต้นสาคู ขณะที่ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีค่าแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยโคที่ได้รับอาหารที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคู 100 % ทดแทนข้าวโพดมีแนวโน้มของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดก่อนและหลังให้อาหาร (10.6 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) สูงกว่าโคกลุ่มอื่นๆ จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า สามารถใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดได้ 100% ในสูตรอาหารโคพื้นเมืองภาคใต้

คำสำคัญ: เยื่อในลำต้นสาคู กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โคพื้นเมืองภาคใต้

The 13th Animal Science congress of the Asian-Australasian Association of Animal Production Societies

****

"Animal Agriculture and the role of small holder farmers in a global economy"

Hanoi, dated February 19, 2008

To: Chanjula Pin

Dear Chanjula Pin

The Secretariat of the 13th The 13th Animal Science congress of the Asian-Australasian Association of Animal Production Societies has received your abstract entitled: **EFFECTS OF SAGO PALM PITH IN CONCENTRATE ON INTAKE, RUMEN FERMENTATION AND BLOOD METABOLITES IN SOUTHERN INDIGENOUS CATTLE**

Your paper has been accepted to be the oral presentation at the Congress. Please go ahead for further progress of your presentation in full paper and registration.

For further information, please don't heritage to contact the secretariat of the Congress by the address: ahassociation06@vnn.vn; vn.aaap2008@gmail.com.

Thank you for your contribution

With best wishes

Cuong

Dr Vu Chi Cuong

To submit and accepted the 13th AAAP at Hanoi-Vietnam September 22-26, 2008

EFFECTS OF SAGO PALM PITH IN CONCENTRATE ON INTAKE, RUMEN FERMENTATION AND BLOOD METABOLITES IN SOUTHERN INDIGENOUS CATTLE

P. Chanjula[1] and W. Ngampongsai[1]
[1]Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, 90112, Thailand

ABSTRACT

To investigate the effects of sago palm pith (SPP) on intake, rumen fermentation and blood metabolites, five Ruminally fistulated Southern indigenous cattle (BW = 230±20 kg) were randomly assigned to a 5x5 Latin Square Design to receive five diets, T_1= 0 % SPP, T_2= 25% SPP, T_3= 50% SPP T_4= 75% SPP and T_5= 100% SPP, of dietary dry matter, respectively. Plicatulum hay (PH) was offered *ad libitum* as the roughage. Based on this experiment, there were no significant differences ($p>0.05$) among treatments regarding roughage and total DM intake, while concentrate DM intake was significantly ($p<0.05$) higher as higher levels of SPP were incorporated into diets. Rumen parameters (ruminal temperature, pH, glucose, pack cell volume, volatile fatty acid were similar among treatments ($p>0.05$), while NH_3-N and BUN concentrations were significantly ($p<0.05$) higher as higher levels of SPP were incorporated into diets. In summary, it could be concluded that the optimal level of SPP inclusion to replace corn in beef cattle diets was in the range of 25-100% of SPP when fed with PH and it was a good approach in exploiting the use of local feed resources for beef cattle production.

Key Words: Sago palm pith, rumen fermentation, Southern indigenous cattle

INTRODUCTION

The considerable increase in feed costs when dependent on imported materials has necessitated a search for cheaper energy sources on farm to replace more expensive ingredients, such as corn grain, in beef cattle ration. In swampy areas of the southern provinces of Thailand, sago palm (*Metroxylon sagu*) is abundantly available (FAO, 1983). By-products from sago palm include un-extracted sago palm pith (SPP), sago meal (SM) and residued sago palm pith (RSPP). Sago palm (SP) can be processed into dried form that consists of soluble carbohydrate 51-92% (FAO, 1983), but low in crude protein (0.21-3.3% CP) (Yadav and Mahyuddin, 1991; Tuen, 1992). The meal is very digestible and can be fed to all classes of livestock. It has been included up to 50 % in pig diets and 25 % in poultry diets (Anonymous, 2006). However, the responses to SPP, which is highly degradable in the rumen, have not been extensively studied in beef cattle. Therefore, this study was conducted in order to evaluate the effects of SPP inclusion into the diets based on Plicatulum hay upon intake, rumen fermentation and blood metabolites of Southern indigenous cattle.

MATERALS AND METHODS

Five ruminally fistulated Southern indigenous cattle (BW = 230±20 kg) were randomly assigned to a 5x5 Latin Square Design to receive five diets, T_1= 0 % SPP, T_2= 25% SPP, T_3= 50% SPP T_4= 75% SPP and T_5= 100% SPP, to investigate the effects of sago palm pith (SPP) on intake, rumen fermentation and blood metabolites. Each cattle was kept individually in metabolism crates where water and mineral salt were available at all times. Cattle were offered Plicatulum hay (PH, *Paspalum plicatulum* Michx.) on an *ad libitum* basis and received a concentrate at 2% BW. Each experimental period lasted for 21 days during which feed intakes were recorded. At the end of each period, rumen fluid samples were collected by using a 60-ml hand syringe at the end of each period at 0 and 4 h-post feeding for analysis of pH, NH_3-N and VFA concentrations. Blood Samples were collected via jugular vein for plasma glucose and packed cell volume (PCV) analyses by commercial kits (No. 640,

Sigma Chemical Co., St. Louis, USA). All data were subjected to analysis of variance using Proc. GLM and treatment means were compared using Duncan's Multiple Range Test.

RESULTS AND DISCUSSION

The results showed that (Table 1), intakes (kg/d and g/kgBW^{75}) were similar ($p>0.05$) for all diets and the values tended to linearly increase as levels of SPP increased in the diets. Ruminal temperature and pH were not different ($p>0.05$) and were in normal ranges (France and Siddons, 1993; Firkins, 1996), while NH_3-N and BUN concentrations were significantly ($p<0.05$) higher as higher levels of SPP were incorporated into diets (Table 2). Preston et al. (1965) reported that concentrations of BUN are highly correlated to protein intake and reflect the level of ammonia production in the rumen (Lewis, 1975). This would indicate that available rumen NH_3-N could be used and/or absorbed in the rumen for further synthesis. Nevertheless, NH_3-N and BUN concentrations in all animals were within acceptable physiological ranges and would be adequate for microbial growth (Satter and Slyter (1974).

Table 1 Influence of sago palm pith substitution for ground corn on feed intake (kg/d) in Southern indigenous bulls fed on Plicatulum hay as roughage.

Item	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)	
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0	
DMI, kg/d						
Plicatulum hay, kg/d	1.35	1.26	1.26	1.23	1.37	0.15
g/kg $W^{0.75}$	21.89	20.75	21.24	20.01	19.92	2.07
Concentrate, kg/d	3.32	3.38	3.39	4.09	4.21	0.30
g/kg $W^{0.75}$	54.08^{c}	55.37^{bc}	57.47^{abc}	68.18^{ab}	69.75^{a}	4.15
Total DMI, kg/d	4.67	4.65	4.65	5.32	5.58	0.38
DMI, kg/kg $W^{0.75}$	75.98	76.12	78.71	88.19	89.67	4.50

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.

[a-b] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($p<.05$)

SEM = Standard error of the mean (n = 5).

Blood glucose and PCV were similar ($p>0.05$) among dietary treatments, except for T_3 and T_4 (50 and 75% SPP) which were the lowest ($p<0.05$) of blood glucose than other treatments, but all were within the normal range 60 mg/dl (Benjamin, 1978; Fahey and Berger, 1988). Based on this study, these data indicate that the inclusion of SPP-based diets did not affect in blood glucose and PCV. They also showed positive in energy status.

Total VFAs and C_2 and C_4 concentrations in the rumen were not different ($p>0.05$) among dietary treatments. Meanwhile, the concentration of propionic acid was slightly higher in diets with SPP inclusion as compared with corn-based diets (Table 2), this may be possibly because of greater degradation of starch in these diets. Sutton et al. (1993) observed that increasing the readily degradable starch content of the concentrate resulted in higher rumen propionate concentrations and decreased rumen acetate concentration. However, In this study, the total VFA concentration in all diets was presented at normal concentrations of 70-130 m*M*, the range suggested by France and Siddons (1993). Moreover, the acetate to propionate ratio was similar ($p>0.05$) among dietary treatments as compared with corn-based diets. Although the acetate to propionate ratio tended to be slightly lower by inclusion of SPP in diets, but the inclusion of SPP in replacing corn increased the daily output of propionate without decreasing ($p>0.05$) the production of acetate.

In conclusion, under certain conditions of this study, it can be suggested that the optimal inclusion of SPP based diets did not affect beef performance, rumen fermentation, or blood metabolites. The optimal inclusion of SPP in beef diet is suggested to be between 25-100% when fed with Plicatulum hay so that it appears to be an economical and healthy

approach in exploiting local feed resources such as SPP, which abounds in the Southern provinces of Thailand in the process of feeding all kinds of livestock.

Table 2. Influence of sago palm pith substitution for ground corn on rumen fermentation and blood metabolized characteristics in Southern indigenous bulls fed on Plicatulum hay as roughage.

Item	Sago palm pith (SPP) levels in concentrate (%)[1]					SEM
	T1(0)	T2(25)	T3(50)	T4(75)	T5(100)	
Sago palm pith levels, DM basis	0.0	13.0	27.0	40.5	54.0	
Temperature, °C	39.3	39.3	39.1	39.2	39.4	0.15
Ruminal pH	6.5	6.5	6.4	6.6	6.5	0.12
NH_3-N, mg/dl	3.5^{b}	3.9^{b}	4.3^{b}	5.5^{a}	5.3^{a}	0.32
BUN, mg/dl	6.4^{b}	6.6^{b}	8.0^{ab}	9.6^{a}	10.6^{a}	0.88
Glu, mg/dl	64.8^{ab}	65.0^{ab}	63.3^{b}	62.5^{b}	68.4^{a}	1.34
PCV, %	33.0	31.8	32.9	32.4	31.6	1.34
Total VFA, m*M*	131.8	108.2	120.5	120.7	138.9	15.50
VFA, mol/100mol						
Acetate (A), C_2	64.2	64.4	61.8	64.3	62.6	0.88
Propionate (P), C_3	29.5^{ab}	27.8^{b}	30.1^{ab}	30.4^{a}	30.7^{a}	0.77
Butyrate (B), C_4	6.3^{ab}	7.8^{ab}	8.1^{a}	5.2^{b}	6.6^{ab}	0.83
C_2:C_3 ratio	2.2	2.3	2.1	2.2	2.1	0.08

[1] T_1 = Level of SPP 0%, T_2 = Level of SPP 25%, T_3 = Level of SPP 50%, T_4 = Level of SPP 75%, T_5 = Level of SPP 100%.

[a-b] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($p<.05$)

SEM = Standard error of the mean (n = 5).

REFFERENCES

Anonymous. 2006. Suitability of sago starch as a base for dual-modification. (online). Available:http://www.fao.org/AGA/AGPA/frg/Data/416.html.(Accessed 24/04/2006)

Benjamin, M. M. 1978. Outline of veterinary clinical pathology. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Fahey, G. C. and L. L. Berger. 1988. Carbohydrate nutrition of ruminants. In: D.C. Church (Ed.). The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition. pp. 269-298. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

FAO. 1983.The Sago Palm. FAO. Plant production and protection paper 47. Food and Agricultural Organizer of the United Nation.

Firkins, J. L. 1996. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. J. Nutr. 126:1347-1354S.

France, J. and R. C. Siddons. 1993. Volatile fatty acid production. In: Quantitative Aspects Ruminant Digestion and Metabolism. (Eds., J. M. Forbes and J. France). CAB. International, Willingford, UK. pp. 107-122.

Lewis, D. 1975. Blood urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. J. Agric. Sci. (Camb.) 48:438-446.

Preston, R. L., D. D. Schnakanberg and W. H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. J. Nutr. 86:281-287.

Satter, L. D. and L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on ruminal microbial protein production in vitro. Br. J. Nutr. 32:199-208.

Sutton, J. D., S. V. Morant, J. A. Bines, D. J. Napper and D. I. Givens. 1993. Effect of altering the starch: fibre ratio in the concentrates on hay intake and milk production by Friesian cows. J. Agric. Sci. (Camb.). 120:379-390.

Tuen, A. A. 1992. Sago by-products for animal feeds; prospect and potential. Proceedings of the 6th AAAP Animal Science Congress. Vol. III 23-28 November 1992. Bangkok, Thailand. pp. 70.

Yadav, P. P and M. Mahyuddin. 1991. Nutrient evaluation of sago fiber. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 4:177-182.