

การเพิ่มโปรตีนของมันสำปะหลัง
โดยใช้น้ำกากพองขูรสเพื่อใช้เป็นอาหารโค

อดุลย์ เวียรศิลป์¹ และ วิเชียร มหาวิจิตร²

ENRICHED PROTEIN CASSAVA BY GLUTAMIC MOTHER
LIQUID IN CATTLE DIETS

Therdchai Vearasilp¹ and Vichien Mahavijid²

ABSTRACT : Sixteen male White Lumpun cattle were divided into 4 groups and fed mixed ground cassava chip and Glutamic Mother Liquid (GML) at ratio 2.0:1, 2.5:1, 3.0:1 and 3.5:1. The results indicated that the highest feed intake obtained from the cattle fed mixed ground cassava chip and GML at ratio 3.9:1. Thus, the ratio 3.5:1 was used to substitute maize at levels of 0, 50, 75 and 100% in concentrate diet. It was found that average daily gain were 794^{ab}, 865^a, 778^{ab} and 695^b g/d/h respectively. The cost of feed and cost per weight gain decreased as the level of mixed ground cassava and GML increased. There was no difference in carcass quality. Feed intake and cost per weight gain were lower in the cattle age less than 2.5 years old than those of the cattle age more than 2.5 years old but average daily weight gain and carcass quality were similar.

บทคัดย่อ : ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพองขูรสในอัตราส่วน 2:1, 2.5:1, 3.0:1 และ 3.5:1 เป็นอาหารข้นเลี้ยงโคขาวลำพูนจำนวน 16 ตัว ที่แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ปรากฏว่า โคทดลองกินมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพองขูรสในอัตราส่วน 3.5:1 ได้สูงสุด ($P < 0.05$) และใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพองขูรสในอัตราส่วน 3.5:1 นี้ทดแทนข้าวโพดบดในระดับ 0, 50, 75 และ 100% ปรากฏว่า มีการเจริญเติบโต 794^{ab}, 865^a, 778^{ab} และ 695^b กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ และพบว่า ราคาอาหารข้น (บาท/กก.) และต้นทุนการผลิตต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นจะลดลงตามอัตราส่วนของการใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพองขูรสทดแทนข้าวโพดที่เพิ่มขึ้น โคทดลองทุกกลุ่มมีคุณภาพซากใกล้เคียงกัน โคที่มีอายุน้อยกว่า 2.5 ปี จะมีปริมาณการกินอาหารและต้นทุนการผลิตด้านอาหารสูงกว่าโคที่อายุน้อยกว่า 2.5 ปี ($P < 0.01$) แต่มีอัตราการผลิตและคุณภาพซากใกล้เคียงกัน.

¹ ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

² ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10903.

¹ Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

² Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10903.

คำนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta*) เป็นแหล่งอาหารพลังงานที่ดีโดยมีแป้งอยู่สูงถึง 87.78 เปอร์เซ็นต์ แต่มีโปรตีนต่ำเพียง 3.11 เปอร์เซ็นต์ (สถาปนศิริ และคณะ, 2535) ซึ่งจากการที่มีโปรตีนต่ำนี้เป็นผลทำให้การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จำเป็นที่จะต้องมีการเสริมแหล่งโปรตีนอื่นให้พอเพียงกับความต้องการของสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดนั้นๆ โดยที่แหล่งของโปรตีนชนิดหนึ่งได้แก่ น้ำกากผงชูรสที่ได้จากการผลิตผงชูรส (*Monosodium glutamate*) ที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลัก โดยนำมาหมักร่วมกับจุลินทรีย์แล้วผ่านกรรมวิธีต่างๆ จนได้ผงชูรสในขั้นสุดท้าย และให้น้ำกากผงชูรสที่มีลักษณะทางกายภาพเป็นของเหลวข้นมีสีน้ำตาลเป็นผลพลอยได้.

ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของกากผงชูรสได้แก่ โปรตีน ที่มีปริมาณอยู่ในช่วงระหว่าง 24.4-30 เปอร์เซ็นต์ (คณานุรักษ์, 2530 และ Flores *et al.*, 1980 ตามลำดับ) จึงทำให้มีการนำกากผงชูรสไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งของไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ กัน เช่น นำมาใช้เป็นปุ๋ยในโตรเจนเหลวสำหรับพืช (Chancharoonsook *et al.*, 1989) หรือใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น ในอาหารไก่เนื้อ (Flores, *et al.*, 1980., Avante, *et al.*, 1982, อักบัคอารี, 2535) ไก่ไข่ (Avante, *et al.*, 1980) และสุกร (Silverio, *et al.*, 1980, คณานุรักษ์, 2530, วิสิทธิ์พานิช, 2534) แต่จากการที่น้ำกากผงชูรสมีเกลือเป็นส่วนประกอบอยู่สูง และมีไนโตรเจนที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของโปรตีนรวมอยู่ด้วย จึงทำให้การใช้กากผงชูรสในอาหารสัตว์กระเพาะเดียวมีขีดจำกัด. ด้วยเหตุนี้เมื่อนำมาพิจารณาพร้อมกับมันสำปะหลังที่มีจำนวนมากแล้ว การใช้กากผงชูรสเป็นแหล่งโปรตีนเสริมในมันสำปะหลัง จึงน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษานี้กระทำที่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลอง ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ดังต่อไปนี้ :

การทดลองที่ 1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสที่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ของโค.

สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง : โคขาวลำพูนเพศผู้จำนวน 16 ตัว อายุเฉลี่ย 2 ปี โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 136 กก. จับสลากสุ่มโคออกเป็น 4 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) โดยให้โคได้รับอาหารทดลองตามตารางที่ 1 และให้แต่ละกลุ่มมี 4 ตัว.

อาหารทดลอง : มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพวงซูรสีในอัตราส่วนต่างๆ กัน 4 กลุ่ม ตามตารางที่ 1 โดยมีกากน้ำตาล และแร่ธาตุรวมผสมอยู่ด้วย เพื่อเป็นแหล่งแร่ธาตุ และเพิ่มความน่ากิน ให้กับอาหารทดลองส่วนอาหารหยาบได้แก่ ฟางข้าวสับขนาด 10-16 นิ้ว เพื่อลดการสูญเสียอาหารเนื่องมาจากการคกหล่นบนพื้น อันเนื่องมาจากพฤติกรรมการกินอาหารหยาบของโคทดลอง และเพื่อลดความแปรปรวนอันเนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอในด้านส่วนประกอบของโภชนะต่างๆ จากอาหารหยาบ.

การจัดการ : ก่อนที่จะนำโคเข้าสู่การทดลอง ทำการปรับสภาพโคทดลองให้เคยชินกับวิธีการทดลอง โดยนำโคทั้งหมดมาเลี้ยงในโรงเรือนทดลองในคอกทดลองชนิดคอกเดี่ยว นีดัวคจีน กำจัดพยาธิทั้งภายนอกและภายใน ให้อาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบเป็นเวลา 45 วัน พร้อมทั้งให้วิตามิน AD³E โดยฉีดเข้าใต้ผิวหนัง ต่อจากนั้นให้โคได้รับอาหารทดลองเป็นเวลา 14 วัน เพื่อให้เคยชินกับอาหารทดลอง (Preliminary period) ก่อนที่จะเริ่มบันทึกข้อมูลปริมาณการกินอาหารแต่ละชนิดในแต่ละวัน (Daily feed intake) เป็นเวลา 56 วัน โดยให้อาหารหยาบพร้อมกับอาหารข้นเวลา 8:30 น. และ 14:30 น. ของทุกวัน โดยมีสัดส่วนของอาหารข้น 60 เปอร์เซ็นต์ และอาหารหยาบ 40 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนอาหารทั้งหมด และให้โคได้รับอาหารทั้งหมดประมาณ 2.8 เปอร์เซ็นต์ วัตถุประสงค์เพื่อนำหนักตัวโคแต่ละตัว.

Table 1. Feed composition of mixed ground cassava chip and GML (Cassavi) at different ratio (fresh weight basis).

Items	Ground cassava chip : GML			
	(Cassavi)			
	2:1	2.5:1	3:1	2.3:1
Mixed ground cassava chip-GML	96	96	96	96
Molasses	2	2	2	2
Mixed minerals	2	2	2	2

การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพวงซูรสดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ กันในการใช้เป็นอาหารขุนโคเนื้อ.

สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง : หลังจากสิ้นสุดการทดลองที่ 1 ทำการสุ่มโคทดลองใหม่อีกครั้งหนึ่งจากโคทดลองชุดเดิม โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial Experiment in Completely Randomized Design ขนาด 4 x 2 ซึ่งมี 2 ปัจจัย ได้แก่ :

ปัจจัยที่ 1 : ระดับการใช้ส่วนผสมของม้วนสาปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพองขูรสีในสัดส่วน 3.5:1 ทดแทนข้าวโพดบด 4 ระดับ คือ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์.

ปัจจัยที่ 2 : ระดับอายุโคทดลองที่แตกต่างกัน 2 ระดับ คือ โคทดลองอายุน้อยกว่า 2.5 ปี และมากกว่า 2.5 ปี.

ทำการสุ่มแบ่งโคทดลองออกเป็น 8 กลุ่มๆ ละ 2 ตัว รวมทั้งหมด 16 ตัว.

อาหารทดลอง : ผลจากการทดลองที่ 1 ปรากฏว่าม้วนสาปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพองขูรสีในอัตราส่วน 3.5:1 ที่มีค่าโปรตีนรวม 10.56 เปอร์เซ็นต์ เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดเมื่อพิจารณาถึงปริมาณอาหารที่โคกินได้ในแต่ละวันและปริมาณโปรตีนรวมเปรียบเทียบกับข้าวโพดบด นำอัตราส่วนผสมดังกล่าวมาทดแทนข้าวโพดบดในการประกอบอาหารข้นสำหรับขุนโคทดลองตามตารางที่ 2.

Table 2. Feed composition of maize substituted by mixed ground cassava chip and GML at ratio 3.5:1 (cassavi 3.5) at different levels.

Items	100% Maize 0% Cassavi 3.5	50% Maize 50% Cassavi 3.5	25% Maize 75% Cassavi 3.5	0% Maize 100% Cassavi 3.5
Cassavi 3.5	-	41.5	62.75	83
Maize	83	41.5	20.75	-
Soybean meal	4	4	4	4
Peanut meal	8	8	8	8
Molasses	3	3	3	3
Mixed minerals	2	2	2	2
Total	100	100	100.5	100

การจัดการ : หลังจากทำการสุ่มโคทดลองแล้ว ทำการปรับสภาพโคทดลองทั้งหมดให้พร้อมสำหรับการทดลอง โดยฉีดวิตามิน AD_3E และให้อาหารข้นที่ประกอบไปด้วยม้วนสาปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพองขูรสีในอัตราส่วน 3.5:1 ข้าวโพด กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากน้ำตาล และแร่ธาตุผสม มีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้โคเคยชินกับอาหารทดลองที่มีส่วนผสมดังกล่าวและมีสภาพร่างกายใกล้เคียงกันโดยให้โคทดลองได้รับอาหารข้นดังกล่าวเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ในอัตราส่วน 1.68 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักตัว หลังจากนั้นให้อาหารทดลอง 4 สูตร ตามตารางที่ 2 ใน เวลา 8:30 น. และ 14:30 น. ร่วมกับฟางข้าวสับทุกวัน ในอัตราส่วนตามการทดลองที่ 1 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อให้เคยชินกับอาหารทดลองก่อนทำการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 196 วัน.

การทดลองที่ 3. ศึกษาคุณภาพซากของโคเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ประกอบด้วยมันเส้นบดผสมน้ำกากงาในอัตราส่วน 3.5:1 ทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ กัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 2 โดยบันทึกข้อมูลลักษณะซาก และการตกแต่งซากแบบสากล (คันธพนิต, 2529) แต่เนื่องจากโคทดลองในกลุ่มที่ 3 และ 4 ถูกส่งออกไปเพื่อการทดลองพันธุ์กลุ่มละ 1 ตัว จึงทำให้การทดลองนี้เป็นแบบ 4 x 2 Factorial in Completely Randomized Design-Unequal Replication โดยมีโคทดลองทั้งหมด 14 ตัว.

การวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance และวิเคราะห์ลำดับความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980).

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากงาซึ่งมีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ของโค.

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีที่แสดงถึงส่วนประกอบของโภชนาต่างๆ ของมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากงาในอัตราส่วนต่างๆ กัน แสดงไว้ในตารางที่ 3.

Table 3. Chemical analysis of mixed ground cassava chip and GML (Cassavi) at different ratios, rice straw and GML (% DM).

Items	Ground cassava chip: GML (Cassavi)				Rice straw GML ^{1/}	
	2:1	2.5:1	3:1	3.5:1		
Dry matter ^{2/}	77.36	78.16	79.46	80.36	92.04	66.08
Organic matter	86.07	87.13	88.39	88.75	81.74	-
Crude protein	14.73	13.89	12.68	11.56	3.90	37.44*
Crude fiber	3.42	3.51	3.58	3.89	36.60	-
Ether extract	1.18	1.16	1.19	1.18	3.04	-
Ash	13.39	12.87	11.61	11.25	18.26	-
Nitrogen free extract	66.74	68.57	70.94	72.03	38.20	-
Salt	5.04	4.69	4.48	4.17	-	13.75
pH	5.8	5.8	5.8	6.0	-	5.83

^{1/} Ajinomoto (1989)

^{2/} Fresh weight

* Total N = 5.99%, Ammonia N = 2.29%, Amino acid N = 3.70%

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำกากพวงสุสที่มีโปรตีน 37.44 เปอร์เซ็นต์ (อายุ โนะโมะโด้ยะ, 2532) ผสมกับมັນสำปะหลังเส้นบดมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วน ความเข้มข้นของน้ำกากพวงสุสที่เพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากน้ำกากพวงสุสมีเกลืออยู่สูง จึงทำให้ปริมาณ เกลือเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย.

ปริมาณการกินอาหารของโคทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4

Table 4. Feed intake (dry matter, % BW and nutrient composition) in mixed ground cassava chip and GML at different ratios (% DM).

Items	Ground cassava chip: GML (Cassavi)			
	2:1	2.5:1	3:1	3.5:1
Feed intake (kg/h/d)				
concentrate diet	1.85	2.00	2.00	2.38
rice straw	1.45	1.25	1.03	1.40
total feed	3.30	3.25	3.03	3.78
concentrate : rice straw (%)	54:46	59:41	64:36	59:41
Feed intake (as % BW)				
concentrate diet	1.28 ^b	1.35 ^b	1.42 ^{ab}	1.63 ^a
rice straw	1.00	0.84	0.72	0.96
total feed	2.28	2.19	2.14	2.59
Feed intake of organic matter (kg/h/d)				
concentrate diet	1.59	1.74	1.77	2.11
rice straw	1.19	1.03	0.84	1.15
total feed	2.78	2.77	2.61	3.26
Feed intake of protein (g/h/d)				
concentrate diet	271.77	277.45	253.60	275.73
rice straw	56.55	48.95	40.07	54.70
total feed	328.32	326.40	293.67	329.83
Feed intake of salt (g/h/d)	92.99	93.68	89.60	99.25

Values in the same row with different superscripts are different at $p < 0.05$.

ปริมาณการกินได้ของอาหารชั้นที่ประกอบด้วยมັນสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพวงสุสใน อัตราส่วนต่างๆ กัน ปรากฏว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบแห้งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และอินทรีย์วัตถุจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของน้ำกากพวงสุสที่ลดลง และพบว่าปริมาณโปรตีนและ

เกลือ ที่กินได้วันแต่ละวันมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งให้เห็นชัดเจนว่าเกลือที่มีอยู่สูงถึง 13.75 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำกากพวงซุสเป็นตัวควบคุมปริมาณการกินได้ของอาหารชั้นในแต่ละวัน และเป็นเหตุทำให้ อาหารชั้นที่มีเกลือน้อย ได้แก่มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากพวงซุสในอัตราส่วน 3.5:1 ที่มี สัดส่วนของน้ำกากพวงซุสน้อยที่สุดในทุกกลุ่มที่มีค่าปริมาณการกินอาหารชั้นสูงสุด ดังเช่นที่ Wilson (1966), Ternouth and Beattie (1971) และ Bergen (1972) รายงานว่าโคจะกิน อาหารลดลงเมื่อมีเกลืออยู่ในอาหารในปริมาณที่สูงขึ้น.

ผลที่เกิดจากการที่โคกินเกลือมากเกินไปเข้าไปในร่างกาย จะเกิดจากโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ทำให้ค่า แรงดันออสโมซิส (Osmotic pressure) ภายในกระเพาะรูเมนสูงขึ้น ส่งผล ทำให้แรงดันออสโมซิสของพลาสมาในระบบหมุนเวียนโลหิตมีค่าสูงด้วย (Ternouth, 1967) ก่อให้ เกิดการเสียสมดุลของร่างกาย ทำให้ร่างกายจะต้องปรับตัวเองให้กลับเข้าสู่ภาวะสมดุลดั้งเดิม (Homeostasis) โดยลดการกินอาหารลงชั่วคราวจนกระทั่งค่าแรงดันออสโมซิสในกระเพาะรูเมน ลดลง จึงจะสามารถกินอาหารเข้าไปได้อีก (Ternouth and Beattie, 1971) นอกจากนี้การที่ ค่า แรงดันออสโมซิสสูงขึ้นนี้ ยังทำให้การขับหลังของน้ำลายลดน้อยลง (Tomas and Potter, 1975; Warner and Stacy, 1977) ซึ่งอาจมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน เนื่องจากน้ำลายมีคุณสมบัติเป็นตัว Buffer ดังนั้น ในกรณีที่ pH ภายในกระเพาะรูเมนมี แนวโน้มว่าจะลดต่ำลง และถ้าประกอบกับการผลิตน้ำลายมีน้อยด้วยแล้ว จะปรากฏว่า สภาพที่ ภายในกระเพาะรูเมนมีค่า แรงดันออสโมซิสสูงมาก มักจะเกิดร่วมกับ Rumen acidosis (Ahrens, 1965).

ปริมาณการกินอาหารหยาบมีค่าใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าจะมีความแปรปรวนบ้างเล็กน้อย ซึ่ง Cardon (1953) รายงานว่า การใส่เกลือในระดับสูงจะไม่มีผลต่อการย่อยได้ของอาหารเยื่อใย และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณอาหารที่กินได้โดยรวมแล้ว ปรากฏว่า อัตราส่วนผสม 3.5:1 มีค่าสูงสุด ด้วย นอกเหนือไปจากค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่มี pH 6 ซึ่งเป็นระดับปกติที่ไม่เป็นอันตรายต่อ จุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนแต่อย่างใด ทั้งนี้เนื่องจาก pH ภายในสภาพปกติของกระเพาะรูเมน อยู่ในช่วง 5.5 - 7.0 (Stevens, 1988) และสภาวะอันตรายอยู่ในช่วง pH 4.0-4.5 (Hungate, 1966) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงโปรตีนที่มีอยู่ 11.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับโปรตีนที่มีอยู่ ในข้าวโพด และสัดส่วนของอาหารชั้นต่ออาหารหยาบที่มีค่า 55:41 แล้ว ก็ปรากฏว่าอยู่ในช่วง ปกติ ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะใช้อัตราส่วนผสมระหว่างมันสำปะหลังเส้นบดต่อน้ำกากพวงซุสที่มี ค่า 3.5:1 นำไปใช้ทดแทนข้าวโพดบดในการทดลองที่ 2 ต่อไป.

การทดลองที่ 2 การใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสทดแทนข้าวโพดบดในระดับต่างๆ กันในการใช้เป็นอาหารขุนโคเนื้อ.

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารขุนที่ใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสในอัตราส่วน 3.5:1 (Cassavi 3.5) ทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ กัน แสดงไว้ในตารางที่ 5.

Table 5. Chemical analysis of maize substituted by mixed ground cassava chip and GML at ratio 3.5:1 (Cassavi 3.5) at different levels (% DM).

Items	100% Maize	50% Maize 50% Cassavi 3.5	25% Maize 75% Cassavi 3.5	100% Cassavi 3.5
Dry matter ^{1/}	86.97	85.00	83.53	82.90
Organic matter	94.84	93.68	92.05	90.33
Crude protein	12.99	13.88	14.36	15.04
Crude fiber	3.86	4.41	4.68	4.83
Ether extract	4.42	2.94	2.12	1.81
Ash	5.16	6.32	7.95	9.67
Nitrogen free extract	73.57	72.45	70.89	68.55
Salt	1.04	1.87	2.67	3.44

^{1/} from fresh weight.

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าการที่มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสในอัตราส่วน 3.5:1 มีค่าโปรตีน 11.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าข้าวโพดบดที่มีโปรตีน 9.49 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารทดลองจึงเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้นของมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสเช่นเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์เกลือที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นนี้จะมีแนวโน้มว่าจะมีผลต่อปริมาณการกินของอาหารขุนคิดตามเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (ตารางที่ 6) เช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1 แต่เนื่องจากในการทดลองที่ 2 นี้ใช้อัตราส่วนระหว่างมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสที่ 3.5:1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีเกลือน้อยที่สุด ดังนั้นปริมาณเกลือที่มีอยู่ในอาหารและปริมาณเกลือที่โคกินได้จากอาหารขุน จึงอยู่ในระดับที่ไม่มีผลต่อปริมาณการกินอาหารขุนที่ทำให้ปริมาณการกินอาหารขุนใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มการทดลอง เช่นเดียวกันกับปริมาณการกินอาหารหยาบ และอาหารโดยรวมทั้งหมดและอยู่ในระดับที่ปกติ.

Table 6. Feed intake (Dry matter, % BW and nutrient composition) in maize substituted by mixed ground cassava chip and GML at ratio 3.5:1 (Cassavi 3.5) at different levels (% DM) fed to the experimental cattles for 196 days.

Items	100% Maize	50% Maize 50% Cassavi 3.5	25% Maize 75% Cassavi 3.5	100% Cassavi 3.5
Feed intake of dry matter (kg/h/d)				
concentrate diets	3.66	3.70	3.42	3.23
rice straw	1.88	2.13	1.95	2.01
total feed	5.54	5.83	5.37	5.24
concentrate: rice straw (%)	66:34	63:37	64:36	62:38
Feed intake of % BW				
concentrate diets	1.47	1.42	1.43	1.36
rice straw	0.78	0.83	0.82	0.83
total feed	2.25	2.25	2.25	2.19
Feed intake of organic matter (kg/h/d)				
concentrate diets	3.47	3.46	3.15	2.92
rice straw	1.54	1.74	1.59	1.64
tatal feed	5.01	5.20	4.74	4.56
Feed intake of protein (g/h/d)				
concentrate diets	475.11	512.87	491.11	485.42
rice straw	73.13	82.88	76.05	78.20
total feed	548.24	595.74	567.16	563.61
Feed intake of salt	38.04 ^a	69.10 ^b	91.32 ^c	111.03 ^d

Values in the same row with different superscripts are different at $p < 0.05$.

อัตราการเจริญเติบโตที่แสดงไว้ในตารางที่ 7 ปรากฏว่า โคทดลองทุกกลุ่มที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดมีอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่เลี้ยงด้วยมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสทดแทนข้าวโพด 50 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด และดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยมันสำปะหลังบดผสมน้ำกากผงชูรสแต่เพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตาม โคทดลองในกลุ่มสุดท้ายก็มีอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่มีข้าวโพด 100 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่าจะมีแนวโน้มว่าอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าก็ตาม.

เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเจริญเติบโตร่วมกับปริมาณโภชนาที่โคได้รับจากอาหารชั้น ในส่วนของโปรตีน, อินทรีย์วัตถุ, และแป้งแล้ว ปรากฏว่าปริมาณโปรตีนที่กิน ได้มีแนวโน้มสูงขึ้น

เล็กน้อยตามระดับการเพิ่มขึ้นของนมสำหรับลูกโคหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสที่อัตราส่วนที่มีโปรตีนสูงกว่าข้าวโพด ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุที่โคได้รับมีแนวโน้มว่าจะลดลงถ้าปริมาณนมสำหรับลูกโคหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากปริมาณเกลือที่มีอยู่ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว.

แต่เมื่อพิจารณาถึงโภชนะในส่วนของแม่ พบว่า นมสำหรับลูกโคหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสอัตราส่วน 3.5:1 มีแม่เป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 71.33 เปอร์เซ็นต์ และแม่จากนมสำหรับลูกโคมีการย่อยได้ภายในกระเพาะรูเมน 94 เปอร์เซ็นต์ (สถาปนศิริ และคณะ, 2533) ซึ่งสูงกว่าข้าวโพดที่มีแม่อยู่ประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ และมีการย่อยได้ภายในกระเพาะรูเมน 56 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (เวียร์คิลปี, 2530) ความแตกต่างกันในสิ่งเหล่านี้ที่เกิดจากแม่จากพืชที่ต่างชนิดกัน จะมีผลต่อการนำเอาพลังงานจากพืชของแต่ละส่วนของทางเดินอาหารไปใช้ประโยชน์ต่างกันในร่างกายของสัตว์เคี้ยวเอื้องด้วย ในกรณีนี้ แม่จากนมสำหรับลูกโคที่มีการย่อยได้ดีภายในกระเพาะรูเมน จะให้กรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid : VFA) สำหรับจุลินทรีย์และตัวสัตว์เคี้ยวเอื้อง. ส่วนแม่จากข้าวโพดที่มีการย่อยได้น้อยภายในกระเพาะรูเมน แต่มีแม่เหลือเข้าไปถึงลำไส้เล็กได้มาก และถูกย่อยได้สูงถึง 29 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นแหล่งพลังงานที่ดีสำหรับตัวสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะที่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายในรูปของกลูโคส (Glucose) โดยตรง นอกจากนี้การที่มีแม่จากข้าวโพดเข้าไปถึงลำไส้เล็กนั้น โปรตีนในข้าวโพดบางส่วนที่อาจจะแทรกอยู่ในเมตแมตในรูปของ Protein matrix ก็จะสามารถเข้าไปถึงลำไส้เล็กด้วย โดยเฉพาะโปรตีนจากข้าวโพดจะเรียงตัวเกาะกับเมตแมตอย่างค่อนข้างจะเป็นระเบียบ (Rooney and Plugfelder, 1986).

ด้วยเหตุดังกล่าว โคทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่ประกอบด้วยนมสำหรับลูกโคหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสทดแทนข้าวโพด 50 เปอร์เซ็นต์ อาจจะได้รับแม่จากข้าวโพดและนมสำหรับลูกโคหลังเส้นบดผสมในส่วนที่เหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ให้ดีที่สุด จึงมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ได้รับเฉพาะแม่จากนมสำหรับลูกโคหลังเส้นบดผสมเพียงอย่างเดียว ดังที่ปรากฏในตารางที่ 7.

และอาจจะกล่าวได้อีกว่า การให้โคได้รับอาหารชั้นที่มีเฉพาะข้าวโพดแต่เพียงอย่างเดียว หรือได้รับเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างทางสถิติจากการใช้นมสำหรับลูกโคหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสแต่เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีแม่จากข้าวโพดร่วมอยู่ด้วย โดยทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากสัดส่วนของแม่จากพืชทั้งสองชนิดที่ไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ดังเช่น ในการใช้แม่จากนมสำหรับลูกโคหลังเส้นบดผสมทดแทนแม่จากข้าวโพด 50 เปอร์เซ็นต์.

Table 7. Average daily gain, feed efficiency ratio and cost per gain in maize substituted by mixed ground cassava chip and GML at ratio 3.5:1 (Cassavi 3.5) at different levels fed to the experimental cattles for 196 days.

Hems	100% Maize	50% Maize 50% Cassavi 3.5	25% Maize 75% Cassavi 3.5	100% Cassavi 3.5
Initial weight (kg)	170.00	171.00	161.25	168.25
Finishing weight (kg)	325.63	340.63	313.88	304.50
Average daily gain (kg/h/d)	0.794 ^{ab}	0.865 ^a	0.778 ^{ab}	0.695 ^b
Feed efficiency ratio				
concentrate diet	4.62	4.27	4.39	4.71
total feed	7.00	6.72	6.88	7.64
Price (Baht/kg) ^{1/}				
concentrate diets	4.12	3.36	3.39	3.15
rice straw	0.69	0.69	0.69	0.69
Cost per gain (baht/kg)				
concentrate diets	19.02 ^a	15.49 ^b	14.88 ^b	14.84 ^b
total feed	20.61 ^c	17.18 ^d	16.61 ^d	16.13 ^d

Values in the same row with different superscripts are different at $p < 0.05$ (a, b) and $p < 0.01$ (c, d).

^{1/} feeding price of feedstuff at Ampour Muang, Chiang Mai province (2 November 1990 - 19 May 1991).

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตในด้านราคาอาหารข้น (บาท/กก.) และต้นทุนค่าอาหารค่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแล้ว ก็พบว่า การใช้มันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรสทดแทนข้าวโพดจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง ($P < 0.01$) เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วมันสำปะหลังจะมีราคาต่ำกว่าข้าวโพด และเมื่อพิจารณาถึงผลผลิตและการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ของข้าวโพดและมันสำปะหลังแล้ว ก็จะพบว่า ในส่วนของข้าวโพดนั้นสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ทุกชนิด ทั้งสัตว์กระเพาะเคี้ยวและสัตว์เคี้ยวเอื้อง และในปัจจุบันนี้ก็นิยมนำไปแปรรูปใช้เป็นอาหารว่างสำหรับมนุษย์ตามวัฒนธรรมการบริโภคที่กำลังเปลี่ยนไปด้วย ทำให้ความต้องการข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลทำให้ราคาเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ในส่วนของมันสำปะหลังนั้น การนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์กระเพาะเคี้ยวมีขอบเขตจำกัด เนื่องจากการมี Cyanogenic glucoside เป็นส่วนประกอบ การนำไปใช้เป็นอาหารมนุษย์ก็มีอยู่น้อย นอกจากนี้การส่งมันสำปะหลังเป็นสินค้าออก ก็มีแนวโน้มว่าจะถูกจำกัดในอนาคต ดังนั้น การนำมันสำปะหลังมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องร่วมกับแหล่งโปรตีนอื่น จึงน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่ง ที่จะนำมันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น.

การทดลองที่ 3. คุณภาพซาก

จากตารางที่ 8 ปรากฏว่า ซากของโคที่เลี้ยงด้วยมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกาฬงชूरुส ในอัตราส่วน 3.5:1 ทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ กัน มีคุณภาพซากที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าการขุนโคเป็นระยะเวลา 196 วัน ด้วยมันสำปะหลังเส้นบดผสมน้ำกาฬงชूरุสทดแทนข้าวโพดในระดับต่างๆ กัน หรือการให้อาหารที่มีแหล่งของโปรตีนจากพืชต่างชนิดกัน ไม่มีผลต่อคุณภาพซาก แต่ประการใด.

การเปรียบเทียบระดับอายุที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์จากอาหารทดลอง

การศึกษเปรียบเทียบอายุโคทดลองที่ต่างกัน 2 ระดับ คือ อายุที่น้อยกว่า 2.5 ปี และ อายุที่มากกว่า 2.5 ปี ในส่วนของปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต และคุณภาพซาก แสดงไว้ในตารางที่ 9, 10 และ 11 ตามลำดับ ซึ่งผลปรากฏว่าเกลือที่มีอยู่ในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกินได้ของอาหารขึ้น ดังที่ปรากฏในการทดลองที่ 2 และ 3 และโคที่มีอายุมาก จะกินเกลือได้มากกว่าโคที่อายุน้อย ($P < 0.05$) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าสัตว์ที่อายุมากมีความทนทาน (Tolerant) ต่ออิทธิพลจากเกลือสูงกว่าสัตว์ที่อายุน้อยกว่า (Grecogievshii, 1982) ส่งผลทำให้โคอายุมากกว่ากินอาหารขึ้นและอาหารหายได้มากกว่า ($P < 0.05$) ทั้งปริมาณการกินได้ ต่อตัวต่อวัน และต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ส่งผลทำให้ได้รับโภชนาการมากกว่าด้วย.

ในส่วนของระดับอายุที่ต่างกันที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตนั้น จะเห็นได้ว่าทั้งสองระดับอายุมีอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าโคที่อายุมากกว่าจะกินอาหารได้มากกว่าก็ตาม เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของโคที่อายุน้อยกว่ามีแนวโน้มที่ดีกว่า ทั้งนี้ อาจเกิดจากโคที่อายุมากหรือโคที่โตเต็มที่แล้วมีการสะสมไขมันมากกว่าโคที่อายุน้อย อัตราการเจริญเติบโตจึงช้ากว่าโคที่อายุน้อยทั้งนี้รวมถึง อัตราการเจริญเติบโตในช่วงปลายของการขุนโค หรือในช่วงที่โคขุนมีน้ำหนักมากด้วย (ศรีจันทร์, 2530; Rindenour *et al.*, 1982) เป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตในด้านค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโคที่อายุมากกว่าโคที่อายุน้อย ($P < 0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงคุณภาพซากที่ใกล้เคียงกันแล้ว (ตารางที่ 11) จึงอาจกล่าวได้ว่าระดับอายุที่เหมาะสมในการขุนโคเนื้อไม่ควรจะใช้โคที่มีอายุเกินกว่า 2.5 ปี ซึ่งจะให้ผลตอบแทนต่ำกว่าการขุนโคที่มีอายุต่ำกว่า 2.5 ปี.

Table 8. Carcass yields and whole sale cuts in maize substituted by mixed ground cassava chip and GML at ratio 3.5:1 (Cassavi 3.5) at different levels.

Items	100% Maize	50% Maize 50% Cassavi 3.5	25% Maize 75% Cassavi 3.5	100% Cassavi 3.5
Live weight (kg)	313.12	329.12	315.67	301.33
Hot carcass weight	184.75	197.78	186.00	175.67
Chill carcass weight	179.20	191.82	180.43	170.40
Dressing percentage	57.19	58.22	57.14	55.25
Loin eye area (cm ²)	55.81	66.75	63.74	53.08
Back fat thickness (inch)	0.16	0.19	0.15	0.20
Fore quarter (percent)				
chuck	22.96	24.69	22.37	24.96
rib	6.22	7.15	6.60	6.76
plate	7.59	7.13	7.71	7.17
brisket	6.88	5.83	6.67	5.84
fore shank	6.68 ^a	5.48 ^b	6.93 ^a	6.86 ^a
Hind quarter (percent)				
round	23.02	23.44	23.29	21.34
short loin	5.75	5.74	5.92	5.98
sirloin	5.88	5.83	5.74	5.94
flank	4.57	4.55	5.02	4.35
kidney fat	5.02	4.46	4.32	5.16
Four primal cut (%) ^{1/}	63.83	66.85	63.92	64.98
Rough cut (%) ^{2/}	30.73	27.44	30.65	29.37

^{1/} Four primal cut = chuck + rib + round + loin

^{2/} Rough cut = plate + brisket + fore shank + flank + kidney fat

Table 9. Feed intake (Dry matter, % BW and nutrient composition) in different age groups (less and more than 2.5 years, % DM).

Items	Age	
	Less than 2.5 years	More than 2.5 years
Feed intake of dry matter (kg/h/d)		
concentrate diets	3.31 ^b	3.69 ^a
rice straw	1.83	2.15
total feed	5.14 ^b	5.84 ^a
Feed intake of % BW		
concentrate diets	1.39	1.44
rice straw	0.78	0.85
total feed	2.17 ^b	2.29 ^a
Feed intake of organic matter (kg/h/d)		
concentrate diet	3.07	3.43
rice straw	1.50	1.76
total feed	4.57 ^b	5.19 ^a
Feed intake of protein (g/h/d)		
concentrate diets	464.09 ^b	518.17 ^a
rice straw	71.42	83.70
total feed	535.51 ^b	601.87 ^a
Feed intake of salt (g/h/d)	72.83 ^b	81.91 ^a

Values in the same row with different superscript are different at $p < 0.05$.

Table 10. Average daily gain, feed efficiency ratio and cost per gain in different age groups (less and more than 2.5 years).

Items	Age	
	Less than 2.5 years	More than 2.5 years
Initial weight (kg)	160.63	174.63
Finishing weight (kg)	313.56	328.69
Weight gain (kg)	152.94	154.13
Average daily gain (kg/h/d)	0.780	0.786
Feed efficiency ratio		
concentrate diet	4.24	4.76
total feed	6.58	7.54
Cost per gain (Baht/kg)		
concentrate diet	15.15	16.96
total feed	16.75 ^b	18.49 ^a

Values in the same row with different superscript are different at $p < 0.05$.

Table 11. Carcass yield and whole sale cut in different aged groups (less and more than 2.5 years) based on National Livestock and Meat Board.

Items	Age	
	Less than 2.5 years	More than 2.5 years
Live weight (kg)	309.22	320.06
Hot carcass weight (kg)	181.83	190.51
Chill carcass weight (kg)	176.37	184.80
Dressing percentage	56.20	57.70
Loin eye area (cm ²)	59.63	60.63
Back fat thickness (inch)	0.17	0.18
Fore quarter (%)		
chuck	23.83	23.70
rib	6.61	6.74
plate	7.29	7.47
brisket	6.15	6.43
fore shank	6.11	6.67
Hind quarter (%)		
round	23.49	22.35
short loin	5.74	5.90
sirloin	5.99	5.74
flank	4.62	4.60
kidney fat	4.59	4.85
Four primal cut (%) ^{1/}	65.66	64.43
Rough cut (%) ^{2/}	28.77	30.02

^{1/} Four primal cut = chuck + rib + round + loin^{2/} Rough cut = plate + brisket + fore shank + flank + kidney fat

สรุปผลการทดลอง

น้ำกากพวงสุรสที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตพวงสุรสสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้โดยผสมกับมันสำปะหลังเส้นบดที่มีแป้งอยู่ในปริมาณที่สูงแต่มีโปรตีนต่ำ โดยใช้อัตราส่วนผสม 3.5:1 จะมีส่วนประกอบของโภชนะที่สำคัญได้แก่แป้ง และโปรตีน ใกล้เคียงกับข้าวโพด ทำให้สามารถใช้ทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นสำหรับการขุนโคได้ และโดยที่แป้งจากมันสำปะหลัง และข้าวโพดจะให้ประโยชน์เป็นแหล่งของพลังงานที่ดีในส่วนของการเพาะรูเมน และลำไส้เล็ก ตามลำดับ การใช้ข้าวโพด และมันสำปะหลังร่วมกันจึงเป็นการจัดสัดส่วนของแป้งจากพืชต่างชนิดกัน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะนำเอาพลังงานไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุดในแต่ละส่วนของทางเดินอาหาร

เพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด นอกจากนี้ยังปรากฏว่า การขุนโคที่อายุน้อยกว่า 2.5 ปี จะให้ผลตอบแทนสูงกว่าการขุนโคที่อายุเกินกว่า 2.5 ปี.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อโครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน และบริษัทอายิโนะโมะไค (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้กรุณาสับสนุนงานวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสิ้นลงด้วยดี.

เอกสารอ้างอิง

- คณานุรักษ์, ภาสกร. (2530). ศึกษาผลของการเติมน้ำกากหมักขุยมะพร้าว (FML) ในอาหารสุกรขุนและสุกรขุน. วิทยาสารเกษตร-ศาสตร์ 20:163-270.
- พันธพนิต, ชัยณรงค์. (2529). วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ. 276 น.
- วิธีสหกิจ, สิริ. (2534). การศึกษาผลของใช้น้ำกากหมักขุยมะพร้าวในอาหารสุกรขุน-ขุน. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร-ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 19 น.
- เวียรคิลปี, เทอดชัย. (2530). ปริมาณและอัตราการย่อยได้ของแป้งข้าวโพดในวัณเมที่เลี้ยงด้วยเม็ดข้าวโพดในส่วนต่างๆ ของทางเดินอาหารของวัณเม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 3(1):1-18.
- ศรีจันทร์, สมบัติ. (2530). อิทธิพลของพันธุ์โค อายุโค และชนิดอาหารขยาในการเลี้ยงโคขุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สถาปนศิริ, เกรียงศักดิ์, เวียรคิลปี, เทอดชัย, และวัชรพงศ์, ชญวฤทธิ์. (2533). การย่อยได้ของแป้งจากมันสำปะหลังและข้าวเปลือกเจ้าบด และปลายข้าวเจ้า ในแต่ละส่วนของทางเดินอาหารของวัณเม วารสารเกษตร 6(4): 265-280.
- อายิโนะโมะไค (2532). รายงานผลการวิเคราะห์น้ำกากหมักขุยมะพร้าว. เอกสารไวเนียว.
- อัศวินศิริ, พินิจ. (2533). การใช้มันสำปะหลังหมักกากหมักขุยมะพร้าว (Ami-Ami) เป็นแหล่งพลังงานในโคเนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- Abrens, F.W. (1965). Histamine, lactic acid and hypertonicity as factors in the development of rumenitis, pp. 612-625. Cited by G. Dirkson. Acidosis. Oriel Press, Newcastle.
- Avante, D.C., Yoshihara, H., Peralta, N.E., Cayton, R.V., Escanolor, N.B. and Sison, J.A. (1982). A study on the effects of Fermented Mother Liquid as a substitute of soybean meal with and without L-lysine and DL-methionine supplementation in broiler ration. Philipp. J. Anim. Ind. 37:52-61.
- Avante, D.C., Flores, W.P., Soyama, S., Sison, J.A., Dumag, P.U. and de Leon, F.F. (1980). A preliminary study on the effects of Fermented Mother Liquid (FML) as a partial substitute for cane molasses in layer ration. Philipp. J. Anim. Ind. 35:28-35.
- Bergen, W.G. (1972). Rumen osmolality as a factor in feed intake control of sheep. J. Anim. Sci. 34 :1054.
- Cardon, B.P. (1953). Influence of a high salt intake on cellulose digestion. J. Anim. Sci. 12:536.
- Chancharonsook, J., Sangborisut, P. and Vacharotayan, S. (1989). Utilization of waste materials from Monosodium Glutamate Factory as source of nitrogen for Paddy in Acid Sulfate Soil. Kasetsart J. 23:93-97.

- Flores, W.P., Avante, D.C., Soyama, S., Sison, J.A. and Dumag, P.U. (1980). A preliminary study on the effects of Fermented Mother Liquid (FML) as a substitute for cane molasses in broiler ration. *Philipp. J. Anim. Ind.* 35:20-27.
- Georgievshii, V.I. (1982). The physiological role of macroelements, pp. 147-157. In : V.F. Georgievshii, B. N. Annenkov and V. T. Samokhin (eds.). Butterworth, London.
- Hungate, R.E. (1966). *The Rumen and Its Microbes*. Academic Press, New York. 533 p.
- Ridenour, K.W., Kiesling, H.E., Lofgreen, G.P. and Stiffler, D.M. (1982). Feedlot performance and carcass characteristics of beef steers grown and finished under different nutrition and management programs. *J. Anim. Sci.* 54:1115-1119.
- Rooney, L.W., and Pflugfelder, R.L. (1986). Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.* 63:1607-1623.
- Silverio, V.G., Soyama, S., Baoy, G.T., Aleantara, J. and Agpaoa, E.V. (1980). A study on the effects of Fermented Mother Liquid as substitute of cane molasses on the performance of growing-finishing pigs. *Philipp. J. Anim. Ind.* 35:36-49.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. (1980). *Principle and procedures of Statistics*. McGraw-Hill Co., New York. 197 p.
- Stevens, C.E. (1988). *Comparative physiology of the vertebrate digestive system*. Cambridge University Press, New York. 300 p.
- Ternouth, J.H. (1967). A factor limiting the ruminant's voluntary consumption of silage. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 33:263.
- Ternouth, J.H. and Beattie, A.W. (1971). Studies of the food intake of sheep at a single meal. *Br. J. Nutr.* 25:153.
- Tomas, F.M. and Potter, B.J. (1957). Influence of saline drinking water on the flow and mineral composition of saliva and rumen fluid of sheep. *Aust J. Agric. Res.* 26:585.
- Warner, A.C.I. and Stacy, B.D. (1977). Influence of ruminal and plasma osmotic pressure on salivary secretion in sheep. *Q. J. Exp. Physiol.* 62:133.
- Wilson, A.D. (1966). The tolerance of sheep to sodium in food or drinking water. *Aust. J. Agric. Res.* 17:503.