การใช้เปลือกมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลัง เป็นส่วนผสมในการผลิตอาหารหยาบหมัก

Utilization of Cassava Peel and Pulp as Composition of Silage

เมฆ ขวัญแก้ว, พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์ และวิศิษฐิพร สุขสมบัติ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ

การผลิตอาหารหยาบหมักจากผลพลอยได้ทางการเกษตรโดยใช้เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลังระดับต่างๆ จัดการทดลองแบบ 5 x 3 factorial in completely randomized design ประกอบด้วยสูตรอาหารหยาบหมัก 5 สูตร โดยแต่ละสูตรแตกต่างกันที่ระดับของการใช้เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง (0, 10, 20, 30 และ 40% โดยน้ำหนักสด) มีอายุการหมัก 3 ช่วง (14, 21 และ 28 วัน) จำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่าเปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลังมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในอาหารหยาบหมักได้ โดยมีองค์ประกอบทางเคมีที่เหมาะสมเริ่มตั้งแต่ช่วงเวลาการหมัก 14 วัน ซึ่งในแต่ละสูตรของอาหารหยาบหมักมีกรดไฮโดรไซยานิคที่มีความเป็นพิษในระดับต่ำมาก โดยจะเพิ่มขึ้นตามระดับของการใช้เปลือกมันสำปะหลัง และค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (pH 3.9-4.2) การย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งเพิ่มตามระดับของการใช้กากมันสำปะหลัง ปริมาณ Lactic acid สูงสุดเมื่อช่วงเวลาการหมัก 14 วัน และไม่พบการเกิด Butyric acid แต่จะพบที่ช่วงเวลาการหมัก 21 และ 28 วัน อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวไม่เกิน 1% จึงถือได้ว่าเป็นหญ้าหมักที่มีคุณภาพดี การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ากากมันสำปะหลัง และเปลือกมันสำปะหลังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารหยาบหมักได้ โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทยที่มักขาดแคลนทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้ง

คำสำคัญ: เปลือกมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง กรดไฮโดรไซยานิค หญ้าหมัก

Abstract

The ensiling process using cassava pulp and cassava peel as feedstuffs were studied. The experiment investigated the chemical composition, degradability, lactic acid production and hydrocyanic acid level of a range of silages with varying ensiling times. The experiment was a 5 x 3 factorial design, completely randomized, with factor A as the different formulated mixtures (0, 10,20, 30 and 40% kg fresh weight of cassava peel) and factor B as the time of ensiling (14, 21 and 28 d). There were 4 replicates in each treatment. The results showed that cassava pulp and cassava peel is appropriated to use as feedstuffs in silage for the cattle at 14, 21 and 28 d ensiling times. The content of hydrocyanic acid remained at a safe level for animals. The pH of all silages was in the range commonly accepted for international standard (pH 3.9-4.2). The DM degradability was increased as the level of cassava pulp increased. Lactic acid content was highest at 14 d ensiling time but butyric acid was not detected. Less than 1% of butyric acid was detected at 21 and 28 d ensiling times. The study indicated that cassava peel and cassava pulp can be used as feedstuffs in silage, particularly in Thailand where pastures are deficient in the dry period.

Keywords: cassava peel, cassava pulp, hydrocyanic acid, silage

บทนำ

ปัจจุบันเกิดปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบโดยเฉพาะหญ้าสด เนื่องจากมีพื้นที่ในการปลูกหญ้าลดน้อยลง ทำให้อาหารหยาบไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ ประกอบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาแพงขึ้น โดยเฉพาะวัตถุดิบแหล่งพลังงาน เช่น ข้าวโพด และมันสำปะหลัง จึงได้มีความสนใจที่จะผลิตอาหารหยาบหมักคุณภาพดี จากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเกษตร (Agro industrial by – products) เช่น เปลือกมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง และเปลือกข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบ

กากมันสำปะหลัง (Cassava pulp) และเปลือกมันสำปะหลัง (Cassava peel) เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง โดยมันสำปะหลังสดจะถูกส่งเข้าโรงงานผ่านการชั่ง และวัดปริมาณแป้ง หลังจากนั้นจะถูกส่งเข้าเครื่องร่อนเพื่อแยกดินและทรายออก และจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องปอกเปลือกและเครื่องล้างหัวมันสำปะหลัง เศษเปลือกมันจะได้ 0.03 ตันต่อหัวมันสด 1 ตัน จะถูกรวบรวมและเก็บไว้ขายให้เกษตรกรที่จะนำไปเพาะเห็ด

ส่วนของหัวมันที่ผ่านการปอกเปลือกจะถูกส่งไปยังเครื่องสับทำให้เป็นชิ้นเล็กๆ และเข้าสู่เครื่องขูดหัวมัน ทำให้มันชิ้นละเอียดยิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดแป้ง และเข้าสู่กระบวนการแยกน้ำและสารอาหารที่จำเป็นต่อมันสำปะหลัง (Fruit water) ซึ่งจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ง่าย หากไม่แยก Fruit water ออกมาจากแป้งมันสำปะหลังจะทำให้คุณภาพแป้งที่ได้ต่ำลง จากนั้นกากมันจะถูกเติมน้ำ และนำเข้าสู่เครื่องสกัดแป้ง กากมันสำปะหลังจะถูกแยกออกจากน้ำแป้งเพื่อนำเข้าสู่เครื่องอัดกาก และนำไปตากแดดเพื่อนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ต่อไป ซึ่งกากมันที่ได้จากกระบวนการผลิตแป้งมันประมาณ 0.06 ตัน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

เยาวมาลย์ และสาโรช (2543) รายงานว่าในการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ถ้าใช้หัวมันสำปะหลัง 100% จะได้กากมันสำปะหลัง 11.1% และจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจะมีเปลือกมันสำปะหลัง 3% ของมันสำปะหลังทั้งหมดที่เข้าโรงงาน คิดเป็นปริมาณต่อปีได้ 552,000 ตัน ซึ่งกากมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 2.0%, CF 5.0%, NDF 34.0%, ADF 8.0%, ไขมัน 0.8% และโภชนะย่อยได้ทั้งหมด 83.0% (Preston, 2002) และเปลือกมันสำปะหลังเมื่อผ่านกระบวนการผลิตแป้งมันจากโรงงานยังคงมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 4.3%, เยื่อใย 12.0% ไขมัน 0.2% (Nwokoro and Ekhosuehi, 2005) พลังงานรวม (GE) 2.96 Mcal/kg (Adegbola, 1980) ปัทมา และวิโรจน์ (2551) ศึกษาผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักทดแทนแหล่งพลังงานต่อการย่อยได้ของสูตรอาหารโคนมในระบบ In vitro ที่ระดับการใช้กากมันสำปะหลัง 0, 20, 40 และ 54% ในสูตรอาหาร TMR พบว่า เมื่อระดับของกากมันสำปะหลังหมักเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การย่อยได้เพิ่มสูงขึ้น แต่การใช้เปลือกมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานในอาหารหยาบหมักในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลการศึกษา

อย่างไรก็ตามในมันสำปะหลังมีสารชนิดหนึ่งเรียกว่าสารไซยาโนจีนิค กลูโคไซด์ (Cyanogenic glucosides) ซึ่งมีอยู่ในเนื้อเยื่อของมันสำปะหลัง เมื่อเนื้อเยื่อถูกทำลายจะเกิดการแตกตัวของสารประกอบไซยาโนจีนิค กลูโคไซด์ ได้สารพิษในรูปกรดไฮโดรไซยานิค (Hydrocyanic acid) ซึ่งเป็นพิษต่อคนและสัตว์ถ้าได้รับกรดไฮโดรไซยานิคประมาณ 1.4 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม อาจจะถึงตายได้ Tewe and Lyayi (1989) รายงานว่าในกากมันสำปะหลังสดมีกรดไฮโดรไซยานิค 34.3-301.3 ppm และในเปลือกมันสำปะหลังสด 364.2-814.7 ppm ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคมากน้อยต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ (มณฑา และคณะ, 2546) แต่สามารถทำลายหรือลดสารพิษได้ โดยใช้ความร้อนหรือการหมัก (ศูนย์ข้อมูลการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์, 2550) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงดำเนินไปเพื่อแสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์จากเปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง นำมาเป็นส่วนผสมในอาหารหยาบหมัก เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลังต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

นำวัตถุดิบอาหารสัตว์ (เปลือกมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง เปลือกข้าวโพด และกากเบียร์) มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี โดยการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) (AOAC, 1990) การวิเคราะห์เยื่อใยโดยวิธี Detergent analysis (Goering and VanSoest, 1970) และศึกษาการย่อยสลายได้ในกระเพาะหมักโดยวิธีถุงไนล่อน (Nylon bag or *in sacco* technique) ในโคนมเจาะกระเพาะ (∅rskov et al, 1980)

นำวัตถุดิบอาหารสัตว์มาประกอบสูตรอาหารหยาบหมัก 5 สูตร ซึ่งแต่ละสูตรจะแตกต่างกันที่ระดับของการใช้เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง (0, 10, 20, 30 และ 40% โดยน้ำหนักสด) แสดงในตารางที่ 1 โดยมีระยะเวลาการหมัก 3 ช่วง คือ 14, 21 และ 28 วัน ทำการศึกษารวม 4 ซ้ำ โดยมีจำนวนอาหารหยาบหมักทั้งหมด 60 ถุง ถุงละประมาณ 10 กิโลกรัม กำหนดให้อาหารหยาบหมักมีโปรตีนประมาณ 12% บรรจุอาหารหยาบหมักแต่ละสูตรที่ผสมแล้วในถุงพลาสติกดำขนาด 25 x 36 นิ้ว และซ้อนด้วยถุงโพลีอีกหนึ่งชั้น บีบไล่อากาศออกจากถุงให้หมดอัดให้แน่น ปิดถุงให้สนิทและนำไปเก็บในที่ร่ม

ข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1998)

สุ่มตัวอย่างอาหารหยาบหมักที่ครบกำหนดตามช่วงเวลาการหมัก คือ 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี โดยการวิเคราะห์แบบประมาณ วิเคราะห์เยื่อใย วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ ได้แก่ กรดอะซิติค (Acetic acid), กรดแลคติค (Lactic acid) และกรดบิวทิริค (Butyric acid) โดย Gas chromatography (GC) (Ottenstein and Bartley, 1971) วิเคราะห์ปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิค (Indira and Sinha, 1969) และศึกษาการย่อยสลายได้โดยการใช้ถุงไนล่อน (Nylon bag or *in sacco* technique) โดยบ่มในกระเพาะหมักของโคนมเจาะกระเพาะ (∅rskov et al, 1980; ∅rskov and McDonald, 1979)

Table 1. Compositions of silage from various agricultural by-products

	Silage formulation (Kg fresh weight)				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Corn husk	42	42	42	42	42
Cassava peel	0	10	20	30	40
Cassava pulp	40	30	20	10	0
Brewers' grain	14	14	14	14	14
Molasses	3	3	3	3	3
Urea	1	1	1	1	1
Total	100	100	100	100	100

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง เปลือกข้าวโพด และกากเบียร์ แสดงในตารางที่ 2 พบว่า เปลือกมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 25.19% ซึ่งสูงกว่า Adegbola (1980) รายงานค่าไว้ที่ 13.50% Nwokoro and Ekhosuehi (2005) Devendra (1977) และ Adegbola (1980) รายงานว่าเปลือกมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 4.30, 4.80 และ 6.50% ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์เถ้าเท่ากับ 1.00, 4.20 และ 6.50% ตามลำดับ ส่วนในเปลือกมันสำปะหลังที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ (1.04%) และเถ้าสูง (17.66%) ส่วนเปอร์เซ็นต์เยื่อใยมีค่าใกล้เคียงกับที่ Nwokoro and Ekhosuehi (2005) และ Adegbola (1980) รายงาน (10.79, 12.00 และ 10.00% ตามลำดับ) จะเห็นว่าเปลือกมันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะมีเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงมาก การรายงานที่มีความผันแปรขององค์ประกอบทางเคมี อาจเนื่องจากความแตกต่างของสายพันธุ์ การให้ปุ๋ยและน้ำ รวมถึงการดูแล บำรุงรักษา อายุการเก็บเกี่ยว และกรรมวิธีการผลิตแป้งมันสำปะหลังของโรงงานในการคัดแยกส่วนของเปลือกหลังปอกเปลือกมันสำปะหลัง มีการปนเปื้อนของดินหรือทรายในขณะที่ผ่านการล้างหรือการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง

ส่วนกากมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 22.97% และโปรตีน 2.03% ใกล้เคียงกับรายงานของ Preston (2002) เปอร์เซ็นต์ CF, NDF และ ADF เท่ากับ 12.30, 61.40 และ 14.70% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ารายงานของ Preston (2002) (5.00, 34.00 และ 8.00% ตามลำดับ) จะเห็นว่ากากมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์ CF, NDF และ ADF ค่อนข้างสูง โดยคุณค่าโภชนะในกากมันสำปะหลังนั้นขึ้นอยู่กับ อายุของมันสำปะหลังที่ส่งเข้าโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง พันธุ์ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ทำการเพาะปลูก ฤดูกาลในการปลูก และกรรมวิธีกระบวนการสกัดแป้ง (เจริญศักดิ์, 2519) ซึ่งในกระบวนการผลิตแป้งมันมีการสกัดแป้งออกไปมากจึงทำให้มีส่วนของเยื่อใยอยู่สูง

การย่อยสลายของวัตถุแห้งของวัตถุดิบ

ประสิทธิภาพการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (Effective degradability of dry matter; *dg*DM) ของวัตถุดิบแต่ละชนิด จากการศึกษาพบว่า เปลือกมันสำปะหลังมีค่า *dg*DM (58.10%) ใกล้เคียงกับกากมันสำปะหลัง ส่วนกากมันสำปะหลังมีการย่อยสลายวัตถุแห้งสูงกว่าในรายงานของ ปิตุนาถ (2547) (60.70 และ 56.80% ตามลำดับ) เพราะในกากมันสำปะหลังมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่สลายได้ง่ายอยู่สูง จึงทำให้การย่อยสลายได้วัตถุแห้งสูง กากเบียร์มีค่า *dg*DM ต่ำกว่ารายงานของ พิพัฒน์ (2544) (57.40 และ 62.70% ตามลำดับ) และเปลือกข้าวโพดมีค่า *dg*DM (38.80%) ซึ่งถือว่ามีค่าต่ำมาก

Table 2. Dry matter content (DM), chemical composition and degradability of agricultural by-products (Mean ± SE)

	DM	CP	Fat	Ash	CF	NDF	ADF	*dg* DM
	.....%.....	.....% of DM.....						
Corn husk	94.07±0.02	1.83±0.03	0.92±0.10	2.50±0.06	34.27±1.25	85.85±1.37	38.73±0.23	38.80
Cassava peel	25.19±0.18	1.04±0.09	1.92±0.41	17.66±0.88	10.79±0.24	54.23±0.12	18.73±0.81	58.10
Cassava pulp	22.97±0.41	2.03±0.08	0.13±0.05	7.38±0.31	12.28±0.49	45.16±0.56	14.68±0.07	60.70
Brewers' grain	91.23±0.03	33.17±3.46	7.32±0.41	4.80±0.00	13.11±0.05	50.31±1.24	16.65±0.32	57.40

DM = drymatter; CP = crude protein; CF = crude fiber; ADF = acid-detergent fiber; NDF = neutral-detergent fiber; *dg*DM = degradability of DM

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมัก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมักในช่วงเวลา 14, 21 และ 28 วัน แสดงในตารางที่ 3 พบว่าปริมาณ HCN มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) ระหว่างช่วงเวลาการหมัก สูตรอาหารหยาบหมัก ที่ช่วงการหมัก 14 วัน มีปริมาณ HCN สูงสุด นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณ HCN เพิ่มขึ้นตามระดับการใช้เปลือกมันสำปะหลังในสูตรอาหารหยาบหมัก

วิโรจน์ และปัทมา (2552) รายงานว่าการนำหัวและใบมันสำปะหลังมาใช้มีความปลอดภัยเมื่อผ่านกระบวนการหมัก เพราะจะทำให้ได้กรดอินทรีย์ในระหว่างการหมัก จะเกิดการไฮโดรไลส์สารกลูโคไซด์เป็นแก๊สไฮโดรไซยาไนด์ระเหยออกไป เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นจึงทำให้ HCN ลดลง เพราะในกระบวนการหมักจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายโครงสร้างของ Cyanogenic glucoside (Onabowale, 1988) สอดคล้องกับ Gomez and Valdivieso (1988) รายงานว่า หลังจากการหมักมันเส้นเพื่อเป็นอาหารไก่นาน 26 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณของ HCN ลดลงถึง 36% ส่วนเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของอาหารหยาบหมัก เพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาการหมักที่นานขึ้น (P<0.05) จากการศึกษาของ McDonald et al, (1991) เมื่อทำการหมักหญ้าไรย์ 63 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเพิ่มสูงขึ้น เมื่อมีช่วงเวลาการหมักนานขึ้น เนื่องจากมีการสูญเสียความชื้น และกรดต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ส่วนเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) โดยมีอิทธิพลร่วม(Interaction) ระหว่างช่วงเวลาการหมัก และสูตรอาหารหยาบหมัก โดยที่ช่วงเวลาการหมัก 14 วัน สูตรที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงสุด อาจเนื่องมาจากสูตรที่ 1 มีการใช้กากมันสำปะหลังระดับสูง ซึ่งเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกากมันสำปะหลังจะสูงกว่าในเปลือกมันสำปะหลัง

สำหรับช่วงเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้นทำให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนลดลง อาจเกิดจากการสลายตัวของยูเรีย โดยเอนไซม์ Urease เป็นแอมโมเนียและเกิดการสูญเสีย สอดคล้องกับการรายงานของ Catchpooled (1962) เมื่อหมักหญ้าซิกแนลทำให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนลดลง เมื่อเทียบกับหญ้าซิกแนลก่อนหมัก สาเหตุอาจเป็นเพราะมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ทำให้โปรตีนสลายตัวจึงเกิดการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมาปริมาณมาก ซึ่งเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารหยาบหมักมีค่าสูงกว่าที่

กำหนดไว้ก่อนการทดลอง อาจเนื่องจากในกระบวนการหมักเกิดจุลินทรีย์พวก ยีสต์ และเชื้อรา เมื่อนำตัวอย่างอาหารหยาบหมักมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีจึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงได้ ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมัน และเถ้า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) ระหว่างสูตรอาหารหยาบหมัก เพราะในองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกมันสำปะหลัง มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน และเถ้าสูงกว่าในกากมันสำปะหลัง เมื่อนำมาประกอบสูตรอาหารหยาบหมักจึงทำให้ค่าที่ได้แตกต่างกันในแต่ละสูตร

เปอร์เซ็นต์ NDF มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยมีอิทธิพลร่วม (Interaction) ระหว่างช่วงเวลาการหมัก และสูตรอาหารหยาบหมัก ที่อายุการหมัก 14 วัน ในสูตรที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ NDF ต่ำสุด อาจเกิดจากเปอร์เซ็นต์ NDF ในกากมันสำปะหลัง และเปลือกมันสำปะหลัง ซึ่งมีระดับการใช้ที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร ที่อายุการหมักนานขึ้นเปอร์เซ็นต์ NDF จะเพิ่มขึ้น ตามช่วงเวลาการหมักที่นานขึ้น ในขณะที่สูตรที่มีการใช้เปลือกมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ NDF เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มเปลือกมันสำปะหลัง เพราะเปลือกมันสำปะหลังมี เปอร์เซ็นต์ NDF มากกว่าในกากมันสำปะหลัง ส่วนเปอร์เซ็นต์ CF และ ADF มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) ระหว่างช่วงเวลาการหมักและสูตรอาหารหยาบหมัก ซึ่งในสูตรที่ 1 และ 2 มีเปอร์เซ็นต์ ADF ต่ำกว่าสูตรอื่น อาจเกิดจากระดับการใช้เปลือกมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน เพราะในเปลือกมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์ ADF สูงกว่าในกากมันสำปะหลัง เปอร์เซ็น ADF จึงเพิ่มขึ้นตามระดับการใช้เปลือกมันสำปะหลัง

การย่อยสลายของวัตถุแห้งและโปรตีนของอาหารหยาบหมัก

เมื่อนำค่าวัตถุแห้งที่ย่อยสลายตัวที่ชั่วโมงต่างกันนี้ไปคำนวณโดยโปรแกรม NEWAY ตามสมการที่เสนอโดย Ørskov and McDonald (1979) แสดงในตารางที่ 3 จะเห็นว่า *dg*DM ที่ช่วงเวลาการหมัก 14 วัน จะลดลงตามระดับของการใช้เปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น (0, 10, 20, 30 และ 40% ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตามที่ช่วงเวลาการหมักที่ 21 และ 28 วัน มีค่า *dg*DM ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณวัตถุแห้งที่เพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาการหมัก ส่วน *dg*CP ในกระเพาะหมัก พบว่า มีค่าค่อนข้างแปรปรวนอาจเนื่องมาจากระดับโปรตีนในสูตรอาหารหยาบหมักที่แตกต่างกัน

Table 3. Dry matter content (DM), chemical compositions in DM, HCN and degradability of silage after 14, 21 and 28 days of ensiling

Item	Period (day)	Formula 1	2	3	4	5	Mean	SEM	EP	F	EP x F
HCN (ppm)	14	19.5	21.0	22.5	24.0	25.5	22.5^{a}	1.70	0.0001	0.0067	0.9844
	21	11.6	14.5	17.3	20.1	22.9	17.3^{b}				
	28	9.1	10.9	12.8	14.6	16.4	12.8^{c}				
	Mean	13.4^{c}	15.5^{bc}	17.5^{abc}	19.6^{ab}	21.6^{a}	17.5				
DM (%)	14	39.7	38.5	38.1	41.0	40.9	39.6^{b}	1.73	0.0289	0.4089	0.9997
	21	41.1	40.9	41.5	42.6	42.9	41.8^{ab}				
	28	38.5	41.8	42.1	43.5	43.5	41.9^{a}				
	Mean	39.8	40.4	40.6	42.4	42.4	41.1				
CP	14	17.4^{a}	14.6^{bc}	14.4^{bcd}	12.2^{ed}	15.2^{b}	14.8	0.67	0.0001	0.0029	0.0077
	21	13.4^{bcde}	12.3^{ed}	13.1^{bcde}	12.0^{e}	13.4^{bcde}	12.8				
	28	13.2^{bcde}	14.5^{bcd}	11.6^{e}	13.0^{cde}	12.7^{cde}	13.0				
	Mean	14.7	13.8	13.0	12.4	13.8	13.5				
Fat	14	1.4	1.9	2.3	1.7	2.5	2.0	0.33	0.1853	0.0007	0.2022
	21	1.0	1.4	2.1	1.4	1.9	1.6				
	28	0.8	2.8	1.7	1.2	2.1	1.7				
	Mean	1.1^{c}	2.0^{ab}	2.0^{ab}	1.4^{bc}	2.2^{a}	1.7				
Ash	14	4.0	5.3	7.0	6.9	8.7	6.4	0.68	0.3033	0.0001	0.4678
	21	3.6	4.8	6.1	8.6	7.0	6.0				
	28	3.6	4.7	5.6	7.7	6.9	5.7				
	Mean	3.7^{d}	4.9^{c}	6.2^{b}	7.7^{a}	7.5^{a}	6.0				
CF	14	21.2	20.7	22.2	25.5	23.0	22.5^{b}	0.84	0.0039	0.0001	0.0918
	21	20.1	23.5	24.0	25.3	26.1	23.8^{a}				
	28	23.4	23.9	23.8	25.0	25.7	24.4^{a}				
	Mean	21.6^{c}	22.7^{bc}	23.3^{b}	25.3^{a}	24.9^{a}	23.6				
NDF	14	63.7^{efg}	61.4^{g}	67.2^{cdef}	72.9^{ab}	63.6^{fg}	65.8	1.16	0.0007	0.0001	0.0342
	21	64.5^{defg}	68.6^{bcdef}	69.0^{abcde}	68.9^{bcdef}	70.5^{abc}	68.3				
	28	68.2^{bcdef}	69.5^{abcd}	69.6^{abcd}	74.2^{a}	68.4^{bcdef}	70.0				
	Mean	65.5	66.5	68.6	72.0	67.5	68.0				
ADF	14	25.2	25.8	27.6	32.6	26.8	27.6^{b}	1.29	0.0001	0.0003	0.3169
	21	27.2	30.6	31.4	32.4	32.7	30.9^{a}				
	28	30.0	30.8	32.1	32.8	32.0	31.5^{a}				
	Mean	27.5^{c}	29.1^{c}	30.4^{ab}	32.6^{a}	30.5^{ab}	30.0				
*dg*DM	14	56.2	57.0	55.7	52.1	50.5					
	21	45.6	39.7	45.9	44.4	46.4					
	28	50.9	50.5	50.9	46.5	52.1					
*dg*CP	14	66.6	63.2	71.1	63.9	62.4					
	21	50.5	57.5	59.6	61.7	58.5					
	28	62.6	61.4	50.8	61.7	63.6					

Means with different superscripts within rows significantly differed.

Means with different superscripts within columns significantly differed.

HCN = hydrocyanic acid; DM = dry matter; CP = crude protein; CF = crude fiber; ADF = acid-detergent fiber; NDF = neutral-detergent fiber; *dg*DM = degradability of DM; *dg*CP = degradability of CP; SEM = standard error of the mean; EP = ensiled period; F = formula.

ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดไขมันระเหยได้ (VFAs) แสดงในตารางที่ 4 จากการทดลองพบว่า ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีความแตกต่างระหว่างสูตรอาหารหยาบหมัก (P<0.01) โดยสูตรที่ 1 มีระดับ pH สูงกว่าสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการหมัก อาจเนื่องมาจากในสูตรที่ 1 มีปริมาณการเกิด Butyric acid สูงกว่าในสูตรอื่น ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์กลุ่ม *Clostridia* ไปสลายกรดแลคติคทำให้ pH เพิ่ม

พรชัย (2546) รายงานว่าความสามารถในการเพิ่ม pH ของ *Clostridia* ในพืชหมักที่มี *Clostridia* หลังทำการหมักพืชสด pH จะลดลง และเพิ่มขึ้นโดยกิจกรรมของ *Clostridia* อย่างไรก็ตามค่า pH ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือหญ้าหมักคุณภาพดีควรมี pH ประมาณ 4.2 (สายัณห์, 2540) ส่วนปริมาณ Lactic acid มีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการหมัก (P<0.01) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างสูตรอาหารหยาบหมัก โดย Lactic acid จะลดลงเมื่อช่วงเวลาการหมักนานขึ้น ทั้งนี้เพราะในช่วงแรกของกระบวนการหมักจุลินทรีย์จะใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตได้อย่างเพียงพอจึงผลิตกรดแลคติคได้มาก และลดลงตามช่วงเวลาการหมัก แต่อย่างไรก็ตามปริมาณ Lactic acid ที่ช่วงเวลาการหมัก 14 และ 21 วัน อยู่ในระดับที่เหมาะสมตามรายงานของ Kung and Shaver (2001) คือ ข้าวโพดหมักที่ดีควรมี Lactic acid 4-7% ทั้งนี้เมื่อในถุงอาหารหยาบหมักปราศจากอากาศเนื่องจากการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย จุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน (*Anaerobic bacteria*) เช่น *Lactobacilli* และ *Streptococci* ซึ่งจะหมักและเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสไปเป็น Lactic acid (ทวี, 2527)

ส่วนปริมาณ Acetic acid มีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการหมัก (P<0.01) โดยจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาการหมัก เนื่องจากในขณะที่มีอากาศอยู่ในถุงอาหารหยาบหมักและถูกใช้ไปหมด พวกยีสต์ (Yeast) และเชื้อรา (Mould) ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้และตายลง แต่เอนไซม์ต่าง ๆ ยังทำงานปกติโดยเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ และสิ่งเน่าเปื่อยผุพังพวก Ethyl alcohol ที่ได้จากการทำงานของยีสต์จะถูกเปลี่ยนเป็น Acetic acid ในสภาพของ Anaerobic ต่อไป Acetic acid จึงเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาการหมัก โดยที่ช่วงเวลาการหมัก 14 วัน ปริมาณ Acetic acid ต่ำที่สุด (2.17%) และช่วงเวลาการหมัก 21 และ 28 วัน มีค่าสูงกว่า 3%

Seglar (2003) รายงานว่าหญ้าหมักที่ดีควรมี Acetic acid < 3% และ Butyric acid < 1.0% แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างสูตรอาหารหยาบหมัก ที่ช่วงเวลาการหมัก 14 วัน ไม่พบการเกิด Butyric acid จะพบเมื่อช่วงเวลาการหมัก 21 และ 28 วัน อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวไม่เกิน 1% จึงถือได้ว่าเป็นหญ้าหมักที่มีคุณภาพดี สอดคล้องตามรายงานของ Seglar (2003) ซึ่งการเกิด Butyric acid ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) จะมีความสำคัญมากต่อการทำงานของจุลินทรีย์ และเมื่อค่า pH ไม่คงที่ แบคทีเรียพวก *Saccharolytic clostridia* ซึ่งติดมากับอาหารในรูปของสปอร์จะทำการแบ่งตัว และใช้ประโยชน์จากกรดแลคติคและแป้งทำให้ pH สูงขึ้น จะเปลี่ยนกรดแลคติคไปเป็น Butyric acid ซึ่งเป็นกรดที่ไม่ต้องการให้เกิดในกระบวนการหมัก ทำให้อาหารหยาบหมักมีกลิ่นเหม็น การย่อยได้ลดลง และสัตว์กินได้น้อยลง

Table 4. pH, organic acids (%) of silage after 14, 21 and 28 days of ensiling

Item	Period (day)	Formula 1	2	3	4	5	Mean	SEM	EP	F	EP x F
pH	14	4.2	4.0	4.0	4.1	4.0	4.1	0.06	0.2407	0.0001	0.9547
	21	4.2	4.0	4.0	4.0	3.9	4.0				
	28	4.2	4.0	4.0	4.0	3.9	4.0				
	Mean	4.2[a]	4.0[b]	4.0[b]	4.0[b]	3.9[b]	4.0				
Lactic acid	14	4.6	4.6	4.5	4.6	4.5	4.6[a]	0.17	0.0001	0.2171	0.9724
	21	4.1	4.1	3.9	4.2	4.0	4.1[b]				
	28	3.7	3.5	3.3	3.7	3.6	3.6[c]				
	Mean	4.1	4.0	3.9	4.2	4.0	4.1				
Acetic acid	14	2.7	2.5	2.3	2.8	3.2	2.7[c]	0.30	0.0001	0.0600	0.2891
	21	2.4	3.0	3.6	3.6	3.3	3.1[b]				
	28	3.5	3.6	4.0	4.1	3.8	3.8[a]				
	Mean	2.9	3.0	3.3	3.5	3.4	3.2				
Butyric acid	14	nil	nil	nil	nil	nil					
	21	0.63	0.62	nil	nil	nil					
	28	0.95	0.71	0.73	0.82	nil					

Means with different superscripts within rows significantly differed.

Means with different superscripts within columns significantly differed.

SEM = standard error of the mean; EP = ensiled period; F = formula.

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ (เปลือกมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง เปลือกข้าวโพด และกากเบียร์) มีค่าใกล้เคียงกับที่มีรายงานไว้ พบว่า กากเบียร์ที่นำมาใช้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงถึง 33.2% เปลือกมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน และปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคสูงกว่าในกากมันสำปะหลัง แต่กากมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่าเมื่อเทียบกับเปลือกมันสำปะหลัง คุณสมบัติการย่อยสลายวัตถุแห้งในกระเพาะหมักของเปลือกมันสำปะหลังต่ำกว่ากากมันสำปะหลัง แต่การย่อยสลายวัตถุแห้งของวัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในระดับที่เหมาะสมตามแหล่งของพลังงาน เปลือกข้าวโพดที่ใช้เป็นแหล่งของอาหารหยาบมีการย่อยสลายวัตถุแห้งต่ำ เพราะมีส่วนประกอบของเยื่อใยอยู่สูง

การผลิตอาหารหยาบหมักจากผลพลอยได้ทางการเกษตรโดยใช้เปลือกมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมระดับต่างๆ ในแต่ละสูตร อาหารหยาบหมักมีระดับความเป็นกรด-ด่าง จัดอยู่ในกลุ่มหญ้าหมักคุณภาพดี pH 3.9-4.2 เมื่อช่วงเวลาการหมักเพิ่มขึ้นจะทำให้มีปริมาณ HCN ลดลง โดยปริมาณ HCN ในแต่ละสูตรจะขึ้นอยู่กับระดับของการใช้เปลือกมันสำปะหลัง (0, 10, 20, 30 และ 40% ตามลำดับ) ซึ่งจากการทดลองพบว่าอาหารหยาบหมักในแต่ละสูตรมีความเป็นพิษอยู่ในระดับต่ำมาก (Sandage and Davis, 1964) เมื่อช่วงเวลาการหมักเพิ่มขึ้นการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนของอาหารหยาบหมักลดลง และกรดไขมันระเหยได้ Lactic acid ที่ช่วงอายุการหมัก 14 และ 21 วัน อยู่ในระดับที่เหมาะสม เมื่อช่วงเวลาการหมัก 14 วัน ไม่พบการเกิด Butyric acid แต่จะพบเมื่อช่วงเวลาการหมัก 21 และ 28 วัน แต่ค่าดังกล่าวไม่เกิน 1% จึงถือได้ว่าเป็นหญ้าหมักที่มีคุณภาพดี ดังนั้นเปลือกมันสำปะหลังและ

กากมันสำปะหลัง สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในอาหารหยาบหมักได้ ซึ่งอาหารหยาบหมักในสูตรที่ 1 ที่มีกากมันสำปะหลัง 40% สามารถนำไปใช้ได้เมื่อมีอายุการหมัก 14 วัน เป็นต้นไป เนื่องจากในสูตรที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่สูงขณะที่เปอร์เซ็นต์ ADF มีระดับต่ำ และเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันระเหยได้ (Lactate, acetate และ butyrate) และความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งถ้านำสูตรที่ 5 ที่มีการใช้เปลือกมันสำปะหลัง 40% มาใช้อาจทำให้มีระดับของเถ้า และเยื่อใยในอาหารสูงเกินไป ส่งผลต่อคุณภาพของอาหารหยาบหมักได้

ซึ่งในการผลิตอาหารหยาบหมักจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่มีแหล่งโปรตีนสูงมาเป็นแหล่งโปรตีน ได้แก่ กากเบียร์ ยูเรีย และกากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เพื่อให้สูตรอาหารหยาบหมักมีคุณค่าทางโภชนะที่เหมาะสมในการนำไปใช้ การเลือกใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่น จะสามารถนำวัตถุดิบที่เหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ได้ แต่อย่างไรก็ตามวัตถุดิบที่นำมาใช้อาจมีคุณค่าทางโภชนะต่ำ ซึ่งการนำเปลือกมันสำปะหลังมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารหยาบหมักควรระมัดระวังถึงระดับของเปอร์เซ็นต์เถ้าที่มีในวัตถุดิบด้วย เนื่องจากเปลือกมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงมาก อาจส่งต่อคุณค่าทางโภชนะของอาหารหยาบหมักได้ และเปลือกข้าวโพดที่นำมาใช้มีความฟ่าม เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงเมื่อนำมาอัดแน่นให้แน่นในกระบวนการหมักจึงทำได้ยากทำให้มีอากาศเหลืออยู่มากเป็นผลให้เกิดเชื้อราได้ง่าย และทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติคลดลงด้วย ส่งผลต่อคุณภาพของหญ้าหมักได้

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553. **การผลิตแป้งมันสำปะหลัง.** http://www.diw.go.th/EMS%20for%20SMEs%20website/page/page%2028.htm.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิพิเชษฐ์. 2519. **มันสำปะหลัง.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวี แก้วคง . 2527. **วิชาโภชนาศาสตร์สัตว์เบื้องต้นและการให้อาหารสัตว์.** วิทยาลัยเทคโนโลยีและ อาชีวศึกษา วิทยาเขตเกษตร นครศรีธรรมราช.กรุงเทพฯ: เกษตรไทย.

ปัทมา ไวยบุญญา และ วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2551. **ผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักทดแทนแหล่งพลังงานต่อการย่อยได้ของสูตรอาหารโคนมในระบบ In vitro.** การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 4 ภาควิชาสัตว-ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิตุนาถ หนูเสน. 2547. **การใช้กากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงานในอาหารข้น ต่อการให้ผลผลิตของโคนม ลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์. 2544. **การศึกษาการนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นอาหารผสมสำเร็จรูปหมัก สำหรับเลี้ยงโคนมในช่วงฤดูแล้งในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พรชัย ล้อวิลัย. 2546. **พืชอาหารสัตว์หมัก.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มณฑา แก้วกิติพงษ์, ทศพร เหล็กชาย และ ภาดร กาญจนดุล. 2546. **มันสำปะหลัง.** สำนักพัฒนาพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และ สาโรช ค้าเจริญ. 2543. “คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของข้าวโพดเทียบกับการผลิตข้าวโพดวิทยาศาสตร์จากมันสำปะหลัง”. **สาส์นไก่และการเกษตร.** 48(8): 44-51.

วิโรจน์ ภัทรจินดา และ ปัทมา ไวยบุญญา. 2552. “มาใช้กากมันสำปะหลังกันเถอะ.” **วารสารโคนม.** 26(4): 26-31.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: รั้วเขียว.

ศูนย์ข้อมูลการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์. 2550. **หลักการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์.** http://www.tapiocafeed.com/use/u01.html 27 ตุลาคม.

Adegbola, A.A. 1980. “New Feed Resources for Nigerian Livestock.” **Disc. *Niger. Acad. Sci.*** 2(2): 50-63.

A.O.A.C. 1990. *“***Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.”** Vol.1,15th ed., Washington D.C.

Catchpoole, V. R. 1962. “The Ensilage of Sorghum at Range of Crop Maturities.” **Aust. Journal exp. Agric. Husb.** 2: 101-105.

Devendra, C. 1977. “Cassava as a Feed Source for Ruminants.” **In Cassava as animal feed**. edited by Nestle B. and Graham M., IDRC, Canada. 107-119.

Goering. H. K. and P. J. Van Soet. 1970. **Forage Fiber Analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications) Agric.** Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington.

Gomez, G., and Valdivieso, M. 1988. “The Effects of Ensiling Whole Root Chips on Cyanide Elimination.” **Nutrition Report International**. 37: 1161–1166.

Indira, P. and S. K. Sinha. 1969. “Colorimetric Method for Determination of HCN in Tubers and Leaves of Cassava (*Manihot. Esculenta Crantz*).” **Indian J. Agric. Sci.** 39: 1021-1023.

Kung, L. and R. Shaver. 2001. **Interpretation and use of Silage Fermentation Analysis Reports.** Department of Animal and Food Sciences. University of Delaware. Department of Dairy Science. University of Wisconsin.

McDonald, P., N. Henderson and S. Heron. 1991. ***The Biochemistry of Silage.*** *2nd Ed.* Chalcombe Publications, Marlow. UK.

Nwokoro, S. O. and E. I. Ekhosuehi. 2005. “Effect of Replacement of Maize with Cassava Peel in Cockerel Diets on Performance and Carcass Characteristics.” **Trop Anim Health Prod.** 37(6):495-501.

Onabowale, S.O. 1988. “Processing of Cassava for Poultry Feeds.” **In Proceedings of a National Workshop on Alternative Livestock Feed Formulations in Nigeria,** edited by G. M. Babatunde. November, 21–25, Ilorin, Nigeria. p. 460–472.

Ørskov, E. R., F. N. Deb Hovell, and F. Mould. 1980. “The use Nylon bag Technique for the Evaluation of Feedstuffs.” **Trop Anim Prod.** 5 : 195-213.

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. Agri.Sci.** 92 : 499-503.

Ottenstein, D. M., and D. A. Bartley. 1971. "Improved Gas Chromatography Separation of Free Acids C_3-C_4 in Dilute Solution." **Anal. Chem.** 43: 952.

Preston, R. L. 2002. **Typical Composition of Commonly used Feeds for Sheep and Cattle.** http://www.vcn.vnn.

Sandage, J. L., and V. Davis. 1964. **Prussic Acid.** Agriculture and Natural Resources. University of Arkansas. http://www.uaex.edu.

Seglar, D.V.M., P.A.S. 2003. "Fermentation Analysis and Silage Quality Testing." In **Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference**. College of Veterinary Medicine, University of Minnesota. p. 119-130.

Statistical Analysis System. 1998. **SAS Users' Guide: Statistics.** NC: SAS Institute

Tewe, O. O., and Lyayi, E. A. 1989. "Cyanogenic glycosides." In **Toxicants of Plant Origin,** Vol. 2, Glycosides. Ed. Cheeke, P. R. CRS Press, p. 43-60.