การเพิ่มคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าหมักโดยใช้สารเสริมชนิดต่าง ๆ

แพรวพรรณ เครือมังกร[1/] เกียรติศักดิ์ กล่ำเอม[2/] สัมพันธ์ มาศโอสถ[1/]

บทคัดย่อ

การศึกษาการเพิ่มคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าหมัก โดยใช้สารเสริมชนิดต่างๆ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือน มีนาคม 2547 ถึง กุมภาพันธ์ 2548 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยหญ้าแพงโกล่าที่ไม่เติมสารเสริม หญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลในระดับ 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียด ในระดับ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของหญ้าแพงโกล่าสด ใช้เวลาในการหมัก 30 วัน

ผลการทดลองพบว่า การเติมสารเสริมทั้ง 2 ชนิด ในระดับต่างๆกัน มีผลในการช่วยปรับปรุงคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าหมัก การเติมรำละเอียดในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีคุณภาพดีที่สุด พืชหมักมีสีเหลืองอมเขียว ไม่มีเชื้อรา และยีสต์ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของพืชหมัก เท่ากับ 3.92 ค่าเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ กรดแลคติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค เท่ากับ 34.53 10.2 5.07 0.6 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อประเมินคุณภาพของพืชหมัก โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของกรดแลคติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค คุณภาพของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียด ในระดับ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ และที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล ในระดับ 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในชั้นคุณภาพดี

คำสำคัญ : คุณภาพ พืชหมัก หญ้าแพงโกล่า สารเสริม

เลขทะเบียนวิจัย 47(1) (47 : 3) – 0514 – 046

[1/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

[2/] กลุ่มวิจัยพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ

Effect of Using Additives on silage quality of Pangola grass

Phrawphan Khuamangkorn[1/] Kiatisak Klum-em[2/] Somphan Martosot[1/]

Abstract

Study on the quality of Pangola , ensiled with molasses and rice bran , was conducted at Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong District , Nakornratchasima Province , during March 2004 – February 2005. The experiment was arranged in completely randomized design (CRD) with 4 replications. The treatments were consisted of ensiled Pangola with molasses at 4 levels (2 , 4 , 6 and 8 percentage by Pangola fresh weight) and with rice bran at 4 levels (5 , 10 , 15 and 20 percentage by Pangola fresh weight) and without additives.

Silage quality was determined 30 days after ensiled. The result indicated that all of the additives can improve the quality of Pangola . The best quality of Silage was found in the additives of rice bran at 20 percentage. The colour of the silage was yellowish – green. There were no mould and yeast. pH of the silage was 3.92 and the percentage of dry matter, crude protein , lactic acid , acetic acid and butyric acid were 34.53 , 10.2 , 5.07 0.6 and 0.23 respectively . When lactic acid , acetic acid and butyric acid were considered as index for silage grading , quality of Pangola grass ensiled with 6, 8 % molasses and 10 , 15 and 20 % rice bran were good.

Keywords : Silage Quality Pangola Additives

Research Project No. 47 (1) (47 : 3) – 0514 – 046

[1/] Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center. Nakhonratchasima .

[2/] Forages Research Section , Animal Nutrition Division, Department of Livestock Develoment. Bangkok.

คำนำ

แผนกระตุ้นเศรษฐกิจของรัฐบาลปี 2545 กิจกรรมนาหญ้า และพัฒนาอาชีพผลิตเสบียงสัตว์ เพื่อการจำหน่าย มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการทั่วประเทศ มีการดำเนินการปลูกหญ้าแพงโกล่า เพื่อการจำหน่ายให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเป็นจำนวนมาก ในรูปของหญ้าแห้งคุณภาพดี หญ้าแพงโกล่า(*Digitaria eriantha*) เป็นหญ้าที่มีลำต้น และใบเล็ก ขยายพันธุ์ด้วยท่อนพันธุ์ เจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิด ทนแล้ง และทนน้ำท่วมขังในระยะสั้นๆ สามารถตัดได้ทุก 40 วัน โดยมีปริมาณโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 29 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) 59 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2545) ซึ่งจัดได้ว่าเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี (กรมปศุสัตว์, 2547ค) ในรอบปีเกษตรกรสามารถผลิตหญ้าแห้งได้ 4 – 5 ครั้ง ส่วนที่เหลือ 3 – 4 ครั้ง ไม่สามารถผลิตได้ เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝน การทำพืชหมักจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะถนอมพืชอาหารสัตว์ให้เก็บรักษาไว้ได้เป็นเวลานาน โดยคุณค่าทางอาหารสัตว์ไม่เปลี่ยนแปลง และสามารถทำได้ตลอดทั้งปี

การผลิตหญ้าหมักเพื่อให้มีคุณค่าทางอาหารสัตว์เท่ากับ หรือใกล้เคียงกับพืชก่อนการหมักมากที่สุดนั้น กระบวนการหมักจะเกิดได้สมบูรณ์หรือไม่ pH จะลดลงได้เร็วเพียงใด จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ชนิดของพืช อายุการตัด ขนาดของชิ้นพืช ระดับความชื้นที่เหมาะสม การใช้สารเสริมในหญ้าหมัก (กรมปศุสัตว์, 2547ข) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble Carbohydrate , WSC) ที่เหมาะสมซึ่งควรอยู่ในช่วง 6 -12 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (วารุณี, 2548) จากรายงานของสายัณห์ (2540) รายงานไว้ว่าหญ้าแพงโกล่าในส่วนของลำต้น มี WSC 6.5 – 12.2 เปอร์เซ็นต์ และใบมี 2.3 – 4.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเฉลี่ยแล้วอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นในการหมักจึงจำเป็นต้องเติมสารเสริม เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการหมักได้เร็วขึ้นและมีคุณภาพดี สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี สารช่วยหมักที่นิยมใช้ เช่น กากน้ำตาล ซึ่งจะช่วยเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรต ทำให้การหมักมีประสิทธิภาพดี และ รสชาดน่ากินขึ้น (Wilkinson , 1990) ปริมาณการใช้กากน้ำตาลเสริมในพืชหมัก จะใช้มากหรือน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปริมาณ WSC ในพืชอาหารสัตว์นั้นๆ ถ้าเป็นพืชทั่วไปควรใช้ประมาณ 3 - 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (กรมปศุสัตว์, 2547ข) จากการศึกษาของวีระพล (2547) พบว่าหญ้าแพงโกล่าที่เสริมด้วยกากน้ำตาลที่ระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ พืชหมักที่ได้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก นอกจากนี้สารช่วยหมักที่นิยมใช้อีกชนิดหนึ่งคือรำละเอียด ซึ่งจะกระตุ้นให้มีการสร้างกรดแลกติคให้ดียิ่งขึ้น ช่วยดูดซับความชื้น เพิ่มปริมาณวัตถุแห้งให้แก่พืชหมัก (McDonal , 1981) สำหรับปริมาณการใช้รำละเอียดในการทำพืชหมักควรใช้ประมาณ 15 - 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักพืชสด จากการศึกษาของสมสุข (2544) พบว่าหญ้ารูซี่ที่เสริมด้วยรำละเอียด 16 เปอร์เซ็นต์ พืชหมักที่ได้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดี ดังนั้นจึงได้ดำเนินการศึกษาอัตราส่วนการใช้กากน้ำตาล และรำละเอียดเสริมในหญ้าแพงโกล่าหมัก ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ที่สามารถผลิตพืชหมักคุณภาพดีไว้ใช้เลี้ยงสัตว์หรือจำหน่ายได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการศึกษาการเพิ่มคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าหมักโดยใช้สารเสริมชนิดต่างๆโดยใช้หญ้าแพงโกล่าอายุ 45 วัน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลองดังนี้

1. หญ้าแพงโกล่า ไม่เติมสารเสริม
2. หญ้าแพงโกล่า + กากน้ำตาล 2% ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด
3. หญ้าแพงโกล่า + กากน้ำตาล 4 % ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด
4. หญ้าแพงโกล่า + กากน้ำตาล 6 % ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด
5. หญ้าแพงโกล่า + กากน้ำตาล 8 % ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด
6. หญ้าแพงโกล่า + รำละเอียด 5 % ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด
7. หญ้าแพงโกล่า + รำละเอียด 10 % ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด
8. หญ้าแพงโกล่า + รำละเอียด 15 % ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด
9. หญ้าแพงโกล่า + รำละเอียด 20 % ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด

ทำการทดลองตามวิธีการดังนี้

1. สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าแพงโกล่าที่อายุ 45 วัน ก่อนการหมักโดยแบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งสุ่มเก็บตัวอย่าง 500 กรัม นำมาชั่งน้ำหนักสด แล้วอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ชั่งน้ำหนักหลังการอบ และคำนวณค่าวัตถุแห้ง แล้วนำมาบดให้ละเอียดขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาค่าโปรตีนหยาบ (AOAC,1990) อีกส่วนหนึ่งสุ่มเก็บตัวอย่าง 500 กรัมใส่ถุงพลาสติก รีดอากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้แน่น นำไปแช่แข็งในตู้ Freezer เพื่อส่งวิเคราะห์หา WSC (Dubois และคณะ , 1956)

2. สุ่มเก็บตัวอย่างรำละเอียด 500 กรัม วิเคราะห์หาค่า โปรตีนหยาบ และค่าวัตถุแห้ง (AOAC , 1990)

3. นำหญ้าแพงโกล่า มาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร ด้วยเครื่องหั่นพืช (Crop chopper) แล้วนำมาผสมกับกากน้ำตาล และรำละเอียด ในอัตราส่วนต่าง ๆ ตามแผนการทดลอง คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วบรรจุในถังพลาสติก แบบมีฝาปิดล็อค ขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม จำนวนสิ่งทดลองละ 4 ถัง รวมทั้งหมด 36 ถัง อัดพืชหมักให้แน่น ไล่อากาศออกให้หมด ปิดฝาล็อคให้แน่น แล้วนำไปเก็บไว้ในที่ร่ม ใช้เวลาในการหมัก 30 วัน

4. เมื่อครบกำหนดการหมักแล้ว เปิดถังหมัก สุ่มตัวอย่างชั้น บน กลาง และล่าง ของถังหมัก แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างส่วนที่หนึ่งใช้น้ำหนัก 2 กิโลกรัม บรรจุใส่ถุงพลาสติก รีดอากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้แน่น นำไปแช่แข็งในตู้ Freezer ทันที เพื่อเก็บไว้วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำมาตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ (กรมปศุสัตว์,2547ข) ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะของเนื้อพืชหมัก

ตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้กระดาษลิตมัส และประเมินคุณภาพพืชหมัก โดยให้ระดับคะแนนตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพพืชหมักทางกายภาพกองอาหารสัตว์ (รายละเอียดการประเมินในภาคผนวก 1)

5. นำตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี แบ่งเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างส่วนที่หนึ่งนำไปวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของพืชหมักตามวิธีของ Bal และคณะ(1997) อ้างโดย สมสุข (2544) โดยใช้พืชหมัก 50 กรัมผสมกับน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโถปั่น เป็นเวลานาน 30 วินาที แล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำน้ำที่กรองได้ไปวัดความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter และนำน้ำส่วนที่เหลือมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ (กรดแลคติค กรดอะซีติค และ กรดบิวทีริค) โดยวิธีการกลั่น ตามวิธีที่เรียบเรียงโดยบุญล้อม และ บุญเสริม (2525) ประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมี โดยให้ระดับคะแนนตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมีกองอาหารสัตว์ (รายละเอียดการประเมินในภาคผนวก 2) ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักหลังการอบ แล้วคำนวณค่าวัตถุแห้ง นำตัวอย่างที่อบแล้ว ไปบดให้ละเอียด ขนาด 1 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาค่าโปรตีนหยาบ (AOAC , 1990)

6. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance ของ completely randomized design (CRD) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1987)

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ทำการทดลอง รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และจัดทำรายงานการทดลอง ระหว่างเดือน มีนาคม 2547 – กุมภาพันธ์ 2548

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าและสารช่วยหมัก

จากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี (ตารางที่ 1) หญ้าแพงโกล่าอายุ 45 วันมีวัตถุแห้งเท่ากับ 25.54 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับทำพืชหมัก เมธา (2533) รายงานไว้ว่าพืชหมักที่ดีควรมีวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 25 – 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.0 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพปานกลาง (กรมปศุสัตว์ , 2547ค) จากรายงานของ James(1983) ที่รายงานว่าหญ้าแพงโกล่าที่อายุ 42 วัน มีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 4.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่างานทดลองครั้งนี้ อาจเนื่องจากสภาพภูมิอากาศ การจัดการที่แตกต่างกัน หญ้าแพงโกล่าจากการทดลองนี้มีค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (WSC) 4.79 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ที่ควรจะอยู่ในช่วง 6 -12 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (วารุณี,2548)

จากค่า WSC ของหญ้าแพงโกล่าของการทดลองครั้งนี้ ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้พืชหมักคุณภาพดี จึงจำเป็นต้องเติมวัตถุดิบที่จะช่วยเพิ่มปริมาณน้ำตาล(WSC) ให้กับพืชหมัก กากน้ำตาลเป็นวัสดุพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล มีวัตถุแห้งและปริมาณโปรตีนหยาบ เท่ากับ 72.39 และ 2.20 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2547ก) มีปริมาณ WSC เท่ากับ 65 เปอร์เซ็นต์ (วารุณี, 2548) สำหรับรำละเอียดมีค่าเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และปริมาณโปรตีนหยาบ เท่ากับ 90.39 และ 13.26 มีปริมาณ WSC 6.5 เปอร์เซ็นต์(อรอนงค์, 2540)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่า อายุ 45 วัน และสารช่วยหมัก

	วัตถุแห้ง	โปรตีนหยาบ	WSC
	%	% on DM	% on DM
หญ้าแพงโกล่า	25.54	6.0	4.79
กากน้ำตาล	72.39[1]	2.20[1]	65.0[2]
รำละเอียด	90.39	13.26	6.5[3]

ที่มา : [1] กรมปศุสัตว์ , 2547ก
[2] วารุณี , 2548
[3] อรอนงค์ , 2540

2. ลักษณะทางกายภาพของพืชหมัก

จากการทดลองหมักหญ้าแพงโกล่าอายุ 45 วัน ร่วมกับกากน้ำตาลในระดับ 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด เปรียบเทียบกับการหมักหญ้าแพงโกล่าร่วมกับ รำละเอียดในระดับ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด และการหมักหญ้าแพงโกล่าที่ไม่เติมสารเสริม เมื่อหมักครบ 30 วัน เปิดถังพืชหมัก เพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ พบว่าหญ้าแพงโกล่าที่หมักโดยไม่เติมสารเสริม และหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดทุกระดับ มีสีเหลืองอมเขียว ส่วนหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลทุกระดับ มีสีเขียวอมเหลือง (ตารางที่ 2) พืชหมักที่ได้ ไม่มีเชื้อรา หรือยีสต์เจริญอยู่ เนื้อพืชไม่จับเป็นก้อน ไม่เป็นเมือก มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน เมื่อทดสอบดมกลิ่นพืชหมักพบว่าพืชหมักจะมีกลิ่นหอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง และจากการประเมินลักษณะทางกายภาพของพืชหมักตามเกณฑ์มาตรฐานพืชหมักกองอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547ข) พบว่าหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลและรำละเอียดที่ระดับต่างๆจะมีลักษณะทางกายภาพดีมาก ส่วนหญ้าแพงโกล่าที่หมักโดยไม่เติมสารเสริมจะมีลักษณะทางกายภาพดี

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของหญ้าแพงโกล่าที่ หมักร่วมกับกากน้ำตาล และรำละเอียดที่ระดับต่างๆ

พืชหมัก	สี	กลิ่น	ลักษณะเนื้อพืช	pH	คะแนนรวม	ลักษณะทางกายภาพ
หญ้าแพงโกล่าไม่เติมสารเสริม	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 9)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน = 4)	4.8 (คะแนน = 2)	18	ดี
หญ้าแพงโกล่า + กากน้ำตาล 2%	เขียวอมเหลือง (คะแนน = 2)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน =10)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน = 4)	4.4 (คะแนน = 4)	20	ดีมาก
หญ้าแพงโกล่า + กากน้ำตาล 4%	เขียวอมเหลือง (คะแนน = 2)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 12)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน= 4)	4.2 (คะแนน = 6)	24	ดีมาก
หญ้าแพงโกล่า + กากน้ำตาล 6%	เขียวอมเหลือง (คะแนน=2)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน=12)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน=4)	4.2 (คะแนน = 6)	24	ดีมาก
หญ้าแพงโกล่า + กากน้ำตาล 8%	เขียวอมเหลือง (คะแนน = 2)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน= 12)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน= 4)	4.2 (คะแนน=6)	24	ดีมาก
หญ้าแพงโกล่า + รำละเอียด 5%	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน= 12)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน = 4)	4.2 (คะแนน = 6)	25	ดีมาก
หญ้าแพงโกล่า + รำละเอียด 10%	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน= 12)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน= 4)	4.2 (คะแนน= 6)	25	ดีมาก
หญ้าแพงโกล่า + รำละเอียด 15%	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 12)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน =4)	4.2 (คะแนน = 6)	25	ดีมาก
หญ้าแพงโกล่า + รำละเอียด 20%	เหลืองอมเขียว (คะแนน = 3)	หอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง (คะแนน = 12)	แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (คะแนน =4)	4.2 (คะแนน = 6)	25	ดีมาก

3. **ส่วนประกอบทางเคมีของพืชหมัก**

ค่าความเป็นกรด – ด่างของพืชหมัก (pH) พบว่าหญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริมมี pH สูงเท่ากับ 4.62 และแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่า pH ของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล และรำละเอียดทุกระดับ (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับงานทดลองของ Chris (1999) ที่รายงานไว้ว่า หญ้าแพงโกล่าหมักมี pH เท่ากับ 4.5 การนำกากน้ำตาลและรำละเอียดมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่าที่ระดับต่างๆ ค่าpHที่ได้จะลดต่ำลงตามระดับการเสริมกากน้ำตาลและรำละเอียดที่สูงขึ้น จากการทดลองพบว่าค่า pH ของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลทุกระดับ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 4.13 3.96 3.91 3.86 ที่ระดับกากน้ำตาล 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเมื่อนำหญ้าแพงโกล่ามาหมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ค่า pH ที่ได้จะแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่า pH ของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์

จากการเสริมกากน้ำตาลและรำละเอียดในหญ้าแพงโกล่าหมักทุกระดับ ทำให้กระบวนการหมักของหญ้าแพงโกล่าเกิดสมบูรณ์ เพราะมี pH ต่ำกว่า 4.2 จุลินทรีย์ต่างๆ จึงไม่สามารถเจริญได้ รวมทั้งเอนไซม์ต่างๆ ของพืชก็จะหยุดกิจกรรมด้วย ทำให้คุณภาพของพืชหมักคงที่ตลอดไป (Skerman และ Riveres,1990)

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล และรำละเอียดที่ระดับต่างๆ

พืชหมัก	PH	วัตถุแห้ง %	% ของวัตถุแห้ง			
			โปรตีนหยาบ	กรดแลคติค	กรดอะซีติค	กรดบิวทีริค
หญ้าแพงโกล่าไม่เติมสารเสริม	4.62^{a}	23.78^{d}	6.45^{d}	2.55^{d}	1.35^{a}	0.65^{a}
หญ้าแพงโกล่า+กากน้ำตาล 2%	4.13^{bcd}	26.39^{cd}	6.80^{d}	4.04^{c}	1.29^{a}	0.62^{ab}
หญ้าแพงโกล่า+กากน้ำตาล 4%	3.96^{cd}	26.83^{cd}	6.98^{d}	5.42^{abc}	1.11^{ab}	0.47^{abc}
หญ้าแพงโกล่า+กากน้ำตาล 6%	3.91^{cd}	25.81^{cd}	7.03^{d}	6.21^{ab}	1.02^{abc}	0.39^{abc}
หญ้าแพงโกล่า+กากน้ำตาล 8%	3.86^{d}	25.26^{cd}	7.10^{d}	6.41^{a}	0.85^{abc}	0.35^{abc}
หญ้าแพงโกล่า+รำละเอียด 5%	4.23^{b}	27.15^{c}	7.85^{c}	4.41^{c}	1.05^{abc}	0.37^{abc}
หญ้าแพงโกล่า+รำละเอียด 10%	4.16^{bc}	30.45^{b}	8.46^{bc}	4.73^{bc}	0.94^{abc}	0.33^{bc}
หญ้าแพงโกล่า+รำละเอียด 15%	4.09^{bcd}	31.84^{ab}	9.08^{b}	5.07^{abc}	0.74^{bc}	0.28^{c}
หญ้าแพงโกล่า+รำละเอียด 20%	3.92^{cd}	34.53^{a}	10.2^{a}	5.34^{abc}	0.6^{c}	0.23^{d}
CV (%)	4.07	7.08	5.68	19.43	30.96	45.92

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยวิธี DMRT

วัตถุแห้งของพืชหมัก หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริมมีค่าวัตถุแห้งต่ำสุด เท่ากับ 23.78 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดทุกระดับ (ตารางที่ 3) แต่ไม่แตกต่างกันกับค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลทุกระดับ และค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริมมีค่าใกล้เคียงกับงานทดลองของ Tjandraatmadja (1994) ที่รายงานไว้ว่าหญ้าแพงโกล่าหมักมีวัตถุแห้งเท่ากับ 22.5 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่าการใช้รำละเอียดที่ระดับ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มวัตถุแห้งของพืชหมักได้มากกว่ากากน้ำตาลในทุกระดับการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากรำละเอียดไม่เพียงแต่มีวัตถุแห้งสูงกว่ากากน้ำตาลเท่านั้น แต่ยังมีระดับการเสริมที่สูงกว่าอีกด้วย การเสริมรำละเอียดที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ พืชหมักที่ได้มีค่าวัตถุแห้งสูงเท่ากับ 34.53 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่าวัตถุแห้งของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่มีค่าเท่ากับ 27.15 และ 30.45 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สอดคล้องกับงานทดลองของสมสุข (2544) ที่รายงานไว้ว่าการใช้รำละเอียด 16 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มวัตถุแห้งของหญ้ารูซี่หมัก ได้มากกว่าการใช้กากน้ำตาลในทุกระดับ 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการใช้กากน้ำตาลเพื่อเพิ่มวัตถุแห้งด้วยนั้น พบว่าได้ค่าเพิ่มขึ้นตามระดับกากน้ำตาลที่เสริม ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เพราะกากน้ำตาลมีวัตถุแห้งสูงกว่าหญ้าแพงโกล่าสด นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมสารช่วยหมักทั้ง 2 ชนิดในการทดลองนี้ ทำให้หญ้าหมักมีวัตถุแห้งอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการหมักคือ 25 - 40 เปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2533)

โปรตีนหยาบ (Crude Protein, CP) หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริมมีค่าโปรตีนหยาบต่ำสุดเท่ากับ 6.45 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่าโปรตีนหยาบของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดทุกระดับ แต่จะไม่แตกต่างกันกับหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลทุกระดับ (ตารางที่ 3) การใช้รำละเอียดที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้พืชหมักมีค่าโปรตีนหยาบสูงเท่ากับ 10.2 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากค่าโปรตีนหยาบ ของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.85 8.46 และ 9.08 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สอดคล้องกับงานทดลองของสมสุข (2544) ที่รายงานไว้ว่าหญ้ารูซี่ที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 16 เปอร์เซ็นต์ ค่าโปรตีนหยาบที่ได้จะมีค่าสูงกว่าเมื่อหมักร่วมกับกากน้ำตาล ทุกระดับ การที่หญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียด มีค่าโปรตีนหยาบสูงกว่าหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล และหญ้าแพงโกล่าที่ไม่เติมสารเสริม เนื่องจากรำละเอียดมีโปรตีนหยาบสูงกว่ากากน้ำตาล และหญ้าแพงโกล่า ดังนั้นเมื่อนำรำละเอียดมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่า จึงทำให้ปริมาณโปรตีนหยาบในพืชหมักสูงขึ้นตามปริมาณการใช้รำละเอียดที่เพิ่มขึ้น

กรดแลคติค (Lactic acid) หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริมมีกรดแลคติคต่ำสุดเท่ากับ 2.55 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่ากรดแลคติคของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลและรำละเอียดทุกระดับ (ตารางที่ 3) การเสริมกากน้ำตาลที่ระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ หมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่าปริมาณกรดแลคติคที่ได้มีค่าเท่ากับ 6.41 เปอร์เซ็นต์ และค่าที่ได้จะแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่ากรดแลคติคของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ และที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่จะไม่แตกต่างกันเมื่อหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับงานทดลองของวีระพล (2547) ที่รายงานไว้ว่า หญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดแลคติคที่ได้มีค่าเท่ากับ 5.83 เปอร์เซ็นต์

จากการเสริมกากน้ำตาลและรำละเอียดที่ระดับต่างๆ ในการทำหญ้าแพงโกล่าหมัก พบว่าทำให้พืชหมักมีค่ากรดแลคติคมากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และยังมีค่ามากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ ของกรดทั้งหมดด้วย ดังนั้นพืชหมักที่ได้จึงมีคุณภาพดี (วารุณี,2548) ปริมาณกรดแลคติคมีมากพอที่จะถนอมพืชหมักไว้ได้นาน ในขณะที่การหมักหญ้าแพงโกล่าโดยไม่มีการเติมสารเสริม จะมีกรดแลคติคเพียง 2.55 เปอร์เซ็นต์ และคิดเป็น 56 เปอร์เซ็นต์ของกรดทั้งหมด ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณกรดแลคติคมีน้อย จึงไม่สามารถเก็บถนอมพืชหมักไว้ได้นาน

กรดอะซีติค (Acetic acid) หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริมมีกรดอะซีติคไม่แตกต่างจากหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่มีค่าแตกต่างจากหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3) การที่หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริมมีปริมาณกรดอะซีติคสูง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.35 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องจากหญ้าแพงโกล่ามี WSCต่ำทำให้การเกิดกรดแลคติคเป็นไปได้ช้าและมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซีติคได้ ดังนั้นเมื่อนำกากน้ำตาลและรำละเอียดมาหมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่าที่ระดับต่างๆ จะพบว่าปริมาณการเกิดกรดอะซีติคจะลดลง ตามปริมาณการใช้สารเสริมที่เพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่าหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณกรดอะซีติคอยู่ในเกณฑ์พืชหมักที่ดี ซึ่งโดยทั่วไปพืชหมักที่ดีควรมีกรดอะซีติคเท่ากับ 0.5 - 0.8 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (Breirem และ Ulvesli,1960)

กรดบิวทีริค (Butyric acid) หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริมมีกรดบิวทีริคไม่แตกต่างกันกับหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่ากรดบิวทีริค ของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) การที่หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติม

สารเสริมมีกรดบิวทีริคสูง อาจเนื่องจากหญ้าแพงโกล่ามี WSC และวัตถุแห้งต่ำ ทำให้ pH ของพืชหมักที่ได้จะสูง ไม่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์พวก Clostridium ได้ ทำให้มีกรดบิวทีริคเกิดขึ้นมาก จากการทดลองพบว่าปริมาณการเกิดกรดบิวทีริค จะมีค่าลดต่ำลงตามปริมาณการเสริมกากน้ำตาล และรำละเอียดที่สูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ปริมาณความชื้นของพืชหมัก ได้ถูกปรับให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และมีแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงขึ้น และพบว่าหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดบิวทีริคอยู่ในเกณฑ์พืชหมักคุณภาพดี ซึ่งควรมีกรดบิวทีริคไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (Skerman และ Riveros,1990)

คุณภาพของพืชหมัก

เมื่อพิจารณาคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริม และหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลในระดับ 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และหมักร่วมกับรำละเอียดในระดับ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าสด โดยใช้เกณฑ์การประเมินจากปริมาณกรดแลคติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค (กรมปศุสัตว์,2547ข) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 สามารถแบ่งคุณภาพของพืชหมักได้เป็น 3 ระดับ (ตารางที่ 4) ได้ดังนี้

1. พืชหมักชั้นคุณภาพพอใช้ ได้แก่หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริม
2. พืชหมักชั้นคุณภาพปานกลาง ได้แก่หญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ และหมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์
3. พืชหมักชั้นคุณภาพดี ได้แก่หญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และที่หมักร่วมกับรำละเอียดที่ระดับ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 การประเมินคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล และรำละเอียด ในระดับต่าง ๆ จากปริมาณกรดแลคติค กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค

สรุปผลการทดลอง

จากผลการนำหญ้าแพงโกล่าสด ที่อายุการตัด 45 วันมาหมักโดยเปรียบเทียบระหว่างไม่เติมสารช่วยหมัก กับการเติมกากน้ำตาลและรำละเอียดในระดับต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. หญ้าแพงโกล่าหมักที่ไม่เติมสารเสริม คุณภาพพืชหมักที่ได้อยู่ในชั้นพอใช้

2. การเติมสารเสริมทั้งกากน้ำตาล และรำละเอียดทุกระดับ มีผลทำให้คุณภาพของหญ้าแพงโกล่าหมักดีขึ้น เมื่อเทียบกับการหมักหญ้าแพงโกล่าโดยไม่เติมสารเสริม

3. การใช้กากน้ำตาลที่ระดับ 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ และรำละเอียดที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ หมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่า คุณภาพพืชหมักที่ได้อยู่ในชั้นปานกลาง

4. การเสริมกากน้ำตาลที่ระดับ 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และรำละเอียดที่ระดับ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่หมักร่วมกับหญ้าแพงโกล่า คุณภาพพืชหมักที่ได้อยู่ในชั้นคุณภาพดี

ข้อเสนอแนะ

ในการทำหญ้าแพงโกล่าหมักโดยให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพดีนั้น ควรเสริมด้วยกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ หรือรำละเอียดที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ก็เพียงพอ เพราะคุณภาพพืชหมักที่ได้อยู่ในเกณฑ์ดี เช่นเดียวกับพืชหมักที่เสริมด้วยกากน้ำตาลหรือรำละเอียดที่ระดับสูงกว่า ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทำพืชหมัก ค่ากากน้ำตาลและรำละเอียดได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผอ.ศุภชัย อุดชาชน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ผอ.มนัส อภินาคพงษ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท คุณวารุณี พานิชผล นักวิทยาศาสตร์ 8 ว. คุณฉายแสง ไผ่แก้ว นักวิชาการสัตวบาล 8 ว. คุณกานดา นาคมณี นักวิชาการสัตวบาล 8 ว. คุณวลัยกานต์ เจียมเจตจำรูญ นักวิทยาศาสตร์ 7ว. และเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาทุกท่าน ที่ช่วยเหลือให้งานทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2545. หญ้าแพงโกล่า. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 27 หน้า.

กรมปศุสัตว์. 2547ก. ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 26 หน้า.

กรมปศุสัตว์ . 2547ข. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก กองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.

กรมปศุสัตว์ . 2547ค. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห้ง กองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 หน้า.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่. 118 หน้า.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่พับบลิชชิ่ง กรุงเทพมหานคร 473 หน้า.

วารุณี พานิชผล. 2548. เทคนิคการทำพืชอาหารสัตว์หมัก. กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืช อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ 37 หน้า.

วีระพล พูนพิพัฒน์. 2547. การใช้หญ้าแพงโกล่าหมักเลี้ยงโคเนื้อ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540. พืชอาหารสัตว์เขตร้อนการผลิตและการจัดการ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 375 หน้า.

สมสุข พวงดี. 2544. การผลิตหญ้ารูซี่หมักคุณภาพสูง การประเมินคุณค่าทางโภชนะและความต้องการพลังงาน และโปรตีนของโครีดนมลูกผสมขาวดำ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่. 145 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists 15 th edition. Arlington Virinia USA 1298 p.

Bal , M. A., J. R. Coors and R. D. Shaver. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cow on intake, digestion and milk production. J. Dairy. Sci. 80:2497 – 2503.

Breirem, K. and O. Ulvesli. 1960. Ensiling methods. Herb. Abstr. 30(1) : 1 – 8.

Chris Regan. 1999. Comparison of the Nutritive Value of Cavalcade legume pasture and Pangola grass pasture preserved as silage or hay. Department of Primary Industry and Fisheries Northern Territory,Australia. http:// www. fao. org/ AG/ Agp/agpc/gp/SILAGE/ Html/496.htm. 1-2 p.

Dubois, M, K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances, J. Anal. Chen. 28(3) : 350-356 p.

James. A. Duke. 1983. *Digitaria decumbens* Stent. Handbook of Energy Crops. http://www. hort. purdue. edu/ newcrop/ duke_ energy/ *Digitaria_ decumbens*. Html. 1-5 p.

McDonald, P. 1981. The biochemistry of silage. John Wiley and Sons. Ltd. New York USA. 226 p.

SAS Institute, Inc., 1987. SAS/ STAT ™ guide for personal computer. Version 6 Edition. SAS cycle curry, NC 27512-8000, 1028 p.

Skerman, P. J. and F. Riveros. 1990. Tropical grasses. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 832 p.

Tjandraatmadja, M. , B . W. Nortor and I. C. Macrac. 1994. Ensilage characteristics of three tropical grasses as influenced by stage of growth and addition of molasses. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 10:74:81.

Wilkinson, M. 1990. " Silage UK" Cambrian Prister Aberystwyth Ltd. UK. 185 p.

ตารางผนวกที่ 1 การประเมินคุณภาพพืชหมักจากลักษณะทางกายภาพ
(ที่มา :กรมปศุสัตว์,2547ข)

ลักษณะทางกายภาพ	
1.**กลิ่น**	- หอมคล้ายกลิ่นผลไม้ดองหรือน้ำส้มสายชู (12 คะแนน) - ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย (8 คะแนน) - มีกลิ่นฉุนมาก และเหม็นเล็กน้อย (4 คะแนน) - เหม็นเน่า หรือมีกลิ่นรา (0 คะแนน)
2.**เนื้อพืชหมัก**	- แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (4 คะแนน) - แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย ลื่นเป็น เมือก (2 คะแนน) - แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยมาก มีสิ่งเจือปน (1 คะแนน) - เละเป็นเมือก และสกปรกมาก (0คะแนน)
3.**สี**	- เหลืองอมเขียว หรือสีกากี (3 คะแนน) - เขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม (2 คะแนน) - น้ำตาลทอง (1 คะแนน) - น้ำตาลเข้ม หรือดำ (0 คะแนน)
4.pH	- 3.5 – 4.2 (6 คะแนน) - 4.4 – 4.7 (4 คะแนน) - 4.7 – 5.1 (2 คะแนน) - > 5.1 (0 คะแนน)

หมายเหตุ	คะแนนรวม	ลักษณะทางกายภาพ
	20 – 25	ดีมาก
	15 – 19	ดี
	6 – 14	ปานกลาง
	0 – 5	ต่ำ

ตารางผนวกที่ 2 การประเมินคุณภาพของพืชหมักจากปริมาณกรดแลคติก กรดอะซีติค และกรดบิวทีริค (ที่มา :กรมปศุสัตว์,2547ข)

กรดแลคติก (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดอะซีติค (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดบิวทีริค (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน
0 – 25	0	0 – 15	20	0 – 1.5	50
25.1 – 30	2	15.1 – 20	18	1.6 – 3.0	30
30.1 – 34	4	20.1 – 24	16	3.1 – 4.0	20
34.1 – 38	6	24.1 – 28	13	4.1 – 6.0	15
38.1 – 42	8	28.1 – 32	10	6.1 – 8.0	10
42.1 – 46	10	32.1 – 36	7	8.1 – 10.0	9
46.1 – 50	12	36.1 – 40	4	10.1 – 12.0	8
50.1 – 54	14	40.1 – 45	2	12.1 – 14.0	7
54.1 – 58	16	45.1 - 50	0	14.1 – 16.0	6
58.1 – 62	18			16.1 – 18.0	4
62.1 – 66	20			18.1 – 20.0	2
66.1 – 70	24			20.1 – 30.0	0
70.1 – 75	28			30.1 – 40.0	-5
> 75	30			> 40.0	-10

หมายเหตุ	คะแนนรวม	ชั้นคุณภาพ
	81 – 100	ดีมาก
	61 – 80	ดี
	41 – 60	ปานกลาง
	21 – 40	พอใช้
	0 – 20	ต่ำ