ผลของการเติมกากน้ำตาลต่อคุณภาพและการย่อยได้ของข้าวฟ่างหวานหมัก
Effect of Addition of Molasses on Quality and Digestibility of Sweet Sorghum Silage

นิรันดร หนักแดง[1]
Nirandorn Nakdaeng[1]

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนะและการย่อยได้ของข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ และข้าวฟ่างหวานหมักธรรมดาที่ไม่เสริมกากน้ำตาล (กลุ่มควบคุม) ในแพะเพศเมียจำนวน 8 ตัว อายุ 1 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 15-20 กิโลกรัม โดยใช้แผนการทดลองแบบ Group comparison ผลการทดลองพบว่าข้าวฟ่างหวานที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ และกรดแลคติก เท่ากับ 4.72 6.64 และ 7.61 เปอร์เซ็นต์ ลำดับ ซึ่งสูงกว่าที่พบในข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดาที่มีค่าเท่ากับ 3.68 3.48 และ 4.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$) ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งในแพะที่ได้รับข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาลและข้าวฟ่างหวานหมักธรรมดามีค่าเท่ากับ 709.41 และ 756.81 กรัมต่อวัน และปริมาณการกินได้ผนังเซลล์มีค่าเท่ากับ 767.94 และ 898.01 กรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่แพะที่ได้รับข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาลมีปริมาณการกินได้ของโปรตีนสูงกว่าแพะที่ได้รับข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดา ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 83.91 และ 71.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และผนังเซลล์ของข้าวฟ่างหวานที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการหมักแบบธรรมดา แต่ค่าการย่อยได้ของโปรตีนมีค่าสูงกว่า ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 72.90 และ 65.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามอัตราอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวของแพะไม่แตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม

คำสำคัญ : การย่อยได้ กากน้ำตาล ข้าวฟ่างหวานหมัก

[1]สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จ.นราธิวาส
[1]Department of Animal science, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat , Thailand

Abstract

This aim of the study is to compare nutritive value and digestibility of sweet sorghum silage with 4 % molasses and sweet sorghum silage (control) in eight female goats with an average of 1 years old, 15-20 kg body weight (BW) was used in grouped comparison design. The result showed that protein, WSC and lactic acid concentration were higher for sweet sorghum with 4 % molasses (4.72, 6.64, and 7.61%) than control silage (3.68, 3.48 and 4.93%), respectively ($P<0.05$). Silage with 4% molasses showed lower dry matter (709.41 vs 756.81 g/day) and cell wall intake than control silage (767.94 vs 898.01 g/day) ($P<0.05$) respectively. However protein intake of sorghum silage with 4% molasses was higher than sorghum silage (83.91 and 71.21 g/day) respectively ($P<0.05$).The coefficient of dry matter digestibility (63.05 and 60.15%) and cell wall (76.66 and 75.24%) were not significant different between treatments. Protein digestibility of silage with molasses was significant higher than silage with no molasses ($P<0.05$) with mean value of 72.90 and 65.88% respectively. However weight gain weight change were not significant differences between treatment ($P>0.05$).

Keywords : Digestibility, Molasses, Sweet sorghum silage

บทนำ

เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องมักประสบปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นการนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาใช้เป็นอาหารหยาบจึงได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่ง ผลพลอยได้ทางการเกษตรที่นำสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบในช่วงฤดูแล้ง มีมากมายหลายชนิด เช่น ต้นข้าวฟ่าง ฟางข้าว ใบมันสำปะหลัง ยอดอ้อย และกากอ้อย เป็นต้น ข้าวฟ่างหวานหรือ Sweet sorghum มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Sorghum bicolor* L. ข้าวฟ่างหวานเป็นพืชที่สามารถปรับตัวได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิสูงประมาณ 30 องศาเซลเซียส และในดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำให้ผลผลิตปริมาณสูง ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่างหวาน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อมและการจัดการ กนกทิพย์ และคณะ (2537) พบว่าข้าวฟ่างหวานสายพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และอู่ทอง 1 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งถึง 2 ตันต่อไร่ จากการตัดหนึ่งครั้งหลังดอกข้าวฟ่างหวานบานประมาณ 10 วัน และจากการทดลองของฉายแสงและคณะ (2535) พบว่าการตัดข้าวฟ่างหวานสายพันธุ์ อู่ทอง 203 (สุพรรณบุรี 1) 3 ครั้ง ที่อายุ 60 105 และ 150 วันหลังเมล็ดงอกจะให้ผลผลิตสูงและคุณค่า ทางอาหารสัตว์ที่ดี การทดลองของฉายแสงและคณะ (2546) พบว่า ข้าวฟ่างหวาน 4 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ Hi-sugar พันธุ์ Big sugar พันธ์ Sweet sorghum และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความสูงมากกว่า 2 เมตร เมื่อตัดที่อายุ 60 วัน แต่มีแนวโน้มว่าข้าวฟ่างหวานลูกผสมทั้ง 3 พันธุ์จากประเทศญี่ปุ่นมีความสูงของต้น และให้ผลผลิตที่ค่อนข้างสูงกว่าข้าวฟ่างหวานพันธุ์สุพรรณบุรี 1 (หรือ อู่ทอง 203) โดยข้าวฟ่างทั้ง 3 พันธุ์ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ใกล้เคียงกัน คือ 1.2-1.6 1.2-1.4 และ 2.2-2.5 ตัน/ไร่ จากการตัดที่ 45 60 และ 75 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวฟ่างสุพรรณบุรี 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 0.8 1.3 และ 1.7 ตัน/ไร่ จากการตัดที่ 45 60 และ 75 ตามลำดับ ข้าวฟ่างหลังจากเก็บเกี่ยวเมล็ดไปแล้วยังสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ แต่เนื่องจากการเก็บเกี่ยวที่อายุมากทำให้คุณค่าทางโภชนะลดต่ำลง ดังนั้นการที่จะนำมาเป็นข้าวฟ่างหวานมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์จึงต้องทำการปรับปรุงให้มีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ เพื่อที่จะ

ทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น การหมักสำหรับเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์นั้นเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากวิธีการหมักช่วยให้มีความน่ากินเพิ่มขึ้น และการใช้สารเสริมร่วมในการหมักก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหมักและคุณค่าทางโภชนะ การทำการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหมักข้าวฟ่างหวานร่วมกับกากน้ำตาลต่อคุณค่าทางโภชนะและการย่อยได้ในแพะ

วิธีการวิจัย

1. การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของต้นข้าวฟ่างหวานหมักมีแผนการทดลองดังนี้

1.1 การเตรียมต้นข้าวฟ่างหวานหมัก

ใช้ต้นข้าวฟ่างหวานหลังจากที่มีการเก็บเกี่ยวเมล็ดแล้วนำต้นข้าวฟ่างหวานมาสับด้วยเครื่องสับที่มีกำลัง 5.5 แรงม้า โดยพืชที่ได้จะมีขนาด 2-3 เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักต้นข้าวฟ่าง และเติมกากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ใน ทรีทเมนต์ที่ 2 คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วบรรจุในถุงพลาสติกหนาขนาด 20 กิโลกรัม ระยะเวลาในการหมัก 21 วัน เพื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนะและประสิทธิภาพการย่อยได้ของแพะเพศเมีย โดยแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (Group Comparison) ประกอบด้วย 2 ทรีทเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ คือ

ทรีทเมนต์ที่ 1 ข้าวฟ่างหวานหมักธรรมดา (กลุ่มควบคุม)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์

1.2 การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างต้นข้าวฟ่างหวานก่อนการหมักเพื่อนำไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง โปรตีน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ตามวิธีของ AOAC (1990) และ Goering and Van Soest (1970)

เมื่อหมักครบ 21 วัน เก็บตัวอย่างข้าวฟ่างหวานหมักเพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ และนำไปวิเคราะห์ทางเคมี เก็บตัวอย่างด้านนอกที่มีราทิ้งไป นำตัวอย่าข้าวฟ่างหวานหมักทั้งหมดออกมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน ทำการตรวจลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น และเนื้อข้าวฟ่างหวานหมัก ตามวิธีของกรมปศุสัตว์ (2547) จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างตามวิธีของ Sibanda *et al.* (1997) ประมาณ 1 กิโลกรัม ใส่ในถุงพลาสติก โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ใช้สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างหวานหมัก ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน (AOAC, 1990) ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส (Goering and Van Soest, 1970) ความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีของ Bolsen et al. (1990) และปริมาณของ WSC ตามวิธีของ Dubois et al., (1956) ส่วนที่ 2 เก็บข้าวฟ่างหวานหมักไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริก ตามวิธีของบุญล้อมและบุญเสริม (2525)

2. การทดสอบหาการย่อยได้ของในต้นข้าวฟ่างหวานหมักในแพะทดลอง (*in vivo* digestibility)

2.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้แพะพื้นเมืองเพศเมีย จำนวน 8 ตัว อายุประมาณ 1 ปี และมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 15-20 กิโลกรัม โดยสุ่มแพะออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 2 ทรีทเมนต์ กรงขังเดี่ยว ขนาด 0.5 x 1.1 x 0.6 เมตร สูงจากพื้น 0.5 เมตร มีรางอาหารอยู่ด้านหน้า ที่ให้น้ำเป็นถังพลาสติก วางอยู่ด้านหลังกรง จำนวน 8 กรง ใต้กรงมีรางอะลูมิเนียมสำหรับรวบรวมปัสสาวะแพะแต่ละตัว ทุกกรงมีที่แขวนแร่ธาตุก้อน ใช้เวลาในการทดลอง 9 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลหลังจากให้อาหารมื้อแรกแล้ว 48 ชั่วโมง (เก็บข้อมูล 7 วันสุดท้าย)

2.2 การเก็บมูลและตัวอย่างอาหาร

การเก็บมูล และปัสสาวะ กระทำในตอนเช้าของทุกวันก่อนการให้อาหารครั้งต่อไป ชั่งน้ำหนักมูลและวัดปริมาตรปัสสาวะ (การเก็บปัสสาวะจะใช้กรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จำนวน 100 มิลลิลิตร ใส่ในภาชนะที่ใช้รองเก็บปัสสาวะของแพะแต่ละตัว เพื่อป้องกันการระเหยของไนโตรเจน) สุ่มเก็บตัวอย่างมูล และปัสสาวะของแพะแต่ละตัวเก็บไว้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ทุกวันตลอดระยะการทดลอง

การเก็บตัวอย่างอาหาร ชั่งและบันทึกอาหารที่กินได้ของแพะแต่ละตัวทุกครั้งก่อนให้อาหารเช้าในครั้งถัดไป นำอาหารที่เหลือออกจากราง สุ่มตัวอย่างอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหารที่ให้แพะแต่ละตัวทุกวัน

2.2 การเตรียมตัวอย่างอาหาร มูล และปัสสาวะเพื่อวิเคราะห์

1. อาหารทดลอง และอาหารที่เหลือตลอด 7 วัน แบ่งตัวอย่างส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หาความชื้นและไนโตรเจนทันที ส่วนที่เหลือทำการอบแห้งแล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีทั่วไป

2. มูล นำมูลของแพะแต่ละตัวที่เก็บไว้ตลอด 7 วัน ซึ่งแช่อยู่ในตู้เย็น ออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ส่วนที่แข็งละลายแล้วนำมาผสมกัน แบ่งส่วนหนึ่งเก็บเอาไว้ในตู้เย็น จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี คือ ความชื้น และโปรตีน ส่วนที่เหลืออบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ประมาณ 8-10 ชั่วโมง แล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีอื่น ๆ ต่อไป เช่นเดียวกับอาหารทดลอง

3. ปัสสาวะ นำปัสสาวะของแพะแต่ละตัวที่เก็บไว้ทั้งหมดมาผสมกัน ประมาณ 200 มิลลิเมตร ส่วนที่เหลือนำมาวิเคราะห์หาไนโตรเจนเพื่อหาค่าสมดุลของไนโตรเจน

คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โภชนและค่าสมดุลไนโตรเจน ตามวิธีการของอังคณาและดวงสมร (2532)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง =

$$\frac{\text{(วัตถุแห้งของอาหารที่กิน-วัตถุแห้งของอาหารที่ถ่ายในมูล)}}{\text{วัตถุแห้งของอาหารที่กินได้}}$$

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ =

$$\frac{\text{(วัตถุแห้งของโภชนะที่กิน-วัตถุแห้งของโภชนะในมูล)}}{\text{วัตถุแห้งของโภชนะที่กิน}}$$

สมดุลไนโตรเจน = ปริมาณไนโตรเจนที่กิน – ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกในมูลและปัสสาวะ

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ตามแผนการทดลองแบบ Group Comparison เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัยและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของต้นข้าวฟ่างหวานก่อนหมัก

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของต้นข้าวฟ่างหวานระยะหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดก่อนนำมาหมักมีวัตถุแห้งเท่ากับ 32.91 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับพืชหมัก พืชก่อนที่จะนำมาหมักที่ดีควรมีวัตถุแห้งระหว่าง 25-40 เปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2533) ปริมาณโปรตีนลิกโนเซลลูโลสและผนังเซลล์มีค่าเท่ากับ 3.99 46.56 และ 68.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของต้นข้าวฟ่างหมัก

จากการทดลองหมักต้นข้าวฟ่างหวานระยะหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดหมักร่วมกับกากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการหมักแบบธรรมดา ทำการประเมินเมื่อหมักครบ 21 วัน โดยทำการเปิดถุงหมักเพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ พบว่าต้นข้าวฟ่างทั้ง 2 ทรีทเมนต์ มีสีน้ำตาลทอง พืชหมักที่ได้มีเชื้อราและยีสต์อยู่บ้างบริเวณปากถุงและช่องว่างระหว่างก้อนหญ้าที่อัดลงไป เนื้อพืชหมักไม่จับเป็นก้อน ไม่เป็นเมือก การทดสอบกลิ่นพบว่าต้นข้าวฟ่างหมักมีกลิ่นหอมคล้ายผลไม้ดอง และเมื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของพืชหมักตามเกณฑ์มาตรฐานของกองอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547) พบว่า ต้นข้าวฟ่างหมักหมักทั้ง 2 ทรีทเมนต์ มีลักษณะทางกายภาพดี ไม่แตกต่างกัน

ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดอินทรีย์ที่เกิดจากการหมักข้าวฟ่างหวาน

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ผลการทดลองพบว่าต้นข้าวฟ่างหมักแบบธรรมดาและหมักร่วมกับกากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 4.08 และ 3.86 ตามลำดับ ระดับ pH ของข้าวฟ่างหมักทั้ง 2 ทรีทเมนต์ จัดอยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งระดับ pH ที่เหมาะสมของพืชหมักอยู่ระหว่าง 3.8-4.2 (สายัณห์, 2547) พืชหมักที่มีค่า pH มากกว่า 5.1 จัดเป็นพืชหมักที่มีคุณภาพต่ำ (Church, 1991) การเติมกากน้ำตาลในหญ้าหมักทำให้กระบวนการหมักสมบูรณ์ เพราะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจึงทำให้จุลินทรีย์ต่าง ๆ ไม่สามารถเจริญได้ รวมทั้งเอนไซม์ต่าง ๆ ของพืชหยุด

กิจกรรมด้วย ทำให้หญ้าหมักมีคุณภาพคงที่ตลอดไป (Skerman and Riveres, 1990)

กรดแลคติก ผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า ปริมาณกรดแลคติกของต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดาและต้นข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาล มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 4.93 และ 7.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จุลินทรีย์ที่สร้างหรือผลิตกรดแลคติก จะมีบทบาทที่สำคัญในการทำให้พืชหมักมีคุณภาพดี การทำให้มีการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ให้มีมากและเร็วเท่าใดก็จะมีผลดีต่อการทำพืชหมัก ปริมาณของกรดแลคติกจะทำหน้าที่ในการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียชนิดผลิตกรดที่ไม่ต้องการออกมา (บุญเหลือ, 2529) โดยทั่วไปพืชหมักที่มีความชื้นอยู่ระหว่าง 30-35 เปอร์เซ็นต์ ควรมีปริมาณกรดแลคติกอยู่ระหว่าง 2.3-8.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และพืชหมักที่มีวัตถุแห้งมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ควรมีปริมาณกรดแลคติกอยู่ระหว่าง 2.0-6.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (Jonase *et al*., 2004)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของต้นข้างฟ่างหวานก่อนและหลังการหมัก

องค์ประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง)	ข้าวฟ่างหวาน	ข้าวฟ่างหวานหมัก		SEM	P-value
		กลุ่มควบคุม	เติมกับกากน้ำตาล		
วัตถุแห้ง	32.91	31.13	30.07	0.84	0.11
ความเป็นกรด-ด่าง		4.08	3.86	0.12	0.23
โปรตีน	3.99	3.68^{b}	4.72^{a}	0.14	0.04
ลิกโนเซลลูโลส	48.56	47.19^{a}	45.83^{b}	0.44	0.04
ผนังเซลล์	68.62	67.76	64.61	3.1	0.62
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้		3.48^{b}	6.64^{a}	0.52	0.04
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน		0.02	0.01	0.01	0.51
กรดแลคติก		4.93^{b}	7.61^{a}	1.13	0.03
กรดอะซีติก		1.42^{b}	1.72^{a}	0.05	0.03
กรดบิวทีริก		0.45	0.49	0.04	0.70

วัตถุแห้งและองค์ประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างหวานหมัก

ข้าวฟ่างหวานที่หมักร่วมกับกากน้ำตาลมีวัตถุแห้งที่ต่ำกว่าการหมักแบบธรรมดา โดยมีค่าเท่ากับ 31.13 และ 30.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามข้าวฟ่างหมักทั้ง 2 ทรีทเมนต์ มีปริมาณวัตถุแห้งอยู่ในเกณฑ์ปกติ ทั้งนี้ เมธา (2533) หญ้าหมักควรมีระดับของวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 25-40 เปอร์เซ็นต์ และ Kung (2000) แนะนำว่าระดับวัตถุแห้งของหญ้าหมักควรอยู่ในช่วง 30-35 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความชื้นมากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการหมักจะดำเนินไปอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าความชื้นมีค่าน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการหมักจะดำเนินไปอย่างช้า ๆ โดยปกติแล้ววัตถุดิบที่ใช้หมักมีความชื้นประมาณ 55-75 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้กระบวนการหมักที่ดี และเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการสูญเสียวัตถุแห้งไปประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ (Frame, 1992)

ปริมาณโปรตีนของต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดาและต้นข้างฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาล มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.68 และ 4.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การลดลงของระดับโปรตีนในต้นข้าวฟ่างหวานหมัก

แบบธรรมดาเกิดขึ้นจากในระยะแรกของการหมัก มีการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกได้ต่ำ ทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้ออกซิเจนมีสูง เช่น พวก *Clostridium* sp. และ *Enterobacteria* sp. ซึ่งจะมีการสลายน้ำตาลและให้ผลผลิตเป็นน้ำและความร้อนในระดับที่สูง มีผลทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ โปรตีเอส เกิดการย่อยสลายโปรตีนในอัตราที่สูง (Bolsen *et al*., 1990; Woolford, 1984) ส่วนต้นข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาล มีระดับโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการเสริมกากน้ำตาล ที่มีองค์ประกอบของโปรตีน อยู่ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ (สมจิตร, 2549)

ผลการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณกรดแลคติกของต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดาและต้นข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาลมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 4.93 และ 7.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จุลินทรีย์ที่สร้างหรือผลิตกรดแลคติก จะมีบทบาทที่สำคัญในการทำให้พืชหมักมีคุณภาพดี การทำให้มีการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ให้มีมากและเร็วเท่าใดก็จะมีผลดีต่อการทำพืชหมัก ปริมาณของกรดแลคติกจะทำหน้าที่ในการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียชนิดผลิตกรดที่ไม่ต้องการออกมา (บุญเหลือ, 2529) โดยทั่วไปพืชหมักที่มีความชื้นอยู่ระหว่าง 30-35 เปอร์เซ็นต์ ควรมีปริมาณกรดแลคติกอยู่ระหว่าง 2.3-8.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และพืชหมักที่มีวัตถุแห้งมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ควรมีปริมาณกรดแลคติกอยู่ระหว่าง 2.0-6.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (Jonase *et al*., 2004)

ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตของต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดาและหมักร่วมกับกากน้ำตาลมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.48 และ 6.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการหมักที่ไม่ใช้ออกซิเจนแบคทีเรียกรดแลคติกจะเปลี่ยน WSC ไปเป็นกรดแลคติก ซึ่งการทำงานของแบคทีเรียพวกนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้ามีปริมาณน้ำตาลมากและอยู่ในสภาพไม่ใช้ออกซิเจนจะทำให้เกิดกรดแลคติกเร็วขึ้น (สายัณห์, 2547)

กระบวนการหมักส่งผลต่อองค์ประกอบของเยื่อใยของต้นข้าวฟ่างหมักหมัก การเสริมกากน้ำตาลส่งผลให้ผนังเซลล์ในแต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยของของต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดาและหมักร่วมกับกากน้ำตาลเท่ากับ 67.76 และ 64.61 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ ส่วนลิกโนเซลลูโลสจะมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การเติมกากน้ำตาลทำให้ลิกโนเซลลูโลสมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดา โดยมีค่าเท่ากับ 45.83 และ 47.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ องค์ประกอบของเยื่อใยที่ลดลงของต้นข้าวฟ่างหมัก เนื่องจากเอนไซม์เฮมิเซลลูเลสที่ปล่อยออกจากเซลล์พืชที่ตายลงในสภาวะที่ออกซิเจนหมดไปในกระบวนการหมัก จะมีผลทำให้ปริมาณของผนังเซลล์ลดลง 1-2 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงแบคทีเรียกรดแลคติกที่ผลิตเอนไซม์ย่อยสลายองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช ให้ปลดปล่อยน้ำตาลออกมาเป็นอาหาร (Woolford and Pahlow, 1998) และการเกิดไฮโดรไลซิส (acid hydrolysis) ของเฮมิเซลลูโลสให้ได้น้ำตาลเพนโตส จากการทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ion) ที่ได้จากความเป็นกรดของพืชหมัก เมื่อความเป็นกรดเพิ่มขึ้น จะทำให้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้อัตราของไฮโดรไลซิสเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามที่ระดับกรด-ด่างของพืชหมักปกติ ปริมาณของผนังเซลล์จะลดลงอย่างช้า ๆ ซึ่งน้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ (Muck, 1996)

การกินได้และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของแพะ

จากผลการทดลองการใช้ประโยชน์ของต้นข้าวฟ่างหวานหมักในแพะ พบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และผนังเซลล์ทั้ง 2 ทรีทเมนต์ (ตารางที่ 2) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แพะที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดามีปริมาณการกินในรูปวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหมักร่วมกับกากน้ำตาล โดยมีค่าเท่ากับ 756.81 และ 709.41 กรัมต่อวัน และปริมาณการกินได้ของเยื่อใยในรูปผนังเซลล์มีค่าเท่ากับ 898.01 และ 767.94 กรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่ปริมาณการกินได้ของโปรตีนของแพะที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกากน้ำตาลมีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหมักโดยไม่เติมกากน้ำตาล โดยมีค่าเท่ากับ 83.91 และ 71.21 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุแห้งของแพะที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหมักร่วมกับกากน้ำตาลต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหมักแบบธรรมดาเนื่องจากต้นข้าวฟ่างหมักร่วมกับกากน้ำตาลมีวัตถุแห้งต่ำกว่า รวมทั้งกรดอินทรีย์ในข้าวฟ่างหวานหมักก็เป็นปัจจัยจำกัดในการกินได้ของสัตว์อีกด้วย

(สมจิตร, 2549) การกินได้ของหญ้าหมักที่ลดลงจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพ การย่อยสลายของโปรตีน การลดลงของระดับกรด-ด่าง และผลผลิตของกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวน การหมัก (Minson, 1990)

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของแพะที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดาและแบบเติมกากน้ำตาล มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 0.75 และ 0.85 กิโลกรัม ตามลำดับ และการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวันมีค่าเท่ากับ 0.15 และ 0.17 กิโลกรัมต่อวัน

การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน

ค่าการย่อยได้ของโปรตีนของต้นข้าวฟ่างหมักทั้ง 2 ทรีทเมนต์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าเท่ากับ 60.15 และ 63.05 เปอร์เซ็นต์ ค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ มีค่าเท่ากับ 75.24 และ 76.66 เปอร์เซ็นต์ และค่าการย่อยได้ของโปรตีนมีค่าท่ากับ 65.88 และ 72.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การย่อยได้ของวัตถุแห้งในหญ้าเขตร้อนที่เจริญเติบโตยังไม่เต็มที่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 65-67เปอร์เซ็นต์ หากเลื่อนการตัดออกไปจะทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งต่ำกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ (Kaiser and Piltz, 2002) การย่อยได้ของพืชหมักจะมีค่าใกล้เคียงกับหญ้าก่อนการหมัก (Minson, 1990) อายุการตัดพืชขณะนำมาหมักเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมปริมาณการย่อยได้ของพืชหมัก (สายัณห์, 2547) การเสริมกากน้ำตาลทำให้ค่าการย่อยได้ของโปรตีนเพิ่มขึ้น ค่าการย่อยได้ของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นของต้นข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาลเนื่องจากการเพิ่มระดับโปรตีนและ WSC ทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักใช้ประโยชน์จากอาหารได้มากขึ้นจากโปรตีนและพลังงานที่มีมากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดา

ตารางที่ 2 ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของแพะที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหมักหวานหมัก

ลักษณะที่ศึกษา	ต้นข้าวฟ่างหมัก		SEM	P-value
	ธรรมดา	กากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์		
จำนวนสัตว์	4	4		
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	30	30		
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	18.13	19.5	1.66	0.70
น้ำหนักสิ้นสุด (กก.)	18.87	20.37	1.65	0.25
น้ำหนักเปลี่ยนแปลง (กก.)	0.75	0.87	1.03	0.52
อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว (กก./วัน)	0.15	0.17	1.43	0.11
ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ (กรัม/ตัว/วัน)				
ก) วัตถุแห้ง	756.81[a]	709.41[b]	47.04	0.03
ข) โปรตีน	71.21[b]	83.91[a]	3.01	0.03
ค) ผนังเซลล์	898.01[a]	767.94[b]	42.80	0.03

การใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนในแพะที่ได้รับต้นข้าวฟ่างหวานหมักทั้ง 2 ทรีทเมนต์ แสดงในตารางที่ 3 การเสริมกากน้ำตาลในการหมักต้นข้าวฟ่างหวานหมักทำให้แพะมีปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนสูงกว่าการหมักแบบธรรมดา แต่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการเสริมกากน้ำตาลทำให้ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณการกินได้ของโปรตีน และ ค่าการย่อยได้ของโปรตีนของหญ้าหมักเพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย การขับไนโตรเจนออกทางมูลมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ต้นข้าวฟ่างหวานหมักร่วมกับกากน้ำตาลมีการขับไนโตรเจนออกทางปัสสาวะมากกว่า ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการหมักแบบธรรมดา โดยมีค่าเท่ากับ 3.90 และ 2.12 กรัมต่อวัน ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนในอาหารที่สูง จะทำให้การเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนสูง หากนำไปใช้ไม่ทันโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะเพิ่มการขับไนโตรเจนออกทางปัสสาวะ (เมธา, 2533) ปริมาณไนโตรเจนสะสมมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) และปริมาณไนโตรเจนสะสมของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับมีค่าเท่ากับ 54.07 และ 59.18 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงจะมีผลทำให้การขับถ่ายของไนโตรเจนออกทางมูล และปัสสาวะมากกว่าในสูตรอาหารที่มีไนโตรเจนต่ำ (เมธา, 2533) แต่ถึงอย่างไรก็ตามค่าสมดุลไนโตรเจนของแพะในทุกทรีทเมนต์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนของต้นข้าวฟ่างหวานหมัก

ลักษณะที่ศึกษา	ต้นข้าวฟ่างหวานหมัก		SEM	P-value
	ธรรมดา	กากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์		
การย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)				
วัตถุแห้ง	60.15	63.05	5.52	0.87
โปรตีน	65.88^{b}	72.90^{a}	4.42	0.03
ผนังเซลล์	75.24	76.66	3.52	0.84
การใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน				
ไนโตรเจนที่กินได้ (กรัม/วัน)	14.89	16.87	2.05	0.52
ไนโตรเจนในมูล (กรัม/วัน)	3.89	3.64	0.6	0.93
ไนโตรเจนในปัสสาวะ(กรัม/วัน)	2.12^{b}	3.90^{a}	0.95	0.04
ไนโตรเจนสะสม (กรัม/วัน)	8.88	9.31	2.55	0.62
ไนโตรเจนสะสม (% ไนโตรเจนที่กินได้)	54.07	59.18	9.74	0.51

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติ (p= 0.05)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาครั้งนี้การหมักข้าวฟ่างหวานร่วมกับกากน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้ลักษณะทางกายภาพของต้นข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดาและแบบเติมกากน้ำตาล มีคุณภาพดีไม่แตกต่างกัน การหมักข้าวฟ่างหวานร่วมกับกากน้ำตาลมีผลทำให้ระดับโปรตีนและกรดแลคติค ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และผนังเซลล์ มีค่าสูงขึ้น รวมทั้งการเสริมกากน้ำตาลมีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของโปรตีนสูงกว่าเมื่อเทียบกับการข้าวฟ่างหวานหมักแบบธรรมดา

เอกสารอ้างอิง

กนกทิพย์ เลิศประเสริฐรัตน์ พรศักดิ์ ดวงพุดตาน ศรีอุดร เพชรเวียง และยงยุทธ เขียวชะอุ่ม. 2537. การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวฟ่างเพื่อใช้ประโยชน์ทั้งต้นสดและเมล็ด. ใน:รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2537 ข้าวฟ่างและพืชท้องถิ่น. สุพรรณบุรี: ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี กรมวิชาการเกษตร.

กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก. กรุงเทพฯ: กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

ฉายแสง ไผ่แก้ว พิมพาพร พลเสน และบุญชู ชมภูสอ. 2546. การทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานเพื่อผลิตหญ้าหมัก. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2546. กรุงเทพฯ: กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

ฉายแสง ไผ่แก้ว วัชรินทร์ บุญภักดี สุจินดา สระคูพันธ์ และกิตติ อรรคฮาด. 2535. ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารสัตว์ของต้นข้าวฟ่างสายพันธุ์อู่ทอง 203 ที่ระยะการตัดต่าง ๆ กัน. ใน: รายงานประจำปี 2534 ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น. กรุงเทพฯ: กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และบุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญเหลือ เร่งศิริกุล. 2529. การทำหญ้าหมัก.ในเอกสารประกอบการอบรมจุลินทรีย์กับการพัฒนาการเกษตร. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนะศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมจิตร ถนอมวงศ์วัฒนะ. 2549. การศึกษาคุณภาพของไซเลจต่อโครีดนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. คณะบัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายัณห์ ทัดศรี.2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อังคณา หาญบรรจง และ ดวงสมร สินเจิมสิริ. 2532. การวิเคราะห์ และการประเมินคุณภาพอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Virginia: Association of Official Analysis Chemists Inc.

Bolsen, K.K., J.L. Curtis, C.J. Lin and J.L. Dickerson. 1990. Silage inoculants and indigenous micro flora with emphasis on alfafa, pp. 431-443. *In* T.P. Lyons. Biotechnology in the Feed Industry Proceeding of Allteoh's Sixth Annual Symposim. Kentucky: Altech Technical Publication.

Church, D.C.1991. Feed preparation and proceeding, pp. 193-215. In: D.C. Church. Livestock Feed and Feeding. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc .

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. Chem. 28(3),350-356

Frame, J. 1992. Improve Grassland Management. Ipswich: Farming press books, United Kingdom.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agricultural Handbook No.379. Washington DC: United States Department of Agriculture.

Jonase, C.M., A.J.Heinrichs, G.W.Roth. and V.A.Ishler. 2004. From harvest to feed: Understanding silage management. ค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2558, จาก http://www.cas.psu.edu.

Kaiser, A.G. and J.W. Piltz. 2002. Silage production from tropical forages in Australia. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2550, จาก www.fao.org/ag/AGp/agpc/doc/silage/kaiserpaper/kaisersilage.htm.

Kung, L., Jr. 2000. Silage fermentation and additives.ค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2558, จาก http://foragesoftexas.tamu.edu/pdf/silagemngt.pdf.

Minson, D.J.1990. Forage in ruminant nutrition., San Diego, CA.: Academic Press.

Muck, R.E. 1996. Silage inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. Mandison.: Dairy Forage Research Center.

Sibanda, S., R.M. Jingura and J.H. Topps. 1997. The effect of level of inclusion of the legume *Desmodium uncinatum* and the use of molasses or ground maize as additives on the chemical composition of grass-and maize-legume silages. Anim. Feed Sci. Tech. 68(3-4), 295-305.

Skerman, P.J. and F. Riveros. 1990. Tropical grasses. Rome, Italy: FAO.

Woolford, M. K. (1984). The silage fermentation. NewYork:. Mercel dekker Inc. Woolford, M. K and G. Pahlow. (1998). The silage fermentation. *In* B. J. B. Wood 2nd ed., Microbiology of Fermented Foods., Padstow Cornwall, UK.: T. J International Ltd.