

R 387-1 คุณภาพของพืชหมักในถุงพลาสติกที่เติมสาร ช่วยหมักชนิดต่าง ๆ *

ศรัณยา วิทยานุกาพยีนยอง¹ จันทกานต์ อรณันท์²

บทคัดย่อ

การเติมสารช่วยหมักชนิดต่าง ๆ ในการหมักหญ้าหูก และถั่วแระมสไตโล เพื่อปรับปรุงคุณภาพพืชหมักในถุงพลาสติกให้ดีขึ้น โดยมีสูตรต่าง ๆ ดังนี้คือ สูตรที่ 1 หญ้าหูกหรือถั่วแระมสไตโลหมักอย่างเดียว สูตรที่ 2 เติมเกลือ 1% และกากน้ำตาล 8% สูตรที่ 3 เติมกากน้ำตาล 8% สูตรที่ 4 เติมกรด formic 85% อัตรา 5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม สูตรที่ 5 เติมมันเส้นบดหรือข้าวโพดบด 8% มีอายุการหมักประมาณ 30 วัน

ผลการทดลองพบว่า การเติมสารช่วยการหมักทั้ง 4 ชนิด มีผลในการช่วยปรับปรุงคุณภาพของพืชหมักทั้งในหญ้าหูกและถั่วแระมสไตโลให้ดีขึ้น โดยการเติมด้วยเกลือผสมกากน้ำตาลและกากน้ำตาลอย่างเดียวให้ผลดีที่สุด ในพืชทั้งสอง ทั้งในด้านการลดความเป็นกรดต่าง (pH) ให้ต่ำสุด มีการผลิตกรดแลคติกมากขึ้น และลดปริมาณกรดบิวทิริกให้น้อยลง รองลงมาคือการเติมด้วยกรดฟอร์มิก และมันบด หรือข้าวโพดบด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพพืชหมักไม่แตกต่างกันทางสถิติในพืชทั้งสองในด้านความเป็นกรดต่างและปริมาณกรดแลคติก แต่ในด้านการลดปริมาณกรดบิวทิริกนั้น การเติมด้วยกรดฟอร์มิกจะลดได้ดีกว่าการเติมด้วยมันบดหรือข้าวโพดบด

* โครงการวิจัยลำดับที่ 37 - 0713 - 098

1 ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

2 กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

Quality Evaluation of Silage in Plastic Bag with Additives.*

Saranya Witayanupapuyenyong¹ Jantakarn Arananant²

Abstract

The evaluation of quality improvement on the ensiling of ruzi grass and graham stylo in plastic bag was carried out with four additives as following : 1% salt and 8% molasses , 8% molasses , 85% formic acid at the rate of 5 ml/kg and 8% ground cassava chip or maize .

The result indicated that all of the additives can improve the quality on the ensiling of both ruzi grass and graham stylo. The best quality of silage was found in the additives of salt mixed with molasses and molasses alone which can decrease pH to the lowest level, increase the highest production of lactic acid and reduce to the lowest of butyric acid.

The lower quality of silage was found with the additives of formic acid and ground cassava or maize. There is no significantly difference in ensiling either on pH or level of lactic acid. Interestingly, the additives of formic acid give a better result in decreasing butyric acid than those in ground cassava or maize.

* Research project No. 37 - 0713 - 098

¹ Pakchong Animal Nutrition Research Center, Pakchong, Nakon-Rachasima

² Animal Nutrition Laboratory Section, Division of Animal Nutrition, Department of Livestock Development.

คำนำ

ปัจจุบันนี้การเลี้ยงโคนมกำลังได้รับการส่งเสริมและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ปัญหาใหญ่อันหนึ่งซึ่งเป็นผลสืบเนื่องตามมา คือ การขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ในฤดูแล้ง การทำพืชหมักเป็นการเก็บถนอมพืชวิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ โดยเก็บพืชอาหารสัตว์ซึ่งมีเป็นจำนวนมากและมีคุณภาพสูงในฤดูฝนไว้ใช้ในยามขาดแคลน การหมักโดยใช้จุลินทรีย์เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมให้เกษตรกรรายย่อยรู้จักการทำพืชหมักไว้ใช้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือมาก ต้นทุนการผลิตต่ำ และใช้แรงงานน้อย

ในขบวนการหมักพืชนั้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ง่าย (water soluble carbohydrate หรือ WSC) ในพืชเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ได้พืชหมักคุณภาพดี โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) จำพวก *Lactobacillus* จะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตเป็นกรดแลคติก ทำให้ ความเป็นกรด (pH) ลดต่ำลง และคุณค่าอาหารในพืชจะถูกเก็บถนอมไว้ได้นานในสภาพเช่นนี้ พืชที่นำมาหมักควรมี WSC 6 - 8% พืชจำพวกข้าวโพด ข้าวฟ่าง และเนเปียร์ จะมี WSC สูงเหมาะแก่การทำพืชหมักได้ดี ส่วนหญ้ามียา WSC ปานกลาง และพืชจำพวกถั่ว จะมี WSC ต่ำ ทำให้คุณภาพพืชหมักที่ทำได้ไม่ดี เกิดการเน่าเสียได้ง่าย และไม่สามารถเก็บได้นาน นอกจากนั้นในถั่วที่จัดเป็นพืชอาหารสัตว์คุณภาพสูงมีโปรตีนและแร่ธาตุสูงควรค่าแก่การลงทุนเก็บถนอมไว้ในยามขาดแคลนนั้น จะมีค่า buffer capacity สูงกว่าหญ้าและข้าวโพด ทำให้ยากแก่การลดความเป็นกรด pH ให้ต่ำลง ในขบวนการทำพืชหมักจึงควรใส่กรดอื่นเพิ่มเพื่อช่วยการหมักดีขึ้น (เมธา, 2529) การใส่กากน้ำตาลก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะเพิ่มปริมาณ WSC ให้สูงขึ้น ผลการทดลองของ Medling (1972) พบว่าการใส่กากน้ำตาล 10 % กับหญ้าในเขตร่อนทำให้ได้พืชหมักในถุงพลาสติกที่มีคุณภาพเป็นที่พอใจ นอกจากนั้น การเติมเกลือร่วมกับกากน้ำตาลจะช่วยให้การสูญเสียของวัตถุแห้งน้อยลง และเกลือยังทำหน้าที่เป็น preservative ได้ดีอีกด้วย (skerman, 1990)

พืชหมักที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะสีเหลืองอมเขียว กลิ่นหอมเหมือนผลไม้ดองหรือเมี่ยง เนื้อแน่นไม่เป็นเมือกกลืน หรือละ มีรสเปรี้ยว มีความเป็นกรดต่ำ (pH) ระหว่าง 3.4 - 4.5 (Church, 1991) และปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย ได้แก่ กรดแลคติก 1.5 - 2.5 % กรดอะซิติก 0.5 - 0.8 % และกรดบิวทิริกไม่ควรมีเลย หรือมีน้อยกว่า 0.1 % (Breirem และ Ulvesli, 1960) และวัตถุแห้งที่เหมาะสมแก่การหมักควรอยู่ระหว่าง 25 - 35% แต่การเก็บถนอมพืชในฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่ พืชมีคุณค่าอาหารสูงนั้นวัตถุแห้งของพืชจะต่ำหรือมีความชื้นสูง ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการคือ *Clostridium* อันเป็นตัวการสร้างกรดบิวทิริก ซึ่งจะทำให้รสชาดไม่น่ากินและเกิดกลิ่นเหม็น การใช้มันเส้นบด หรือข้าวโพดบด ในอัตรา 5 - 10% นอกจากจะเพิ่ม WSC ในอาหารแล้วยังช่วยเพิ่มวัตถุแห้งให้สูงขึ้น และช่วยดูดซับของเหลว (seepage) ที่เกิดขึ้นในขบวนการหมัก เป็นการป้องกันการสูญเสียของคุณค่าอาหารอีกทางหนึ่งด้วย (skerman, 1990)

การเติมกรด เช่น กรด sulfuric, hydrochloric หรือ formic จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่สร้างกรด lactic ให้ดีขึ้น โดยเฉพาะการใส่กรด formic ในอัตรา 2 - 5 ลิตร/ตัน (Orskov, 1988) เป็นที่นิยมใช้เพราะสะดวกในการใช้ มีฤทธิ์กัดกร่อนน้อย นอกจากนั้น ยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญ

เติบโตของ Clostridium และ Coliform bacteria ซึ่งจะสร้างกรด butyric และ acetic อันเป็นผลทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า และคุณภาพพืชหมักเสีย (Wilkinson, 1990)

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองหมักพืช 2 ชนิด คือ ถั่วแกรมสไตโล (*styrosanthes guianensis* C.V. Graham) ระยะออกดอกและหญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) มีอายุ 55 วัน ซึ่งเก็บเกี่ยวในฤดูฝน หั่นพืชเป็น ชิ้นเล็กขนาด 3 - 5 ซม. โดยนำมาผสมกับสารช่วยหมัก ตามสูตรต่างๆ 5 สูตร บรรจุในถุงพลาสติกสีดำขนาด 25 x 40 นิ้ว บรรจุลงละ 20 กิโลกรัม อัดให้แน่นใส่อากาศออกให้หมด ปิดปากถุง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized completed Block มี 5 สูตร ๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

สูตร 1 หมักโดยไม่เติมสารใด ๆ เลย

สูตร 2 + เกลือ 1% + กากน้ำตาล 8% ของน้ำหนักสด

สูตร 3 + กากน้ำตาล 8% ของน้ำหนักสด

สูตร 4 + กรด formic 85% อัตรา 5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม

สูตร 5 + มันเส้นบด 8% ของน้ำหนักสด สำหรับรูซี่หมัก และข้าวโพดบด 8% ของน้ำหนักสด สำหรับถั่วแกรมสไตโล

ใช้ระยะเวลาในการหมัก 30 วัน โดยเก็บไว้ในโรงเรือน สุ่มตัวอย่างพืชหมักที่ปากถุง กลางถุง และก้น ถุงศึกษาคุณภาพทางกายภาพตามวิธีของ N. Trinder (บุญล้อม 2535) ได้แก่ สี กลิ่น รส ลักษณะทั่วไป และวัด pH

วิเคราะห์หาปริมาณวัตถุแห้ง กรดไขมันระเหยง่าย (Volatile fatty acid) ได้แก่ กรดแลคติก, กรดอะซิติก และกรดบิวทีริก ตามวิธีของของบุญล้อม (2525) และส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน, เยื่อใย, ไขมัน, เถ้า, NFE (ฟูลครี และคณะ, ไม่ระบุ พ.ศ.), NDF, NDS, ADF, Lignin, Cellulose และ Hemicellulose (วารุณี, ไม่ระบุ พ.ศ.)

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดย Analysis of variance ของ RCBD และทดสอบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range test

การทดลองดำเนินการที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง ระหว่าง เมษายน 2537 - ธันวาคม 2537

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. **ลักษณะทางกายภาพ** ตามตารางที่ 1 สำหรับหญ้าวัชพุ่ม และตารางที่ 2 สำหรับถั่วแรมสไตโลพุ่ม

สีของพืชพุ่ม ในหญ้าวัชพุ่ม พบว่า สูตร 1 และสูตร 5 จะมีสีเขียวปนเหลือง และสูตร 4 จะมีสีเหลืองปนเขียว ซึ่งจัดเป็นสีของพืชพุ่มคุณภาพดี (บุญล้อม, 2525) ส่วนสูตร 2 และ 3 จะมีสีเขียวปนน้ำตาล เนื่องจากสีจากกากน้ำตาล สำหรับในถั่วแรมสไตโลพุ่ม ในสูตร 1, 4 และ 5 จะมีสีเขียวซีม้ดำน ส่วนสูตร 2 และ 3 เป็น สีเขียวซีม้ดำนน้ำตาลเข้ม โดยทั่วไปพืชพุ่มมักจะมีสีคล้ำกว่าสีของพืชสด เนื่องจากสีของคลอโรฟิลล์ จะทำปฏิกิริยากับกรดที่เกิดขึ้นจากการหมักเปลี่ยนเป็นสาร Magnesium free pigment pheophytin นอกจากนั้น carotene (pro vitamine A) ยังถูกทำลายโดยขบวนการ oxidation ที่อุณหภูมิสูงด้วย (เมธา, 2529)

กลิ่นของพืชพุ่ม ในหญ้าวัชพุ่มสูตร 2 และ 3 จะให้กลิ่นหอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดองได้มากกว่าสูตร 5 และสูตร 4 ตามลำดับ ส่วนในสูตร 1 จะมีกลิ่นอ่อนๆ ทุกสูตรไม่มีกลิ่นเหม็นเน่าแต่อย่างใด สำหรับในถั่ว แรมสไตโล จะมีกลิ่นอ่อนกว่าในหญ้าวัชพุ่ม และมีกลิ่นเฉพาะตัว โดยในสูตร 2 และ 3 จะมีกลิ่นหอมมากกว่าสูตร 5 และ 1 ส่วนสูตร 4 นั้นจะมีกลิ่นอ่อนมาก

รสของพืชพุ่ม หญ้าวัชพุ่มสูตร 2 และ 3 จะมีรสเปรี้ยวคล้ายน้ำส้มสายชูหรือเมี่ยง อันเป็นรสของพืชพุ่มที่ดี ส่วนในสูตร 4, 5 และ 1 มีรสเปรี้ยวอ่อนลงตามลำดับ สำหรับในถั่วแรมสไตโลพุ่มก็เช่นเดียวกัน พบว่า สูตร 2 และ 3 จะมีรสเปรี้ยวกว่าสูตร 5, 4 และ 1 ตามลำดับ

ลักษณะทั่วไป ทั้งของหญ้าวัชพุ่มและถั่วแรมสไตโลพุ่ม พบว่า ภายหลังจากหมัก 30 วัน ภายใต้อุณหภูมิการยุบตัวลงไปเล็กน้อย ปริมาณปากถุงที่เปิดออกจะพบราสีขาวกระจายบางๆ อยู่ด้านบน เนื้อของพืชพุ่มจะแน่น ไม่เละหรือเป็นเมือกสีน้ำตาลบนจะค่อนข้างแห้งกว่าด้านล่างของถุง ในสูตร 5 จะค่อนข้างแห้งกว่าสูตรอื่น เพราะมันเส้นบดหรือข้าวโพดบดจะมีส่วนช่วยดูดซับของเหลวที่เกิดในการหมักพืช เป็นการลดการสูญเสียของคุณค่าอาหารกับของเหลวที่ไหลทิ้ง (effluent losses)

2. **การประเมินคุณภาพด้านวัตถุแห้ง ความเป็นกรดต่าง และกรดไขมันระเหยง่าย**

ค่าทั้งสามนี้ มีความสำคัญอย่างมากต่อการประเมินคุณภาพของพืชพุ่ม ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3 สำหรับหญ้าวัชพุ่มและตารางที่ 4 สำหรับถั่วแรมสไตโลพุ่ม ดังนี้คือ

2.1 วัตถุแห้ง

จากการทดลองในหญ้าวัชพุ่มพบว่า หญ้าวัชพุ่มสูตร 2 มีค่าวัตถุแห้งเฉลี่ยสูงสุดคือ 34.83% แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับหญ้าวัชพุ่มสูตร 3 และสูตร 5 ซึ่งมีค่าวัตถุแห้งเฉลี่ย 33.43% และ 33.48% ตาม ลำดับ ส่วนหญ้าวัชพุ่มอย่างเดียว สูตร 1 และสูตร 4 มีค่าวัตถุแห้งเฉลี่ยต่ำสุด คือ 30.44% และ 30.36% แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสูตร 3 และ 5

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของหญ้าวัชพืชที่หมักสูตรต่าง ๆ

ลักษณะ ภายนอก	สูตร 1 หญ้าวัชพืชหมัก (control)	สูตร 2 หญ้าวัชพืชหมัก + เกลือ +กากน้ำตาล	สูตร 3 หญ้าวัชพืชหมัก +กากน้ำตาล	สูตร 4 หญ้าวัชพืชหมัก + กรด formic	สูตร 5 หญ้าวัชพืชหมัก + มันเส้นเบด
สี	เขียวปนเหลือง	เขียวปนน้ำตาล	เขียวปนน้ำตาล	เหลืองปนเขียว	เขียวปนเหลือง
กลิ่น	หอมอ่อนๆ	หอมเปรี้ยว	หอมเปรี้ยว	หอม	หอมเปรี้ยว
รส	เปรี้ยวอ่อนๆ	เปรี้ยว	เปรี้ยว	เปรี้ยว	เปรี้ยวอ่อนๆ
ลักษณะ ทั่วไป	เนื้อแน่นไม่ลึน ไม่เป็นเมือก	เนื้อแน่นไม่ลึน ไม่เป็นเมือก	เนื้อแน่นไม่ลึน ไม่เป็นเมือก	เนื้อแน่นไม่ลึน ไม่เป็นเมือก	เนื้อแน่นไม่ลึน ไม่เป็นเมือก ค่อนข้างแห้ง

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของถั่วแรมสโตโลหมักสูตรต่างๆ

ลักษณะ ภายนอก	สูตร 1 ถั่วหมัก (control)	สูตร 2 ถั่วหมัก + เกลือ +กากน้ำตาล	สูตร 3 ถั่วหมัก +กากน้ำตาล	สูตร 4 ถั่วหมัก + กรด formic	สูตร 5 ถั่วหมัก + ข้าวโพดบด
สี	เขียวซีม้านปน น้ำตาล	เขียวซีม้านปน น้ำตาลเข้ม	เขียวซีม้านปน น้ำตาลเข้ม	เขียวซีม้านปน น้ำตาล	เขียวซีม้านปน น้ำตาล
กลิ่น	หอมจาง ๆ	หอมเปรี้ยว	หอมเปรี้ยว	หอมอับ ๆ	หอมเปรี้ยว
รส	ค่อนข้างจืด	เปรี้ยวอ่อน	เปรี้ยวอ่อน	ค่อนข้างจืด	เปรี้ยวอ่อน
ลักษณะ ทั่วไป	เนื้อแน่นไม่ยุ่ย ไม่มีเมือก	เนื้อแน่นไม่ยุ่ย ไม่มีเมือก	เนื้อแน่นไม่ยุ่ย ไม่มีเมือก	เนื้อแน่นไม่ยุ่ย ไม่มีเมือก	เนื้อแน่นไม่ยุ่ย ไม่มีเมือก ค่อนข้างแห้ง

ในถั่วแกรมสไตโลหมัก พบว่า ถั่วแกรมสไตโลหมักสูตร 5 มีวัตถุแห้งเฉลี่ยสูงสุด คือ 28.66% ถั่วแกรมสไตโลหมักสูตร 2 และสูตร 3 มีวัตถุแห้งเฉลี่ยรองลงมาคือ 27.02% และ 26.78% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับถั่วแกรมสไตโลหมักสูตร 4 มีวัตถุแห้ง 24.22% ส่วนถั่วแกรมสไตโลหมักสูตร 1 มีวัตถุแห้งต่ำสุดคือ 22.31%

การหมักพืชที่มีความชื้นสูงและวัตถุแห้งต่ำในฤดูฝนนั้น จะทำให้พืชหมักเสี่ยงต่อการเน่าเสีย ส่วนพืชที่วัตถุแห้งสูง จะมีเยื่อใยสูงตามทำให้การอัดพืชให้แน่นนั้นทำได้ยาก การใส่สารช่วยหมักที่มีลักษณะแห้งจะช่วยเพิ่มวัตถุแห้งให้เหมาะสมขึ้น วัตถุแห้งของหญ้าที่หมักทุกสูตรอยู่ในเกณฑ์ของพืชหมักคุณภาพดี สอดคล้องกับรายงานของ Mc Donald (1981) ที่ว่าค่าวัตถุแห้งในพืชหมักคุณภาพดีควรอยู่ระหว่าง 25 - 35% การเติมกากน้ำตาล และมันเส้นบด มีผลให้วัตถุแห้งเพิ่มขึ้น ส่วนวัตถุแห้งของถั่วแกรมสไตโลอย่างเดียวมักสูตร 1 มีค่าวัตถุแห้งเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ที่ดี เมื่อเพิ่มสารช่วยหมักมีส่วนช่วยให้วัตถุแห้งของพืชหมักสูงขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์พืชหมักคุณภาพดี ยกเว้นสูตร 4

2.2 ความเป็นกรดต่าง (pH)

ในหญ้าที่หมักพบว่า สูตร 2 และ 3 ให้ค่า pH ที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 4.27 และ 4.26 ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ สูตร 5 ที่มี pH 4.83 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสูตร 4 ที่มี pH 4.93 และ pH สูงสุดพบในหญ้าที่หมักที่ไม่ใส่สารเสริม คือ เท่ากับ 5.35 เช่นเดียวกับในถั่วแกรมสไตโล สูตร 2 และ 3 มี pH ต่ำที่สุดเท่ากับ 4.02 และ 4.13 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ pH ในสูตร 4 และ 5 ซึ่งมี pH เท่ากับ 4.61 และ 4.65 ส่วนถั่วแกรมสไตโลที่ไม่ใส่สารพบว่า มี pH สูงสุด คือ 5.26

พืชหมักที่ดีควรมี pH ประมาณ 3.5 - 4.5 หาก pH มากกว่า 5.1 จัดว่ามีคุณภาพไม่ดี (church, 1991) ในการใส่สารช่วยหมักทั้ง 4 ชนิด มีผลทำให้ pH ของหญ้าที่หมัก และถั่วแกรมสไตโล ซึ่งมี pH สูงอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีนั้น ลดต่ำลงทั้งสิ้น โดยเฉพาะในการใส่เกลือผสมกากน้ำตาลและกากน้ำตาลอย่างเดียว ทำให้คุณภาพ pH อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

2.3 กรดไขมันระเหยง่าย (Volatile fatty acid)

กรดแลคติก หญ้าที่หมักสูตร 3 มีกรดแลคติกสูงที่สุด คือ 2.17% แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ กับหญ้าที่หมักสูตร 2 ที่มีเท่ากับ 1.83% หญ้าที่หมักสูตร 4 มีปริมาณกรดแลคติกรองลงมาคือ 1.25% ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสูตร 2 หญ้าที่หมักสูตร 5 และสูตร 1 ที่มีปริมาณกรดแลคติกต่ำสุด เท่ากับ 1.08 และ 0.72% แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสูตร 4 สำหรับในถั่วแกรมสไตโลหมักสูตร 2 และสูตร 3 มีปริมาณกรดแลคติกสูงที่สุด คือ 2.75 และ 2.83% ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับถั่วแกรมสไตโลหมักสูตร 5, สูตร 4 และสูตร 1 ซึ่งมีปริมาณกรดแลคติกเรียงจากมากไปน้อย คือ 0.99, 0.56 และ 0.47%

กรดแลคติก เป็นกรดที่ผลิตโดย Lactic acid bacteria ซึ่งเป็นตัวหลักที่จะทำให้กรดของพืชหมักลดต่ำ และเป็นตัวถนอมให้พืชหมักคงคุณค่าไว้ได้นาน กรดแลคติกในพืชหมักที่ดีควรมีค่าสูงประมาณ 1.5 - 2.5% (Breirem และ Ulvesli 1960) สำหรับการหมักหญ้าที่หมักและถั่วแกรมสไตโล ด้วยสูตร 2 และ 3 จะให้กรดแลคติก ในเกณฑ์คุณภาพที่ดี ส่วนสูตร 4 และ 5 นั้น ถึงแม้ปริมาณกรดแลคติกจะต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพที่ดี แต่ก็สามารถเพิ่มการสร้างกรดแลคติกได้สูงกว่าการไม่ใส่

ตารางที่ 3 หนักรูขี้หมักกับระดับวัตถุแห้ง pH และการดัดไขมันระเหยง่าย

	สูตร 1 รูขี้หมัก (control)	สูตร 2 รูขี้หมัก+เกลือ +กากน้ำตาล	สูตร 3 รูขี้หมัก+ กากน้ำตาล	สูตร 4 รูขี้หมัก+ formic	สูตร 5 รูขี้หมัก+ มันบด	CV (%)
วัตถุแห้ง (%)	30.44 ^a	34.83 ^b	33.43 ^{ab}	30.36 ^a	33.98 ^{ab}	6.7
pH	5.35 ^c	4.27 ^a	4.26 ^a	4.93 ^{bc}	4.83 ^b	6.6
กรดไขมันระเหยง่าย (VFA)						
กรดแลกติก	0.72 ^a	1.83 ^{bc}	2.17 ^c	1.25 ^{ab}	1.08 ^a	27.0
กรดอะซิติก	0.41 ^a	0.34 ^a	0.28 ^a	0.37 ^a	0.35 ^a	23.0
กรดบิวทีริก	0.27 ^b	0.05 ^a	0.07 ^a	0.06 ^a	0.22 ^b	32.9
คุณภาพโดย VFA	ค่อนข้าง ใช้ได้	ดี	ดี	ดี	พอใช้ได้	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 4 ถั่วแรมสโตโลหมักกับระดับวัตถุแห้ง pH และการดัดไขมันระเหยง่าย

	สูตร 1 ถั่วแรม (control)	สูตร 2 ถั่วแรม+เกลือ+ กากน้ำตาล	สูตร 3 ถั่วแรม+ กากน้ำตาล	สูตร 4 ถั่วแรม+ +formic	สูตร 5 ถั่วแรม+ ข้าวโพดบด	CV (%)
วัตถุแห้ง (%)	22.31 ^a	27.02 ^c	26.78 ^c	24.24 ^b	28.66 ^d	3.0
pH	5.26 ^c	4.02 ^a	4.13 ^a	4.61 ^b	4.65 ^b	1.8
กรดไขมันระเหยง่าย (VFA)						
กรดแลกติก	0.47 ^a	2.75 ^b	2.83 ^b	0.56 ^a	0.99 ^a	28.8
กรดอะซิติก	0.75 ^a	0.75 ^a	0.61 ^a	0.74 ^a	0.61 ^a	18.4
กรดบิวทีริก	0.31 ^c	0.14 ^a	0.13 ^a	0.16 ^a	0.19 ^b	21.6
คุณภาพโดย VFA	ไม่ดี	ดี	ดี	ไม่ดี	ค่อนข้างใช้ได้	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยใช้ DMRT

กรดอะซิติก หนักรูขี้หมักทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าเรียงตามลำดับจากสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 5 ดังนี้ คือ 0.41, 0.34, 0.28, 0.37 และ 0.35% ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับตัวแปรกรดสไตโหมักทั้ง 5 สูตร ที่มีปริมาณกรดอะซิติกเฉลี่ยเท่ากับ 0.75, 0.75, 0.61, 0.74 และ 0.61% ตามลำดับ

กรดอะซิติกผลิตโดย Coliform bacteria ในสภาพที่พืชหมักมีความชื้นสูงและมีอากาศปน กรดอะซิติกปริมาณมากไม่เป็นที่ต้องการเพราะจะลดการใช้ประโยชน์และความน่ากินของพืชหมัก (บุญเสริม, 2528) กรดอะซิติกควรมีประมาณ 0.5 - 0.8% สำหรับหนักรูขี้หมักและตัวแปรกรดสไตโหมักในการทดลองนี้มี ปริมาณ อะซิติกของทุกสูตรอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดี แม้ว่าในตัวแปรกรดสไตโหมักจะมีกรดอะซิติก ก่อนข้างสูงเนื่องจากตัวที่นำมาหมักมีความชื้นสูงหรือมีวัตถุแห้งก่อนข้างต่ำ

กรดบิวทิริก หนักรูขี้หมักสูตร 2, 3 และ 4 มีปริมาณกรดบิวทิริก เฉลี่ยต่ำเท่ากับ 0.05, 0.07 และ 0.06% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับหนักรูขี้หมักสูตร 1 และสูตร 5 ซึ่งมีกรดบิวทิริกสูงกว่า คือเท่ากับ 0.27 และ 0.22% เช่นเดียวกับในตัวแปรกรดสไตโหมักสูตร 2, 3, 4 มีปริมาณกรดบิวทิริกเฉลี่ยต่ำเท่ากับ 0.14, 0.13 และ 0.16% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับสูตร 5 ที่มีกรดบิวทิริก 0.19 % กรดบิวทิริกสูงสุดพบในสูตร 1 เท่ากับ 0.31 %

กรดบิวทิริกเป็นกรดที่สร้างโดย Clostridium bacteria ในกรณีของพืชที่นำมาหมักมี WSC ต่ำ และวัตถุแห้งน้อยทำให้ pH ของพืชหมักที่ได้จะสูง เอื้อให้เกิดเชื้อจุลินทรีย์นี้เจริญเติบโตได้ดี และสร้างกรดบิวทิริกขึ้นทำให้เกิดกลิ่นเหม็น คุณภาพพืชหมักต่ำ และการกินได้ในสัตว์ลดลง พืชหมักที่ดีควรมีกรดบิวทิริกน้อยกว่า 0.1% ในหนักรูขี้หมักนั้น การเติมเกลือกับกากน้ำตาลสูตร 2 เติมหากากน้ำตาลอย่างเดียวสูตร 3 และเติมกรด formic สูตร 4 ให้กรดบิวทิริกต่ำอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดี แต่ในตัวแปรกรดสไตโหมักนั้น การใส่สารช่วยหมักทั้ง 4 ชนิดสามารถลดปริมาณกรดบิวทิริกลงได้บ้างแต่ยังคงสูงกว่าเกณฑ์พืชหมักที่ดี

ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายแต่ละชนิดนั้น นำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณกรดทั้งหมด และเทียบเป็นคะแนนตามตารางผนวกที่ 1 จะจัดเกรดคุณภาพของพืชหมักได้ดังนี้คือ

ในหนักรูขี้หมักสูตรที่ 2, 3, 4 จัดเป็นพืชหมักคุณภาพดี สูตร 5 จัดมีคุณภาพพอใช้ได้ ส่วนสูตรที่ 1 มีคุณภาพค่อนข้างใช้ได้ สำหรับตัวแปรกรดสไตโหมักสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีคุณภาพดี ส่วนสูตรที่ 5 คุณภาพค่อนข้างใช้ได้ สำหรับสูตรที่ 1 และ 4 มีคุณภาพไม่ดี

3. คุณค่าทางอาหารของพืชหมัก

คุณค่าทางอาหารของหนักรูขี้หมัก และตัวแปรกรดสไตโหมัก โดยวิเคราะห์ค่า Proximate และ Detergent fiber ดังแสดงผลตามตารางที่ 5 สำหรับหนักรูขี้หมักและตารางที่ 6 สำหรับตัวแปรกรดสไตโหมัก ดังนี้

โปรตีน ในหนักรูขี้หมักทั้ง 5 สูตร ค่าโปรตีนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 5.08 - 5.52% ส่วนในตัวแปรกรดสไตโหมักมีโปรตีนเฉลี่ยสูงสุดในสูตรที่ 1 จึงเท่ากับ 15.81% แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ซึ่งมีโปรตีนเฉลี่ย 14.62 และ 15.50% ส่วนสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 5 มีโปรตีนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 14.48 และ 14.37% แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ กับสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 เช่นกัน

เยื่อใย สำหรับหญ้าหูกสุตรที่ 1 และสุตรที่ 4 มีค่าเยื่อใยสูงสุดเท่ากับ 32.32 และ 30.55% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 5 ซึ่งมีเยื่อใยรองลงมาคือเท่ากับ 28.45% ส่วนสุตรที่ 2 และ สุตรที่ 3 มีเยื่อใยต่ำสุด คือเท่ากับ 24.50 และ 26.25% ถั่วแกรมสไตโลหมักพบว่าสุตรที่ 1 และ สุตรที่ 4 มีเยื่อใยเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 32.99 และ 30.78% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 2 และสุตรที่ 3 ที่มีเยื่อใยเฉลี่ยเท่ากับ 25.57 และ 25.99% ส่วนสุตรที่ 5 มีเยื่อใยเฉลี่ยต่ำสุด คือ 22.61%

ไขมัน หญ้าหูกสุตรที่ 4 และ สุตรที่ 5 มีไขมันสูงสุดเท่ากับ 1.81 และ 1.77% ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 1 ที่มีไขมันเฉลี่ยเท่ากับ 1.67% ไขมันเฉลี่ยต่ำสุดพบในสุตร 2 และ สุตร 3 เท่ากับ 1.49 และ 1.50% ถั่วแกรมสไตโลหมักสุตรที่ 5 มีไขมันเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.59% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 1 ที่มีไขมันเฉลี่ย 1.89% รองลงมาคือ สุตรที่ 3 และ สุตรที่ 4 ที่มีไขมันเฉลี่ยเท่ากับ 1.74 และ 1.73% ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 2 ที่มีไขมันเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.70%

เถ้า หญ้าหูกสุตรที่ 2 มีเถ้าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 12.21% ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 1 ที่มีเถ้าเฉลี่ยเท่ากับ 11.27% เถ้าต่ำสุดคือ สุตรที่ 3 , สุตร 4 และ สุตรที่ 5 ที่มีค่าเท่ากับ 10.55 , 11.09 และ 11.18% ตามลำดับ ถั่วแกรมสไตโลหมักสุตรที่ 2 มีเถ้าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 12.45% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 3 ที่มีค่าเถ้าเฉลี่ยเท่ากับ 10.81% รองลงมาคือสุตรที่ 1 และสุตรที่ 4 ที่มีเถ้าเฉลี่ยเท่ากับ 10.17 และ 10.12% เถ้าต่ำสุด คือสุตรที่ 5 เท่ากับ 7.82%

NFE (Nitrogen Free Extract) หญ้าหูกสุตรที่ 2 และสุตรที่ 3 มีค่า NFE เฉลี่ยสูงสุดคือเท่ากับ 56.72 และ 56.20% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 5 ที่มี NFE เฉลี่ยเท่ากับ 52.98% รองลงมาคือสุตรที่ 4 มี NFE เฉลี่ย 51.11% ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ กับสุตรที่ 1 ที่มี NFE เฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 49.15% ถั่วแกรมสไตโลหมักสุตรที่ 5 มีค่า NFE สูงที่สุดคือ 52.36% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 2 และสุตรที่ 3 ที่มี NFE เฉลี่ยเท่ากับ 45.82 และ 46.84% ส่วนสุตรที่ 1 และสุตรที่ 4 มี NFE เฉลี่ยต่ำที่สุดคือเท่ากับ 39.15 และ 41.61%

NDF (Neutral Detergent Fiber) หญ้าหูกสุตรที่มีค่า NDF เฉลี่ยต่ำสุดในสุตรที่ 2 คือ 56.50% ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 3 ที่มีค่า NDF เฉลี่ยเท่ากับ 57.23% สุตรที่ 5 มีค่า NDF เฉลี่ยสูงขึ้นไปเป็น 59.22% สุตรที่ 1 และสุตรที่ 4 มี NDF สูงที่สุด คือเท่ากับ 66.86 และ 65.19% ถั่วแกรมสไตโลหมักมีค่า NDF เฉลี่ยต่ำสุดในสุตรที่ 5 คือ 36.19% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับสุตรที่ 2 และ สุตรที่ 3 ที่มี NDF เฉลี่ยเท่ากับ 41.40 และ 41.99% ส่วนสุตรที่ 1 และสุตรที่ 4 มี NDF สูงสุด คือ เท่ากับ 53.38 และ 53.63%

NDS (Neutral Detergent Soluble) เป็นส่วนของสารอาหารที่อยู่ภายในเซลล์พืช (cell content) ในพืชอ่อนจะมี NDS สูงกว่าพืชแก่ พืชตระกูลถั่วจะมี NDS สูงกว่าหญ้า ในการทดลองนี้หญ้าหูกสุตร 2 มี NDS สูงที่สุด คือ 43.50 % ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสุตร 3 ที่มี NDS เท่ากับ 42.77% รองลงมาเป็น NDS ในสุตร 5 มีค่าเท่ากับ 40.78% และค่า NDS ต่ำสุด พบในสุตร 1 และสุตร 4 ที่มีค่าเท่ากับ 33.14 และ 34.81% สำหรับถั่วแกรมสไตโลหมักพบว่า สุตร 5 มีค่า NDS สูงสุดคือ 63.81% ซึ่งแตกต่างทางสถิติ กับสุตรที่ 2 และสุตรที่ 3 ซึ่งมีค่า NDS เท่ากับ 58.6% และ 58.01% ค่าต่ำสุดใน NDS พบในสุตรที่ 1 และสุตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 46.62 และ 46.37%

ในการใส่สารช่วยหมัก สูตร 2, 3 และ 5 มีผลทำให้ค่า NDS เพิ่มขึ้น เนื่องจากสารที่ใส่คือกากน้ำตาลและมันบดหรือข้าวโพดมี NDS สูง

ADF (Acid Detergent Fiber) เป็นส่วนของ cellulose และ lignin ค่า ADF จะสามารถคาดคะเนถึงการย่อยได้ และพลังงานในพืช (Wilkinson, 1985) ในหญ้าที่หมักพบว่าสูตรที่ 1 มี ADF สูงสุดคือ 42.11% ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ กับสูตร 4 ที่มีค่า ADF เท่ากับ 39.44% รองลงมาเป็นค่า ADF ในสูตร 5 และ 3 ที่มี ADF เท่ากับ 38.26 และ 35.49% ADF ต่ำสุด พบในสูตรที่ 2 ที่มีค่าเท่ากับ 34.57% ในถั่วแรมสโตโลหมัก พบว่า ADF สูงสุดพบในสูตร 1 และ 4 ที่มีค่าเท่ากับ 37.92 และ 39.02% ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับ ADF ในสูตร 2 และ 3 ที่มีค่า 29.32 และ 29.92% ค่า ADF ต่ำสุดพบในสูตรที่ 5 คือ 25.43%

Lignin เป็นส่วนที่ให้ความแข็งแรงแก่โครงสร้างผนังเซลล์พืช เมื่อพืชมีอายุมากขึ้นจะมีการสะสม lignin มากขึ้น lignin เองจะไม่สามารถย่อยได้ ยิ่งไปกว่านั้น lignin จะห่อหุ้มส่วนประกอบอื่นของผนังเซลล์สร้างพันธะทางเคมีกับ cellulose เป็น lignocellulose ซึ่งจะกั้นการย่อยสลายจากเอนไซม์ ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ทำให้การย่อยได้ของพืชต่ำ ในหญ้าที่หมักพบว่า ค่า lignin เฉลี่ย สูงสุดในสูตร 1, 4 และ 5 คือ 4.65, 4.43 และ 4.45% ซึ่งแตกต่างทางสถิติ กับสูตร 2 และ 3 ที่มี lignin เฉลี่ยเท่ากับ 3.62 และ 3.86 % ในถั่วแรมสโตโลหมัก พบว่า lignin เฉลี่ยสูงสุดในสูตร 4 และ สูตร 1 ค่าเท่ากับ 9.15 และ 8.56% โดยแตกต่างทางสถิติกับ lignin เฉลี่ยในสูตร 2 และ 3 ที่มีค่าเท่ากับ 7.05 และ 7.39% และค่าต่ำสุดพบในสูตร 5 ที่มีค่าเท่ากับ 5.33% สำหรับพืชตระกูลถั่วแม้จะมีค่า lignin สูงกว่าในหญ้า แต่ถั่วก็มี NDS สูงและ cellulose น้อยกว่าจึงไม่มีผลต่อการย่อยได้

Cellulose ในหญ้าที่หมักสูตร 1 และสูตร 4 มี cellulose เฉลี่ยเท่ากับ 34.72 และ 33.65% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2, 3 และ 5 ที่มี cellulose เฉลี่ยเท่ากับ 28.50, 30.34 และ 30.75% ตามลำดับ ส่วนในถั่วแรมสโตโลหมัก ก็มีผลเช่นเดียวกับในหญ้าที่หมัก คือ มี cellulose เฉลี่ยสูงสุดในสูตร 1 และ สูตร 4 เท่ากับ 29.55 และ 30.28% ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับสูตร 2, 3 และ 5 ที่มีค่า cellulose เฉลี่ยเท่ากับ 23.00, 22.54 และ 20.97% ตามลำดับ

Hemicellulose ในหญ้าที่หมักพบว่าสูตร 1 และ 4 มีค่า Hemicellulose เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 24.75 และ 24.41% ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรที่ 2, 3 และ 5 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.93, 21.75 และ 20.95% ตามลำดับ สำหรับถั่วแรมสโตโลหมักสูตร 1 มี Hemicellulose สูงสุดเท่ากับ 15.46% ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสูตร 4 ที่มี Hemicellulose เฉลี่ย 14.62% สำหรับสูตร 2 และ 3 มี Hemicellulose เฉลี่ยเท่ากับ 11.57 และ 12.08% ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสูตร 5 ที่มี Hemicellulose ต่ำสุดเท่ากับ 10.77%

สรุปผลการทดลอง

การเติมสารช่วยหมักทั้งสี่สูตรมีผลทำให้คุณภาพของทั้งหญ้าที่หมักและแรมสโตโลหมักดีขึ้น โดยในหญ้าที่หมักนั้น การเติมเกลือและกากน้ำตาลในสูตร 2 และกากน้ำตาลอย่างเดียวในสูตร 3 สามารถทำให้ได้คุณภาพดีที่สุด คือ pH ลดลงเหลือ 4.27 และ 4.26 มีปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายที่มีคุณภาพดี คือ กรดแลคติกสูงสุดคือ 1.83 และ 2.17 % ส่วนกรดบิวทิริกลดลงเหลือ 0.05 และ 0.07 % ตามลำดับ และคุณค่าอาหารด้านโปรตีนเท่ากับ 5.08 และ

5.49% NDS สูงขึ้น เท่ากับ 43.50 และ 42.77% ตามลำดับ คุณภาพรองลงมาคือหญ้าที่หมักด้วยกรด Formic ในสูตร 4 ซึ่งลด pH ลงเหลือ 4.93 และมีกรดไขมันระเหยง่ายที่มีคุณภาพดีเช่นกัน คือ มีกรดแลคติกสูงเท่ากับ 1.25 % และกรดบิวทีริกลดลงเหลือ 0.06 ส่วนหญ้าที่หมักด้วยมันเส้นบดในสูตร 5 นั้น ทำให้ pH ลดลงเท่ากับ 4.83 กรดไขมันระเหยง่ายมีคุณภาพพอใช้ได้ คือ กรดแลคติกสูงขึ้นเล็กน้อยเป็น 1.08 % และกรดบิวทีริก 0.22 % ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับหญ้าที่หมักอย่างเดียว

สำหรับถั่วแรมสโตโลหมักนั้น หากหมักโดยไม่เติมสารช่วยหมักจะมีคุณภาพไม่ดี จึงจำเป็นที่จะต้องใส่สารช่วยหมัก โดยการเติมสารช่วยหมักในสูตร 2 และ 3 ทำให้มีคุณภาพดีที่สุด คือ สามารถลด pH ลงเท่ากับ 4.02 และ 4.13 กรดไขมันระเหยง่ายมีคุณภาพดี คือ กรดแลคติกเพิ่มขึ้นเป็น 2.75 และ 2.83 % ส่วนกรดบิวทีริกลดลงเหลือ 0.14 และ 0.13 % ตามลำดับ รองลงมา คือ สูตร 5 มี pH ลดลงเท่ากับ 4.65 กรดไขมันระเหยง่ายมีคุณภาพพอใช้ได้ คือ กรดแลคติกเพิ่มเล็กน้อยเท่ากับ 0.99 % กรดบิวทีริกลดลงเท่ากับ 0.19 % สำหรับสูตร 4 มี pH ลดลงเท่ากับ 4.61 ส่วนกรดไขมันระเหยง่ายนั้นมีคุณภาพไม่ดี คือ มีกรดแลคติก 0.56 % ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับถั่วแรมสโตโลหมักอย่างเดียว แต่สามารถลดการสร้างกรดบิวทีริกเหลือ 0.16%

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สายันต์ ทัดศรี ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ดร. พรชัย ล้อวิลัย ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับคำปรึกษาแนะนำ และขอขอบคุณ คุณเกียรติศักดิ์ กล้าเอม และคุณสมพล ไวยัญญา ที่กรุณาช่วยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2525. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่ . 118 หน้า .
- บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2528. เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการ เอฟ.เอ.โอ. ครั้งที่ 16 การถนอมอาหารสัตว์ และการใช้พืชตระกูลถั่วเลี้ยงโคนม สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ ห้วยแก้ว เชียงใหม่
- พุศรี สุกระรุจิ, วารุณี พานิชผล, จันทกานต์ อรณันท์ และศศิพร คุณาพงษ์กิติ. ไม่ระบุพ.ศ. การวิเคราะห์อาหารสัตว์แบบประมาณ งานวิเคราะห์คุณค่าอาหาร กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

- วารุณี พานิชผล. ไม่ระบุ พ.ศ. การวิเคราะห์หาเยื่อใยในพืชอาหารสัตว์ กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
- เมธา วรณพัฒน์. 2529. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง, ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 317
- Breirem, K. and O. Ulvesli. 1960. Ensiling Methods. Herb. Abstr. 30 (1) : 1 - 8
- Church, D.C. 1991. Livestock Feeds and Feeding. Prentice Hall international, inc. U.S.A. 546 P
- Haresing, W. and Cole, D.J.A. 1988 Recent Developments in Ruminant Nutrition 2. Butter- worths : London
- Mc Donald. 1981. The Biochemistry of Silage. John Wilky and Sons. Ltd. New York U.S.A. 226 P
- Medling, P.C 1972 Mejora de pastos y cultivos forroixros, Panama. Forrajes conservacion y manejo de pastos. Rome, FAO. AGP/PAN. 10 Informe teenico 1. อ้างอิงโดย Skerman. PT. and Riveros, F. 1990 Tropical grasses. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome. FAO Plant Production and Protection Series No 23 ; 149
- Orskov, E.R. 1988 Feed Science, Elsevier Science Pub. B.V. Amsterdam.
- Skerman, P.J. and Riveros, F. 1990 Tropical grasses. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome, FAO Plant Production and Protection Series No 23 ; 148 - 148
- Wilkinson, M. 1985 Beef Production from Silage and other. Longman Handbook of Agriculture, London and New York.
- Wilkinson, M. 1990 "Silage UK" Cambrian Prister Aberystwyth Ltd UK. 185 P

ตารางภาคผนวกที่ 1 การประเมินคุณภาพของพืชหมัก (อ้างโดย บุญล้อม, 2525)

	% กรดแต่ละชนิดเมื่อ เทียบเป็น % กรดทั้งหมด	คะแนน
Acetic	0 - 15.0	20
	15.1 - 20.0	18
	20.1 - 24.0	16
	24.1 - 28.0	13
	28.1 - 32.0	10
	32.1 - 36.0	7
	36.1 - 40.0	4
	40.1 - 45.0	2
	45.1 - 50.0	0
	50.1 - 55.0	0
	55.1 - 60.0	0
Butyric	0 - 1.5	50
	1.6 - 3.0	30
	3.1 - 4.0	20
	4.1 - 6.0	15
	6.1 - 8.0	10
	8.1 - 10.0	9
	10.1 - 12.0	8
	12.1 - 14.0	7
	14.1 - 16.0	6
	16.1 - 18.0	4
	18.1 - 20.0	2
	20.1 - 25.0	0
	25.1 - 30.0	0
	30.1 - 40.0	-5
	upper 40	-10

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) การประเมินคุณภาพของพืชหมัก (อ้างโดย บุญล้อม, 2525)

	% กรดแต่ละชนิดเมื่อ เทียบเป็น % กรดทั้งหมด	คะแนน
Butyric	upper 50	-
	upper 60	-
Lactic	0 - 20.0	-
	20.1 - 25.0	0
	25.1 - 30.0	2
	30.1 - 34.0	4
	34.1 - 38.0	6
	38.1 - 42.0	8
	42.1 - 46.0	10
	46.1 - 50.0	12
	50.1 - 54.0	14
	54.1 - 58.0	16
	58.1 - 62.0	18
	62.1 - 66.0	20
	66.1 - 70.0	24
	70.1 - 75.0	28
	upper 75	30

คะแนนรวม 0 - 20 = Class V, Poor (ไม่ดี)
 21 - 40 = Class IV, Rather fair (ค่อนข้างใช้ได้)
 41 - 60 = Class III, Fair (พอใช้ได้)
 60 - 80 = Class II, Good (ดี)
 81 - 100 = Class I, Very good (ดีมาก)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีของพืชก่อนการหมัก (% on dry basis)

	หญ้าอูรี	ถั่วแกรมสไโดโล
วัตถุแห้ง	33.31	24.86
โปรตีน	5.32	15.56
เยื่อใย	26.36	30.00
ไขมัน	1.49	1.97
เก้า	10.29	9.29
NFE	56.54	43.18
NDF	63.91	61.32
NDS	36.09	38.68
ADF	36.80	51.58
Lignin	4.48	13.44
Cellulose	30.13	37.78
Hemicellulose	27.12	9.85