# ศึกษาการผลิตข้าวโพดหมักจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

# Production of Agricultural By-product Corn Silage

**วิชัย สุทธิธรรม ธำรง เปรมปรีดิ์ กุศล ประกอบการ ดรุณี ศรีชนะ**

**ไพโชค ปัญจะ วนารัตน์ กรอิสรานุกูล**

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จ.ปทุมธานี 12121

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนะและการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนโดยวิธีแบชคัลเจอร์ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมัก โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 5 ทรีตเมนท์ 4 ซ้ำ คือ ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่ใช้สารเสริม (กลุ่มควบคุม) ที่เสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % ที่เสริมกากน้ำตาล 1 % ที่เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 % และกากน้ำตาล 1 % และที่ผลิตโดยเกษตรกร (อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี) จากการศึกษาพบว่า ข้าวโพดหมักทั้ง 5 กลุ่มมีปริมาณอินทรียวัตถุและการย่อยได้โปรตีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 92.66-93.05 และ 62.67-65.37 % ตามลำดับ พบค่าความเป็นกรด-ด่าง การย่อยได้วัตถุแห้งและการย่อยได้อินทรียวัตถุของกลุ่มที่ผลิตโดยเกษตรกร (3.47, 47.54 % และ 46.16 % ตามลำดับ) ต่ำกว่ากลุ่มที่เหลือ (3.58-3.62, 49.45-50.57 % และ 47.85-48.83 % ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบการเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % และเสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 % กับกากน้ำตาล 1 % ทำให้วัตถุแห้งและโปรตีนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (30.34, 30.35 และ 8.18, 8.28 % ตามลำดับ; $p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (25.80 และ 7.39 % ตามลำดับ)ในขณะที่ผลผลิตของเกษตรกรมีโปรตีนสูงสุด (10.80 %; $p<0.05$) แต่มีปริมาณวัตถุแห้งต่ำสุด (23.04%; $p<0.05$) การสูญเสียวัตถุแห้งแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบ การเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % มีค่าน้อยที่สุดคือ 8.03 % รองลงมาคือ เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 % และกากน้ำตาล 1 % และ กลุ่มควบคุม ตามลำดับ (12.56 และ 14.52 % ตามลำดับ) ขณะที่การเสริมกากน้ำตาล 1 % มีการสูญเสียมากที่สุด (16.80 %) พบต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมัก กลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริมด้วยฝุ่นข้าวโพด 10 % กลุ่มที่เสริมกากน้ำตาล 1 % กลุ่มที่เสริมร่วมกันระหว่างฝุ่นข้าวโพด 10 % กับกากน้ำตาล 1 % กลุ่มที่ผลิตโดยเกษตรกรมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน 7.29, 5.10, 6.44, 5.44 และ 2.80 % ของไนโตรเจนทั้งหมด ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) พบการเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % หรือกากน้ำตาล 1 % หรือเสริมร่วมกัน ทำให้ค่าพลังงานลดลง (4381.38,4356.10 และ 4343.80 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ; $p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและผลผลิตจากเกษตรกร (4477.31 และ 4447.43 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ) การศึกษานี้สรุปได้ว่า การใช้สารเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % และเสริมร่วมกับกากน้ำตาล 1 % ทำให้ข้าวโพดหมักมีวัตถุแห้งและโปรตีนเพิ่มขึ้น ปริมาณ

แอมโมเนียไนโตรเจนและการสูญเสียวัตถุแห้งลดลง การผลิตต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักของเกษตรกรได้ผลผลิตที่มีปริมาณวัตถุแห้ง การย่อยได้ วัตถุแห้ง และอินทรีวัตถุน้อยกว่าที่ผลิตในห้องปฏิบัติการ

**คำสำคัญ:** ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมัก สารเสริม ฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาล

## Abstract

The purpose of this study was to evaluate nutrient and rumen digestibility in batch culture of baby corn stalk silage (BCSS). The experiment was performed using CRD with 5 treatments and 4 replicates. The treatments were BCSS with out additive (control), BCSS with 10 % corn dust, BCSS with 1% molasses, BCSS with 10 % corn dust and1% molasses, BSCC produced by farmer (A. Nongseou, Pathumthani). The results showed that organic matter and protein digestibility of all the BCSSs were not significantly different ($p>0.05$) ranging 92.66-93.05 and 62.67-65.37%, respectively where as pH, dry matter digestibility and organic matter digestibility of BCSS produced by the farmer (3.47, 47.54% and 46.16%, respectively) were lower ($p<0.05$) than those of the rest treatments (3.58-3.62, 49.45-50.57% and 47.85-48.83%, respectively). Dry matter and protein contents of BCSS with 10% corn dust (30.34 and 8.18%, respectively) and BCSS with 10% corn dust and 1% molasses (30.35 and 8.28%, respectively) increased ($p<0.05$) when compared to the control (25.80 and 7.39%, respectively). BCSS produced by the farmer contained significantly higher protein (10.80%; $p<0.05$) but lower dry matter content (23.04%; $p<0.05$) than other treatments. Dry matter losses were significantly different among the 5 treatments. It was least in BCSS with 10% corn dust (8.03%), following by BCSS with 10% corn dust and 1% molasses and the control, respectively (12.56 and 14.52%) as BCSS with 1% molasses had the most (16.80%). Ammonia N concentration of BCSS with 10% corn dust, BSCC with 1% molasses, BCSS with 10% corn dust and 1% molasses, BCSS produced by the farmer were significantly different ($p<0.05$; 7.29, 5.10, 6.44, 5.44 and 2.80% of total N, respectively). BCSS added with 10% corn dust or with 1% molasses or, with both 10 % corn dust and 1% molasses had lower gross energy (4381.38,4356.10 and 4343.80 cal/g, respectively; $p<0.05$) than the control and BCSS produced by the farmer (4477.31 and 4447.43 cal/g, respectively). In conclusion, addition of corn dust at 10% or both 10% corn dust and 1% molasses increased dry matter and protein but decrease ammonia N and dry matter loss of BCSS. Dry matter, dry matter digestibility and organic matter digestibility of BCSS produced by the farmer were less than those of BSCC produced in our laboratory.

**Key word:** baby corn stalk silage, additive, corn dust, molasses

## 1. บทนำ

การขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดีในช่วงฤดูแล้งเป็นปัญหาสำคัญของการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องของเกษตรกรในประเทศไทย เนื่องจากพืชอาหารสัตว์จะมีข้อจำกัดในการเจริญเติบโตเป็นอย่างมากหากมีการจัดการไม่ดีพอ การนำผลพลอยได้ทางการเกษตรที่มีมากในฤดูการเพาะปลูกหรือมีทั้งปีสำหรับพืชบางชนิดมาใช้เป็นอาหารสัตว์ในฤดูกาลที่ขาดแคลนจึงได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่ง ผลพลอยได้ทางการเกษตรส่วนใหญ่จะมีคุณค่าทางโภชนะและการย่อยได้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ค่อนข้างต่ำและมีการสูญเสียคุณภาพได้เร็วหากขาดวิธีการการเก็บรักษาหรือปรับปรุงคุณภาพอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ การเก็บรักษาผลพลอยได้ทางการเกษตรในรูปของพืชหมักน่าจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีและลดการสูญเสียคุณค่าโภชนะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นวิธีการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ที่นิยมและเหมาะสำหรับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย [1] สามารถลดการเสื่อมและรักษาคุณค่าทางโภชนะของพืชให้ใกล้เคียงกับพืชสดมากที่สุด เป็นการถนอมพืชไว้ในลักษณะที่อวบน้ำภายใต้สภาพอับอากาศ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้โดยการหั่นชิ้นส่วนของพืชให้มีขนาดเล็กบรรจุลงในถุงหรือหลุมหมักอัดให้แน่นปิดให้สนิทออกซิเจนที่เหลืออยู่จะหมดไปโดยการหายใจของเซลล์พืช เป็นการเปลี่ยนน้ำตาลที่ละลายในน้ำไปเป็นกรดอินทรีย์ทำให้เกิดการขยายจำนวนของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติค [2] เมื่อกรดแลคติคมีปริมาณมากขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของพืชหมักลดต่ำลงจนถึงระดับประมาณ 3.5-4.5 ก็จะสามารถหยุดยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของพืชหมักอีกต่อไป สามารถเก็บรักษาคุณภาพได้นานถ้ายังอยู่ในสภาพอับอากาศ [3] และเป็นการรักษาคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ให้คงอยู่เป็นระยะเวลานาน

ต้นข้าวโพดฝักอ่อน ฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาล เป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากการผลิตและการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรที่มีอยู่ตลอดทั้งปี แต่มักถูกทิ้งให้เสื่อมคุณภาพหรือไม่ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ การนำมาปรับปรุงให้มีคุณภาพและเก็บสำรองไว้ในรูปอาหารหยาบหมักที่มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นจึงเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มประโยชน์และมูลค่าวัสดุเหลือใช้เหล่านี้ โดยที่ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นข้าวโพดที่เก็บฝักมารับประทานเมื่อฝักยังอ่อนและแกนฝักยังไม่แข็ง ยังไม่ได้รับการผสมเกสร เป็นพืชที่มีอายุสั้นประมาณ 55-60 วัน [4] ในปี 2550 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูก 225,000 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 214,000 ไร่ ปริมาณผลผลิต 260,000 ตัน [5] ผลพลอยได้จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนหลังจากเก็บฝักแล้วส่วนที่เหลือคือ ต้นและใบสด ประมาณ 4,000-6,700 กก./ไร่ ดอกตัวผู้ 400-500 กก./ไร่ เปลือกหุ้มฝักและไหม 500-600 กก./ไร่ [6] กากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาล ประกอบด้วย น้ำ 25 % และวัตถุแห้ง 75 % ค่าโภชนะของกากน้ำตาลมีปริมาณโปรตีน 5.8 % ปริมาณเถ้า 13.3% NDF 0.4 % และ ADF 0.2 % [7] มีรสหวานกลิ่นหอม เพิ่มความน่ากินให้กับอาหาร และยังเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการหมักในอาหารจุลินทรีย์สามารถนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ได้ดี [8] ในฤดูกาลผลิต 2551/2552 มีผลผลิตอ้อย 71.81 ล้านตัน เป็นผลผลิตน้ำตาล 7.57 ล้านตัน มีผลผลิตกากน้ำตาล3.28 ล้านตัน [5] ส่วนฝุ่นข้าวโพดเป็นผลพลอยได้เหลือทิ้งจากกระบวนการกะเทาะเมล็ดจากฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประกอบด้วยเยื่อใยที่มีชิ้นขนาดเล็กและฝุ่นแป้ง การ

นำฝุ่นข้าวโพดมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าโดยนำมาเป็นสารเสริมเพื่อช่วยให้กระบวนการหมักในการทำข้าวโพดหมักเกิดขึ้นได้ดี และยังช่วยซับของเหลวที่เกิดจากการหมักจึงช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารในข้าวโพดหมัก [9] ปี 2550 ประเทศไทยมีพื้นที่การเพาะปลูก 5,797,000 ไร่ ผลผลิต 3,661,000 ตัน [5] เนื่องจาก ยังไม่มีรายงานข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของฝุ่นข้าวโพดที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถรายงานปริมาณที่แน่นอนได้ จากปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้ในแต่ละปีคาดว่าน่าจะมีในปริมาณมาก การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำผลพลอยได้ทางการเกษตรดังกล่าวมาผลิตเป็นข้าวโพดหมักและศึกษาคุณสมบัติทางโภชนะและประเมินค่าการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับข้าวโพดหมักที่ผลิตขึ้นโดยเกษตรกร ทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตและยกระดับคุณภาพของข้าวโพดหมักของเกษตรกรให้สูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นการศึกษาที่ให้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปศึกษาวิจัยในสัตว์เคี้ยวเอื้องต่อไป

## 2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

### 2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 5 ทรีตเมนต์ 4 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ 1 ควบคุม (ไม่ใช้สารเสริม)

ทรีตเมนต์ 2 ข้าวโพดหมักเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 %

ทรีตเมนต์ 3 ข้าวโพดหมักเสริมกากน้ำตาล 1 %

ทรีตเมนต์ 4 ข้าวโพดหมักเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 %ร่วมกับกากน้ำตาล 1 %

ทรีตเมนต์ 5 ข้าวโพดหมักที่ผลิตโดยเกษตรกร

### 2.2 การผลิตและเก็บตัวอย่างข้าวโพดหมักจากเกษตรกร

ศึกษากรรมวิธีการผลิตข้าวโพดหมักของเกษตรกร อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดหมัก เพื่อนำมาประเมินคุณภาพในห้องปฏิบัติการ

### 2.3 การผลิตข้าวโพดหมักที่มีฝุ่นข้าวโพดและกากน้ำตาลเป็นสารเสริม

1. ตัดต้นข้าวโพดฝักอ่อนหลังจากการเก็บฝักจากแปลงของเกษตรกร อายุประมาณ 55-60 วัน หั่นด้วยเครื่องให้มีขนาดประมาณ 1-3 ซม.

2. ชั่งสารเสริมตามที่ระบุไว้ในแต่ละทรีตเมนต์ (โดยน้ำหนักสด) ผสมให้เข้ากัน สุ่มเก็บตัวอย่างอบที่อุณหภูมิ 60 $^{O}$ซ เวลา 36-48 ชม. เพื่อหาน้ำหนักแห้ง

3.บรรจุตัวอย่างที่ผสมแล้วใส่ถุงพลาสติกใสหนา ปริมาณ 3 กก./ถุง อัดให้แน่น ใช้ปั๊มดูดอากาศออกให้เป็นสุญญากาศ ปิดปากถุงให้สนิท เก็บในถังพลาสติกที่มีฝาปิด ป้องกันการกัดแทะของหนู แมลง หมักไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 30 วัน

### 2.4 การประเมินคุณภาพทางกายภาพ

1. หลังจากหมักครบ 30 วัน (ทรีตเมนต์ 1-4) ชั่งน้ำหนักทั้งถุงก่อนเปิด เพื่อหาค่าการสูญเสียน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง (Dry matter loss; DM loss)

2. เปิดถุงประเมินลักษณะทางกายภาพ (ทรีตเมนต์ 1-5) เช่น สี กลิ่น ลักษณะโครงสร้างโดยการใช้มือสัมผัส

**2.5 การประเมินโภชนะของข้าวโพดหมัก**

1. สุ่มเก็บตัวอย่าง ปริมาณ 50 ก. เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และแอมโมเนียไนโตรเจน ($NH_3$-N)

2. สุ่มเก็บตัวอย่าง 500 กรัม.อบที่อุณหภูมิ 60 $^{O}$ซ เวลา 36-48 ชม. ชั่งน้ำหนัก เพื่อหาน้ำหนักแห้งหลังหมัก (Dry matter; DM)

3. บดผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. นำไปวิเคราะห์หาการย่อยได้ของโภชนะ

4. บดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. นำไปวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะ คือ โปรตีนรวม (Crude protein; CP) เถ้า (Ash) และ พลังงาน (Gross energy; GE)

**2.6 วิธีประเมินการย่อยได้ของโปรตีน วัตถุแห้งและอินทรียวัตถุ**

การประเมินการย่อยได้โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนโดยวิธีการเพาะเลี้ยงแบบแบชคัลเจอร์ (Batch culture) ตามวิธีของ [10] ดังนี้

1 สัตว์ทดลองเป็นโคนมเพศผู้พันธุ์โฮสไตน์ฟรีเซียน ที่เจาะกระเพาะแล้ว สายเลือด 75 % อายุ 36 เดือน มี น้ำอาหารหยาบ อาหารข้นครบส่วนตามมาตรฐาน [11] ให้กินอย่างเพียงพอ เป็นเวลา 4 วัน ก่อนเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Rumen fluid)

2 เตรียมกระติกน้ำร้อนและเติมน้ำอุ่น 39 $^{O}$ซ เก็บของเหลวโดยใช้ปั๊มดูดให้ไหลเข้าในขวดรูปชมพู่ เทน้ำอุ่นในกระติกน้ำร้อนทิ้งแล้วถ่ายของเหลวกระเพาะรูเมนจากขวดรูปชมพู่ลงในกระติกน้ำร้อน นำไปทดลองในห้องปฏิบัติการ

3 การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ ชั่งตัวอย่างแห้งจำนวน 3 กรัม ใส่ถุงไนล่อน( 40-50 ไมครอน) ผูกปากถุงให้แน่น ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล. เติมของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่กรองแล้ว 30 มล. เติมน้ำลายเทียม (McDougall's artificial saliva) 90 มล. นำส่วนผสมที่ได้ไปผ่านแก๊ส $CO_2$ ปิดจุก นำใส่ในตู้บ่ม ที่ตั้งอุณหภูมิ 39 $^{O}$ซ ความเร็วรอบ 70 รอบ/นาที บ่มเป็นเวลา 24 ชม. นำถุงออกมาล้างให้สะอาด นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 60 $^{O}$ซ จนแห้งสนิท (48 ชม.) ชั่งน้ำหนักของถุงและอาหารที่เหลือคำนวณค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (Dry matter digestibility, DMD) โดยใช้สูตร

$$\% \text{ DMD} = \frac{(\text{DM ก่อนบ่ม-DM หลังบ่ม}) \times 100}{\text{DMก่อนบ่ม}}$$

นำตัวอย่างแห้งไปวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า โปรตีนรวม เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (Organic matter digestibility; OMD) และ ค่าการย่อยได้ของโปรตีน (Crude protein digestibility; CPD) โดยใช้สูตร

อินทรียวัตถุ = น้ำหนักแห้ง - น้ำหนักเถ้า

$$\% \text{ OMD} = \frac{(\text{OM ก่อนบ่ม} - \text{OM หลังบ่ม}) \times 100}{\text{OM ก่อนบ่ม}}$$

$$\% \text{ CPD} = \frac{(\text{CP ก่อนบ่ม} - \text{CP หลังบ่ม}) \times 100}{\text{CP ก่อนบ่ม}}$$

**2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Proc GLM และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์โดยใช้ Duncan new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS [12]

**2.8 สถานที่และระยะเวลาในการวิจัย**

ทำการทดลองที่ฟาร์มสัตว์ทดลองและห้องปฏิบัติ การอาหารและโภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการ เกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จ.

ปทุมธานี ระหว่างวันที่ 20 ตุลาคม 2552 ถึง 20 กุมภาพันธ์ 2553

## 3. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### 3.1 วิธีการผลิตของเกษตรกร

การผลิตข้าวโพดหมักของเกษตรกรมีวิธีการคือสำรวจแปลงข้าวโพดในพื้นที่ใกล้เคียงที่ นัดวันเก็บผลผลิตกับเจ้าของสวน นำเครื่องมือ เช่น เครื่องสับข้าวโพด กระสอบปุ๋ย มีด เชือกมัดปากถุงไปยังแปลง ตัดต้นข้าวโพด สูงจากพื้น 5-10 ซม. นำเข้าเครื่องสับ ให้มีความยาว 3-5 ซม. บรรจุใส่กระสอบที่มีถุงพลาสติกหนารองชั้นในอีก 1 ชั้น กระสอบละ 25 กก. ใช้น้ำหนักตัวกดทับ 2-3 ครั้งให้อากาศออก บิดปากถุงเป็นเกลียวใช้เชือกรัดปากถุงให้แน่นและกองทิ้งไว้ที่แปลงข้าวโพด 2-3 วัน เพื่อให้เจ้าของฟาร์มมารับซื้อที่แปลง ในราคากระสอบละ 30 บาท จะเห็นได้ว่าการผลิตข้าวโพดหมักของเกษตรกรไม่มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้ดีพอ เช่น การไล่อากาศออกโดยใช้น้ำหนักตัวกดทับอาจทำให้มีอากาศอยู่มาก การกำหนดระยะเวลาหมักไม่แน่นอน ซึ่งอาจทำให้คุณภาพที่ได้ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นเกษตรกรควรมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เช่น ใช้ปั๊มลมดูดอากาศออก กำหนดระยะเวลาหมักก่อนส่งขายอย่างน้อย 3 สัปดาห์ เก็บในโรงเรือนที่เหมาะสม เป็นต้น จะทำให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพดีขึ้น ลดการสูญเสียหรือการส่งคืนของลูกค้า

### 3.2 ลักษณะทางกายภาพ

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวโพดหมัก พบว่า ทุกกลุ่ม มีกลิ่นหอมเปรี้ยว ไม่มีกลิ่นเน่าเสียและไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ สีของต้นข้าวโพดหมักมีสีเขียวอ่อน ลักษณะโครงสร้างมีใบและลำต้นที่สับครบ รอยสับไม่เละ ไม่มีเมือกลื่น ไม่เปื่อยยุ่ย สอดคล้องกับ [2] และ [13] ที่รายงานคุณสมบัติของพืชหมักที่ดีไว้ว่า ต้องมีกลิ่นหอมเปรี้ยว ไม่มีกลิ่นเน่า มีสีเขียวแกมเหลืองและเปลี่ยนแปลงน้อย โครงสร้างมีใบมีก้านครบไม่เปื่อยยุ่ย ถ้ามีกลิ่นฉุน สัตว์จะไม่ชอบกิน และหากมีกลิ่นแอมโมเนียแสดงว่ามีการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร และยังพบว่าข้าวโพดหมักในกลุ่มที่เสริมฝุ่นข้าวโพด เมื่อใช้มือสัมผัสจะมีความชื้นน้อยกว่ากลุ่มอื่น เป็นเพราะฝุ่นข้าวโพดสามารถดูดซับของเหลวที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารได้ และยังป้องกันปัญหาการเกิดมลพิษทางน้ำได้ในกรณีที่ผลิตในปริมาณมากและมีการปล่อยของเหลวที่เกิดขึ้นลงสู่แหล่งน้ำ ในการผลิตหญ้าหมักทำให้มีของเหลวเกิดขึ้น 300 l/ton [14] หากไหลลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้มีค่า BOD 50,000 $mgO_2/l$ [15]

### 3.3 ความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนียไนโตรเจน($NH_3$-N)

พบว่า ข้าวโพดหมักกลุ่มควบคุม เสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % กากน้ำตาล 1 % หรือเสริมร่วมกัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ (3.57-3.62; $p>0.05$) แต่แตกต่างกับข้าวโพดหมักที่ผลิตโดยเกษตรกรที่มีค่าต่ำที่สุด (3.47; $p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 ข้าวโพดหมักทุกกลุ่มในการทดลองนี้มีคุณสมบัติของพืชหมักที่ดีตรงกับรายงานของ [16] ที่รายงานว่า หญ้าหมักที่ดีมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.5-4.2 การที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำแสดงถึงการมีกรดแลคติคสูง [17] ซึ่งมีความแรงกว่ากรดอินทรีย์ชนิดอื่นและสามารถหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ประเภทอื่นก่อนที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชหมักและยังทำให้มีคุณภาพคงที่ตลอดไป [18] นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % กากน้ำตาล 1 % หรือเสริมร่วมกัน สามารถลด

แอมโมเนียไนโตรเจนในข้าวโพดหมักได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (5.10, 6.44, 5.44 %; $p < 0.05$ ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (7.29 %) การใช้สารเสริมในการทดลองนี้ทำให้คุณภาพของข้าวโพดหมักดีขึ้น โดยที่ข้าวโพดหมักที่ดีควรมี $NH_3$-N น้อยกว่า 5 % [19] ขณะที่ค่ามาตรฐานของ $NH_3$-Nในข้าวโพดหมักควรมีค่าน้อยกว่า 10 % [20] และยังพบว่าการเสริมด้วยฝุ่นข้าวโพดมี $NH_3$-N น้อยกว่า ($p<0.05$) กลุ่มที่เสริมด้วยกากน้ำตาลเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เป็นเพราะการเสริมฝุ่นข้าวโพดทำให้ความชื้นของพืชหมักลดลง ส่งผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโปรตีนลดลง จึงทำให้การปลดปล่อยแอมโมเนียลดลงด้วย [21] การทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับ [22] ที่พบปริมาณ $NH_3$-N ของข้าวโพดหมัก 5.2-5.6 %

**3.4 การสูญเสียวัตถุแห้ง ปริมาณวัตถุแห้ง**

การสูญเสียวัตถุแห้งของข้าวโพดหมักแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบ การเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % มีการสูญเสียต่ำที่สุดคือ 8.03 % รองลงมาคือ เสริมร่วมกับกากน้ำตาล 1 % และกลุ่มควบคุม (12.56 และ 14.52 % ตามลำดับ) ขณะที่การเสริมกากน้ำตาล 1 % สูญเสียมากที่สุด (16.80 %) ดังแสดงในตารางที่ 1 การที่เสริมฝุ่นข้าวโพดแล้วทำให้สูญเสียน้อยที่สุด เนื่องจากฝุ่นข้าวโพดช่วยลดความชื้นของข้าวโพดก่อนหมัก พืชที่จะนำมาหมักควรมีความชื้นเพียง 60-66 % และไม่เกิน 70 % เพื่อป้องกันการสูญเสียโภชนะไปกับของเหลวที่เกิดจากกระบวนการหมักและจะทำให้เกิดการสูญเสียวัตถุแห้งมาก [23] หากมีการจัดการที่ดีจะมีการสูญเสียวัตถุแห้งเพียง 10-15 % และหากจัดการไม่ดีจะทำให้มีการสูญเสียมากกว่า 30 % [24]

ส่วนปริมาณวัตถุแห้ง พบการเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % และเสริมร่วมกับกากน้ำตาล 1 % มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ (30.34 และ 30.35 % ตามลำดับ; $p< 0.05$) ส่วนข้าวโพดหมักจากเกษตรกรมีค่าน้อยที่สุด (23.04 %; $p< 0.05$) จะเห็นได้ว่า ฝุ่นข้าวโพดช่วยดูดซับความชื้นและเพิ่มปริมาณวัตถุแห้ง และสามารถปรับปรุงคุณภาพของข้าวโพดหมักได้ พืชหมักที่มีวัตถุแห้ง 30 % หรือมากกว่าทำให้ปฏิกิริยาของแบคทีเรีย *Clostridium sp.* ลดน้อยลง เพราะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความชื้นสูง [25] พืชหมักควรจะมีวัตถุแห้ง 25-35 % [26] พืชหมักที่มีความชื้นสูงกว่า 75 % จะเปรี้ยวมากและมีการสูญเสียโภชนะและเจือจางกรดที่แบคทีเรียสร้างออกไปกับของเหลว [27]

**3.5 อินทรียวัตถุ ปริมาณโปรตีน**

ปริมาณอินทรียวัตถุในข้าวโพดหมักทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าในช่วง 92.66-93.05 % (ตารางที่ 1) และใกล้เคียงกับ [28] ที่พบ อินทรียวัตถุของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมักเท่ากับ 94.62 % และ [29] ที่พบ 95.43 % แต่มากกว่า [30] ที่ผลิตข้าวโพดหมักเสริมด้วยLactic acid bacteria พบอินทรียวัตถุ 88.8 %

การเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % และเสริมร่วมกับกากน้ำตาล 1 % มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (8.18 และ 8.28 %; $p <0.05$ ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (7.39 %) ขณะที่ข้าวโพดหมักที่ผลิตโดยเกษตรกรมีโปรตีนสูงสุด (10.8 %; $p<0.05$) การเสริมฝุ่นข้าวโพด ทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า [31] และ[32] ที่พบโปรตีนเท่ากับ 7.9 % และ ใกล้เคียงกับ [33] ที่พบ 8.2 % อย่างไรก็ตามการเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % หรือเสริมร่วมกับกากน้ำตาล 1 % และผลผลิตจากเกษตรกรมี

ปริมาณโปรตีนเพียงพอต่อการดำรงชีพของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ต้องการ 8-10 % [34]

**3.6 พลังงาน (Gross energy)**

การเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % เสริมกากน้ำตาล 1 % และเสริมร่วมกัน มีปริมาณพลังงานในข้าวโพดหมักไม่แตกต่างกันทางสถิติ (4,381.38, 4,343.10 และ 4,343.80 cal/g ตามลำดับ; $p<0.05$) แต่ต่ำกว่า กลุ่มควบคุมและผลผลิตของเกษตรกร (4,477.31 และ 4,447.43 cal/g; $p<0.05$) ใกล้เคียงกับ [35] ที่พบพลังงานข้าวโพดต้นอ่อนและต้นแก่หมัก เท่ากับ 4,495.23 และ 4,359.52 cal/g ขณะที่ [29] พบข้าวโพดหมักมีพลังงาน 4,464.28 cal/g สูงกว่าข้าวโพดหมักของ [28] ที่มีค่าพลังงาน 4,239.00 cal/g

**3.7 การย่อยได้ของโภชนะ**

ค่าการย่อยโปรตีนของข้าวโพดหมักทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งพบค่าอยู่ในช่วง 62.67-65.37 % ส่วนการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุในกลุ่มควบคุม เสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % เสริมกากน้ำตาล 1 % และเสริมร่วมกัน มีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ (49.45-50.57 และ 48.14-48.%; $p>0.05$) แต่มีค่ามากกว่าผลผลิตจากเกษตรกร (47.54 และ 46.16 %; $p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2 สาเหตุที่ข้าวโพดหมักของเกษตรกรมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุต่ำ น่าจะเกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้ดี ดังที่กล่าวใน 3.1 จากการศึกษาของ [28] พบค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งอินทรียวัตถุและโปรตีน 61.14, 65.19 และ 49.40 % ตามลำดับ ขณะที่ [36] พบ การย่อยได้วัตถุแห้งของต้นข้าวโพดหวานและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมักเท่ากับ 55.00 และ 58.90 % และการย่อยได้โปรตีน 80.10 และ 67.20 % ตามลำดับ นอกจากนี้ [37] พบ การย่อยได้โปรตีนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมัก 77.30 % และ [31] ประเมินการย่อยได้อินทรียวัตถุของข้าวโพดหมักในกระเพาะรูเมนโดยวิธีการวัดปริมาตรแก๊สมีค่าเท่ากับ 63.16 % จะเห็นได้ว่าค่าการย่อยได้ของข้าวโพดหมักในรายงานต่าง ๆ มีความแปรปรวนพอสมควร ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากพันธุ์ข้าวโพด สภาพการปลูก การบำรุงรักษา อายุการตัด สัตว์ทดลอง รวมทั้งวิธีการประเมินของการย่อยได้ของข้าวโพดหมัก

**ตารางที่ 1** ปริมาณโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่เสริมและเสริมฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาล หรือเสริมร่วมกัน และข้าวโพดหมักจากเกษตรกร (วัตถุแห้ง)

| ทรีตเมนต์ | pH[1/] | $NH_3$-N (% total-N) | DM loss (%) | DM (%) | OM (%) | CP (%) | GE (cal/g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.62[a] | 7.29[a] | 14.52[b] | 25.80[b] | 92.88 | 7.39[c] | 4477.31[a] |
| 2 | 3.57[a] | 5.10[d] | 8.03[d] | 30.34[a] | 93.05 | 8.18[b] | 4381.38[b] |
| 3 | 3.58[a] | 6.44[b] | 16.80[a] | 25.58[b] | 92.96 | 7.35[c] | 4356.10[b] |
| 4 | 3.58[a] | 5.44[c] | 12.56[c] | 30.35[a] | 92.70 | 8.28[b] | 4343.80[b] |

**ตารางที่ 1** ปริมาณโภชนะของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่เสริมและเสริมฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาล หรือเสริมร่วมกัน และข้าวโพดหมักจากเกษตรกร (วัตถุแห้ง) (ต่อ)

| ทรีตเมนต์ | pH[1/] | $NH_3$-N (% total-N) | DM loss (%) | DM (%) | OM (%) | CP (%) | GE (cal/g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3.47[b] | 2.8[e] | - | 23.04[c] | 92. 66 | 10.8[a] | 4447.43[a] |
| F - test | ** | ** | ** | ** | ns | ** | ** |
| % CV | 1.021 | 2.62 | 7.20 | 1.148 | 0.316 | 2.598 | 0.948 |

[1/]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 2** การย่อยได้ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ไม่เสริมและเสริมฝุ่นข้าวโพด กากน้ำตาลหรือเสริมร่วมกัน และต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักจากเกษตรกร (วัตถุแห้ง)

| ทรีตเมนต์ | DMD[1/] (%) | OMD (%) | CPD (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | 49.93[a] | 47.85[a] | 64.03 |
| 2 | 49.61[a] | 48.14[a] | 65.37 |
| 3 | 50.57[a] | 48.83[a] | 64.59 |
| 4 | 49.45[a] | 47.95[a] | 64.88 |
| 5 | 47.54[b] | 46.16[b] | 62.67 |
| F - test | ** | ** | ns |
| % CV | 1.694 | 1.745 | 5.028 |

[1/]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## 4. สรุปผลการทดลอง

1. การใช้และไม่ใช้สารเสริมในการผลิตข้าวโพดหมักและผลผลิตจากเกษตรกรในการศึกษาครั้งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของพืชหมักที่ดีและการใช้สารเสริมทั้ง 3 กลุ่ม มีผลทำให้ปริมาณ$NH_3$-N ลดลง

2. การเสริมฝุ่นข้าวโพด 10 % และเสริมร่วมกับกากน้ำตาล 1 % ทำให้ข้าวโพดหมักมีปริมาณโปรตีน วัตถุแห้ง และพลังงานเพิ่มขึ้น การสูญเสีย

วัตถุแห้งลดลง ส่วนการเสริมกากน้ำตาล 1 % เพียงอย่างเดียวทำให้การสูญเสียวัตถุแห้งเพิ่มขึ้น และข้าวโพดหมักจากเกษตรกรมีวัตถุแห้งต่ำ

3. ผลผลิตข้าวโพดหมักตามกรรมวิธีของเกษตรกรมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุต่ำกว่าข้าวโพดหมักที่ผลิตได้จากการทดลองทุกกลุ่ม

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรม ศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยนี้

## 6. เอกสารอ้างอิง

[1] สายัณห์ ทัดศรี, พืชอาหารสัตว์เขตร้อนการผลิตและการจัดการ, สำนักพิมพ์รั้วเขียว กรุงเทพฯ, 2540.

[2] บุญเสริม ชีวะอิสระกุล, พืชหมัก (silage), ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2539.

[3] ดรุณี ศรีชนะ, การทำหญ้าหมักและการประเมินคุณภาพหญ้าหมัก, ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 2551.

[4] สุนันทา สมพงษ์, ข้าวโพดอุตสาหกรรม, ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2531.

[5] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550, สืบค้นเมื่อ วันที่ 22 ตุลาคม 2552, http://www.oae.go.th/download/journal /yearbook50.pdf

[6] สายัณห์ ทัดศรี, พืชอาหารสัตว์เขตร้อน, สำนักพิมพ์เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2547.

[7] NRC, Nutrient requirements of dairy cattle ($7^{th}$ rev. ed.), National Academy of Sciences, Washington D.C, 2001.

[8] Woolford, M. K., The silage fermentation. microbiological series, no.14, Marcel Dekker, Inc, NY, 1984.

[9] ดรุณี ศรีชนะ และณัฏฐกิตต์ ถาป้อม, การใช้ฝุ่นข้าวโพดเป็นสารเสริมในหญ้าหมัก, นิทรรศการแสดงผลงานพัฒนาเทคโนโลยี, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม, กรุงเทพ, 2552.

[10] Srichana, D., Effects of Diet and Environment on Microbial Growth and Efficiency. Ph.D. Dissertation, Division of Animal Science, University of Missouri, Missouri, 2006.

[11] NRC.. Nutrient Requirements of Dairy Cattle ($7^{th}$ rev. ed.), National Academy of Sciences, Washington D.C, 2001.

[12] SAS.. STAT User's Guide Release 9.1.3, SAS Inst., Cary NC, 2006.

[13] ชาญชัย มณีดุลย์, การทำหญ้าหมัก, กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ, 2521.

[14] O'Kiely, P., A Note on the Influence of Five Adsorbents on Silage Composition and Effluent Retention in Small Scale Silos, J. Agric. Res., Vol. 30, pp. 153-158, 1991.

[15] Pitt, R.E., Silage and Hay Preservation, Cornell University press, NY, 1993.

[16] กรมปศุสัตว์, หญ้าหมัก. กองอาหารสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 2544.

[17] Muck, R.E., Silage Inoculation : Inoculation of Silage and Its Effects on Silage Quality, Forage Research Center, Linden Drive West Dairy, Madison, 1996.

[18] Skerman, P.J. and Riveros, F., Tropical Grasses, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1990.

[19] Mahanna, W.C., Troubleshooting Silage Problems, La Crosse: 4-State Applied Nutrition Conference, WI, 1993.

[20] Seglar,). Fermentation Analysis and Silage Quality Testing, Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference, College of Veterinary Medicine, University of Minnesota, pp. 119-136, 2003.

[21] McDonald, P., The Biochemistry of Silages, John Weiley and Sons, Chichester, 1981.

[22] Browne, E.M., Juniper, D.T., Bryant, M.J. and Beever, D.E., Apparent Digestibility and Nitrogen Utilization of Diets Based on Maize and Grass Silage Fed to Beef Steers, Anim. Feed Sci. & Tech., Vol. 119, 55-68, 2005.

[23] Muller, J.P. and Green, J.T., Corn Silage Harvest Techniques, National Corn Handbook, 49, Iowa state univ., Iowa, 1987.

[24] Weiss, B., When to Consider Silage Additives, Tri-State Dairy Nutrition Conference, Ohio State Univ., Ohio, pp. 125-136, 1996.

[25] McDonald, P., The Biochemistry of Silages., John Weiley and Sons, Chichester, 1981.

[26] Cullison, A., Feed and Feeding, Reston Publ. Co.Ltd, Virginia, 1975.

[27] McCullough, M.E, New Trends in Ensiling Forages. World Anim. Rev., Vol. 13, pp. 44-49, 1975.

[28] นฤมล วงศ์เจริญ, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา, การย่อยได้และพลังงานของข้าวโพดหมักในโคนม, การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39, น. 129-135, 2544.

[29] Browne, E.M., Juniper, D.T., Bryant, M.J. and Beever, D.E, Apparent Digestibility and Nitrogen Utilization of Diets Based on Maize and Grass Silage Fed to Beef Steers, Anim. Feed Sci. & Tech., Vol. 119, pp. 55-68, 2005.

[30] Meeske R. and Basson H.M., The Effect of a Lactic Acid Bacterial Inoculants on Maize Silage, Anim. Feed Sci. & Tech., Vol. 70, pp. 239-247, 1998.

[31] บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, สมคิด พรหมมา, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และเสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ, การผลิตข้าวโพดหมักคุณภาพดีในเชิงพาณิชย์สำหรับสหกรณ์, รายงานการสัมมนาและเสวนาวิชาการงานแสดงเทคโนโลยีการเกษตรเพื่ออินโดจีน, อุบลราชธานี, น. 196-199, 2544.

[32] ฉันทนา น่วมนวล, สมคิด พรหมมา, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และบุญเสริม ชีวะอิสระกุล, การหาอายุตัดที่เหมาะสมและผลของการเสริมยูเรียเพื่อผลิตข้าวโพดหมักคุณภาพดี, การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 ; น.141-147, 2543.

[33] วลัยกานต์ เจียมเจตจรูญและวรรณา อ่างทอง, รายงานเบื้องต้นสภาพการจัดการด้านอาหารโคเนื้อและโคนมของเกษตรกรในพื้นที่ 11, รายงานผลงานวิจัย, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ, 2541.

[34] สายัณห์ ทัดศรี, พืชอาหารสัตว์เขตร้อนการผลิตและการจัดการ, สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ, 2540.

[35] Kirkland, R.M. & Patterson, D.C, The Effect of Quality of Grass and Maize Silage on the Intake and Performance of Beef Cattle, Livestock Science, Vol. 100, pp. 179-188, 2006.

[36] Mustafa, A.F., Hassanat, F. and Berthiaume, R.R, In Situ Fore Stomach and Intestinal Nutrient Digestibility of Sweet Corn Residues, McGill University, Canada, 2003.

[37] Magalhaes, K.A., Valadares Fiho, S.C., Detmann, E., Diniz, L.L., Pina, D.S., Azevedo, J.A.G., Araujo, F.L., Marcondes, M.I., Fonseca, M.A. and Tedeschi, L.O., Evaluation of Indirect Methods to Estimate the Nutritional Value of Tropical Feeds for Ruminants, Anim. Feed Sci. & Tech., Vol. 155(1), pp. 44-54, 2010.