

การศึกษาคุณภาพพืชหมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน ของหญ้าธูซี่ ถั่วท่าพระสไตโล หญ้าแพงโกล่า และถั่วคาวาลเคด

รำไพโร นามสีลี^{1/} แพรวพรรณ เครือมังกร^{2/} พิมพ์พร พลเสน^{1/} สัมพันธ์ มาศโอสถ^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพพืชหมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน ทำการทดลองโดยแบ่งเป็น 4 การทดลองตามชนิดพืช คือ การศึกษาคุณภาพพืชหมักของ (1) หญ้าธูซี่ ตัดที่อายุ 45 วัน (2) ถั่วท่าพระสไตโลตัดที่อายุ 65 วัน (3) หญ้าแพงโกล่าตัดที่อายุ 40 วัน และ (4) ถั่วคาวาลเคด ตัดที่อายุ 60 วัน โดยทำการทดลองทำการหมักพืช ในถุงพลาสติกดำขนาด 10 - 30 กก. และเปิดถุงหมักเพื่อศึกษาคุณภาพที่อายุต่างๆ กัน คือที่ พืชก่อนหมัก 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน หลังการหมัก โดยการทดลองที่ 1 และ 2 ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น การทดลองที่ 3 และ 4 ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา จากการศึกษพบว่า ในทุกการทดลอง ปริมาณวัตถุแห้งของพืชหลังการหมักจะมีค่าลดลงกว่าก่อนการหมักเล็กน้อย และมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างไปจากพืชก่อนหมักมากนัก ระยะเวลาที่เกิดการหมัก ของแต่ละการทดลอง เมื่อประเมินจากค่า pH และปริมาณกรด ของพืชหมัก พบว่าจะต่างกันไป คือ หญ้าธูซี่ใช้เวลาประมาณ 3 วัน หญ้าแพงโกล่าใช้เวลา 21 วัน หรือมากกว่า ถั่วคาวาลเคด และท่าพระสไตโล ใช้เวลา 12 - 15 วัน โดยพืชหมักทุกอายุการหมักของทุกการทดลอง มีคุณภาพการหมักอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ และมีแนวโน้มว่าถั่วท่าพระสไตโลหมักจะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น

คำสำคัญ : หญ้าหมัก กระบวนการหมัก หญ้าธูซี่ หญ้าแพงโกล่า ถั่วคาวาลเคด ถั่วท่าพระสไตโล

เลขทะเบียนวิจัย 47(1) (47 : 7) - 0514 - 050

^{1/}ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ต. ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น

^{2/}ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

The Study on Silage Quality of Ruzi (*Brachairia ruziziensis*), Thapra Stylo (*Stylosanthes guainensis* CIAT 184), Pangola (*Digitaria erantha*) and Cavalcade (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) at Different Stages of Fermentation

Rumphrai Namsele^{1/} Phrawphan Khuamangkom^{2/} Pimpaporn Pholsen^{1/} Somphan Martosot^{2/}

Abstract

The study on silage quality was divided into 4 experiments depend on ensiling material, i.e. Ruzi grass cutting at 45 days (experiment 1), Thapra stylo cutting at 65 days (experiment 2), Pangola grass cutting at 40 days (experiment 3) and Cavalcade cutting at 60 day (experiment 4). Experiment 1 and 2 were carried out at at Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center, and experiment 3 and 4 were carried out t at Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center. In each experiment the silage were made by chopped and ensiling in plastic bag, weight 10-30 kg per bag. The sample of Fresh grass before ensiling and the silage after 3, 6, 9, 12, 15 ,18 and 21 days of ensiling were determine their qualities. The results showed that after ensiling, dry matter content of silage in each experiment were decrease while crude protein content were not much different. The period of fermentation phase in each experiment evaluated from pH value and acid production, was 3 day in Ruzi silage, 21 days or more in Pangola silage and 12 to 15 days in Cavalcade and Thapra stylo silage. The fermentative quality of silage from each experiment was intermediate to poor. Thapra stylo silage trended to retain short storage life due to mold spoilage as a result of bag leaking caused by hard stem of ensiling material.

Key words : Silage Quality, Fermentation Processes, Ruzi Grass, Pangola Grass, Cavalcade, Thapra Stylo

Research Project No. 47 (1) (47 : 7) – 0514 – 050

^{1/} Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center.

^{2/} Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center.

คำนำ

ในปัจจุบันมีเกษตรกรหลายรายที่มีการผลิตพืชหมักเพื่อจำหน่าย และมีเกษตรกรบางรายที่หลังจากสับพืชหมักแล้วอัดลงถุงเสร็จ ก็ทำการจำหน่ายให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทันที โดยไม่รอให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ และหลังจากที่เกษตรกรซื้อพืชหมักไปแล้วก็จะนำพืชหมักนั้นไปเลี้ยงสัตว์ทันที และใช้จนหมดภายใน 2-3 สัปดาห์ แล้วจึงมาซื้อพืชหมักชุดใหม่

ในระบบการผลิตเช่นนี้ พืชหมักที่ผลิตจะมีอายุการหมักสั้น เพียงประมาณ 3 สัปดาห์ เกษตรกรผู้ผลิตและจำหน่ายพืชหมักในลักษณะนี้มักจะมีความได้มากกว่าการที่จะเก็บพืชหมักไว้จนกระทั่งเกิดกระบวนการหมักอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากพืชหมักจะถูกจำหน่ายไปทันทีหลังการอัดพืชหมักลงถุง และไม่มีภาระในเรื่องการเก็บรักษา ประกอบกับกองอาหารสัตว์ได้มีโครงการนำหญ้าเพื่อพัฒนาตลาดเสบียงสัตว์เพื่อการจำหน่าย การผลิตพืชหมักในลักษณะนี้จึงอาจเหมาะสมในกรณีที่เกษตรกรไม่สามารถทำหญ้าแห้งได้ทัน หรือต้องเก็บรักษาหญ้าไว้เพื่อรอจำหน่ายในระยะเวลาสั้น ๆ อย่างไรก็ตามในเรื่องคุณภาพของพืชหมักประเภทนี้ ยังไม่มีข้อมูลที่แน่ชัดว่ามีคุณภาพเป็นอย่างไร และเหมาะสมกับพืชชนิดใดบ้าง ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาคุณภาพของพืชหมักดังกล่าวในช่วงอายุการหมัก 0 - 21 วัน โดยทำการทดลองในพืชหมัก 4 ชนิด ได้แก่ (1) หญ้ารูซี่ (*Brachairia ruziziensis*) หมัก (2) ถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) หมัก (3) หญ้าแพงโกล่า (*Digitaria eriantha*) หมัก และ (4) ถั่วคาวาลเคด (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) หมัก ซึ่งพืชทั้ง 4 ชนิดเป็นพันธุ์ที่กรมปศุสัตว์ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกันอย่างแพร่หลาย ทั้งเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ และผลิตเป็นพืชอาหารสัตว์เพื่อใช้จำหน่าย ทั้งนี้เพื่อให้ทราบว่าพืชหมักลักษณะนี้มีคุณภาพอย่างไร และเหมาะสมสำหรับพืชชนิดใด

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยแบ่งเป็น 4 การทดลองย่อยดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพหญ้ารูซี่หมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น โดยใช้หญ้ารูซี่ ตัดที่อายุ 45 วัน นำพืชที่ใช้หมักมาสับให้มีขนาด 1-2 นิ้ว โดยใช้เครื่องสับ จากนั้นจึงนำมาใส่ในถุงพลาสติกดำ (ซ้อนกัน 2 ถุง) ถุงละ 10 กิโลกรัม อัดให้แน่น เพื่อไล่อากาศออกให้มากที่สุด มัดปิดปากถุงให้แน่น แล้วนำมาเก็บไว้ในที่ร่ม พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างพืชก่อนหมัก เพื่อนำไปหาค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ (AOAC, 1990) และ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble Carbohydrate, WSC) โดยวิธี Anthrone (AOAC, 1990)

หลังจากหมักนาน 0 (พืชก่อนหมัก) 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน ทำการเปิดถุง พืชหมักครั้งละ 4 ถุง เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อพืชหมัก และ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

2. ส่วนประกอบทางเคมี โดยการสับตัวอย่างพืชหมักจากส่วนบน กลาง และล่าง ของถุงหมักนำมาผสมให้เข้ากัน แบ่งตัวอย่างเป็น สองส่วน ส่วนหนึ่งนำมาอบเพื่อหาวัตถุดิบแห้ง และโปรตีนหยาบ และอีกส่วนหนึ่งนำมาสกัดน้ำจากพืชหมัก โดยชั่งพืชหมัก 100 กรัมใส่ในภาชนะ เติมน้ำกลั่น 200 กรัม และคนคลุกเคล้าให้เข้ากันดี แล้วจึงนำไปเก็บในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) นานข้ามคืน จากนั้นจึงนำมากรองโดยใช้กระดาษกรองหยาบ นำน้ำที่สกัดจากพืชหมักมาวิเคราะห์

2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้ pH meter

2.2 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ($\% \text{NH}_3\text{-N} / \text{total N}$) โดยวิธีการกลั่นเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl (ใช้น้ำสกัด 10 มิลลิลิตร เติมน้ำ 40 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร แล้วรีบเอาเข้าเครื่องกลั่นทันที) จากนั้นจึงนำมาไตเตรท ด้วยกรดซัลฟูริก 0.1N

การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพของถั่วท่าพระสไตโลหมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ใช้ถั่วท่าพระสไตโลที่อายุ 65 วัน ทำการหมักและเปิดถุงพืชหมักในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของพืชหมักเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพหญ้าแพงโกล่าที่อายุการหมักต่างๆ กัน

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา โดยใช้หญ้าแพงโกล่าตัดที่อายุ 40 วัน ทำการหมัก และเปิดถุงพืชหมักในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพพืชหมักเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2 แต่ในการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของพืชหมัก ไม่ได้วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน แต่ได้วิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทิริก โดยนำน้ำที่สกัดจากพืชหมักมากลั่นโดยวิธีกลั่นลำดับ ตามวิธีที่เรียบเรียงโดยบุญล้อม และบุญเสริม (2525)

การทดลองที่ 4 การศึกษาคุณภาพถั่วคาวาลเคดหมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา โดยใช้ถั่วคาวาลเคดตัดที่อายุ 60 วัน ทำการหมักและเปิดถุงพืชหมักในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3

โดยทุกการทดลองวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 4 ซ้ำ มีอายุการหมักพืช (3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน) เป็นสิ่งทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของคุณภาพทางเคมีของพืชหมักโดยวิธี Analysis of Variance ของ completely randomized design (CRD) และ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ประเมินระดับคุณภาพการหมักของพืชจาก ค่า pH ปริมาณและสัดส่วนของกรดอินทรีย์ (เฉพาะการทดลองที่ 3 และ 4) และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (เฉพาะการทดลองที่ 1 และ 2) ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินระดับคุณภาพของพืชหมักจากผลผลิตที่ได้จากการหมัก

ผลผลิตที่เกิดจากการหมัก	ระดับคุณภาพพืชหมัก		
	ดี	ปานกลาง	ต่ำ
pH ของพืชหมักมีความชื้นต่ำกว่า 65%	น้อยกว่า 4.8	น้อยกว่า 5.2	มากกว่า 5.2
pH ของพืชหมักมีความชื้นมากกว่า 65%	น้อยกว่า 4.2	น้อยกว่า 4.5	มากกว่า 4.8
กรดแลคติก, %	3-14	แปรปรวน	แปรปรวน
กรดบิวทีริก, %	ต่ำกว่า 0.2	0.2 – 0.5	มากกว่า 0.5
สัดส่วนของกรดทั้งหมด, %			
กรดแลคติก	มากกว่า 60	40 - 60	ต่ำกว่า 40
กรดอะซิติก	ต่ำกว่า 25	25 - 40	มากกว่า 40
กรดบิวทีริก	น้อยกว่า 5	5 - 10	มากกว่า 10
แอมโมเนียไนโตรเจน (% ของไนโตรเจนทั้งหมด)	น้อยกว่า 10	10 - 16	มากกว่า 16

ที่มา: ดัดแปลงจาก Bjorge, M. (1996)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพหญ้าที่อายุการหมักต่างๆ กัน

จากการตรวจสอบหญ้าที่อายุการหมัก 0 (พืชก่อนหมัก) 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน พบว่า

ก. ลักษณะทางกายภาพ

หญ้าที่หมัก ในช่วงอายุการหมัก ตั้งแต่ 3 จนถึง 21 วัน พบว่า มีเนื้อพืชหมักที่แน่น มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย ไม่เหม็น สีพืชหมักเปลี่ยนเป็นสีอมเหลืองมากขึ้น เกิดเชื้อราขึ้นด้านบนปากถุง หลังจากหมักนาน 6 - 9 วัน โดยมีปริมาณการสูญเสียไม่มากนักคือประมาณ 0.5 – 1 เปอร์เซ็นต์ การที่พบเชื้อราอาจเป็นเพราะการอัดพืชหมักลงถุงไม่แน่นพอ และมัดปากถุงได้ไม่แนบสนิท ซึ่งอาจเนื่องจากหญ้าที่มีลำต้นที่อวบ และมีข้อ ปล้องที่ค่อนข้างแข็งทำให้อัดให้แน่นได้ยาก จึงทำให้พบเชื้อราเกิดขึ้นด้านบนของปากถุง โดยเริ่มพบเชื้อราตั้งแต่ช่วง 9 วันหลังจากหมัก

ข. ส่วนประกอบทางเคมีของพืชก่อนและหลังหมัก (ตารางที่ 2)

หญ้าที่ก่อนนำมาหมัก พบว่ามีปริมาณวัตถุแห้ง 26-27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่อนข้างต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ (Cobientz, 2003, Schroeder, 2004) เล็กน้อย มีปริมาณโปรตีน 9.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดเป็นอาหารหยาบในระดับปานกลาง และมีปริมาณ WSC 6.1 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง แม้ว่าอยู่ในช่วงที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (LAB) คือ 6 - 12 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักรวม หรือ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวม (Wilkinson, 1983) แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ และหลังจากการหมักพบว่าหญ้าที่หมักมีปริมาณวัตถุแห้งลดลง อยู่ในช่วง 22 - 23 เปอร์เซ็นต์ โดยมีแนวโน้มว่าจะลดลงเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาการหมักยาวนานขึ้น ส่วนปริมาณโปรตีนหลังการหมักพบว่ามีค่าค่อนข้างคงที่ ไม่แตกต่างกันในแต่ละช่วงของการหมัก และไม่แตกต่างจากช่วงก่อนหมักมากนัก

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมี ของหญ้าที่หมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน

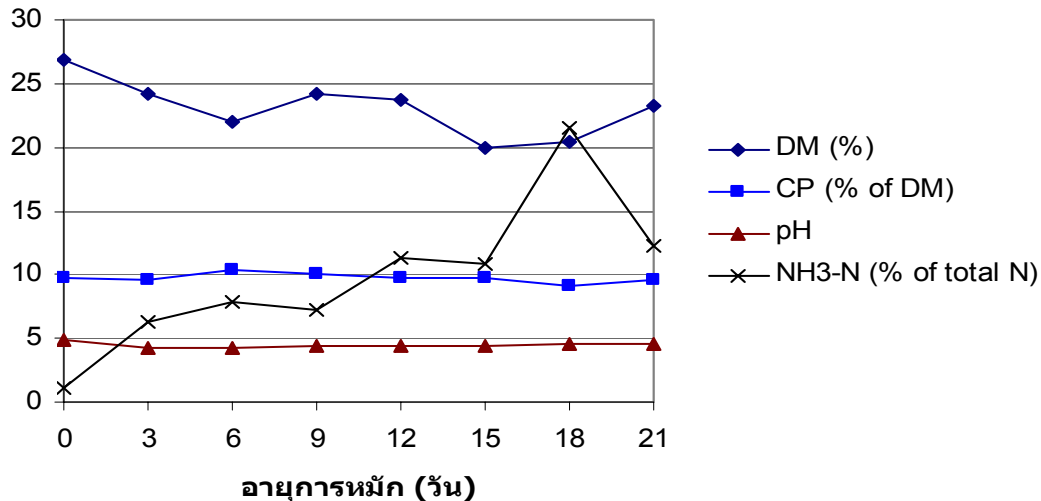
ผลการตรวจสอบ	อายุพืชหมัก (วัน)								CV %
	พืชก่อนหมัก	3	6	9	12	15	18	21	
WSC (%ของวัตถุแห้ง)	6.1	-	-	-	-	-	-	-	
วัตถุแห้ง (%)	26.4	23.8 ^a	23.8 ^a	23.9 ^a	23.8 ^a	23.5 ^{ab}	22.7 ^b	23.0 ^{ab}	3.7
โปรตีน (%ของวัตถุแห้ง)	9.7	9.6 ^a	10.4 ^a	10.1 ^a	9.7 ^a	9.7 ^a	9.2 ^a	9.6 ^a	5.6
pH	5.5	4.7 ^a	4.7 ^a	4.6 ^a	4.5 ^a	4.7 ^a	4.6 ^a	4.5 ^a	6.5
NH ₃ -N (%of Total N)	3.9	9.4 ^b	12.6 ^{ab}	12.4 ^{ab}	14.5 ^{ab}	15.1 ^{ab}	17.3 ^a	12.9 ^{ab}	20.1

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
โดยวิธี DMRT

ค. ระยะเวลาก่อเกิดกระบวนการหมักและคุณภาพการหมัก

จากการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าที่หมักในช่วง 0 - 21 วัน (ภาพที่ 1) พบว่าหญ้าที่ มีระยะการหมัก (Fermentation phase) จะเกิดขึ้นค่อนข้างเร็วมาก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของหญ้าที่หมักจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วง 3 วันแรกจาก 5.5 ในพืชสด (0 วัน) เป็น 4.7 เมื่อหมักได้ 3 วัน จากนั้นจึงมีค่าค่อนข้างคงที่หรือลดลงเพียงเล็กน้อย (ในช่วง 4.5 - 4.7) ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนในพืชหมัก โดยแบคทีเรีย Clostridium พบว่าอยู่ในช่วง 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนทั้งหมด (ยกเว้นในระยะ 3 วันแรกของการหมักซึ่งมีค่า 9.4 เปอร์เซ็นต์)

จากระดับ pH และ ปริมาณ แอมโมเนียไนโตรเจน ในหญ้าที่หมักถ้านำมาประเมินคุณภาพการหมัก (ตามหลักเกณฑ์ตารางที่ 1) จัดว่าอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ คือ มีค่า pH ไม่สูงกว่า 4.8 และมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ส่วนใหญ่ไม่เกิน 16 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนทั้งหมด



ภาพที่ 1 ปริมาณวัตถุแห้ง (DM, %) โปรตีน (CP, % of DM) pH และ แอมโมเนียไนโตรเจน (NH3-N, % of total N) ของหัวข้าวหมักในช่วง 0-21 วัน

การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพของหัวทำพระสไตโลหมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน

จากการตรวจสอบคุณภาพหัวทำพระสไตโลหมักที่อายุการหมัก 0 (พืชก่อนหมัก) 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน พบว่า

ก. ลักษณะทางกายภาพของพืชหมัก

ลักษณะทางกายภาพของหัวทำพระสไตโลหมัก ในช่วงทุกอายุการหมัก (3 - 21 วัน) พบว่า มีสีเขียวคล้ำ ไม่แตกต่างกัน มีกลิ่นเปรี้ยวจางๆ ไม่เหม็น เนื้อพืชหมักแน่น และ เริ่มพบเชื้อราบริเวณด้านบนปากถุงเล็กน้อย ในช่วงการหมัก 6 และ 9 วัน (คิดเป็นน้ำหนักพืชหมักที่ขึ้นราเฉลี่ย 0.5 - 1 เปอร์เซ็นต์) และในช่วงต่อมา (12 - 21 วัน) เริ่มพบเชื้อรามากขึ้น โดยพบทั้งบริเวณปากถุง ด้านข้าง และด้านล่างของถุง โดยมีน้ำหนักพืชที่ขึ้นราเฉลี่ย 3 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหัวทำพระสไตโลมีลักษณะเป็นพุ่ม มีลำต้นที่ค่อนข้างแข็งมีขนาดใหญ่ การมัดถุงอาจไล่อากาศจากปากถุงได้ไม่หมด

ข. ส่วนประกอบทางเคมีของพืชก่อนและหลังหมัก (ตารางที่ 3)

หัวทำพระสไตโลก่อนหมัก มีปริมาณวัตถุแห้งประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการทำพืชหมัก (Cobientz, 2003, Schroeder, 2004) มีปริมาณโปรตีนหยาบค่อนข้างสูง (15 -16 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นเกณฑ์เฉลี่ยของหัว จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี แต่มีปริมาณ WSC ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง หรือ ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ที่สร้างกรดแลคติก (Wilkinson, 1983) หลังจากการหมักมีแนวโน้มว่าปริมาณวัตถุแห้งของหัวทำพระสไตโลหมักจะลดลงเพียงเล็กน้อย และมีค่าที่ไม่แตกต่างกันตลอดช่วงระยะเวลาการหมัก (3 - 21 วัน) ส่วนปริมาณ

โปรตีนหลังการหมักพบว่ามีความที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย (14.7-16.1 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งอาจเกิดจากความไม่สม่ำเสมอของตัวอย่างถั่วที่นำมาหมัก

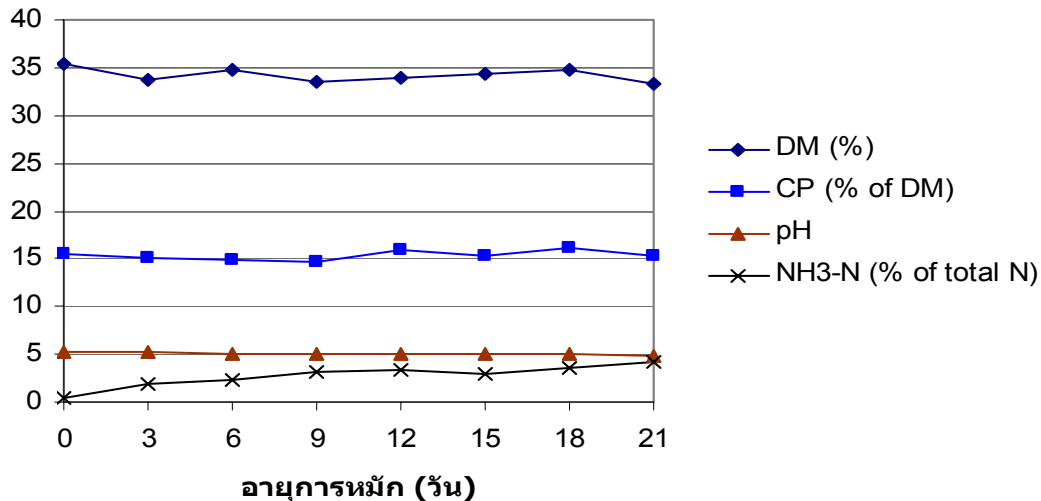
ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมี และ ลักษณะทางกายภาพของถั่วท่าพระสไตโลหมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน

ผลการตรวจสอบ	อายุพืชหมัก (วัน)								cv
	พืชก่อนหมัก	3	6	9	12	15	18	21	%
ส่วนประกอบทางเคมี									
WSC (%ของวัตถุแห้ง)	2.9	-	-	-	-	-	-	-	
วัตถุแห้ง (%)	35.4	33.7 ^a	34.7 ^a	33.5 ^a	34.0 ^a	34.4 ^a	34.8 ^a	33.2 ^a	2.7
โปรตีน (%ของวัตถุแห้ง)	15.4	15.1 ^{ab}	14.8 ^b	14.7 ^b	16.0 ^a	15.2 ^{ab}	16.1 ^a	15.2 ^{ab}	4.0
pH	5.3	5.3 ^a	5.1 ^b	5.1 ^b	5.1 ^b	5.0 ^c	5.0 ^c	4.9 ^c	0.7
NH3-N (%of Total N)	0.4	1.9 ^d	2.3 ^d	3.1 ^{bc}	3.3 ^{bc}	2.9 ^c	3.6 ^b	4.2 ^a	10.0

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยวิธี DMRT

ค. ระยะเวลาการเกิดกระบวนการหมักและคุณภาพการหมัก

ในช่วงระยะเวลาการหมัก 0 - 21 วันพบว่า ถั่วท่าพระสไตโลหมักมีค่า pH ลดลงอย่างช้าๆ และไม่มากนัก คือ จาก 5.3 ในวันที่ 3 ของการหมัก ลดลงมาเป็น 5.1 ในช่วง 12 วัน และลดลงมาคงที่ (pH 4.9 - 5.0) ในช่วง 15-21 วันของการหมัก ซึ่งอาจจะประเมินได้ว่าใช้เวลาการหมักนานประมาณ 12 วัน การที่มีการหมักเกิดขึ้นน้อยอาจเป็นเพราะถั่วท่าพระสไตโลมีปริมาณ WSC อยู่ น้อย ทำให้การเจริญเติบโตของ LAB ไม่ดี มีการผลิตกรดน้อย ไม่สามารถลดระดับ pH ให้ต่ำลงได้มาก นอกจากนี้อาจเกี่ยวข้องกับระดับ Buffering capacity (ความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH) ซึ่งมักจะมีค่าสูงในพืชตระกูลถั่ว ทำให้ค่า pH ลดลงได้ยาก ส่วนสัดส่วนของแอมโมเนียไนโตรเจนมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมัก แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำ (สูงสุดเพียง 4.1 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนทั้งหมด) แสดงว่าโปรตีนในถั่วหมักถูกย่อยสลายเป็นแอมโมเนียน้อยมาก ซึ่งอาจเป็นเพราะถั่วท่าพระหมักมีค่าวัตถุแห้งค่อนข้างสูง (ความชื้นต่ำ 66 - 68 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ Clostridium (Oude Elferink, 2000) จากการประเมินคุณภาพการหมัก (ตามตารางที่ 1) จัดว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง แม้จะมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนอยู่ในระดับที่ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด แต่มีค่า pH อยู่ในระดับที่มีคุณภาพค่อนข้างสูง (มากกว่า 4.8)



ภาพที่ 2 ปริมาณวัตถุแห้ง (DM, %) โปรตีน (CP, % of DM) pH และ แอมโมเนียไนโตรเจน (NH3-N, % of total N) ของมูลไก่พระสโตไลหมักในช่วง 0-21 วัน

การทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพหญ้าแพงโกล่าที่อายุการหมักต่างๆ กัน

จากการตรวจสอบคุณภาพหญ้าแพงโกล่าหมักที่อายุการหมัก 0 (พืชก่อนหมัก) 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน พบว่า

ก. ลักษณะทางกายภาพของพืชหมัก

ลักษณะทางกายภาพของหญ้าแพงโกล่าหมัก พบว่าในช่วง 3 และ 6 วันของการหมัก พืชหมักจะมีสีเขียวอมเหลือง กลิ่นหอมเปรี้ยวเล็กน้อย หลังจากนั้น (อายุการหมัก 9-21 วัน) พืชหมักจะมีสีเขียวอมเขียว มีกลิ่นหอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง มีเนื้อพืชหมักที่แน่น ไม่เป็นเมือก เนื้อพืชไม่จับเป็นก้อน มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม ทุกช่วงอายุการหมักไม่พบเชื้อรา หรือยีสต์ แสดงว่าสามารถอัดได้อากาศออกจากถุงหมักได้ดี ซึ่งอาจเป็นเพราะหญ้าแพงโกล่ามีลำต้นและใบที่เล็กและอ่อนนุ่ม

ข. ส่วนประกอบทางเคมีของพืชก่อนและหลังหมัก

หญ้าแพงโกล่าก่อนนำมาหมัก พบว่ามีปริมาณวัตถุแห้ง 30 เปอร์เซ็นต์ซึ่งค่อนข้างเหมาะสมต่อการทำพืชหมัก มีปริมาณโปรตีนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (7.0 เปอร์เซ็นต์) และมีปริมาณ WSC 7.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับแบคทีเรียในการเจริญเติบโตเพื่อผลิตกรดแลคติกในการหมัก (Wilkinson, 1983) และหลังจากการหมักพบว่าปริมาณวัตถุแห้งวัตถุแห้ง มีแนวโน้มว่าปริมาณวัตถุแห้งจะลดลง และลดลงมากขึ้นเมื่ออายุการหมักนานขึ้น ส่วนปริมาณโปรตีนหลังการหมักพบว่ามีค่าลดลงจากก่อนหมักเพียงเล็กน้อย และมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงระยะเวลาการหมัก 21 วัน (เฉลี่ย 6.4 เปอร์เซ็นต์)

ค. ระยะเวลาการเกิดกระบวนการหมักและคุณภาพการหมัก

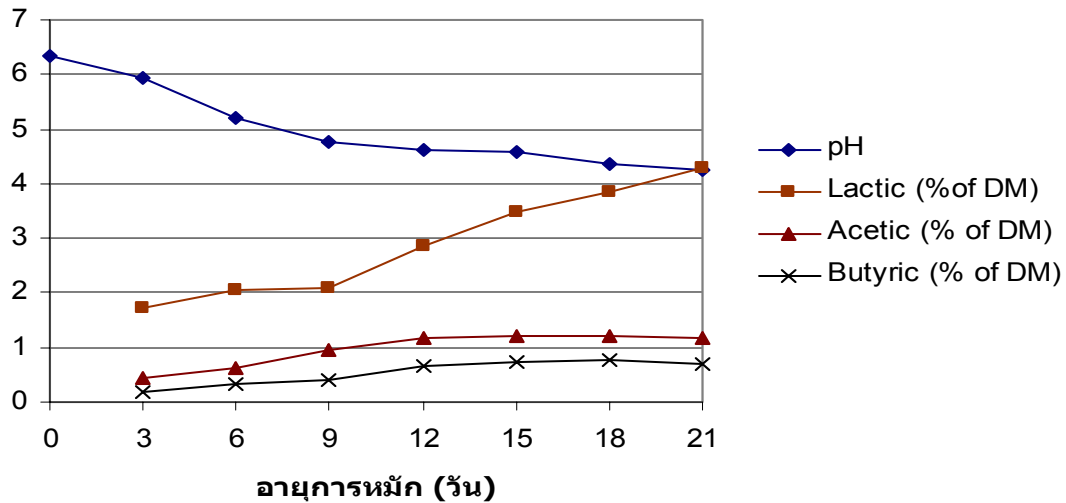
กระบวนการหมักเกิดขึ้นค่อนข้างช้า โดยพบว่าอุณหภูมิที่อายุ 3 และ 6 วันยังคงมีความร้อน และมีหยดน้ำเกาะข้างถุงเล็กน้อยซึ่งบ่งชี้ว่าพีชหมักยังมีการหายใจและอยู่ในระยะ aerobic ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง หรือ pH ของหญ้าแพงโกล่าหลังการหมักจะลดลงอย่างช้าๆ จาก 5.9 ในวันที่ 3 เป็น 4.2 ในวันที่ 21 ของการหมัก สอดคล้องกับปริมาณกรดอินทรีย์ที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้น โดยกรดอะซิติก และ บิวทิริกมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วง 3-12 วันของการหมัก จากนั้นจึงมีค่าคงที่ ในระดับเฉลี่ยประมาณ 1.2 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกรดแลคติก มีแนวโน้มว่าจะยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการหมัก โดยมีปริมาณสูงสุด 4.3 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 21 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการหมักของหญ้าแพงโกล่า ในช่วง 21 วัน อาจยังไม่สมบูรณ์ คือยังมีค่า pH และปริมาณกรดที่ยังไม่คงที่ การที่หญ้าแพงโกล่าเกิดกระบวนการหมักช้าอาจเนื่องจากหญ้าแพงโกล่ามี ลำต้นและใบที่เล็ก เมื่อนำเข้าเครื่องสับเซลล์ของพีชจะไม่แตกจะขาดเป็นท่อนและปลดปล่อยสารอาหารไม่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าที่ซึ่งมีลำต้นใหญ่และอวบน้ำกว่า คุณภาพการหมักของหญ้าแพงโกล่า ในช่วง 21 วันประเมินจากค่า pH และปริมาณกรด (ตารางที่ 1) จัดอยู่ในระดับปานกลาง แต่ถ้าหมักต่อไปก็น่าจะได้พีชหมักที่มีคุณภาพค่อนข้างดี เนื่องจากมีแนวโน้มว่าค่า pH ยังอาจลดลงได้อีก เช่นเดียวกับกรดแลคติกที่อาจจะเพิ่มขึ้นได้อีก

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกล่าหมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน

คุณภาพ	อายุพีชหมัก (วัน)								cv
	พีชก่อนหมัก	3	6	9	12	15	18	21	%
ส่วนประกอบทางเคมี									
WSC (%ของวัตถุดิบแห้ง)	7.3	-	-	-	-	-	-	-	
วัตถุดิบแห้ง (%)	30.0	29.2 ^a	28.9 ^a	26.2 ^b	25.6 ^b ^c	25.2 ^b ^c	25.2 ^b ^c	24.6 ^c	2.45
โปรตีน (%ของวัตถุดิบแห้ง)	7.0	6.34 ^{ab}	6.08 ^b	6.60 ^a	6.54 ^{ab}	6.35 ^{ab}	6.49 ^{ab}	6.52 ^{ab}	4.79
pH	6.33	5.93 ^a	5.21 ^b	4.75 ^c	4.61 ^d	4.57 ^d	4.35 ^e	4.25 ^f	0.97
กรดอินทรีย์ (%ของวัตถุดิบแห้ง)									
กรดแลกติก	-	1.74 ^f	2.05 ^e	2.10 ^e	2.87 ^d	3.48 ^c	3.85 ^b	4.28 ^a	6.68
กรดอะซิติก	-	0.44 ^d	0.64 ^c	0.95 ^b	1.16 ^a	1.20 ^a	1.22 ^a	1.18 ^a	12.2
กรดบิวทิริก	-	0.20 ^b	0.32 ^b	0.39 ^b	0.67 ^a	0.75 ^a	0.77 ^a	0.69 ^a	26.8

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$) โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า pH และปริมาณกรดอินทรีย์ในหญ้าแพงโกล่าหมัก ในช่วง 0-21 วัน

การทดลองที่ 4 การศึกษาคุณภาพถั่ววาลเคดหมักที่อายุการหมักต่างๆ กัน

ผลการตรวจสอบคุณภาพถั่ววาลเคดหมัก ที่อายุการหมัก 0 (พืชก่อนหมัก) 3 6 9 12 15 18 และ 21 วัน พบว่า

ก. ลักษณะทางกายภาพของพืชหมัก

ในช่วง 3 และ 6 วันของการหมัก พบว่าถั่ววาลเคดหมักจะมีสีเขียวอมเหลือง กลิ่นหอมเปรี้ยวเล็กน้อย หลังจากนั้น คือ ที่อายุการหมัก 9 12 15 18 และ 21 วัน พืชหมักจะมีสีเหลืองอมเขียว มีกลิ่นหอมเปรี้ยวคล้ายผลไม้ดอง เนื้อพืชหมักแน่น ไม่จับเป็นก้อน ไม่เป็นเมือก มีส่วนใบและลำต้นที่คงสภาพเดิม ไม่พบเชื้อรา หรือยีสต์ แสดงว่าการอัดใส่ถุงสามารถอัดได้แน่นและได้อากาศออกได้ดี ซึ่งอาจเป็นเพราะ ถั่ว วาลเคดมีลำต้นที่เป็นเถาเลื้อย และลำต้นเล็กอ่อนนิ่ม

ข. ส่วนประกอบทางเคมีของพืชก่อนและหลังหมัก (ตารางที่ 5)

ถั่ววาลเคดก่อนนำมาหมัก พบว่ามีปริมาณวัตถุแห้งค่อนข้างต่ำเล็กน้อย คืออยู่ในช่วงประมาณ 26 – 27 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง 15-16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเกณฑ์เฉลี่ยของถั่ว จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี แต่มีปริมาณ WSC ค่อนข้างต่ำคือ 5.1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งอยู่ในระดับที่อาจจะไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพื่อการผลิตกรดแลคติกในช่วงการหมัก (Wilkinson, 1983) และหลังจากการหมักพบว่าถั่ววาลเคดหมักมีปริมาณวัตถุแห้งวัตถุแห้งลดลงเล็กน้อย และมีแนวโน้มว่าจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อระยะเวลาการหมักยาวนานขึ้น ส่วนปริมาณโปรตีนหลังการหมักพบว่ามีค่าค่อนข้างคงที่ ไม่แตกต่างกันในแต่ละช่วงของการหมัก และไม่แตกต่างจากช่วงก่อนหมักมากนัก

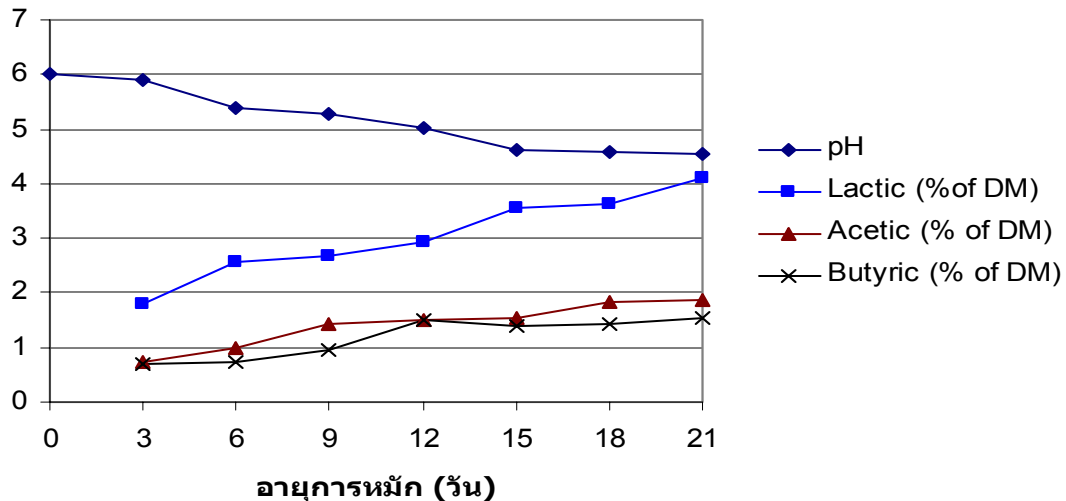
ค. ระยะเวลาการเกิดกระบวนการหมักและคุณภาพการหมัก

ค่า pH ของถั่วคาวาลเคดหมักจะลดลงอย่างช้าๆ ในช่วง 12 วันแรก และอยู่ในระดับคงที่ประมาณ 4.5 - 4.6 ในช่วง 12 - 21 วัน ส่วนปริมาณกรดอินทรีย์ พบว่า ปริมาณกรดแลคติกมีแนวโน้มว่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วง 3 - 21 วัน และค่อนข้างคงที่ในช่วง 6 - 12 วัน ส่วนกรดอะซิติกและกรดบิวทิริก มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มในระยะ 9 -12 วันแรก จากนั้นจึงอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 21 ของการหมักโดยมีค่าเฉลี่ย 1.6 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 4) แสดงว่า ระยะการหมัก ได้สิ้นสุดในช่วง 12 - 15 วัน และจากการประเมินคุณภาพการหมัก จากค่า pH และปริมาณกรด และสัดส่วนของกรด (ตามตารางที่ 5) พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของถั่วคาวาลเคดหมักที่อายุการหมัก ต่างๆ กัน

คุณภาพ	อายุพืชหมัก (วัน)								CV
	พืชก่อนหมัก	3	6	9	12	15	18	21	%
ส่วนประกอบทางเคมี									
WSC (%ของวัตถุแห้ง)	5.1	-	-	-	-	-	-	-	
วัตถุแห้ง (%)	27.5	25.9 ^a	25.5 ^a	23.9 ^b	23.8 ^b	23.4 ^{bc}	22.9 ^{bc}	22.3 ^{bc}	3.78
โปรตีน (%ของวัตถุแห้ง)	16.6	15.6 ^a	15.5 ^a	15.7 ^a	15.4 ^a	15.5 ^a	15.9 ^a	15.7 ^a	1.62
pH	6.02	5.91 ^a	5.40 ^b	5.27 ^c	5.02 ^d	4.60 ^e	4.57 ^e	4.53 ^e	1.50
กรดอินทรีย์ (%ของวัตถุแห้ง)									
กรดแลคติก	-	1.81 ^d	2.55 ^c	2.67 ^c	2.94 ^c	3.57 ^b	3.64 ^b	4.11 ^a	10.2
กรดอะซีติก	-	0.74 ^c	0.99 ^b	1.43 ^{ab}	1.51 ^{ab}	1.53 ^{ab}	1.84 ^{ab}	1.88 ^a	30.9
กรดบิวทิริก	-	0.69 ^c	0.72 ^c	0.96 ^{bc}	1.50 ^a	1.38 ^{ab}	1.43 ^{ab}	1.55 ^a	16.7

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า pH และปริมาณกรดอินทรีย์ในถั่วคาวาลเคด ในช่วง 0-21 วัน

จากผลการทดลองทั้ง 4 งานทดลอง พบว่า ทุกการทดลองจะมีลักษณะที่คล้ายกันคือพืชหลังจากหมักจะมีปริมาณวัตถุแห้งที่ลดลง หรืออีกนัยหนึ่งมีความชื้นที่สูงขึ้นกว่าพืชก่อนหมักเล็กน้อย โดยปริมาณวัตถุแห้งมีแนวโน้มว่าลดลงเล็กน้อยหรือมีความชื้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักยาวนานขึ้น ซึ่งความชื้นที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากน้ำที่เกิดการหายใจของพืชในระยะแรก รวมทั้งน้ำที่เกิดจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ ส่วนปริมาณโปรตีนหยาบของพืชก็แตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของพืชในแต่ละการทดลอง แต่ก็มีลักษณะคล้ายกันคือหลังจากหมักปริมาณโปรตีนจะเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนัก

ปริมาณ WSC ของพืชที่นำมาหมักจากทั้ง 4 ทดลอง มีระดับที่ค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก โดยเฉพาะในถั่วท่าพระสไตโล ซึ่งเป็นลักษณะที่พบโดยทั่วไปของพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อน (Jarrige et al., 1982) ปริมาณ WSC ในพืชที่ใช้หมักจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติก เพื่อผลิตกรดที่จะทำให้พืชหมักมี pH ที่ต่ำลงในระดับที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งหลายได้ ทำให้พืชหมักอยู่ในสภาพที่คงที่ トラバโดที่ไม่มีอากาศเข้าไปในถุง ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในการทดลองหญ้าแพงโกล่า ที่มีปริมาณ WSC 7.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปหมักได้พืชหมักที่มีค่า pH 4.2-4.3 ในขณะที่การทดลองในหญ้าขี้ซึ่งมี WSC 6.1 เปอร์เซ็นต์ ได้หญ้าขี้หมักที่มี pH 4.5 การทดลองในถั่วคาวาลเคด ซึ่งมี WSC 5.1 เปอร์เซ็นต์ ได้พืชหมักที่มี pH 4.5-4.6 และการทดลองในถั่วท่าพระสไตโล ที่มี WSC ต่ำ 2.9 เปอร์เซ็นต์ ได้พืชหมักที่มีเพียง pH 4.9

คุณภาพของการหมักพืชทั้ง 4 การทดลองนั้น แม้จะมีระยะเวลาการเกิดกระบวนการหมักที่ยาวนานต่างกัน แต่ก็มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ และคงสภาพอยู่ได้

ในช่วง 21 วัน ยกเว้นถั่วท่าพระสไตโลหมัก (การทดลองที่ 2) ซึ่งมีแนวโน้มว่า จะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น ประมาณ 9 - 12 วัน เนื่องจากมีราขึ้นทั้งทางด้านบน และด้านข้าง

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพพืชหมัก 4 ชนิด ได้แก่ หญ้าธูปี่ ถั่วท่าพระสไตโล หญ้าแพงโกล่า และ ถั่วคาวาลเคด ที่ทำการหมักในถุงพลาสติกขนาด 10 - 30 กิโลกรัม ในช่วงระยะเวลาการหมัก 21 วัน พบว่า

1. พืชหมักทุกชนิดมีค่าวัตถุแห้งลดลง กว่าก่อนการหมักเล็กน้อย และ มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างไปจากพืชก่อนหมักมากนัก
2. ช่วงระยะเวลาของกระบวนการหมักที่เกิดขึ้น ต่างกันไปในพืชแต่ละชนิดคือ หญ้าธูปี่ใช้เวลา 3 วัน หญ้าแพงโกล่าใช้เวลา 21 วัน หรือมากกว่า ส่วนถั่วคาวาลเคดและท่าพระสไตโล ใช้เวลา 12 - 15 วัน
3. คุณภาพการหมักของพืชหมักทุกชนิด ในช่วง 3-21 วัน อยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ ซึ่งสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้ โดยมีแนวโน้มว่าถั่วท่าพระสไตโลหมักจะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าพืชหมักชนิดอื่น

ข้อเสนอแนะ

1. การเพิ่มคุณภาพพืชหมักอย่างง่าย ๆ อาจทำได้โดย ลดความชื้นของพืชก่อนหมักให้มีความวัตถุแห้งในช่วง 65-70 เปอร์เซนต์ และ ใช้เครื่องดูดอากาศ (เช่น เครื่องดูดฝุ่นขนาดเล็ก) ช่วยในการดูดอากาศออกจากถุง เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากเชื้อราด้านปากถุงได้บ้าง
2. พืชที่มีลักษณะกิ่งก้านแข็ง ไม่ควรใช้ถุงพลาสติกหมัก เพราะจะทำให้ถุงพืชหมักถูกทิ่มแทงเกิดรูรั่วได้ง่าย รวมทั้งการอัดไล่อากาศออกจากถุงก็ทำได้ยากขึ้น
3. ถ้าพืชที่ใช้หมักมีปริมาณน้ำตาลหรือ WSC ต่ำ ควรมีการใช้สารเสริม เช่น กากน้ำตาล ก็จะทำให้การหมักคุณภาพดีขึ้น โดยเฉพาะในถั่ว แต่จะเพิ่มต้นทุน และขั้นตอนในการทำงานมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่. 118 หน้า.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists* 15th edition. Arlington Virginia USA 1298 p.
- Bjorge, M. 1996. Evaluation Silage Quality. Alberta Agricultural Food and Rural Development.
<http://www.agric.gov.ab.ca/crops/forage/silage/silag3.html>. 4p.14/2/03.
- Cobientz, W. K. 2003. Principle of silage making. UACES: Publications.
http://www.uaex.edu/Other_Areas/puplication/HTML/FSA-3052.asp. 1/2/03. 8p.
[1/2/03.](http://www.uaex.edu/Other_Areas/puplication/HTML/FSA-3052.asp)
- Jarrige, R., Demarquilly, C. and Dulphy, J. P. 1982. Forage Conservation. In *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*, p.363-387. ed. J. B. Hacker, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK.
- Oude Elferink, S. J. W.H. , Driehuis. F., Gottschal, J.C. and S.F. Spoelstra. 2000. Silage fermentation processes and their manipulation. In *Silage Making in the Tropics with Particular Emphasis on Smallholders*. Ed L't Mannetje. FAO Plant Production and Protection Paper 161.
- Schroeder, J. W. 2004. Silage fermentation and preservation. NDSU Extension Service. North Dakota State University.
<http://www.ext.nodak.edu/extpubs/ansci/dairy/as1254w.htm>. 10p. 3/6/49.
- Wilkinson, J. M. 1983 . Silage made from tropical and temperate crops: Part 1 The ensiling process and its influence on feed value. *World Animal Review*, 45 :36-42.