ผลของความชื้นที่มีต่อคุณภาพของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

The Effect of Moisture Contents on Baby Corn Peel Silage Quality

วชิระ เลี่ยมแก้ว*
Wachira Liamkaeo
ศศิธร เมธาวิวัฒน์**
Sasithorn Methawiwat

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความชื้นที่มีต่อคุณภาพของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง ดังนี้ : 1) ผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนในที่ร่มเป็นเวลา 0 ชั่วโมง 2) ผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนในที่ร่มเป็นเวลา 12 ชั่วโมง 3) ผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนในที่ร่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง 4) ผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนในที่ร่มเป็นเวลา 36 ชั่วโมง เพื่อลดปริมาณความชื้นก่อนทำการหมัก ใช้ระยะเวลาหมักนาน 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า การลดความชื้นของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน โดยใช้ระยะเวลาที่แตกต่างกันทำให้ทุกสิ่งทดลองมีความชื้น ค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมด (NH_3-N/TN) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การใช้ระยะเวลาเพื่อลดความชื้น 12 ชั่วโมงก่อนการหมัก (สิ่งทดลองที่ 2) ทำให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพดีที่สุดเนื่องจากพืชหมักที่ได้มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 3.5 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์พืชหมักที่ดี และมีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 11.88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานและยอมรับได้

คำสำคัญ: ความชื้น / คุณภาพพืชหมัก / เปลือกข้าวโพดฝักอ่อน

Abstract

A study on the effect of moisture contents on baby corn peel silage quality was arranged in completely randomized design with 4 replications. The treatments were :1) unwilted 2) 12 hours wilted for decreasing moisture before ensiling 3) 24 hours wilted for decreasing moisture before ensiling 4) 36 hours wilted for decreasing moisture before ensiling. All treatments were stored at room temperature in a room for 4 weeks.The results revealed that wilted baby corn peel in different times before ensiling had significantly different ($P<0.05$) of moisture, pH and ammonia-nitrogen per total nitrogen content (NH_3-N/TN) value. From this experiment suggested that 12 hours wilted baby corn peel before ensiling (T_2) could give the high silage quality due to the values of 3.5 pH and 11.88 % NH_3-N/TN were in the range of standard values and acceptable.
Keywords: moisture / silage quality / baby corn peel.

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
**บุคลากรประจำโปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทนำ

ปัจจุบันได้มีความพยายามนำเอาวัสดุเหลือใช้จากไร่นามาใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะโคเนื้อและโคนม ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าอาหารซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดในการเลี้ยงสัตว์วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีมากในช่วงหน้าฝนจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทัน การนำวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมาทำเป็นพืชหมักจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเก็บถนอมพืชไว้ให้สัตว์กินได้อย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะช่วงหน้าแล้งซึ่งมักขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ เศษเหลือที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันและมีคุณค่าทางอาหารอยู่ในเกณฑ์ดี คือ เปลือกข้าวโพดฝักอ่อน ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการนำฝักสดไปจำหน่ายในลักษณะสดและอุตสาหกรรมบรรจุกระป๋อง แต่ปัญหาที่พบในการนำเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนสดมาหมัก คือ ปริมาณความชื้นที่สูงเกินไป ทำให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร Cheva-Isarakul (1990) รายงานว่า เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนมีน้ำหรือความชื้นอยู่ 86.4 % ในขณะที่พรชัย และ บุญฤา (2540) กล่าวว่า ปริมาณความชื้นในต้นพืชที่จะนำมาใช้หมักควรมีค่าอยู่ที่ประมาณ 65-75 % เนื่องจากความชื้นจะมีผลต่อกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก ดังนั้นเพื่อให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพสูงจึงควรทำให้วัตถุดิบมีสภาพที่เหมาะสมต่อการหมัก ซึ่งวิธีการลดความชื้นอาจทำได้โดยการใส่สารดูดความชื้นหรือการผึ่งลดความชื้น ซึ่งสามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่เป็นที่ต้องการได้ (McDonald et al., 1991) ในขณะที่สายัณห์ (2540) และ Wilkinson (1990) กล่าวว่า การผึ่งลดความชื้นเป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกต่อการปฏิบัติ รวมทั้งเพิ่มปริมาณวัตถุแห้งแก่พืชหมักด้วย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความชื้นที่ลดลงจากการผึ่งในระยะเวลาแตกต่างกัน ที่มีต่อคุณภาพของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้แก่เกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์การทดลอง

ดำเนินการศึกษาผลของความชื้นที่มีต่อคุณภาพของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก ณ ฟาร์มโคนม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 ถึงกุมภาพันธ์ 2554 โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลองดังต่อไปนี้

สิ่งทดลองที่ 1 (T_1) ผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนในที่ร่มเป็นเวลา 0 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 2 (T_2) ผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนในที่ร่มเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 3 (T_3) ผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนในที่ร่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 4 (T_4) ผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนในที่ร่มเป็นเวลา 36 ชั่วโมง

วิธีการทดลอง

1. นำเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนที่ใช้หมักตามแผนการทดลองมาสับให้มีขนาด 1-2 นิ้ว โดยใช้เครื่องสับ จากนั้นนำมาบรรจุในถังพลาสติกในน้ำหนัก 5 กิโลกรัม/ถัง อัดและปิดฝาให้แน่น นำไปเก็บไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พร้อมกับเก็บตัวอย่างพืชก่อนหมักในแต่ละสิ่งทดลอง นำไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ และเยื่อใย ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Proximate analysis (AOAC, 1990)

2. เก็บตัวอย่างเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมักทุกสิ่งทดลองในทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์หาค่าโปรตีนหยาบ เยื่อใย pH และ % NH_3-N/TN

3. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ผลโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan' s New Multiple Range Test (Gomez and Gomez,1983)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลของการผึ่งต่อองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนก่อนหมัก

ในการทดลองนี้ถือสภาพของสิ่งทดลองที่ 1 เป็นสภาพของการตัดสด พบว่าเมื่อใช้ระยะเวลาในการผึ่งเพิ่มมากขึ้น ความชื้นในเปลือกข้าวโพดจะมีแนวโน้มลดลง คือ จาก 83.43 เปอร์เซ็นต์ (T_1) เป็น 82.55 เปอร์เซ็นต์ (T_2) 81.81เปอร์เซ็นต์ (T_3) และ 81.59 เปอร์เซ็นต์ (T_4) ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของพรชัยและยงยศ (2541) ที่ทดลองในหญ้ารูซี่ และพบว่า การใช้ระยะเวลาผึ่งหญ้ารูซี่เพิ่มมากขึ้นก่อนการหมักทำให้ความชื้นของหญ้ารูซี่ลดลงอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับการทดลองของ Gordon (1980) ที่ทดลองหมักหญ้า 3 วิธีแตกต่างกัน คือ ไม่มีการผึ่ง ผึ่งโดยใช้ระยะเวลาปานกลาง และผึ่งโดยใช้ระยะเวลานานก่อนการหมักพบว่า ปริมาณวัตถุแห้งจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการผึ่งหญ้าก่อนการหมัก Marsh (1979) กล่าวว่า การผึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในองค์ประกอบของพืช และทำให้พืชระเหยน้ำออกจากต้นทำให้ความชื้นลดลง ส่งผลให้พืชมีปริมาณวัตถุแห้งเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก

ปริมาณโปรตีนหยาบ ถึงแม้ว่าผลการทดลองทางสถิติจะชี้ให้เห็นว่าการใช้ระยะเวลาผึ่งเพิ่มขึ้นไม่ทำให้ปริมาณโปรตีนหยาบแตกต่างกัน (P> 0.05) แต่พอจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้เวลาการผึ่งเพิ่มมากขึ้น ปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นจากสภาพตัดสด (6.65 เปอร์เซ็นต์) กลายเป็น 6.97 เปอร์เซ็นต์ และ 7.10 เปอร์เซ็นต์เมื่อผึ่งที่ 24 ชั่วโมงและ 36 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของ Martinsson (1992) ที่พบว่าการผึ่งพืชนาน 24 ชั่วโมงจะทำให้ได้พืชที่มีปริมาณโปรตีนหยาบสูงกว่าพืชที่ตัดสด

ปริมาณเยื่อใยรวม พบว่าการผึ่งไม่ทำให้ปริมาณเยื่อใยมีความแตกต่างกัน (P> 0.05) แม้จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการผึ่งที่เพิ่มมากขึ้น คือ 22.78 เปอร์เซ็นต์ (T_1) 23.36 เปอร์เซ็นต์ (T_2) 25.03 เปอร์เซ็นต์ (T_3) และ 26.29 เปอร์เซ็นต์ (T_4) ตามลำดับก็ตาม การที่ปริมาณเยื่อใยรวมเพิ่มขึ้นน่าจะมีสาเหตุจากการผึ่งทำให้พืชมีวัตถุแห้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณความชื้นลดลงส่งผลให้เยื่อใยเพิ่มมากขึ้นด้วย ผลที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Tyrolová *and* Vyborná (2011) ที่ทดลองในถั่วลันเตา (*Pisum sativum* L.) ซึ่งพบว่า การผึ่งไม่ทำให้ปริมาณเยื่อใยแตกต่างจากสภาพตัดสด

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

องค์ประกอบของ	ตาก			
เปลือกข้าวโพดฝักอ่อน (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	T_1	T_2	T_3	T_4
วัตถุแห้ง	16.57	17.45	18.19	18.41
โปรตีนหยาบ	6.65	6.16	6.91	7.10
เยื่อใย	22.78	23.36	25.03	26.29

ปริมาณวัตถุแห้งของเปลือกข้าวโพดหมัก

จากการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่า ปริมาณวัตถุแห้งในสัปดาห์ที่ 1 ของทุกสิ่งทดลองไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ในสัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 4 พบว่าทุกสิ่งทดลองมีปริมาณวัตถุแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยสิ่งทดลองที่ 4 จะมีปริมาณวัตถุแห้งสูงสุดในขณะที่สิ่งทดลองที่ 1 จะมีปริมาณวัตถุแห้งต่ำสุด จะเห็นได้ว่าปริมาณวัตถุแห้งในทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มลดลง ตั้งแต่เริ่มกระบวนการหมักจนสิ้นสุดขบวนการ โดยในสัปดาห์ที่ 1 ปริมาณวัตถุแห้งของสิ่งทดลองที่ 1 จนถึงสิ่งทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 14.16, 14.94, 15.84 และ 16.60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 4 ปริมาณวัตถุแห้งมีค่าลดลง คือ 12.82, 13.37, 14.45 และ 14.97 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่าการหมักทำให้ความชื้นในพืชหมักเพิ่มขึ้น (วัตถุแห้ง

ลดลง)โดยเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในสัปดาห์ที่ 2 ของการหมักสอดคล้องกับผลการทดลองของ Uchida *et al.* (1988) ซึ่งพบว่ากระบวนการหมักทำให้เกิดการสูญเสียวัตถุแห้ง การลดลงของปริมาณวัตถุแห้งที่เกิดขึ้นคาดว่าน่าจะเกิดจากจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตในพืชสำหรับการเจริญเติบโต ดังที่สนทยา (2548) กล่าวว่า ในการหมักจะเกิดกระบวนการทางชีวเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่าย (soluble carbohydrate) และโปรตีนในพืชหมัก การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้มีการสูญเสียวัตถุแห้ง

ตารางที่ 2 ผลของระยะเวลาผึ่งต่อปริมาณวัตุแห้งของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน

สิ่งทดลอง	วัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
T_1	14.16	15.47^{ก}	13.11^{ก}	12.82^{ก}
T_2	14.94	15.13^{ก}	13.93^{กข}	13.37^{กข}
T_3	15.84	15.29^{ก}	14.70^{ขค}	14.45^{ขค}
T_4	16.60	18.41^{ข}	16.26^{ค}	14.97^{ค}
C.V. (%)	6.13	4.85	4.36	4.16

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ความเป็นกรดด่างของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

ความเป็นกรดด่างของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมักของแต่ละสิ่งทดลองพบว่า ในทุกสัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง สิ่งทดลองที่ 1 (T_1) ให้ค่า pH สูงสุด คือ 5.2 รองลงมา คือ T_4 ให้ค่า 4.3 ในขณะที่ T_2 และ T_3 ให้ค่า pH ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) คือ 3.5 และ 3.9 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) การที่สิ่งทดลองที่ 1 ให้ค่า pH สูงสุด น่าจะเกิดจากการที่มีความชื้นสูงมากเกินไป เป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติก ทำให้สิ่งทดลองนี้มีค่า pH สูง สอดคล้องกับบุญล้อม และคณะ (2543) ที่กล่าวว่า ถ้าพืชที่นำมาหมักมีความชื้นสูงจะต้องใช้เวลาในการผลิตกรดแลคติกนานจนกว่าจะถึงระดับที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ และการที่สิ่งทดลองที่ 4 มีค่า pH สูงรองลงมาอาจเป็นเพราะระยะเวลาการผึ่งที่นานเกินไป ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrate, wsc) ลดลงมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก ซึ่งใช้สารชนิดนี้เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตทำให้การเจริญไม่ดีผลิตกรดได้น้อยจึงไม่สามารถทำให้ระดับ pH ลดต่ำลงได้ สุนิตา (2551) กล่าวว่า การทำให้จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เพื่อผลิตกรดแลคติกได้มากนั้นจะต้องมีแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้สูง ทั้งนี้เนื่องจากในพืชมีจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์ โดยเฉพาะในกลุ่ม Enterobacteria ที่มีมากจะมีความสามารถสูง ส่วนการที่สิ่งทดลองที่ 2 และ 3 มีค่า pH ต่ำและไม่แตกต่างกัน รวมทั้งค่า pH ค่อนข้างคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 น่าจะเป็นเพราะระยะเวลาในการผึ่งเหมาะสมจึงทำให้มีปริมาณ wsc เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างกรดแลคติกจนทำให้สามารถรักษาระดับของ pH ได้ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับพรชัยและยงยศ (2541) ที่ทดลองในหญ้ารูซี่หมัก และพบว่าการหมักในสภาพสดจะให้ค่า pH สูง เมื่อสิ้นสุดการทดลองเนื่องจากพืชมีความชื้นมากเกินไป ในขณะที่การผึ่งเป็นระยะเวลานานเกินไปจะให้ค่า pH สูงรองลงมา การใช้ระยะเวลาการผึ่งที่เหมาะสมจะทำให้ pH มีค่าต่ำกรมปศุสัตว์ (2547) แนะนำว่า พืชหมักที่มีคุณภาพดีควรมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.5-4.2

ตารางที่ 3 ผลของระยะเวลาผึ่งต่อความเป็นกรดด่าง (pH) ของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรดด่าง			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
T_1	5.7[ก]	5.5[ข]	5.4[ข]	5.2[ข]
T_2	4.1[ก]	4.0[ก]	3.5[ก]	3.5[ก]
T_3	4.1[ก]	3.8[ก]	3.8[ก]	3.9[ก]
T_4	4.6[ก]	4.4[ก]	4.3[กข]	4.3[กข]
C.V. (%)	11.29	12.30	16.34	15.22

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมด (NH_3-N/TN) ของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

จากการทดลองพบว่าปริมาณ NH_3-N/TN ของสิ่งทดลองในแต่ละสัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกสิ่งทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 4) โดยสิ่งทดลองที่ 1 (T_1) จะให้ค่า NH_3-N/TN สูงสุด คือ 22.56 เปอร์เซ็นต์รองลงมา คือ T_4 , T_3 และ T_2 โดยมีค่าเท่ากับ 17.21, 15.65 และ 11.88 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลจากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ปริมาณ NH_3-N/TN จะเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bureenok *et al.* (2005) ที่กล่าวว่า การทำหญ้าหมักในเขตร้อน ปริมาณ NH_3-N/TN มีแนวโน้มจะเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาหญ้าหมัก การที่ T_1 และ T_4 ให้ค่า NH_3-N/TN สูง น่าจะมาจากสาเหตุที่ 2 สิ่งทดลองดังกล่าวมีค่า pH สูง จึงทำให้โปรตีนถูกย่อยสลายเป็นสารละลายไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non protein solution) ในปริมาณที่สูงกว่า T_2 และ T_3 ซึ่งมีค่า pH ต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Muck (1996) ที่กล่าวว่า ค่าความเป็นกรดด่างในพืชหมักที่ต่ำ ($pH \leq 4$) จะช่วยป้องกันไม่ให้โปรตีนในพืชถูกย่อยสลายเป็นแอมโมเนีย จากกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์จำพวกคลอสตริเดียม (clostridium) บางชนิด Tjandraatmadja (1989) กล่าวว่า พืชหมักคุณภาพดีจะมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมด ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของเปลือกข้าวโพดหมักในสิ่งทดลองที่ 2 ซึ่งใช้ระยะเวลาในการผึ่งเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในขณะที่ Anonymous (2010) กล่าวว่า พืชหมักที่มีปริมาณ NH_3-N/TN สูงเกิน 12-15 เปอร์เซ็นต์ มักจะเป็นพืชหมักที่มีค่า pH สูง และโปรตีนถูกย่อยสลายอย่างรุนแรง ซึ่งจะทำให้อายุการเก็บรักษาพืชหมักลดลง

ปริมาณโปรตีนหยาบ (CP) ของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

ปริมาณโปรตีนหยาบของสิ่งทดลองในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่สัปดาห์ที่ 3 ทุกสิ่งทดลองมีค่าโปรตีนหยาบไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มของค่าโปรตีนหยาบเพิ่มมากขึ้น โดยสิ่งทดลองที่ 3 ให้ค่าโปรตีนหยาบสูงสุด คือ 10.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 1, 2 และ 4 ให้ค่าโปรตีนหยาบที่ใกล้เคียงกันคือ 8.44, 8.65 และ 8.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของพรชัย และยงยศ (2541),Yan *et al*. (1996) และ Gordon (1981) ซึ่งพบว่าโปรตีนหยาบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากสิ้นสุดขบวนการหมัก

ตารางที่ 4 ผลของระยะเวลาผึ่งต่อปริมาณ NH_3-N/TN ของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

สิ่งทดลอง	แอมโมเนียไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
T_1	10.56^{ข}	13.87^{ข}	16.18^{ข}	22.56^{ง}
T_2	9.13^{ก}	10.18^{ก}	12.55^{ก}	11.88^{ก}
T_3	9.87^{กข}	15.23^{ค}	12.84^{ก}	15.65^{ข}
T_4	11.13^{ข}	13.98^{ขค}	12.66^{ก}	17.21^{ค}
C.V. (%)	6.44	5.11	3.72	3.13

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ปริมาณเยื่อใย (CF) ของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 6) พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1, 3 และ 4 ปริมาณเยื่อใยของสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่สัปดาห์ที่ 2 ทุกสิ่งทดลองมีปริมาณเยื่อใยไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มของปริมาณเยื่อใยลดลง ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการใช้เยื่อใยเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับ Campbell และ Buchanan-Smith (1991) ที่กล่าวว่า การที่ปริมาณเยื่อใยลดลงเมื่อสิ้นสุดขบวนการหมักเป็นเพราะแบคทีเรียที่มีชีวิตอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตบางส่วนของพืชจึงเกิดการสลายได้ง่ายทำให้ปริมาณเยื่อใยที่ได้จากการหมักลดลง

ตารางที่ 5 ผลของระยะเวลาการผึ่งต่อปริมาณโปรตีนหยาบของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

สิ่งทดลอง	โปรตีนหยาบ (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
T_1	8.07^{ข}	6.28^{ก}	7.77	8.44^{ก}
T_2	7.17^{ก}	6.33^{ก}	7.06	8.65^{ก}
T_3	7.27^{ก}	7.97^{ข}	6.90	10.27^{ข}
T_4	8.21^{ก}	7.34^{ข}	7.92	8.63^{ก}
C.V. (%)	5.52	7.28	9.19	5.83

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 6 ผลของระยะเวลาผึ่งต่อปริมาณเยื่อใยของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก

สิ่งทดลอง	เยื่อใย (เปอร์เซ็นต์)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
T_1	39.47^{ค}	29.87	36.38^{ค}	34.32^{ข}
T_2	43.18^{ง}	30.29	31.78^{ข}	36.49^{ค}
T_3	37.49^{ข}	29.47	30.53^{ก}	30.96^{ก}
T_4	33.96^{ก}	31.19	30.75^{กข}	32.65^{ข}
C.V. (%)	2.33	4.22	1.93	2.91

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของความชื้นที่มีต่อคุณภาพของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก หลังจากหมักได้ 4 สัปดาห์ สรุปได้ คือ

1. ทุกสิ่งทดลองมีปริมาณวัตถุแห้งเมื่อสิ้นสุดการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และปริมาณวัตถุแห้งในทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มลดลง

2. ค่า pH ในทุกสิ่งทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มของค่า pH ลดลงในทุกสิ่งทดลอง อย่างไรก็ตามค่า pH ของสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานของพืชหมักที่ดี ในขณะที่สิ่งทดลองที่ 2, 3 และ 4 ให้ค่า pH ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และอยู่ในเกณฑ์ของพืชหมักที่ดี

3. เมื่อพิจารณาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการหมัก พบว่าทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มของค่าดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น เมื่อขบวนการหมักเสร็จสิ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 1, 3 และ 4 ให้ค่าสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับ ในขณะที่สิ่งทดลองที่ 2 ให้ค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานและยอมรับได้

4. ค่าโปรตีนหยาบของทุกสิ่งทดลองเมื่อเสร็จสิ้นขบวนการหมักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณเยื่อใยของทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มลดลงเมื่อสิ้นสุดระยะการหมัก

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การลดความชื้นของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน โดยใช้ระยะเวลา 12 ชั่วโมงก่อนการหมัก (T_2) จะทำให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพดีกว่าการหมักในสภาพสด (T_1) และการใช้ระยะเวลามากกว่า 12 ชั่วโมง (T_3 และ T_4) เพราะจะทำให้ได้พืชหมักที่มีค่า pH อยู่ในเกณฑ์ พืชหมักที่ดีและมีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนต่อไนโตรเจนทั้งหมด (NH_3-N/TN) ที่เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณโปรตีนที่ถูกทำลายอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ อันจะทำให้การเก็บรักษาพืชหมักมีอายุยาวนานกว่าสิ่งทดลองอื่น

เอกสารอ้างอิง

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. (2543). การปรับปรุงคุณภาพ และการเก็บถนอมอาหารหยาบ. หน้า 192-205 *ใน* เอกสารการสอนชุดวิชา **หลักโภชนศาสตร์และอาหารสัตว์ หน่วยที่ 9-15**. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปศุสัตว์,กรม. (2547). **มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก**. กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พรชัย ล้อวิลัย และบุญฤา วิไลพล. (2540). การถนอมพืชอาหารสัตว์.**วารสารแก่นเกษตร, 25**(4), 213-221.

พรชัย ล้อวิลัย และยงยศ ไทรงาม. (2541). **การศึกษาอิทธิพลของความชื้นของหญ้าที่มีต่อคุณภาพของหญ้าหมัก**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สายัณห์ ทัดศรี. (2540). **พืชอาหารสัตว์เขตร้อนการผลิตและการจัดการ**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนิตา เรืองกาญจน์. (2551). **คุณค่าทางโภชนะและการใช้ประโยชน์ของต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคนม**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สนทยา มูลศรีแก้ว. (2548). **คุณค่าทางโภชนะและการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้ารูซี่หมักสำหรับโค.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Anonymous. (2010). **Silage Analysis & Interpretation**. [Online]. Available : http: //www.hill- laboratories.com. [2010, July 23].

AOAC. (1990). **Official Methods of Analyses of official Analytical Chemists. (15 th ed**.). Arlington Virginia USA.

Bureenok, S., T. Namihira, M. Tamaki, S. Mizumachi, Y. Kawamoto and T. Nakada. (2005). Fermentative quality of guinea grass silage by using fermented juice of the epiphytic lactic acid bacteria (FJLB) as a silage additive. Asian-Australasian **Journal of Animal Sciences, 18**(6), 807-811.

Campbell, C.P., and J.G. Buchanan-Smith. (1991). Effect of alfalfa grass silage dry matter content on ruminal digestion and milk production in lactating dairy cows. Canadian **Journal of Animal Science.** 71, 457-467.

Cheva-Isarakul, B. (1990). **Non-conventional feed for ruminants in Thailand**. ASPAC/FFTC Ext Bull. No. 307 Food & Fertilizer Technology Center Republic of China on Taiwan.

Gomez, K.A., & A.A. Gomez. (1983). **Statistical procedures for agricultural research**. John Wiley & Son. New York , USA.

Gordon, F.J. (1980). The effect of interval between harvests and wilting on silage for milk production. **Animal Production, 31**, 35-41.

Gordon, F.J. (1981). The effect of wilting of herbage on silage composition and its feeding value for milk production. **Animal Production**, **32**, 171-178.

Marsh, R. (1979). The effect of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. **Grass and Forage Science**, **34**, 1-10.

Martinsson, K. (1992). Effects of conservation method and access time on silage intake and milk production in dairy cows. **Grass and Forage Science**, **47**, 161-168.

McDonald, P., Henderson, A.R. & S.J.E. Heren. (1991). **The Biochemistry of Silage.** (2 nd ed.). Chalcombe Publications.Marlow, UK.

Muck, R.E. (1996). **Silage Inoculation : Inoculation of Silage and its Effects on Silage Quality**. US. Dairy Forage Research Center. Lindun Drive West, Mandison.

Tjandraatmadja, M. (1989). The Microbiology and nutritive value of tropical silage. Cited by. L.R. Humphreys. 1991. **Tropical Pasture Utilization**. Cambridge University Press, Cambridge.

Tyrolová, Y. & A. Výborná. (2011). The effects of wilting and biological and chemical additives on the fermentation process in field pea silage. **Czech Journal of Animal Science**, **56**, 427-432.

Uchida, S., K.H.Kim and I. S. Yun. (1988). The effect of wilting on silage making from the viewpoint in connection with monsoon asia (a review). **Journal of Japanese Grassland Science**. 33, 43-49.

Wilkinson, J.M. (1990). **Silage UK**. (6 th ed.). Chalcombe Publications. Marlow, UK.

Yan, T., D.C. Patterson, F.J. Gordon & M.G. Porter. (1996). The effects of wilting of grass to ensiling on the response to bacterial inoculation 1. Silage fermentation and nutrient utilization over three harvests. **Animal Science, 62**, 405-417.