

ผลของการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก ต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือก ซึ่งข้าวโพดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ระยะการหมักต่างๆ

Effect of lactic acid bacteria inoculation on nutritive value of maize cob and
husk with napier pakchong 1 silage at different ensiling period

ปฏิภาณ หน่อแก้ว¹ และ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ^{1*}

Patipan hnokaew¹ and Saowaluck yammuan-Art^{1*}

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือเพื่อศึกษาผลของการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (LAB) ต่อคุณภาพการหมักและองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกซึ่งข้าวโพดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักที่ระยะการหมักแตกต่างกัน โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพืชหมักที่ไม่เสริมต้นเชื้อจุลินทรีย์ (กลุ่มควบคุม) กับเสริมต้นเชื้อจุลินทรีย์ Lactic acid bacteria (กลุ่ม LAB) ที่คัดเลือกได้มาจากหญ้าธูป ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่อายุการหมัก 28, 35, และ 60 วัน เพื่อนำมาประเมินคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมี พบว่าค่า pH และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของกลุ่ม LAB ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (4.65 เทียบกับ 4.39 และ 8.20 เทียบกับ 6.46 ตามลำดับ) ในระยะการหมัก 35 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ปริมาณกรดแลคติกของกลุ่ม LAB มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมในระยะการหมัก 28 วัน ($P < 0.05$) สำหรับองค์ประกอบทางเคมี พบว่า กลุ่ม LAB ที่ระยะการหมัก 28 และ 35 วันมี CF ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) และมี CP สูงกว่ากลุ่มควบคุมในระยะการหมัก 35 วัน ดังนั้น การเสริม Lactic acid bacteria จะช่วยลดการสูญเสียโภชนาที่เป็นประโยชน์ทำให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพที่ดีขึ้นมีความสม่ำเสมอและเก็บรักษาไว้ได้ในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น

คำสำคัญ: แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก, เปลือกซึ่งข้าวโพด, หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1, คุณค่าทางโภชนา, ระยะการหมัก

ABSTRACT: The objectives of this study were to study effect of Lactic acid bacteria inoculation on chemical composition and fermentation quality of napier pakchong 1 with maize cob and husk silage at different ensiling period. Treatments were silage with (treatment) or without (control) Lactic acid bacteria selected from ruzi grass. The samples were collected on 28, 35 and 60 day of fermentation period. The collected samples were determined for the pH value, acetic acid, lactic acid, $\text{NH}_3\text{-N}$ and chemical compositions. These study found that the pH value and $\text{NH}_3\text{-N}$ in LAB group was lower than control group on 28 day of fermentation period (4.65 vs. 4.39 and 8.20 vs. 6.46 respectively). Furthermore, lactic acid concentration in treatment group was higher than control group on 28 day of fermentation period (3.74 vs. 2.88). CF of treatment group was lower than control group on 28 and 35 day of fermentation period and CP was higher than control group on 35 day of fermentation period. Thus, lactic acid bacteria supplementation in silage can reduce the losing of nutritive value, quality silage and prolong preservation.

Keywords: lactic acid bacteria, Maize Cob and Husk, Napier Pakchong 1, Nutritive Value, ensiling period

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ ประเทศไทย 50200

Department of Animal and Aquatic Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Thailand, 50200

* Corresponding author: saowaluck.y@cmu.ac.th

บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันปัญหาหมอกควันพิษยังคงปกคลุมในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ จนส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ โดยมีค่าฝุ่นละอองในอากาศ ค่า PM10 และค่า PM2.5 สูงเกินกว่า 50 และ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ตามลำดับ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยทั่วไป สาเหตุของปัญหาหมอกควันเกิดจากการลักลอบเผาป่า และเพื่อเตรียมพื้นที่ทางการเกษตรทำให้เกิดการสะสมของกลุ่มควันจำนวนมาก ปัญหาชีวมวลจากการปลูกข้าวโพดก็เป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาหมอกควันพิษ เนื่องจากจังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากกว่า 176,493 ไร่ก่อให้เกิดวัสดุเศษเหลือ เช่น ต้น เปลือกหรือซังสูงถึง 26,000 ตันต่อปี ก่อให้เกิดชีวมวลที่ต้องกำจัดทั้งด้วยวิธีการเผาในช่วงฤดูแล้ง ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศได้เช่นกัน จึงได้มีหน่วยงานต่างๆพยายามหาทางแก้ไขด้วยวิธีการลดการเผาชีวมวลที่เกิดจากการผลิตทางการเกษตรที่เป็นสาเหตุของหมอกควันพิษ โดยการนำชีวมวลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์แทนการเผาในที่โล่ง ในด้านการเลี้ยงสัตว์เปลือกซังข้าวโพดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งพบว่าเปลือกซังข้าวโพด มีปริมาณโปรตีน 2.74% ไขมัน 0.27% และเยื่อใย 33.60% (ณิศา, 2556) ซังและเปลือกข้าวโพดมีคุณค่าทางอาหารต่ำจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบเพียงอย่างเดียวจำเป็นต้องใช้ร่วมกับอาหารหยาบชนิดอื่น โดยสามารถใช้ร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่เป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและยังมีมากในฤดูฝน สามารถนำมาทำพืชหมักเพื่อถนอมไว้ใช้ในฤดูแล้งที่พืชอาหารสัตว์ขาดแคลนไม่สามารถผลิตพืชสดได้ ซึ่งการรักษาคุณค่าทางโภชนาการในพืชหมักสามารถทำได้โดยการเร่งให้พืชเกิดกระบวนการหมักให้เร็วกว่าปกติเพื่อที่จะให้คุณค่าทางโภชนาการต่างๆคงอยู่ได้มาก สามารถทำได้โดยเสริมจุลินทรีย์ในกลุ่มที่สามารถดำรงชีวิตได้ในสภาพไร้ออกซิเจนจำพวกแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria, LAB) จะช่วยเร่งกระบวนการหมักให้เกิดได้เร็วขึ้น ทำให้หญ้าหมักเข้าสู่สภาวะคงที่เร็ว เป็นการลดการสูญเสียโภชนา

ที่เป็นประโยชน์ ทำให้ได้หญ้าหมักที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น มีความสม่ำเสมอ และเก็บรักษาไว้ได้ในระยะเวลายาวนานขึ้น (McDonald et al., 1991) อีกทั้ง LAB ที่เสริมควรเป็น LAB ที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมและพื้นที่นั้นๆ จึงได้ทำการคัดเลือก LAB จากหญ้าที่หมัก ซึ่งหญ้าที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะมีปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (WSC) สูง คือ 51.1 % ทำให้จุลินทรีย์กลุ่ม LAB ที่ต้องการคัดเลือกสามารถเพิ่มจำนวนและเจริญเติบโตได้ดี (เจลาและคณะ, 2553) การใช้ LAB ที่คัดแยกจากหญ้าที่หมักจึงเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของพืชหมักได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ ผลของการเสริม LAB ต่อคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักที่เสริมเปลือกซังข้าวโพดที่ระยะการหมักแตกต่างกัน

วิธีการศึกษา

การเตรียมเชื้อแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก

คัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ Lactic acid bacteria จากหญ้าที่หมักที่ระยะการหมัก 21 วัน หลังจากการคัดเลือกเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ Lactic acid bacteria ที่คัดเลือกได้จากหญ้าที่ใช้ ความเข้มข้น 10^7 cfu/ml ทำการผสมต้นเชื้อ ปริมาณ 100 ml ต่อน้ำเกลือเข้มข้น 0.85% ปริมาณ 10 ลิตร เขย่าผสมให้เข้ากันดีจากนั้นนำสารละลายต้นเชื้อ Lactic acid bacteria ในน้ำเกลือ 10 ลิตร ผสมกับหญ้าหมัก 1 ตัน (อัตราส่วนที่ใช้ 10 ml ต่อหญ้าสด 1 กก.)

การเตรียมหญ้าหมัก

นำหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 45 วัน มาตัดให้มีขนาดประมาณ 2-3 เซนติเมตรผสมกับเปลือกซังข้าวโพด ในอัตราส่วน 10 : 1 จากนั้นนำไปหมักใส่ถุง 2 ชั้น ชั้นในเป็นถุงใส ชั้นนอกเป็นกระสอบอาหาร บรรจุหญ้าถุงละ 20 กิโลกรัม และได้วางแผนการทดลองแบบ t-test โดยจะทำการแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม : พืชหมักเดิม 0.85% NaCl กลุ่มที่ 2 กลุ่ม LAB : พืชหมักเดิมเชื้อจุลินทรีย์ Lactic acid bacteria 10^7 cfu/ml

จากนั้นทำการดูดอากาศเพื่อให้มีสภาพไร้ออกซิเจน ทำการเก็บตัวอย่างที่ระยะการหมัก 28, 35 และ 60 วัน

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมัก

ทำการสุ่มตัวอย่างหญ้าหมักที่ระยะการหมัก 28, 35 และ 60 วัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุแห้ง (Dry matter, DM), เถ้า (ash), โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP), ไขมัน (Ether extract, EE) และเยื่อใย (Crude fiber, CF) ตามวิธี Proximate analysis (A.O.A.C., 2000) วิเคราะห์เยื่อใยที่เป็นผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) ลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) ตามวิธี Detergent fiber method (Van Soest et al., 1991)

วิเคราะห์คุณภาพการหมักของหญ้าหมัก

ทำการสุ่มตัวอย่างหญ้าหมัก จากนั้นนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยเครื่อง pH meter วิเคราะห์หาปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃) โดยเครื่อง Kjeldahl method วิเคราะห์หาปริมาณของกรดแลคติกโดยใช้ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยของกลุ่มการทดลอง 2 กลุ่มอิสระต่อกัน (t-test for Independent Sample) โดยใช้โปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการประเมินคุณภาพของหญ้าหมักกลุ่มควบคุมและกลุ่ม LAB พบว่าที่ระยะการหมัก 28 วัน ค่า pH ของกลุ่ม LAB มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (4.44 เทียบกับ 4.27) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของกลุ่ม LAB มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (6.35 เทียบกับ 6.05) โดยแอมโมเนียมีฤทธิ์เป็นด่างจึงมีผลทำให้ pH เพิ่มขึ้น (บุญส่งและคณะ, 2555) ปริมาณกรดแลคติกของกลุ่ม LAB สูงกว่ากลุ่มควบคุม (3.74 เทียบกับ 2.88) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากกลุ่ม

ที่เสริม LAB สามารถเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้น้ำให้เป็นกรดแลคติกได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถเก็บถนอมพืชหมักได้นานขึ้น (Basso et al., 2014) ที่ระยะการหมัก 35 วัน พบว่า pH และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของกลุ่ม LAB ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (4.39 เทียบกับ 4.65 และ 6.46 เทียบกับ 8.20 ตามลำดับ) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจาก LAB ที่เสริมช่วยเร่งปฏิกิริยาการหมักทำให้ pH ลดลงได้เร็วและลดกระบวนการย่อยสลายโปรตีน (proteolysis) มีผลทำให้เกิดแอมโมเนียไนโตรเจนและ pH ลดลง (Sun et al., 2009; Guo et al., 2013) และค่า pH ที่ลดลงของกลุ่มเสริม LAB ยังสอดคล้องกับปริมาณกรดแลคติกของกลุ่ม LAB ที่มากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากกรดแลคติกมีความเป็นกรดจึงมีผลทำให้ pH ลดลง (เสมอใจ, 2554) และที่ระยะการหมัก 60 วัน pH ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนและปริมาณกรดแลคติกของกลุ่มควบคุมและกลุ่ม LAB ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากการประเมินองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักกลุ่มควบคุมและกลุ่ม LAB พบว่าที่ระยะการหมัก 28 วัน ปริมาณเยื่อใย (CF) ของกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่ากลุ่ม LAB (31.26 เทียบกับ 30.31) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากกระบวนการหมักที่เสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกจะไปแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกดังกล่าวจะใช้สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรตได้แก่ แป้ง เยื่อใย เพื่อผลิตกรดแลคติกและกรดอินทรีย์อื่นๆ จึงมีปริมาณเยื่อใยต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (ฉันทนา, 2549) ปริมาณวัตถุแห้ง (DM) อินทรีย์วัตถุ (OM) โปรตีน (CP) ไขมัน (EE) เยื่อใยที่เป็นผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) ลิกนิน (ADL) และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่าย (NFE) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่ม LAB ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ที่ระยะการหมัก 35 วัน พบว่า DM และ CF ของกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่ากลุ่ม LAB (23.84 เทียบกับ 20.49 และ 37.19 เทียบกับ 33.29) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ระหว่างการหมักทำให้เกิดการย่อยสลายวัตถุแห้งเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ปริมาณวัตถุแห้งลดลงเมื่อระยะเวลาการหมักผ่านไปหลายวัน (Nguyen et al., 2005) และ

ระหว่างกระบวนการหมักที่เสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกลงไปแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกดังกล่าวยังจะไปใช้สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรตได้แก่ แป้ง เยื่อใย เพื่อผลิตกรดแลคติกและกรดอินทรีย์อื่นๆ จึงมีปริมาณเยื่อใยต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (ฉันทนา, 2549) CP ของกลุ่ม LAB มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (4.99เทียบกับ4.30) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เป็นเพราะว่าการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกในกระบวนการหมักทำให้มีค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็วที่สามารถจะไปยับยั้งการทำงาน

ของจุลินทรีย์กลุ่ม proteolytic และหยุดการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะไม่สามารถทำงานได้ในสภาวะที่เป็นกรดหรือที่ pH ประมาณ 4.5-3.8 (Sharp et al., 1994) ในขณะที่ OM, EE, NDF, ADF, ADL และ NFE ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และที่ระยะการหมัก 60 วัน พบว่า ปริมาณ DM, OM, CP, CF, EE, NDF, ADF, ADL และ NFE ของกลุ่มควบคุมและกลุ่ม LAB ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

Table 1. The fermentation Quality of Maize cob and husk with Napier Pakchong 1 silage inoculation with or without lactic acid bacteria at different ensiling period

Day	Treatment	pH	NH ₃ -N (g/kg DM)	Lactic acid (%DM)
28	Control	4.27 ^A	6.05	2.88 ^A
	LAB	4.44 ^B	6.39	3.74 ^B
	SEM	0.040	0.106	1.217
	p-value	0.029	0.112	0.041
35	Control	4.65 ^A	8.20 ^A	2.46
	LAB	4.39 ^B	6.46 ^B	2.93
	SEM	0.510	0.301	0.134
	p-value	0.005	<0.001	0.091
60	Control	4.15	4.68	4.76
	LAB	4.21	4.45	4.36
	SEM	0.018	0.080	0.158
	p-value	0.084	0.185	0.254

^{A, B} Means along columns among ensiling period with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$, SEM: Standard error of the mean

Table 2. The chemical composition of Maize cob and husk with Napier Pakchong 1 silage inoculation with or without lactic acid bacteria at different ensiling period

Day	Treatment	DM	OM	CP	EE	CF	NDF	ADF	ADL	NFE
(% DM basis)										
28	Control	21.19	90.41	4.98	2.53	31.26 ^A	78.12	46.48	8.94	51.61
	LAB	23.67	90.73	4.78	2.47	30.31 ^B	76.79	46.37	8.46	53.27
	SEM	0.652	0.150	0.126	0.043	0.543	0.829	0.631	0.402	1.23
	p-value	0.224	0.386	0.540	0.633	0.026	0.075	0.875	0.238	0.431
35	Control	23.84 ^A	90.08	4.30 ^A	2.33	37.19 ^A	80.64	52.17	10.61	46.59
	LAB	20.49 ^B	90.80	4.99 ^B	2.69	33.29 ^B	79.85	48.85	9.64	48.92
	SEM	0.755	0.203	0.082	0.137	0.970	0.966	2.032	0.569	1.62
	p-value	<0.001	0.058	<0.001	0.244	0.003	0.686	0.057	0.100	0.115
60	Control	26.49	91.68	3.83	2.48	31.93	76.76	51.75	10.37	53.84
	LAB	24.18	91.31	4.24	2.19	31.49	77.67	50.36	9.27	51.90
	SEM	1.370	0.274	0.159	0.129	0.146	0.849	1.749	0.775	2.35
	p-value	0.460	0.673	0.247	0.338	0.078	0.383	0.541	0.181	0.685

^{A, B} Means along columns among ensiling times with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$,

SEM: Standard error of the mean

สรุปผลการทดลอง

ในการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกที่คัดแยกจากหญ้าหมัก สามารถช่วยเร่งกระบวนการหมักของเปลือกขังข้าวโพดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ให้เกิดได้เร็วขึ้น ทำให้พืชหมักเข้าสู่สภาวะคงที่เร็ว เป็นการลดการสูญเสียโภชนาที่เป็นประโยชน์ ทำให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น คือ ทำให้ค่า pH ของพืชหมักลดลงได้รวดเร็วเนื่องจากสามารถผลิตกรดแลคติกได้มาก นอกจากนี้ยังช่วยลดการสูญเสียโปรตีน ดังนั้นการเสริมแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกในเปลือกขังข้าวโพดหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้พืชหมักมีคุณภาพที่ดีและสามารถเก็บไว้ได้นานยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการศึกษครั้งนี้ในงานทดลองครั้งนี้ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในการระบุสายพันธุ์ของ lactic acid bacteria ที่คัดเลือกมา เพื่อให้มีความชัดเจนในคุณลักษณะของสายพันธุ์และยังต้องมีการได้ศึกษาการย่อยได้ในตัวสัตว์เพื่อจะได้นำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการผลิตสัตว์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ชั้นทนา น่วมนวล. 2549. กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดหมักคุณภาพดีและการประเมินคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาที่ใช้อยู่โคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณิศา เบ้งทินา. 2556. การปรับปรุงคุณภาพของเปลือกและขังข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคขาวลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์, วิทยา สุมาลย์, วิโรจน์ ฤทธิธำชัย และรำไพโร นามสีลี. 2555. การศึกษาคุณภาพของพืชหมักในถุงพลาสติกดำที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ. รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 135-152.

- เฉลา พัทธสินสุข, จริยา บุญจรัส และ
จิรพัฒน์ วงศ์พัฒน์. 2553. การรวบรวม
และจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของ
พืชอาหารสัตว์. รายงานผลงานวิจัยประจำ
ปี 2553 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 77.
- เสมอใจ บุรินอก. 2554. การใช้แบคทีเรียกรดแลคติก
ในน้ำพืชมักเป็นสารเสริมชนิดใหม่ในพืช
หมักเขตร้อน. แก่นเกษตร 39:85-98.
- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis of
the Association of Official Analytical
Chemists. Vol.1, 15th ED., Washington.
- Basso, F.C., A. t. Adesogan, E.C. Lara, C.H.S.
Rabelo, T.T. Berchielli, I. A.M. A. Teixeira,
G.R. Siqueira, and R.A. Reis. 2014.
Effect of feeding corn silage inoculated
with microbial additives on the ruminal
fermentation, microbial pro yield, and
growth performance of lambs. J. Anim.
Sci. 92:5640-5650
- Guo, X.S., D.J. Undersander, and D.K. Combs.
2013. Effect of Lactobacillus inoculants
and forage dry matter on the
fermentation and aerobic stability of
ensiled mixed-croft tall fescue and
meadow fescue. J. Dairy. Sci. 96:1735-
1744.
- McDonald, P., A. R. Henderson, and S.J.E. Heron.
1991. The biochemistry of silage. 2nd
ed. Chalcombe Publications,
Marlow,Bucks, UK
- Nguyen, V., R. Mathias, and G. D. Smith. 2005.
A stochastic automata network
descriptor for Markov chain models of
instantaneously coupled intracellular
Ca²⁺ channels. Bull Math Biol. 67:393-
432.
- Sharp, R. P. G. Hooper, and D. G. Armstrong.
1994. The digestion of grass silages
produced using inoculants of lactic acid
bacteria. Grass Forage Sci., 49:42-53.
- Sun, Z., S. M. Liu, G.O. Tayo, S.X. Tang, Z.L. Tan,
B. Lin, Z.X. He, X.F. Hang, Z.S. Zhou,
and M. Wang. 2009. Effect of cellulose
or lactic acid bacteria on silage
fermentation and in vitro gas production
of several morphological fractions of
maize stover. Anim. Feed Sci. Technol.
152:219-231.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, and B.A. Lewis.
1991. Methods for dietary fiber, neutral
detergent fiber, and nonstarch
polysaccharides in relation to animal
nutrition. J. Dairy Sci.74:3583-3597.