

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกากหม่ำหมัก

A study of chemical composition in ensiled mao pomace

กานดา ล้อแก้วมณี^{1*} และ รัตนทิพย์ ขันขจร¹

Kanda Lokaewmanee^{1*} and Ruttanathip Kunkejorn¹

บทคัดย่อ: การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในกากหม่ำหมัก ใช้แผนการทดลองแบบ 3x3 แฟคทอเรียลแบบสุ่มสมบูรณ์ (3x3 factorial arrangement in Completely Randomized Design) มี 2 ปัจจัย คือ การเสริมสารช่วยหมัก (ไม่เสริม, เสริมกากน้ำตาล 1.5%, เสริมกากน้ำตาล 1.5% ร่วมกับใบกระถิน 5%) และระยะเวลาในการหมัก (0, 7 และ 14 วัน) ผลการศึกษาพบว่า การเสริมสารช่วยหมักมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) และเปอร์เซ็นต์โปรตีน (Crude protein, CP) มีค่าสูงขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเยื่อใยผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และเปอร์เซ็นต์ลิกนินในเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) มีค่าลดลง ($P < 0.05$) การเพิ่มระยะเวลาในการหมักมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งลดลง ในขณะที่เปอร์เซ็นต์โปรตีน เยื่อใยผนังเซลล์ (NDF) และลิกนินในเซลลูโลส (ADF) มีค่าสูงที่สุดที่ระยะเวลาการหมัก 7 วัน ในส่วนของผลค่าพลังงานรวม (Gross energy, GE) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) นอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเสริมสารช่วยหมักกับระยะเวลาในการหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีในกากหม่ำหมัก ($P > 0.05$) จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการเสริมสารเสริมช่วยหมักและระยะเวลาในการหมักส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของกากหม่ำหมัก ในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ในการหม่ำหมักเพื่อประกอบการตัดสินใจใช้กากหม่ำหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์ต่อไป

คำสำคัญ: องค์ประกอบทางเคมี, กากหม่ำหมัก, โปรตีน

ABSTRACT: This study was investigated on chemical composition of ensiled mao pomace. 3x3 factorial arrangements in Completely Randomized Design were used. Factor A was feed additive (no supplement, molasses 1.5%, molasses 1.5%+leucaena leaves 5%). Factor B was fermentation period (0, 7 and 14 days). The results showed that dry matter (DM) and crude protein (CP) content were significantly increased with silage additive. But NDF and ADF were decreased ($P < 0.05$). Dry matter content was significantly decreased with an increase in fermentation period. At 7 days of fermentation period, crude protein content, NDF and ADF were highest as compared with other fermentation periods, while GE was not different by silage additive and fermentation period ($P > 0.05$). Interaction between silage additive and fermentation period had no effect on the chemical composition in ensiled mao pomace ($P > 0.05$). Based on the experimental data, it could be concluded that feed additive and fermentation period had an effect on the chemical composition of ensiled mao pomace. For future research, the microbial populations in ensiled mao pomace should be determined for decision making together with the chemical composition on using ensiled mao pomace as animal feed.

Keywords: Chemical composition, ensiled mao pomace, protein

¹ ภาควิชาเกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

Department of Agriculture and Resources, Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalermprakiat Sakon Nakhon Province Campus

* Corresponding author: csnkdp@ku.ac.th

บทนำ

มะเมาะ หรือ หมาเมาะ หรือ มะเมาะหลวง จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มีชื่อท้องถิ่นอื่นๆ อีก เช่น มะเมาะต้นเมาะ (ภาคกลาง) หมาเมาะ (ภาคอีสาน) หมาเมาะป่าเหมา (ภาคเหนือ) เมาะ หมาเมาะหลวง มัดเซเมาะเสี้ยน เป็นต้น เมาะเป็นพืชจีนส Antidesma ที่มีประมาณ 170 ชนิด (Species) มีการกระจายตัวอยู่ในเขตโลกเก่าของเขตร้อน (Old world tropic) หมายถึง ยุโรป เอเชีย และแอฟริกา รวมถึงหมู่เกาะโดยรอบ สำหรับในทวีปเอเชียจะพบเมาะเป็นจำนวนมากในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะเขตรอบเทือกเขาภูพาน จังหวัดสกลนครและจังหวัดใกล้เคียง สามารถพบต้นเมาะที่มีอายุมากกว่า 50 ปี (Hoffman, 2005) เมาะเป็นผลไม้พื้นเมืองที่ไม่อาจมองข้ามได้ทั้งในแง่ของคุณค่าที่มีต่อสุขภาพและมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยคุณค่าทางอาหารของเมาะนั้น อุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายต้องการถึง 16 ชนิด ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้ ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ อีกทั้งอุดมไปด้วยเบต้าแคโรทีนและคอลลาเจน ส่วนมูลค่าทางเศรษฐกิจนั้น แต่เดิมเมาะจะนิยมรับประทานเฉพาะผลสดเท่านั้น แต่ในปัจจุบันนิยมนำผลสุกมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนหลายชนิด ได้แก่ น้ำเมาะ (Mao squash) น้ำเมาะพร้อมดื่ม (Ready to drink juice) น้ำเมาะแท้ (Pure juice) ไวน์เมาะ (Mao wine) แยมเมาะ (Mao jam) เยลลี่เมาะ (Mao jelly) ขนมหีบเคี้ยวจากหมาเมาะ (Mao chewy candy) คุกกี้เมาะ (Mao cookies) และชาใบเมาะ (Mao leaf tea) เป็นต้น (สุตารัตน์, 2555) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเมาะมีหลากหลายรูปแบบ ทำให้มีชื่อเสียงจากกระบวนการผลิตจำนวนมาก ซึ่งได้แก่ กากเมาะ (Mao pomace) โดยในปี พ.ศ. 2554 และ 2555 ผลิตภัณฑ์จากเมาะมียอดจำหน่ายเป็นอันดับ 3 ของสินค้า OTOP ของจังหวัดสกลนคร มูลค่าการจำหน่ายคือ 30 และ 38 ล้านบาท ตามลำดับ (สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดสกลนคร, 2558) ศิริพร (2547) รายงานว่ากากเมาะที่

เป็นเศษเหลือทิ้งคิดเป็นอัตราส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมาะสด จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นพบว่าในแต่ละปีการผลิตน้ำเมาะประเภทต่างๆ รวมทั้งไวน์เมาะจะมีกากเมาะเป็นของเหลือจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งหากมีการนำกากเมาะมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารสัตว์ ก็ช่วยลดเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปเมาะได้ จากข้อมูลงานวิจัยของเฉลิมพล และคณะ (2550) รายงานว่ากากเมาะมีคุณค่าทางโภชนาการอยู่ในระดับพอใช้ โดยกากเมาะมีโปรตีนรวมเท่ากับ 10.7 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกากเมาะดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงหาวิธีเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในกากเมาะ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้เป็นอาหารสัตว์ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในกากเมาะที่ทำการหมักร่วมกับสารเสริม คือ ไบโกระถินแห้งเนื่องจากที่เป็นแหล่งโปรตีนหยาบเป็นองค์ประกอบสูงประมาณ 24.4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ รวมทั้งยังเป็นพืชอาหารสัตว์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น นอกจากนี้ไบโกระถินยังประกอบด้วยสารคอนเดนส์แทนนินส์ (condensed tannins; CT) ซึ่งจะสามารถจับตัวกับโปรตีนได้ ทำให้โปรตีนมีไหลผ่านไปยังลำไส้เล็กและนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง (Hung et al., 2013) ในกระบวนการหมักอาศัยการทำงานของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) ในสภาพไร้อากาศ โดยใช้น้ำตาลในกากน้ำเมาะและให้ผลผลิตเป็นกรดแลคติกในปริมาณมากพอที่จะทำให้ค่า pH ลดลงต่ำกว่า 4.2 ซึ่งจะไปมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ทำให้สามารถเก็บรักษาคุณภาพของพืชหมักไว้ได้ (เสมอใจ และคณะ, 2554) โดยทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกากเมาะหมักที่ระยะเวลาการหมักเท่ากับ 0, 7 และ 14 วัน เนื่องจากต้องเปรียบเทียบระยะเวลาในการหมัก เพราะการหมักในช่วง 0 วัน ยังไม่มีการหมักเกิดขึ้น ในช่วง 7 วัน จะเป็นช่วงที่เริ่มมีการผลิตกรดแลคติก และเมื่อมีการหมักต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 14 วัน จะเป็นช่วงที่มีการผลิตกรดแลคติกมากเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

วิธีการศึกษา

นำกากหมากเฒ่าที่ได้มาจากการคั้นน้ำสด จากสวนวรรณวงศ์ ตำบลสร้างค้อ อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดสกลนคร นำกากเฒ่ามาหมักในถังดำชนิดเหนียวขนาด 25×30 นิ้ว บรรจุจุณละ 5 กิโลกรัม ตามอัตราส่วนที่กำหนด โดยใช้แผนการทดลองแบบ 3×3 แฟคทอเรียลแบบสุ่มสมบูรณ์ (3×3 Factorial arrangement in CRD) ซึ่งมี 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1 สารเสริมช่วยหมัก (กากเฒ่าหมักโดยไม่เสริมสารช่วยหมัก = T1, กากเฒ่าหมักโดยเสริมกากน้ำตาล 1.5 เปอร์เซ็นต์ = T2, กากเฒ่าหมักเสริมกากน้ำตาล 1.5 เปอร์เซ็นต์ และใบกระถินแห้ง 5 เปอร์เซ็นต์ = T3) ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาในการหมัก (0, 7 และ 14 วัน) เมื่อครบกำหนดเวลาเปิดถุงหมักในแต่ละระยะเวลาของการหมัก ทำการสุ่มตัวอย่างกากเฒ่าหมักประมาณ 500 กรัม เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้ง (Dry matter, DM) เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวม (Crude protein, CP) และค่าเฉลี่ยพลังงานรวม (Gross energy, GE) ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) การวิเคราะห์เยื่อใยผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และลิกนินเซลล์ลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ใช้วิธีของ (กมลทิพย์, 2554) ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลอง เพื่อทดสอบทางสถิติแบบ 3×3 Factorial arrangement in CRD โดยใช้ Proc ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการทดลององค์ประกอบทางเคมีของกากเฒ่าแสดงใน Table 1 พบว่า การเสริมสารช่วยหมัก (กากน้ำตาล) มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งในกากเฒ่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และการ

เพิ่มระยะเวลาในการหมักมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งในกากเฒ่าหมักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับ Nguyen et al. (2005) ที่กล่าวว่า ปริมาณของวัตถุดิบแห้งของใบหม่อนหมักจะลดลงเมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้น จักรี และคณะ (2555) รายงานว่าการเสริมสารช่วยหมักและการเพิ่มระยะเวลาการหมักมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเสริมสารช่วยหมักยังมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับรายงานของสายขิม และคณะ (2553) รายงานว่าค่าเฉลี่ยโปรตีนรวมของพืชหมักจากยอดอ้อยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ในการศึกษาครั้งนี้กากเฒ่ามาหมักร่วมกับมีการเสริมกากน้ำตาลและใบกระถิน และเพิ่มระยะเวลาในการหมัก ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากในกากเฒ่ามีปริมาณน้ำตาลเหลืออยู่และอาจเป็นผลจากจุลินทรีย์ได้แก่ แบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) และยีสต์ ซึ่งนำน้ำตาลมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตได้ เช่นเดียวกับรายงานของ วราพันธ์ และคณะ (2547) ที่พบว่า โปรตีนของกากมันสำปะหลังหมักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้น พิพัฒน์ (2544) กล่าวว่า เศษเหลือจากพืชหมักและผลไม้แปรรูป เช่น เปลือกสับปะรด แอปเปิ้ล และลูกแพร์ ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลเหลืออยู่จึงเป็นแหล่งพลังงานสำหรับจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก แต่การนำเศษเหลือจากผลไม้มาทำเป็นพืชหมักที่มีคุณภาพดี ควรเสริมแหล่งโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตด้วย จากรายงานของนิรันดร์ (2551) กล่าวว่าสารช่วยหมักจะเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำ (Water soluble carbohydrate, WSC) ให้สูงขึ้น ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ดังนั้นการทดลองครั้งนี้เมื่อมีการนำกากเฒ่ามาหมักร่วมกับกากน้ำตาลและใบกระถิน และมีระยะเวลาการหมักที่ 14 วัน จึงมีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มขึ้น

Table 1 Chemical composition of ensiled mao pomace

Chemical	Dry matter (%)			CP (%DM)			NDF (%DM)			ADF (%DM)			GE (Mcal/kgDM)							
	0day	7day	14day Avg.	0day	7day	14day Avg.	0day	7day	14day Avg.	0day	7day	14day Avg.	0 day	7 day	14 day Avg.					
T1	45.41	40.14	38.68	41.41 ^{ab}	6.67	7.11	6.79	6.86 ^b	82.60	86.45	84.88	84.64 ^a	63.87	67.78	65.88	65.84 ^a	4635.30	4552.76	4552.76	4589.70
T2	43.23	39.58	36.85	39.89 ^b	7.02	7.27	7.56	7.28 ^b	81.83	84.80	84.05	83.56 ^a	63.50	63.31	67.17	64.66 ^a	4643.03	4602.57	4602.57	4603.24
T3	45.39	42.65	40.69	42.91 ^a	8.39	10.03	8.92	9.11 ^a	77.44	79.65	76.78	77.96 ^b	58.95	62.10	58.45	59.83 ^b	4558.50	4642.95	4642.95	4585.62
Avg.	44.68 ^x	40.79 ^y	38.74 ^z		7.36 ^y	8.14 ^x	7.76 ^y	80.62 ^y	83.63 ^x	81.90 ^y			62.11 ^y	64.40 ^x	63.83 ^y		4612.28	4566.87	4599.43	
Interaction (Addition x Fermentation period)																				
%DM (P=0.66)			CP (%DM) (P=0.33)			NDF (%DM) (P=0.47)			ADF (%DM) (P=0.06)			GE (P=0.10)								

T1=mao pomace, T2=ensiled mao pomace + molasses 1.5%, T3= ensiled mao pomace + molasses 1.5%+leucaena leaves 1.5%

^{a, b, c} Means with different superscript in the same column differ significantly (P < 0.05)

^{x, y, z} Means with different superscript in the same row differ significantly (P < 0.05)

ด้านค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เยื่อใยผนังเซลล์ (Neutral Detergent fiber, NDF) พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเสริมสารช่วยหมักเช่นเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์ลิกนินเซลลูโลส (Acid Detergent fiber, ADF) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักน่าจะใช้น้ำผนังเซลล์ เช่น เฮมิเซลลูโลสใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ซึ่ง วัชรภรณ์ (2550) รายงานว่าการหมักหญ้าแพงโกล่าคุณภาพต่ำร่วมกับกากน้ำตาลและใบกระถินในระดับต่างๆ พบว่าการหมักมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยเยื่อใยผนังเซลล์ลดลง โดยจุลินทรีย์นำเฮมิเซลลูโลสที่ผนังเซลล์เปลี่ยนเป็นน้ำตาลและใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เยื่อใยผนังเซลล์และเปอร์เซ็นต์ลิกนินเซลลูโลสมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากการทดลองของอาทิตย์และศรเทพ (2556) รายงานว่าเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เยื่อใยผนังเซลล์เพิ่มขึ้น แต่ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ลิกนินเซลลูโลสลดลง ทุกระยะเวลาการหมักควรให้ความสำคัญเรื่องปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบด้วยซึ่งควรมีระดับเยื่อใยผนังเซลล์ ไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยรักษาความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะ การย่อยได้ของอาหาร ตลอดจนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนให้อยู่ในสภาวะปกติ (Firkins, 1997) ในขณะที่การเสริมสารช่วยหมักและระยะเวลาในการหมักไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยพลังงานรวม (Gross energy, GE) ($P > 0.05$) ในขณะที่จักรี และคณะ (2555) รายงานว่าการเสริมสารช่วยหมัก (กากน้ำตาล) และการเพิ่มระยะเวลาในการหมักมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยพลังงานรวมของเปลือกและเมล็ดลำไยหมักมีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้าไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเสริมสารช่วยหมักกับระยะเวลาในการหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีในกากเมาหมัก

สรุป

การเสริมสารช่วยหมักมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งและเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าสูงขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เยื่อใยผนังเซลล์ (NDF) และเปอร์เซ็นต์ลิกนินในเซลลูโลส (ADF) มีค่าลดลง การเพิ่มระยะเวลาในการหมักมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งลดลง ในขณะที่เปอร์เซ็นต์โปรตีนเยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF มีค่าสูงที่สุดที่ระยะเวลาการหมัก 7 วัน ในขณะที่ค่าพลังงานรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเสริมสารช่วยหมักกับระยะเวลาในการหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีในกากเมาหมัก

เอกสารอ้างอิง

- กมลทิพย์ ประสมเพชร. 2554. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จักรี มีแก้ว, สมปอง สรวมศิริ, ทองเลี่ยน บัวจุม และชานนท์ ศรีโรย. 2555 องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ในเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก. แก่นเกษตร. 40(ฉบับพิเศษ 2): 526-530.
- เฉลิมพล เยื้องกลาง, ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ, ศศิพันธ์ วงศ์ สุทธาวาส, เสมอใจ บุรินอก, ไพวัลย์ ปัญญาแก้ว, สุขสันต์ พิมพ์ชัย และธนภูมิ บุญมี. 2550. การศึกษาการใช้กากเมาสดเป็นสารเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสุกรขุนเมือง. รายงานการวิจัย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร, สกลนคร.
- นิรันดร์ หน้าแดง. 2551. ผลของหญ้าแพงโกล่าหมักร่วมกับหัวเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่ถูกฉายรังสีต่อสมรรถภาพการผลิตของโคนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พิพัฒน์ เหลืองลาวัลย์. 2544. การศึกษาการนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นอาหารผสมสำเร็จรูปหมักสำหรับเลี้ยงโคนมในช่วงฤดูแล้งในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- วัชรภรณ์ ศรีพลน้อย. 2550. การปรับปรุงหญ้าแพงโกล่าคุณภาพต่ำด้วยการหมักร่วมกับกระถินในอัตราส่วนต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- วราพันธุ์ จินตณวิทย์, สุภัญญา จัตตพรพงษ์ และอุทัย คันโธ. 2551. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์และเป็นปุ๋ยสำหรับพืช. ใน: การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5, นครปฐม.
- ศิริพร สารคล่อง. 2547. การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกมะม่วงหาวกับพืชเศรษฐกิจอื่นในจังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 122 หน้า.
- สายชม แสงโชติ, ทิพา บุญะวิโรจ และนวลมณี กาญจนพิบูลย์. 2553. คุณค่าทางโภชนาการของยอดอ้อยหมักผสมใบกระถินในอัตราต่างๆ กัน. แหล่งข้อมูล: <http://www.thaillis.com>. ค้นเมื่อ 1 กันยายน 2560.
- สุดารัตน์ สกุลคู. 2555. หมากเฒ่าสกลนคร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร, สกลนคร.
- สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดสกลนคร. 2558. แผนพัฒนาจังหวัดสกลนคร 4 ปี (พ.ศ.2558-2561). กลุ่มงานยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดสกลนคร, สกลนคร.
- เสมอใจ บุรีนอก, คำสอน สีสะอาด, วรางคณา หอมไธย, ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, เฉลิมพล เยื้องกลาง และไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ. 2554. คุณภาพการหมักและคุณค่าทางโภชนาการของหญ้ากินนีสีม่วงและถั่วอาหารสัตว์หมัก. แก่นเกษตร. 39: 137-146.
- อาทิตย์ ปัญญาศักดิ์ และศรเทพ ธีมวาส. 2556. อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพพี เอ็ม อาร์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44: 4(พิเศษ): 55-58.
- Firkins, J.L. 1997. Effect of feeding nonforage fiber source on site of fiber digestion. J. Dairy. Sci. 80: 1426-1437.
- Hoffmann, P. 2005. Antidesma in Malaysia and Thailand. Kew Publishing Royal Botanic Gardens, UK. 292 p.
- Hung, L. V., M. Wanapat and A. Cherdthong. 2013. Effects of Leucaena leaf pellet on bacterial diversity and microbial protein synthesis in swamp buffalo fed on rice straw. Livest. Sci. 151: 188-197.
- Nguyen X.B., V.D. Giang and L.D. Ngoan. 2005. Ensiling of mulberry foliage (*Morus alba*) and nutritive value of mulberry foliage silage for goats in central Vietnam. Livestock Research for Rural Development. Vol. 17, Art. # 15. Available: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/02/ba17015.htm>. Accessed Nov. 20, 2017.