

การปรับปรุงเปลือกข้าวโพดหมักโดยใช้แบคทีเรียกรดแลคติกจากน้ำหมักเปลือกผลไม้ การย่อยได้โภชนะและสมรรถนะการเจริญเติบโตในแพะลูกผสม

Nutritional improvement of corn peel silage using fermented juice from epiphytic lactic bacteria (FJLB), nutrients digestibility and growth performance in crossbred goat

ยุพา สีสาวแห (Yupha Seesawhea)^{*}

พรพรรณ แสนภูมิ (Pornpan Saenphoom)^{*}

อนันท์ เชาว์เครือ (Anan Chaokaur)^{*}

สุภาวดี ฉิมทอง (Suphavadee Chimtong)^{*}

เสมอใจ บุรีนोक (Smerjai Bureenok)^{**}

ศักดิ์ดา ประจักษ์บุญเจษฎา (Sakda Prajukboonjatsada)^{***}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงเปลือกข้าวโพดหมักโดยใช้แบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักจากเปลือกผลไม้ ต่อการย่อยได้โภชนะและสมรรถนะการเจริญเติบโตในแพะลูกผสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) การทดลองครั้งนี้สามารถแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ เปลือกข้าวโพดหมักที่ไม่เติมน้ำหมัก (กลุ่มการทดลองที่ 1) เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำหมักจากเปลือกสับปะรดที่ระดับ 1% (กลุ่มการทดลองที่ 2) และเปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำตาลที่ระดับ 1% (กลุ่มการทดลองที่ 3) พบว่าคุณภาพทางกายภาพของเปลือกข้าวโพดหมักจากทุกกลุ่มการทดลองมีลักษณะตรงกับพืชหมักคุณภาพดี ส่วนองค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ได้แก่ เยื่อใย NDF และ ADL แต่ยกเว้น ความชื้น วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนและเถ้า สำหรับปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ประสิทธิภาพการใช้อาหารในแพะ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ยกเว้น การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เยื่อใย ADF และเซลลูโลส จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการเติมน้ำหมักจากเปลือกสับปะรดไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และ

^{*} สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี
(Animal Science, Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University Phetchaburi IT Campus)

^{**} คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
(Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima)

^{***} ศูนย์วิจัย และพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
(Phetchaburi Animal Research and Development Center, Phetchaburi)

ประสิทธิภาพการใช้อาหารในแพะ แต่มีผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุดิบในแพะสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ จึงสามารถใช้น้ำหมักจากเปลือกสับปะรดเป็นสารเสริมในการทำฟีดหมักได้

คำสำคัญ: น้ำหมัก เปลือกข้าวโพด แพะลูกผสม

Abstract

The objective of this study attempted to improve nutrient digestibility of corn peel silage using fermented juice produced by epiphytic lactic bacteria (FJLB) from fruit peel and to investigate its effects on growth performance in crossbred goat. This experiment was designed in a completely randomized design (CRD) which consisted of three treatments with three replicates per treatment namely corn peel silage without FJLB (T1), corn peel silage with FJLB from pineapple peel 1% (T2) and corn peel silage with molasses 1% (T3). The results showed that physical quality of all treatments met the characteristics of good silage. The chemical composition was significantly different among treatments ($P < 0.01$) (NDF and ADL) except moisture, dry matter, organic dry matter, protein and ash. Feed intake (FI), average daily gain (ADG), feed conversion ratio (FCR), feed efficiency (FE) and nutrients digestibility were not significantly different among treatments ($P > 0.05$) except that of dry matter, ADF and cellulose. In conclusion, FJLB had no effect on feed intake, average daily gain, feed conversion ratio and feed efficiency in goat but it had a higher digestibility of dry matter than the other treatments. However, FJLB is suitable to use as feed additive to improve silage quality.

Keyword: fermented juice corn peel crossbred goat

บทนำ

การเลี้ยงแพะในปัจจุบันเป็นการทำปศุสัตว์ที่กำลังได้รับความนิยม และเป็นที่นิยมจากเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น แพะเป็นสัตว์กระเพาะขนาดเล็กเช่นเดียวกับโค และกระบือ อีกทั้งยังเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว กินอาหารได้หลากหลายชนิด ขยายพันธุ์ได้เร็ว และสามารถเลี้ยงเพื่อเป็นอาชีพหลักหรืออาชีพเสริมเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร (เอกชัย, 2546; บุญเสริม และคณะ, 2558) จากการรายงานของ กรมปศุสัตว์ (2558) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2558 มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะทั้งหมดจำนวน 43,118 ครัวเรือน โดยมีการเลี้ยงแพะทั้งหมดจำนวน 539,583 ตัว โดยปกติในแต่ละวันแพะเนื้อที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 10 – 30 กิโลกรัม มีความต้องการน้ำประมาณ วันละ 0.5 – 1 ลิตร อาหารข้นประมาณ 0.5 – 1 กิโลกรัม อาหารหยาบประมาณ 10% ของน้ำหนักตัวหรือคิดเป็นวัตถุดิบประมาณ 3% ของน้ำหนักตัว โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดประมาณ 0.26 – 0.80 กิโลกรัม/วัน โปรตีนที่ย่อยได้ประมาณ 23 – 70 กรัม/วัน แคลเซียมประมาณ 0.9 – 4.0 กรัม/วัน และฟอสฟอรัสประมาณ 0.7 – 2.8 กรัม/วัน (ศิริรัตน์, 2556) ที่ผ่านมามีเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จะพบปัญหาขาดแคลนอาหารหยาบในช่วงฤดู

แล้งของทุกปี จึงทำให้สัตว์ได้รับโภชนาการต่อวันไม่เพียงพอส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และทำให้สัตว์ซูบผอม ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องให้อาหารข้นเพิ่มมากขึ้นเพื่อทดแทนโภชนาการที่ขาดไปทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เกษตรกรจึงมีการนำเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร และเศษเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปมาทำเป็นอาหารสัตว์ เช่น ใบมันสำปะหลัง เปลือกสับปะรด ต้นข้าวโพด และเปลือกข้าวโพด เศษเหลือทางการเกษตรเหล่านั้นล้วนสามารถนำมาเป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์ได้ทั้งในแบบพืชสด และพืชหมัก โดยการทำพืชหมักสามารถช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชให้ใกล้เคียงกับพืชสดได้มากที่สุด จากการรายงานของ พิระวัฒน์ และคณะ (2554) รายงานว่าแพะที่ได้รับหญ้าพลิแคทูลัมแห้งร่วมกับเศษเหลือจากสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 10 หรือ 1 : 20 เป็นอาหารหยาบในแพะมีปริมาณการย่อยได้โภชนาการของวัตถุดิบเท่ากับ 63.97 และ 62.15% เยื่อใย NDF เท่ากับ 60.95 และ 56.94% และการย่อยได้โภชนาการรวม เท่ากับ 68.58 และ 66.26% สูงกว่าแพะที่ได้รับหญ้าพลิแคทูลัมแห้งเพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ และสมรรถภาพการผลิต แต่ไม่สอดคล้องกับการรายงานของ ศิริพร และคณะ (2555) รายงานว่าแพะที่ได้รับเปลือกพร้อมซังข้าวโพดหมักด้วยไซเตียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 6% มีค่าการย่อยได้ของโภชนาการต่างๆ และค่าพลังงานการย่อยได้ที่แพะได้รับมีค่าต่ำกว่าความต้องการโภชนาการของแพะที่มีน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม ตามคำแนะนำของ NRC (1981) รายงานว่าแพะที่มีน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัมมีความต้องการโปรตีนย่อยได้ 26 กรัม/วัน และพลังงานย่อยได้ 1.81 เมกะแคลอรี/วัน อีกทั้งยังพบปัญหาการเลือกกินอาหารของแพะ จึงทำให้ได้รับพลังงานจากสูตรอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นก่อนนำไปเลี้ยง และซังข้าวโพดมาทำการปรับปรุงควรทำให้มีขนาดเล็ก (2 – 3 เซนติเมตร) เนื่องจากขนาดของพืชหมักมีผลต่อการกินได้ของสัตว์โดยเฉพาะในสัตว์กระเพาะรวมขนาดเล็ก

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ประมาณ 94% ของผลผลิตข้าวโพดใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของประเทศ และมีความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี 2557 มีความต้องการเพิ่มขึ้นจาก 4.72 ล้านตัน ในปี 2556 หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 5.93% (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) หลังจากการเก็บเกี่ยวส่วนมากข้าวโพดจะถูกส่งเข้าโรงงานแปรรูปจะได้เศษเหลือในรูปของซัง และเปลือกข้าวโพดประมาณ 1,732,846 ตัน/ปี (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2554) ที่มีจำนวนมาก และราคาถูก ในส่วนองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพด พบว่ามีความชื้นประมาณ 79 - 82% เยื่อใยหยาบประมาณ 79 - 89% เฮมิเซลลูโลสประมาณ 54% และมีโปรตีนประมาณ 2 - 3% และมีความน่ากินต่ำ จึงจำเป็นต้องผ่านการปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ (ฉลองและคณะ, 2546) จากการรายงานของ บุญล้อม และคณะ (2544) รายงานว่าการปรับปรุงคุณภาพของเปลือก พร้อมซังข้าวโพดร่วมกับรำ และฟอรัมาลิน (86 : 14) ทำให้พืชหมักมีคุณภาพดีโดยมีค่า pH ประมาณ 4.98 วัตถุแห้งประมาณ 28% โปรตีนประมาณ 10.91% ไขมันประมาณ 11.71% เยื่อใย NDF ประมาณ 57.95% เยื่อใย ADF ประมาณ 28.87% และการย่อยได้ของวัตถุดิบประมาณ 58.50% และจากการรายงานของ ศิริพร (2555) รายงานว่าการปรับปรุงเปลือก และซังข้าวโพดโดยใช้ยูเรีย 3% ร่วมกับไซเตียมไฮดรอกไซด์ 6% มีการย่อยได้ของวัตถุดิบในหลอดทดลองได้ดีกว่าการใช้สารเสริมเพียงชนิดเดียว มีค่าเท่ากับ 82.3 77.5% และ 78.0% ตามลำดับ

การเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ทำได้ทั้งในแบบพืชแห้ง (Hay) และพืชหมัก (Silage) การเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ในแบบพืชหมักจะต้องอาศัยจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) โดยเฉพาะแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria: LAB) และแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีในพืช (Epiphytic lactic acid bacteria) แต่

จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีในพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนนั้นมีจำนวนน้อยกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่นจึงไม่เพียงพอต่อการรักษาสภาพพืชหมักให้ได้ดี ดังนั้นการทำพืชหมักจึงจำเป็นต้องมีการเติมสารเสริมในกระบวนการหมักการเติมสารเสริมจากน้ำพืชหมัก (Fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria: FJLB) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง (เสมอใจ, 2554) สำหรับการเติมสารเสริมจากน้ำพืชหมักในการปรับปรุงพืชหมักนั้นจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกรดแลคติก และเป็นการเร่งปฏิกิริยาการหมักในช่วงแรกให้เกิดเร็วขึ้นเพื่อให้คุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ยังคงเดิม และได้พืชหมักที่มีคุณภาพดี โดยเปลือกสับปะรด (Pineapple peel) เป็นเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปผลไม้คิดเป็น 29 - 34% ของผลสับปะรดมีความชื้นประมาณ 85.8% โปรตีนประมาณ 4.4% เยื่อใยรวมประมาณ 8.1% ค่า pH อยู่ระหว่าง 3.2 - 3.4 (จินดา, 2539) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตประมาณ 15% และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดประมาณ 12% (Loren, 2015) เนื่องจากเปลือกสับปะรดมีปริมาณน้ำตาลเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูงซึ่งสามารถเป็นอาหารเพื่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ช่วยให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้เร็วแต่กระบวนการหมักจะเกิดขึ้นได้เร็วนั้นก็ขึ้นอยู่กับแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีในเปลือกผลไม้ด้วย (จินดา และคณะ, 2531)

จากการรายงานของ Ohshima et al. (1997) รายงานว่าการนำพืชมาปั่นผสมน้ำ และกรองด้วยผ้าขาวบางแล้วนำไปเติมน้ำตาลเพื่อเป็นอาหารในการกระตุ้นเจริญเติบโตของแบคทีเรียกรดแลคติก จากนั้นบ่มทิ้งไว้ในสภาพไร้อากาศเป็นเวลา 2 วัน ก่อนนำมาใช้เป็นสารเสริมในพืชหมัก สอดคล้องกับการรายงานของ Bureenok et al. (2006) รายงานว่าน้ำพืชหมักหลังการบ่มมีปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีอยู่ในน้ำพืชสด (plant juice) จาก 10^4 cfu/ml เป็น 10^7 - 10^8 cfu/ml ซึ่งเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้เป็นสารเสริม นอกจากนี้การรายงานของ Nishino and Uchida (1999) รายงานว่าการเติมน้ำพืชหมักมีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพการหมักในถั่วลูเซ็นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารเสริม และกลุ่มที่เติมน้ำตาลซูโครส โดยการเติมน้ำพืชหมักในถั่วลูเซ็นหมักจะมีค่า pH ลดลง เพิ่มปริมาณกรดแลคติก และลดปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ และจากการรายงานของ Weinberg et al. (2007) รายงานว่าการเสริมแบคทีเรียกรดแลคติกมีผลต่อค่าการย่อยได้ของโภชนาในห่อปฏิบัติการของข้าวสาลี และข้าวโพดหมักภายหลังการบ่มที่ 24 ชั่วโมง นั้นแสดงให้เห็นว่ามีแบคทีเรียกรดแลคติกบางชนิดมีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณการย่อยได้ของวัตถุดิบ และเยื่อใย NDF ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงเปลือกข้าวโพดหมักโดยใช้แบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักจากเปลือกสับปะรด ต่อการย่อยได้โภชนาและสมรรถนะการเจริญเติบโตในแพะลูกผสม เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหายาบทดแทนในช่วงฤดูแล้ง

วิธีการศึกษา

โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเปลือกสับปะรด และเปลือกข้าวโพดจากโรงงานอุตสาหกรรม บริษัทไวต้าฟู้ด จำกัด จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อนำมาทำน้ำหมักจากเปลือกสับปะรด ซึ่งการเตรียมน้ำหมักจากเปลือกสับปะรดสามารถทำได้โดยใช้เปลือกสับปะรด ตอ น้ำกลั่น (1 : 2) จากนั้นนำมาปั่นละเอียดแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกกากออกนำไปบ่มที่ 30 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25°C สำหรับการเตรียมเปลือกข้าวโพดหมักมีขั้นตอนดังนี้ นำเปลือกข้าวโพดมาสับเป็นชิ้นๆ (ขนาด 2 - 3 เซนติเมตร) แล้วหมักเปลือกข้าวโพดตามกลุ่มการทดลอง (เติมน้ำหมักเปลือกผลไม้ 1% และเติมกากน้ำตาล 1%) จากนั้นอัดเปลือกข้าวโพดลงในถุงหมัก ประมาณ 30

กิโลกรัม/ถุง ใส่อากาศภายในถุงออกให้หมดแล้วปิดฝาให้สนิททำการหมักในสภาวะไร้อากาศ (Anaerobic condition) ในส่วนของอาหารชั้นจะใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนอย่างน้อย 14% นอกจากนี้แพะในทุกกลุ่ม การทดลองยังได้รับหญ้ากินนีสดปริมาณ 200 กรัม/วัน ในการทดลองครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยทำการทดลอง 3 กลุ่มการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังต่อไปนี้

กลุ่มการทดลองที่ 1 คือ เปลือกข้าวโพดหมักที่ไม่เติมน้ำหมัก

กลุ่มการทดลองที่ 2 คือ เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำหมักจากเปลือกสับปะรด (1%)

กลุ่มการทดลองที่ 3 คือ เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำตาล (1%)

โดยใช้แพะพันธุ์ลูกผสม (บอร์ x พันเมือง) เพศผู้ ที่มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 14.25 ± 1.08 กิโลกรัม อายุ 3 - 4 เดือน จำนวน 9 ตัว โดยทำการถ่ายพยาธิให้กับแพะทุกตัว ทำการเลี้ยงสัตว์แบบคอกขังเดี่ยวใน โรงเรือนแบบยกพื้น ทำการเลี้ยง 52 วัน แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 คือ การปรับสัตว์ก่อนทดลอง (Preliminary Period) เป็นเวลา 7 วัน ระยะที่ 2 คือ เริ่มทำการทดลอง (Experimental Period) เป็นเวลา 45 วัน โดยสัตว์ทุกตัวจะได้รับเปลือกข้าวโพดหมักตามกลุ่มการทดลองอย่างเต็มที่ (*Ad libitum*) และอาหารชั้น วันละ 1.5% ของน้ำหนักแพะแต่ละตัวและให้กินน้ำอย่างเต็มที่ (*Ad libitum*) โดยทำการศึกษาปริมาณการกินได้ จะทำการเก็บข้อมูลปริมาณอาหารชั้น และอาหารหยาดด้วยการชั่งน้ำหนักอาหารก่อนให้ และอาหารที่เหลือในวันถัดไปทุกครั้งแล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณการกินได้ (Arthur and Herd, 2008) ในส่วนสมรรถนะการ เจริญเติบโต จะทำการชั่งน้ำหนักแพะทุกตัวในวันก่อนเข้าทดลองและทุกๆ 15 วันของการทดลอง เพื่อนำมา คำนวณอัตราการเจริญเติบโต (Mamta and Sharma, 2008) จากนั้นนำค่าปริมาณการกินได้ต่อวัน และค่าอัตราการ เจริญเติบโตต่อวันที่ได้มาคำนวณอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Dzakuma et al., 2004)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่ม สมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ทดลองแบบ Duncan Multiple Rang Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์เทียบกับหนังสือการใช้โปรแกรม ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($P < 0.01$) (มนต์ชัย, 2544)

ผลการศึกษา

การประเมินคุณภาพทางกายภาพของเปลือกข้าวโพดหมัก

จากการศึกษา พบว่า เปลือกข้าวโพดหมักจากทุกกลุ่มการทดลองมีกลิ่นหอมคล้ายผลไม้ดอง เนื้อมี ลักษณะแน่น ไม่เปื่อยยุ่ย สีของพืชหมักมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นอมเหลืองมากขึ้น (ภาพที่ 1) ซึ่ง สอดคล้องกับการรายงานของ กรมปศุสัตว์ (2547) รายงานว่าพืชหมักคุณภาพดีควรมีสีอมเหลือง มีกลิ่นหอม เปรี้ยวอ่อนๆ คล้ายผลไม้ดอง เนื้อพืชหมักต้องไม่เป็นเมือก ไม่เปื่อยยุ่ย และไม่เละ จากการรายงานของ อารีรัตน์ (2546) รายงานว่าการเติมแบคทีเรียกรดแลคติกในการทำพืชหมักมีผลทำให้พืชหมักมีคุณภาพดีกว่าพืชหมักที่ไม่มี การเติมแบคทีเรียกรดแลคติก อาจเนื่องมาจากการทำงานของแบคทีเรียกรดแลคติกในกระบวนการหมักจะมีการ

สร้างกรดแลคติกที่ช่วยในการรักษาคุณภาพของพืชหมัก ตลอดจนช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของพืชหมัก และเพิ่มความน่ากินของพืชหมัก



ภาพที่ 1 ลักษณะของเปลือกข้าวโพดหมักแต่ละกลุ่มการทดลอง

หมายเหตุ: T1 = เปลือกข้าวโพดหมักที่ไม่เติมน้ำหมัก T2 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำหมักจากเปลือกสับปรด (1%) T3 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำตาล (1%)

องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพดหมัก

จากการศึกษา พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพดหมักจากทุกกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ยกเว้น ความชื้น วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และเถ้า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยกลุ่มการทดลองที่ 2 มีปริมาณของเยื่อใย NDF เยื่อใย ADF เยื่อใย ADL และเซลลูโลส ต่ำกว่ากลุ่มการทดลองที่ 1 มีเยื่อใย NDF เท่ากับ 86.74 และ 84.47 % ตามลำดับ มีเยื่อใย ADF เท่ากับ 76.75 และ 71.62% ตามลำดับ เยื่อใย ADL เท่ากับ 9.76 และ 8.09% ตามลำดับ และเซลลูโลส เท่ากับ 66.99 และ 63.52% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งแสดงว่าการเติมน้ำหมักจากเปลือกสับปรดมีผลทำให้ปริมาณของเยื่อใย และเซลลูโลสลดลง อาจเนื่องมาจากปริมาณของแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีอยู่ในน้ำหมักจากเปลือกสับปรดสูงเมื่อนำมาเติมในกระบวนการการทำเปลือกข้าวโพดหมักจึงทำให้ปริมาณของเยื่อใยที่มีอยู่ในเปลือกข้าวโพดนั้นต่ำกว่าการไม่เติมน้ำหมัก อีกทั้งยังพบว่ากลุ่มการทดลองที่ 2 มีปริมาณของเยื่อใย NDF เยื่อใย ADL และเฮมิเซลลูโลสต่ำกว่ากลุ่มการทดลองที่ 3 มีเยื่อใย NDF เท่ากับ 84.47 และ 85.36% ตามลำดับเยื่อใย ADL เท่ากับ 8.09 และ 10.90% ตามลำดับ และเฮมิเซลลูโลส เท่ากับ 12.86 และ 15.07% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการรายงานของ เสมอใจ (2553) รายงานว่าการเติมน้ำพืชหมักในกระบวนการหมักหญ้าเนเปียร์มีผลทำให้ปริมาณเยื่อใย NDF (726 g/kg DM) สูงกว่าพืชหมักที่เติมน้ำตาล (705 g/kg DM) อาจเนื่องมาจากชนิดของพืชที่นำมาทำน้ำหมักที่แตกต่างกันปริมาณของ LAB และกรดแลคติกในน้ำหมักก่อนเติมลงในกระบวนการทำพืชหมักมีความแตกต่างกัน จึงทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักมีประสิทธิภาพการทำงานที่ต่างกัน รวมไปถึงแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีในพืชที่นำมาทำเป็นพืชหมักแตกต่างกัน จึงทำให้องค์ประกอบทางเคมีมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้น หญ้ากีนี และเปลือกข้าวโพดหมักในการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี (%)	อาหารชั้น	หญ้ากีนี	กลุ่มการทดลอง			SEM	P-value	%CV
			T1	T2	T3			
ความชื้น	11.19	67.33	79.31	82.28	78.75	0.98	0.31	6.00
วัตถุแห้ง	88.81	32.67	20.68	17.72	21.25	0.98	0.31	24.18
.....%DM.....								
อินทรีย์วัตถุ	90.73	93.05	94.97	94.81	94.80	0.05	0.34	0.15
โปรตีน	19.13	7.40	4.41	4.93	4.91	0.14	0.29	8.76
ไขมัน	3.29	1.26	1.61 ^b	1.93 ^a	0.91 ^c	0.02	<0.01	4.23
เถ้า	9.27	6.95	5.03	5.19	5.20	0.05	0.34	2.79
NDF	-	-	86.74 ^a	84.47 ^c	85.36 ^b	0.08	<0.01	0.29
NDS	-	-	13.26 ^c	15.53 ^a	14.64 ^b	0.08	<0.01	1.68
ADF	-	-	76.75 ^a	71.62 ^b	70.29 ^c	0.17	<0.01	0.71
ADL	-	-	9.76 ^b	8.09 ^c	10.90 ^a	0.16	0.01	5.20
เฮมิเซลลูโลส	-	-	9.99 ^c	12.86 ^b	15.07 ^a	0.14	<0.01	3.24
เซลลูโลส	-	-	66.99 ^a	63.52 ^b	59.40 ^c	0.28	<0.01	1.31
พลังงานรวม	3245.9	2544.4	3588.0 ^a	3373.6 ^b	3184.5 ^c	10.78	<0.01	0.96

(kcal/kg)

หมายเหตุ: ^{a, b, c} อักษรที่แตกต่างกันภายในแถวเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$), SEM = Standard error of the mean (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง), NDF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber), ADF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent fiber), ADL = ลิกนินที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid Detergent Lignin), เฮมิเซลลูโลส = NDF – ADF, เซลลูโลส = ADF – ADL, NDS (Neutral detergent soluble) = 100 – NDF, อินทรีย์วัตถุ = 100 – เถ้า, T1 = เปลือกข้าวโพดหมักที่ไม่เติมน้ำหมัก, T2 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำหมักจากเปลือกสับปะรด (1%), T3 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำตาล (1%)

ปริมาณการกินได้

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (อาหารหยาบ และอาหารชั้น) ปริมาณการกินได้รวมต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้รวมต่อเมแทบอลิซึมต่อวันของแพะทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยแพะในกลุ่มการทดลองที่ 2 มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบต่ำกว่าแพะในกลุ่มการทดลองที่ 3 แต่ไม่มีความแตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 0.24 และ 0.25 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แต่ในขณะเดียวกันกลับมีปริมาณการกินได้ทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่ 1 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.50, 0.52 และ 0.51 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) อาจเนื่องมาจากแพะในกลุ่มการทดลองที่ 2 มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นสูงกว่า (15.33 กิโลกรัม) จึงทำให้ได้รับอาหารชั้นที่สูงกว่า มีค่าเท่ากับ 0.28 กิโลกรัม/ตัว/วัน ดังนั้นจึงทำให้มี

ปริมาณการกินได้ทั้งหมดมีค่าสูงกว่าแพะในกลุ่มการทดลองที่ 1 และ 3 อย่างไรก็ตามปริมาณการกินได้ทั้งหมด (อาหารหยาบ และอาหารข้น) ของสัตว์เคี้ยวเอื้องขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น น้ำหนักตัว ระดับของผลผลิต สภาพแวดล้อม และคุณภาพของอาหาร ในส่วนการกินได้ของอาหารหยาบมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณของเยื่อใยในอาหารหยาบ เมื่อปริมาณเยื่อใยในอาหารหยาบเพิ่มขึ้นปริมาณการกินได้จะลดลง (กันยารัตน์, 2546) สอดคล้องกับการรายงานของ Merten (1992) รายงานว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารหยาบที่มีปริมาณเยื่อใยรวมหรือเยื่อใย NDF สูง การกินได้จะถูกจำกัดโดยความจุของกระเพาะ แต่ถ้าอาหารหยาบมีเยื่อใยต่ำ และพลังงานสูงการกินได้จะถูกจำกัดโดยความต้องการพลังงานของสัตว์เอง

สำหรับปริมาณการกินได้รวมต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้รวมต่อเมแทบอลิซึมต่อวันของแพะทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ปริมาณการกินได้รวมต่อน้ำหนักตัว มีค่าเท่ากับ 3.17, 2.97 และ 3.08% ตามลำดับ และปริมาณการกินได้รวมต่อเมแทบอลิซึมต่อวัน มีค่าเท่ากับ 63.21, 60.64 และ 62.00 g/kgBW^{0.75} ตามลำดับ (ตารางที่ 2) อาจเป็นเพราะปริมาณอาหารข้นที่ให้อย่างจำกัดจึงทำให้ปริมาณการกินได้รวมต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้รวมต่อเมแทบอลิซึมต่อวันค่อนข้างต่ำ แต่อย่างไรก็ตามแพะทุกกลุ่มการทดลองมีปริมาณการกินได้รวมต่อเมแทบอลิซึมต่อวันสูงกว่าระดับที่แพะใช้เพื่อการดำรงชีพ โดยแพะในเขตร้อนมีค่าเฉลี่ยของวัตถุดิบที่กินได้ที่ใช้ในการดำรงชีพอยู่ในช่วงระหว่าง 43 - 50 g/kgBW^{0.75} (Devendra and Burns, 1983)

ตารางที่ 2 ผลของเปลือกข้าวโพดหมักต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมด ปริมาณการกินได้รวมต่อน้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้รวมต่อเมแทบอลิซึมต่อวันในแพะลูกผสม

ตัวชี้วัด	กลุ่มการทดลอง			SEM	P-value	%CV
	T1	T2	T3			
ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (กก./ตัว/วัน) ^{ns}	0.50	0.52	0.51	0.02	0.94	10.40
อาหารข้น ^{ns}	0.26	0.28	0.26	0.01	0.62	12.89
อาหารหยาบ ^{ns}	0.24	0.24	0.25	0.01	0.86	12.54
%BW ^{ns}	3.17	2.97	3.08	0.05	0.41	5.03
g/kgBW ^{0.75} ^{ns}	63.21	60.64	62.00	0.80	0.54	3.88

หมายเหตุ: ns = not significant ($p>0.05$), SEM = Standard error of the mean (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง), %BW = ปริมาณการกินได้รวมต่อน้ำหนักตัว, g/kgBW^{0.75} = ปริมาณการกินได้รวมต่อเมแทบอลิซึมต่อวันในแพะลูกผสม, T1 = เปลือกข้าวโพดหมักที่ไม่เติมน้ำหมัก, T2 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำหมักจากเปลือกสับปะรด (1%), T3 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมกากน้ำตาล (1%)

สมรรถนะการเจริญเติบโต

จากการศึกษา พบว่า น้ำหนักตัวเริ่มต้น น้ำหนักตัวสุดท้าย น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้อาหารของแพะทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยแพะทุกกลุ่มการทดลองมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 2.05, 2.26 และ 3.08 กิโลกรัม/ตัว ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 40, 50 และ 70 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเติมน้ำหนักจากเปลือกสับปะรดไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเมื่อใช้เป็นอาหารหยابในการเลี้ยงแพะ แต่มีค่าต่ำกว่าการรายงานของ กันยารัตน์ (2546) รายงานว่าแพะที่ได้รับข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยابมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 106.4 กรัม/ตัว/วัน (ระยะเวลาในการเลี้ยง 56 วัน) อาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการเลี้ยง โดยการทดลองในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเพียง 45 วัน อีกทั้งยังไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้อาหาร มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 0.28, 0.24 และ 0.17 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการใช้อาหาร เท่ากับ 0.09, 0.10 0.13 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับการรายงานของ กันยารัตน์ (2546) รายงานว่าแพะที่ได้รับข้าวโพดหมักร่วมกับอาหารผสมสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่าแพะที่ได้รับ การใช้หญ้าเนเปียร์หมักร่วมกับอาหารผสมสำเร็จรูปที่ (ใช้อาหารทั้งหมด 9.14 และ 12.88 กิโลกรัม/น้ำหนักสด ในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม)

ตารางที่ 3 ผลของเปลือกข้าวโพดหมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตในแพะลูกผสม

ตัวชี้วัด	กลุ่มการทดลอง			SEM	P-value	%CV
	T1	T2	T3			
น้ำหนักเริ่มต้น (กก./ตัว) ^{ns}	13.77	15.33	13.66	0.55	0.53	11.70
น้ำหนักสุดท้าย (กก./ตัว) ^{ns}	15.82	17.58	16.74	0.73	0.69	13.16
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กก./ตัว) ^{ns}	2.05	2.26	3.08	0.29	0.40	35.50
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน) ^{ns}	40	50	70	0.01	0.34	36.94
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ^{ns}	0.28	0.24	0.17	0.02	0.25	29.15
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (กก./วัน) ^{ns}	0.09	0.10	0.13	0.01	0.23	27.39

หมายเหตุ: ns = not significant ($p>0.05$), SEM = Standard error of the mean (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง), T1 = เปลือกข้าวโพดหมักที่ไม่เติมน้ำหมัก, T2 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำหมัก จากเปลือกสับปะรด (1%), T3 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำตาล (1%)

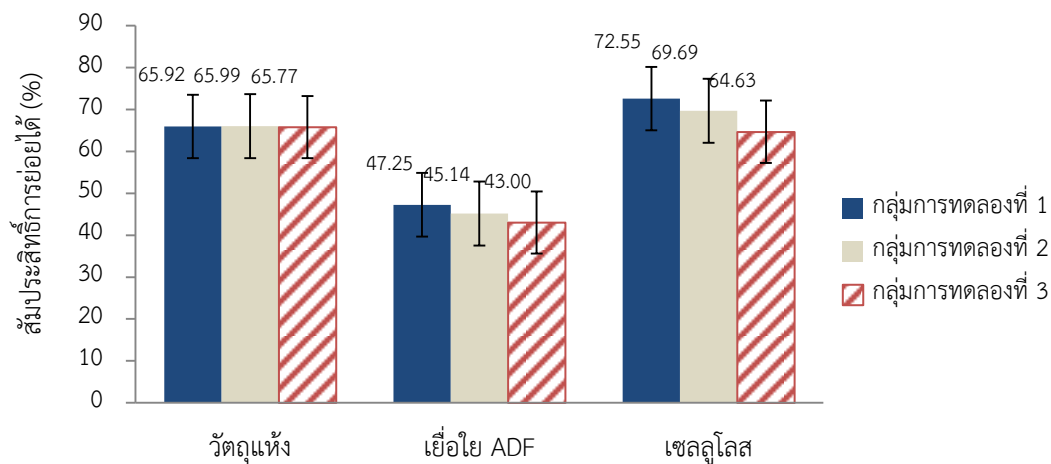
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะ

จากการศึกษา พบว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้น การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เยื่อใย NDF และเซลลูโลส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยแพะในกลุ่มการทดลองที่ 2 มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่ 3 มีค่าเท่ากับ 65.99 และ 65.77% ตามลำดับ ($P<0.05$) อีกทั้งยังพบว่าแพะในกลุ่มการทดลองที่ 2 มีค่าการย่อยได้ของเยื่อใย ADF และเซลลูโลสสูงกว่าแพะในกลุ่มการทดลองที่ 3 แต่ไม่แตกต่างกัน ($P<0.05$) (เยื่อใย ADF เท่ากับ 45.14 และ 43.00% ตามลำดับ และเซลลูโลส เท่ากับ 69.69 และ 64.63% ตามลำดับ) (ตารางที่ 4 และ ภาพที่ 2) นั้นแสดงให้เห็นว่าการเสริมน้ำหมักจากเปลือกสับปะรดในการทำเปลือกข้าวโพดหมักมีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะในแพะ นอกจากนี้กลุ่มการทดลองที่ 2 ยังมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (65.99%) อินทรีย์วัตถุ (69.02%) และโปรตีน (59.01%) สูงกว่าการรายงานของ บุญล้อม และคณะ (2544) รายงานว่าโคที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดหวานหมักมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ และโปรตีน มีค่าเท่ากับ 58.50, 63.45 และ 56.26% ตามลำดับ แต่มีค่าการย่อยได้ของ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ที่ต่ำกว่า มีค่าเท่ากับ 58.97 และ 51.30% ตามลำดับ

ตารางที่ 4 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของแพะในแต่ละกลุ่มการทดลอง

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)	กลุ่มการทดลอง			SEM	P-value	%CV
	T1	T2	T3			
วัตถุแห้ง	65.92 ^{ab}	65.99 ^a	65.77 ^b	0.02	0.04	0.10
อินทรีย์วัตถุ	69.42	69.02	69.19	0.10	0.40	0.44
โปรตีน	59.04	59.01	59.43	0.27	0.80	1.34
ไขมัน	77.18	84.79	74.31	2.50	0.37	9.60
เยื่อใย NDF	50.51	48.40	49.29	1.02	0.76	6.20
เยื่อใย ADF	47.25 ^a	45.14 ^{ab}	43.00 ^b	0.44	0.03	2.96
เฮมิเซลลูโลส	60.13	57.04	64.91	4.85	0.83	23.81
เซลลูโลส	72.55 ^a	69.69 ^{ab}	64.63 ^b	0.89	0.04	3.90

หมายเหตุ: ^{a, b} อักษรที่แตกต่างกันภายในแถวเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$), SEM = Standard error of the mean (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง), T1 = เปลือกข้าวโพดหมักที่ไม่เติมน้ำหมัก, T2 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำหมักจากเปลือกสับปะรด (1%), T3 = เปลือกข้าวโพดหมักที่เติมน้ำตาล (1%)



ภาพที่ 2 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ เยื่อใย ADF และเซลลูโลส

สรุปผล

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของเปลือกข้าวโพดหมัก พบว่าเปลือกข้าวโพดหมักมีลักษณะตรงกับพืชหมักคุณภาพดี (มีกลิ่นหอมคล้ายผลไม้ดอง เนื้อมีลักษณะแน่น ไม่เปื่อยยุ่ย) สามารถนำไปเป็นอาหารหยาบของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ ในส่วนขององค์ประกอบทางเคมี พบว่าการเติมน้ำหมักจากเปลือกสับประรดมีผลทำให้ปริมาณเยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF มีปริมาณต่ำกว่าการที่ไม่เติมน้ำหมัก และการเติมน้ำตาล อีกทั้งยังพบว่าการเติมน้ำหมักจากเปลือกสับประรดช่วยให้ปริมาณของเยื่อใย ADF และเซลลูโลส มีปริมาณต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมน้ำหมัก นอกจากนี้การเติมน้ำหมักจากเปลือกสับประรดยังไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่าง และประสิทธิภาพการใช้อาหาร แต่การเติมน้ำหมักเปลือกสับประรดมีผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุดิบ เยื่อใย ADF และเซลลูโลสสูงกว่าการเติมน้ำตาล ดังนั้นสรุปได้ว่าการใช้น้ำหมักจากเปลือกสับประรดเป็นสารเสริมทดแทนการเติมน้ำตาลได้ เนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่าง และประสิทธิภาพการใช้อาหาร อีกทั้งยังทำให้มีการย่อยได้ของวัตถุดิบ เยื่อใย ADF และเซลลูโลสได้ดี

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมปศุสัตว์. (2547). มาตรฐานพืชอาหารหมักของ กองอาหารสัตว์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. น. 1-23.

กรมปศุสัตว์. (2558). สรุปข้อมูลและสถิติจำนวนการเลี้ยงแพะ. เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2559. เข้าถึงได้จาก <http://ict.dld.go.th/th2/index.php/th/report/447-report-thailand-livestock/reportservey2558-1/870-report-survey58-1>.

กันยารัตน์ ไชยเสน. (2546). “การใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารผสมสำเร็จรูป.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ. (2531). “การใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรเลี้ยงโค.”

รายงานประจำปี 2531. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. (2539). “ข้าวโพดและเศษเหลือจากข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์.” รายงานผลงานวิจัย

ประจำปี 2539. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฉลอง วชิราภากร, เมธา วรรณพัฒน์ และ นิโรจน์ ศรสูงเนิน. (2546). การผลิตอาหารสำเร็จที่มีขังข้าวโพดเป็น
แหล่งอาหารหยาบในโคนม. **รายงานวิชาการฉบับสมบูรณ์**. ทบวงมหาวิทยาลัย.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และคณะ. (2544). “พลังงานสุทธิของเปลือกและขังข้าวโพดหวานหมักคำนวณจากค่า
การย่อยได้ในโคนมแห้ง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ปี 2544 สาขาสัตว์
สาขาสัตวแพทยศาสตร์ ครั้งที่ 39 5-7 กุมภาพันธ์.

บุญเสริม พรจันทิก และคณะ. (2558). “ผลของการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหารผสม
สำเร็จ ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อ.”

สัตวแพทยมหานครสาร 10 (2): 81-97.

พีระวัฒน์ ณ มณี, เสาวนิต คูประเสริฐ และวันวิศาข์ งามผ่องใส. (2554). “การใช้เศษเหลือของสับปะรดเป็น
อาหารหยาบของแพะ.” **วารสารแก่นเกษตร 39: 399-412.**

มนต์ชัย ดวงจินดา. (2544). การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ปรับปรุง ครั้งที่ 2. ขอนแก่น.

ศิริพร ทุมมณี. (2555). “คุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ของเปลือกและขังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.” วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศิริพร และคณะ. (2555). “คุณค่าทางอาหารและการย่อยได้ของเปลือก - ขังข้าวโพดที่ปรับปรุงคุณภาพ.”

วารสารแก่นเกษตร 40, ฉบับพิเศษ 2: 549-552.

ศิริรัตน์ บัวผัน. (2556). อาหารและพืชอาหารสำหรับแพะ. สถาบันสุวรรณวาลกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนา
ปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์, นครปฐม.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2554). “โครงการศึกษาแนวทางบริหารจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทาง
การเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและลดการเกิดหมอกควัน.” ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557. น 14-19.

เสมอใจ บุรินอก. (2553). “ผลของแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีในน้ำพืชหมักต่อคุณภาพหญ้าหมัก ปริมาณการกินได้
กระบวนการหมัก และจุลินทรีย์ในการเพาะรูเมนของโค.” **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สัญญาเลขที่**

MRG5080193. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

เสมอใจ บุรินอก. (2554). “การใช้แบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำพืชหมักเป็นสารเสริมชนิดใหม่ในพืชหมักเขตร้อน.”

วารสารแก่นเกษตร 39: 85-98.

อารีรัตน์ ลุนผา. (2546). “แลคติกแอซิดแบคทีเรียทางเลือกใหม่ในการเพิ่มคุณภาพของพืชหมัก.”

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร เอกสัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เอกชัย พฤษอำไพ. (2546). “คู่มือเลี้ยงแพะ.” พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ฐานเกษตรกรรม, สนพ.

ภาษาต่างประเทศ

- Arthur, J. P. F. and R. M. Herd. (2008). "Residual feed intake in beef cattle." **R. Bras. Zootec.** 37: 1806-9290.
- Bureenok, S., et al. (2006). "The effect of epiphytic lactic acid bacteria with or without different byproduct from defatted rice bran and green tea waste on napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach*) silage." **J. Sci. Food Agric.** 86: 1073-1077.
- Devendra, C. and M. Burns. (1983). **Goat production in tropics**. Farmham royal; Commonwealth agricultural bureau.
- Dzakuma, J. M., et al. (2004). "Level of intake on performance of two goat genotypes." **South African Journal of Animal Science** 34: 38-41.
- Loren, cordain. (2015). **Fruits and sugars**. Accessed August 11. Available from <http://thepaleodiet.com/fruits-and-sugars/>
- Mamta and P. Sharma, (2008). "Effect of probiotics on body weight gain and feed conversion ratio in goat kids." **Haryana vet** 74: 39-40.
- Merten, D. R. (1992). "Regulation of forage intake in forage quality; evaluation and utilization." **Crop Sci. Soc. Am., Inc.**, no: 219-135.
- Nishino, N. and S. Uchida. (1999). "Laboratory evaluation of previously fermented juice as a fermentation stimulant for lucerne." **J. Sci. Food Agric.** No. 79: 1285-1288.
- NRC. (1981). **Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries**. National Academy Press, Washington, DC., USA.
- Ohshima, M., E. Kimura and H. Yokota. (1997). "A method of making good silage from direct cut alfalfa by spraying previously fermented juice." **Anim. Feed Sci. Technol.** 66: 129-137.
- Weinberg, Z.G. et al. (2007). "Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages." **J. Dairy Sci.** 90: 4754-4762.