การประเมินการย่อยได้และค่าพลังงานที่ย่อยได้ของเปลือกทุเรียนสำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสม

คมสัน ทะกัน[1/] ขบวน อินทรักษ์[2/] ฆะฤทัย จันทร์ธิบดี[3/] จุรีรัตน์ เงินแดง[4/]

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ของโภชนะ และค่าพลังงานที่ย่อยได้ ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งสำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมพันธุ์บอร์ โดยวิธี Total collection แบ่งแพะออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 ซ้ำ ระยะเวลาการทดลองเก็บข้อมูลนาน 31 วัน จากผลการทดลองพบว่า องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งมีวัตถุแห้ง (DM) เท่ากับ 15.25 และ 91.37 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบ (CP) เท่ากับ 9.17 และ 8.85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง มีไขมัน (EE) เท่ากับ 0.49 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง มีผนังเซลล์ (NDF) เท่ากับ 54.39 และ 58.72 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง มีลิกโนเซลลูโลส (ADF) เท่ากับ 42.29 และ 46.45 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง มีคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) เท่ากับ 30.58 และ 23.06 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และมีค่าพลังงานรวม (GE) เท่ากับ 4.25 และ 4.22 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ปริมาณการกินได้ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง พบว่าแพะกินได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 2.31 และ 1.76 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 51.01 และ 39.40 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมทาบอลิก ตามลำดับ ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณการกินได้ของโปรตีนหยาบและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับการประเมินการย่อยได้ พบว่าทุกค่าการย่อยได้ของโภชนะมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ เท่ากับ 64.26 และ 63.72 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ เท่ากับ 50.79 และ 47.06 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ เท่ากับ 53.45 และ 54.46 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 43.95 และ 45.98 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด เท่ากับ 61.20 และ 60.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง มีค่าพลังงานที่ย่อยได้ เท่ากับ 2.66 และ 2.56 Mcal/kgDM ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 2.18 และ 2.10 Mcal/kgDM ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ เท่ากับ 1.32 และ 1.27 Mcal/kgDM และค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.66 และ 0.57 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ผลการทดลองสรุปได้ว่าเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง มีค่าการย่อยได้ของโภชนะไม่แตกต่างกัน มีค่าพลังงานเพียงพอต่อความต้องการเพื่อการดำรงชีพและเพื่อการเจริญเติบโตของแพะ สามารถนำไปใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงแพะได้ อย่างไรก็ตามเปลือกทุเรียนหมักมีความอ่อนนุ่มทำให้แพะกินได้มากกว่าเปลือกทุเรียนแห้ง ทำให้ได้รับโปรตีนหยาบและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยมากกว่า จึงทำให้แพะมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างดีกว่า

คำสำคัญ : การย่อยได้ เปลือกทุเรียน พลังงานที่ย่อยได้ แพะเนื้อลูกผสม

เลขทะเบียนวิจัย : 59(1)-0214-004

[1/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบูรณ์ อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

[2/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตูล อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล

[3/]สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

[4/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

Digestibility and Digestible Energy Value of Durian Peel for Crossbred Meat Goat

Khomsan Takan[1/] Kabouan Intaruk[2/] Karuethai Junthibodee[3/] Jurirat Ngendang[4/]

ABSTRACT

An experiment aimed to determine chemical composition, digestibility, and digestible energy values of durian peel in Boer crossbred goat by total collection method (collection period 31 days). Twelve male goats divided into groups with 6 replications. The results showed that, the chemical composition and nutritive values of ensiled durian peel (EDP) and dry durian peel (DDP) were consists of dry matter (DM) [15.25, 91.37%], crude protein (CP) [9.17, 8.85 %DM], ether extract (EE) [0.49, 0.51%DM], neutral detergent fiber (NDF) [54.39, 58.72 %DM], lignocellulose (ADF) [42.29, 46.45 %DM], non-fiber carbohydrate (NFC) [30.58, 23.06 %DM] and Gross energy (GE) [4.25, 4.22 Mcal/kgDM], respectively.

The study was found that dry matter intake (DMI) of EDP and DDP were 2.31 and 1.76 %BW, respectively ($P<0.05$) or considered as 51.01 and 39.40 g/kgBW$^{0.75}$, respectively ($P<0.05$). The results of nutrient digestibility on EDP and DDP were not significantly different ($P>0.05$): digestible organic matter were 64.26, 63.72 %, digestible crude protein were 50.79, 47.06 %, digestible neutral detergent fiber were 53.45, 54.46 %, digestible lignocellulose were 43.95, 45.98 %, total digestible nutrient were 61.20, 60.69 %, digestible energy were 2.66, 2.56 Mcal/kgDM, metabolizable energy were 2.18, 2.10 Mcal/kgDM, net energy for maintenance were 1.32, 1.27 Mcal/kgDM and net energy for growth were 0.66, 0.57 Mcal/kgDM, respectively.

In conclusion, EDP and DDP can be used as roughage source for Boer crossbred goats. There has enough energy for maintenance and growth of goats. However, when comparing the palatability between EDP and DDP, it was found that the softness of EDP resulted in higher feed intake rate than DDP. Resulting in more protein and non-fiber carbohydrates intake, so goats that fed with EDP had quite higher weight gain comparing to DDP.

Keywords: Digestibility, Durian peel, Digestible energy, Crossbred meat goat

Registered No.: 59(1)-0214-004

[1/]Phetchabun Animal Nutrition Research and Development Center, Muang, Phetchabun.

[2/]Satun Animal Nutrition Research and Development Center, Kaunkalong, Satun.

[3/]Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathum Thani.

[4/]Phetchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Cha-Am, Petchaburi.

คำนำ

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศที่ผลิตและส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก มีผู้ประกอบอาชีพทำสวนทุเรียนมากกว่า 90,000 ครัวเรือน และมีจำนวนประชากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตทุเรียนนับล้านคน มูลค่าทางเศรษฐกิจประมาณ 20,000 ล้านบาท แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกและภาคใต้ ซึ่งในปี พ.ศ. 2556 มีพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ 577,124 ไร่ มีผลผลิตรวมกันจำนวน 569,238 ตัน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2556) โดยผลผลิตทุเรียนจะออกตั้งแต่เดือนเมษายน – กรกฎาคม ของทุกปี โดยเฉพาะผลผลิตจะชุกมากช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนมิถุนายน จากปริมาณของทุเรียนที่ผลิตออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก ทำให้ในแต่ละปีมีขยะที่เกิดจากผลผลิตทุเรียนจำนวนมหาศาลทั้งในส่วนที่เป็นเปลือกและเมล็ด ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมอย่างมาก จึงมีการศึกษาการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (agricultural waste) เหล่านี้มาทำให้เกิดประโยชน์แทนที่จะทิ้งไปโดยสูญเปล่า และวิธีที่ทำได้ง่ายที่สุดคือการนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer) ใช้ในสวนของเกษตรกรเอง หรือแนวทางการใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น สารสกัดจากเปลือกทุเรียนถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเซลลูโลสคุณภาพสูง เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ สารฟอกขาว สีกาว กระดาษ เซรามิกอาหาร และยา (สุนันท์ และคณะ, 2546) การพัฒนาเปลือกทุเรียนเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เช่น แผ่นเจลติดแผล ผลิตภัณฑ์เจลบำรุงแผล หรือการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียน (ทองทิพย์, 2542) การนำแป้งจากเมล็ดทุเรียนมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก เนย และคุกกี้ (สิรินาถ, 2542) เป็นต้น แต่ก็ยังมีการนำไปใช้ไม่ค่อยมาก

จากแนวคิดการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจก็คือการนำเอาส่วนของเปลือกทุเรียนและเมล็ดทุเรียนซึ่งเป็นวัสดุใช้ทางการเกษตร คิดเป็นประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของผลทุเรียน โดยเฉพาะส่วนของเปลือกที่มีอยู่ประมาณ 58 เปอร์เซ็นต์ (ลือพงษ์ และจรูญพงศ์, 2552) จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2556) ที่ทำการสำรวจข้อมูลในแต่ละปีจะมีเศษเหลือที่เป็นเปลือกทุเรียนมากถึง 330,000 ตัน ซึ่งมีปริมาณมากน่าจะนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ได้ โดยเฉพาะเปลือกทุเรียนที่ได้จากการแปรรูปทอดกรอบซึ่งเป็นสินค้า OTOP ของเกษตรกรพื้นที่ในภาคตะวันออกและภาคใต้ สามารถรวบรวมเปลือกทุเรียนได้ง่ายและมีปริมาณมากทั้งจากโรงงานแปรรูปและจากกลุ่มชุมชนที่ผลิตเป็นสินค้า OTOP ถ้าหากสามารถนำมาใช้เป็นอาหารหยาบในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้โดยเฉพาะแพะที่เป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก เป็นการเพิ่มมูลค่าจากสิ่งที่ไร้ค่า ทำให้เกิดราคาขึ้น ทำให้เกิดผลดีในแง่ของเศรษฐศาสตร์ และการรักษาสิ่งแวดล้อม ถ้าหากมีความเป็นไปได้จะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงแพะ และเป็นการใช้ประโยชน์จากผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างคุ้มค่า ลดมลภาวะจากขยะที่เกิดจากเปลือกและเมล็ดทุเรียนอีกทางหนึ่งด้วย และเป็นการทดแทนการปลูกพืชอาหารสัตว์เนื่องจากเกษตรกรมีพื้นที่น้อย

แพะพันธุ์บอร์ (Boer) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศอัฟริกาใต้ และได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะเป็นแพะเนื้อ มีน้ำหนักเมื่อหย่านมและโตเต็มวัยมาก (หย่านมที่ 120 วัน ได้น้ำหนัก 29 กิโลกรัม และเมื่อโตเต็มวัยมีน้ำหนัก 100 – 120 กิโลกรัม ในตัวผู้ และ 70 – 80 กิโลกรัม ในตัวเมีย ตามลำดับ) (Malan, 2000) จึงนิยมใช้เป็นสายพันธุ์ในการผสมข้ามสำหรับช่วยปรับปรุงพันธุ์พื้นเมืองให้มีขนาดและอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น NRC (1981) แนะนำว่าปริมาณความต้องการอาหารแพะเนื้อมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว พันธุ์ อายุ ผลผลิต การจัดการการเลี้ยงและสภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ เช่น ถ้าเลี้ยงแพะรุ่นแบบขังคอก ขนาดน้ำหนักตัว 30 40 และ 50 กิโลกรัม แพะจะต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) เพื่อการดำรงชีพวันละ 1.30

1.61 และ 1.91 Mcal/kg ตามลำดับ จะต้องการโปรตีนวันละ 51 63 และ 75 กรัม ตามลำดับ และถ้าแพะมีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 100 กรัม จะต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้ และ โปรตีน เพิ่มอีกวันละ 0.72 Mcal/kg และ 28 กรัม ตามลำดับ

การที่จะประกอบสูตรอาหารให้ได้คุณค่าทางโภชนะตรงตามวัตถุประสงค์ได้นั้นต้องทราบองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ชนิดนั้นๆ ก่อน และต้องทราบความต้องการโภชนะของสัตว์ที่ระยะการเจริญเติบโตหรือระยะการให้ผลผลิตต่าง ๆ (Nutrient Requirement) ที่เหมาะสม ดังนั้นการนำเปลือกทุเรียนมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารเพื่อเลี้ยงแพะเนื้อจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ การย่อยได้ และพลังงานของเปลือกทุเรียนที่แพะจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งในรูปแบบของเปลือกทุเรียนหมัก และเปลือกทุเรียนแห้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำไปใช้ประกอบการจัดการอาหารแพะได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม่นยำ และเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้วัตถุดิบสำหรับผลิตอาหารสัตว์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีรายงานผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของเปลือกทุเรียนที่เป็นวัสดุเศษเหลือใช้ทางการเกษตร ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ของโภชนะ และค่าพลังงานที่ย่อยได้ของเปลือกทุเรียนหมัก และเปลือกทุเรียนแห้งสำหรับนำไปใช้เลี้ยงแพะ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว ระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2559 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2560 รวมระยะเวลา 1 ปี

สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์บอร์ 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุเฉลี่ย 12 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 23.83 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว เลี้ยงในซองขังเดี่ยว มีรางอาหารอยู่ด้านหน้า มีแร่ธาตุก้อน และมีน้ำสะอาดให้ดื่มตลอดเวลา ก่อนการทดลองให้แพะได้รับการถ่ายพยาธิภายใน ภายนอก บันทึกน้ำหนักตัวแพะทั้งก่อนและหลังการทดลองโดยใช้วิธีชั่งน้ำหนัก

แบ่งแพะออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว จากนั้นสุ่มชนิดของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง ให้กับแพะแต่ละตัว

อาหารและการให้อาหาร

เปลือกทุเรียนหมัก

รวบรวมเปลือกทุเรียนสดจากกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนทอดกรอบ นำเปลือกทุเรียนมาเข้าเครื่องสับหญ้าแบบ 4 ใบมีด จะทำให้ได้ขนาดชิ้นละ 1 – 2 เซนติเมตร จำนวนน้ำหนักสดประมาณ 400 กิโลกรัม แล้วนำมาทำการหมัก โดยอัดใส่ถังพลาสติกทรงกระบอกขนาดบรรจุ 100 ลิตร ที่มีฝาปิดสนิทสายเข็มขัดรัดอย่างดี เก็บไว้ประมาณ 30 วัน และนำไปใช้เลี้ยงแพะทุกวันตลอดการทดลอง

เปลือกทุเรียนแห้ง

รวบรวมเปลือกทุเรียนสดจากกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนทอดกรอบ นำเปลือกทุเรียนมาเข้าเครื่องสับหญ้าแบบ 4 ใบมีด จะทำให้ได้ขนาดชิ้นละ 1 – 2 เซนติเมตร จากนั้นนำเปลือกทุเรียนที่สับแล้วมาตากแห้งให้ได้จำนวน 300 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำมาสับบดอีกครั้งเพื่อให้มีขนาดเล็กกว่า 1 เซนติเมตร และนำไปใช้เลี้ยงแพะทุกวันตลอดการทดลอง

การให้อาหาร

เลี้ยงแพะโดยให้กินอาหารทดลองแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ให้แพะกลุ่มที่ 1 กินเปลือกทุเรียนหมักและแพะกลุ่มที่ 2 กินเปลือกทุเรียนแห้งเป็นอาหารเดี่ยวแบ่งให้วันละ 3 ครั้ง (เวลา 8.00 น. 12.00 น. และ 16.00 น.)

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

สุ่มเปลือกทุเรียนหมัก เมื่ออายุการหมักครบ 21 วัน เปิดฝาถังหมักเพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์ (2547ข) ถังละประมาณ 1 กิโลกรัม จากส่วนบนลึกลงไปไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว และรีบบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิดเย็น โดยพยายามให้เปลือกทุเรียนมีโอกาสสัมผัสอากาศน้อยที่สุด รีดอากาศออกจากถุงให้มากที่สุด ปิดปากถุงให้แน่นและใส่ลงในถุงพลาสติกชนิดเย็นซ้อนอีกชั้น เพื่อป้องกันการรั่วหรือแตกเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนส่งวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานรวม

สุ่มเปลือกทุเรียนแห้ง ที่สับบดเก็บไว้ในถังพลาสติก ถังละประมาณ 1 กิโลกรัม จากส่วนบนลึกลงไปไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว บรรจุใส่ถุงชนิดเย็น ปิดปากถุงให้แน่นและใส่ลงในถุงพลาสติกชนิดเย็นซ้อนอีกชั้น เพื่อป้องกันการรั่วหรือแตกเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนส่งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานรวม

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ทดลองทุกวันในระยะการเก็บข้อมูล และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูล คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของมูลที่รวบรวมได้ในแต่ละครั้งทุกวัน นำตัวอย่างอาหาร และมูล ที่สุ่มเก็บมาในแต่ละวันปิดปากถุงให้แน่นและใส่ลงในถุงพลาสติกชนิดเย็นซ้อนอีกชั้น เพื่อป้องกันการรั่วหรือแตกไปเก็บสะสมไว้ในตู้แช่แข็ง (freezer) ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยแยกเก็บตัวอย่างมูลแยกเป็นรายตัว ก่อนนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานรวม

การศึกษาคุณค่าทางโภชนะต่างๆของเปลือกทุเรียน

ศึกษาการย่อยได้ของโภชนะต่างๆโดยวิธี Total collection ใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน 31 วัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะปรับตัวสัตว์ (Preliminary period) เป็นช่วงให้สัตว์ได้ปรับตัวเข้ากับอาหารทดลองโดยค่อย ๆ เพิ่มปริมาณอาหารทดลองและลดอาหารชนิดเดิม ที่สัตว์เคยได้รับเป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นให้สัตว์กินอาหารทดลองอย่างเดียวแบบเต็มที่ เพื่อให้อาหารเก่าที่หลงเหลือในทางเดินอาหารถูกขับออกจนหมดตลอดจนเพื่อเก็บข้อมูลของปริมาณการกินได้ (Voluntary feed intake, VFI) ในแต่ละมื้อและแต่ละวัน เป็นเวลา 7 วัน ต่อจากนั้นลดปริมาณอาหารที่ให้เหลือเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่กินได้เต็มที่ (90 % VFI)

เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้สัตว์กินอาหารทดลองได้หมด ป้องกันการกินเหลือ และเพื่อให้ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ และปริมาณมูลที่ขับถ่ายออกมาอยู่ในสัดส่วนที่คงที่

ระยะที่ 2 ระยะการเก็บข้อมูล (Collection period) ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่แพะกินได้ ปริมาณอาหารเหลือในแต่ละวัน เพื่อเก็บข้อมูลของปริมาณการกินได้ บันทึกปริมาณมูลทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) เป็นเวลา 7 วัน เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานรวม

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างเปลือกทุเรียนหมัก เปลือกทุเรียนแห้ง และมูล ที่แช่แข็งมาทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำตัวอย่างเปลือกทุเรียนหมัก และเปลือกทุเรียนแห้งไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แบ่งตัวอย่างมูลออกเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างมูลส่วนแรกนำไปวิเคราะห์หาโปรตีนโดยไม่ผ่านการอบแห้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียไนโตรเจนในระหว่างการอบ ด้วยวิธี Kjeldahl ตามวิธีที่ 5983-2 ของ ISO (2009) ตัวอย่างมูลส่วนที่สองไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างเปลือกทุเรียนหมัก เปลือกทุเรียนแห้ง และมูลที่ผ่านการอบแล้วไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ดังนี้

- ความชื้น (Moisture) โดยการอบด้วยตู้อบชนิด force-air oven ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 930.15 (AOAC, 2016)
- โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ด้วยการหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนด้วยวิธี kjeldahl แล้วคูณด้วยแฟคเตอร์ 6.25 ตามวิธีที่ 5983-2 (ISO, 2009)
- ไขมัน (Ether extract, EE) โดยใช้ปิโตเลียมอีเธอร์ ตามวิธีที่ 2003.05 (AOAC, 2016)
- เถ้า (Ash) เป็นการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 924.05 (AOAC, 2016)
- ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber; ADF) ด้วยวิธี 973.18 (AOAC, 2016)
- ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber; NDF) โดยใช้ Sodium sulphite และ alpha amylase ตามวิธีที่ 5.1 ของ Undersander and Mertens (1993)
- คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (non- fiber carbohydrate; NFC) คำนวณโดยใช้ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ โดยใช้สมการดังนี้ (กรมปศุสัตว์, 2547ก)

$$NFC\ (\%) = 100 - (\%CP + \%EE + \%Ash + \%NDF)$$

- พลังงานรวม (gross energy; GE) โดยเครื่อง Automatic isoperibol calorimeter (6400; Parr, Moline, Illinois, USA.) ตามวิธีของ DIN 51900-2 (2003-05)

การประเมินการย่อยได้ของโภชนะต่างๆและพลังงาน

ทำการคำนวณค่าการย่อยได้แบบปรากฏ (Apparent digestibility) ของโภชนะต่างๆ (บุญล้อม, 2541)

$$\textbf{การย่อยได้ของโภชนะ (\%)} = \frac{\textbf{โภชนะที่กิน (กรัม) – โภชนะในมูล (กรัม)}}{\textbf{โภชนะที่กิน (กรัม)}} \times 100$$

การคำนวณค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด หรือ ยอดโภชนะย่อยได้ (Total digestible nutrient, TDN) จากสมการดังนี้ (NRC,1981)

% TDN = %DOM ÷ 1.05

โดยที่ DOM = Digestible organic matter

การคำนวณค่าพลังงานย่อยได้ (Digestible Energy, DE) (บุญล้อม, 2541)

ทำโดยนำตัวอย่างอาหารและมูลไปวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานรวม (Gross energy, GE) แล้วนำค่าพลังงานในอาหารมาคูณกับปริมาณวัตถุแห้งที่กิน (Dry matter intake, DMI) และนำค่าพลังงานในมูลมาคูณกับปริมาณมูลที่ขับออกเมื่อคิดเป็นวัตถุแห้งเฉลี่ยต่อวัน (Dry matter excrete, DME) จะได้ปริมาณพลังงานรวมที่กิน (Gross energy intake, GE_i) และปริมาณพลังงานรวมที่ขับออกในมูล (Gross energy excrete, GE_e) แล้วนำมาคำนวณค่า DE โดยใช้สมการ ดังนี้

$$\text{DE (Mcal/kg DM)} = \frac{\text{GE of feed (Mcal/kg DM)} \times \text{DMI (g/d)} - \text{GE of feces (Mcal/kgDM)} \times \text{DME (g/d)}}{\text{DMI (g/d)}}$$

การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy; ME) ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (Net Energy for maintenance; NE_m) และค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (Net Energy for growth; NE_g) จากค่า DE ที่วัดโดยตรงจากตัวสัตว์โดยอาศัยสมการที่ NRC (1981) แนะนำไว้ ดังนี้

ME (Mcal/kg DM) = 0.82 x DE (Mcal/kg DM)

NE_m (Mcal/kg DM) = 1.115 - 0.8971 ME + 0.6507 ME^2 - 0.1028 ME^3 + 0.005725 ME^4

NE_g (Mcal/kg DM) = 3.178 ME - 0.8646 ME^2 + 0.1275 ME^3 - 0.006787 ME^4 – 3.325

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณการกินได้ ปริมาณโภชนะที่ได้รับ ค่าการย่อยได้ของโภชนะ ค่าพลังงานต่างๆ ของเปลือกทุเรียน และค่าพลังงานต่างๆ ที่แพะได้รับ โดยวิธี Group Comparison T-test

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง (ตารางที่ 1) พบว่าเปลือกทุเรียนหมัก มีค่าโปรตีนหยาบสูงกว่าเปลือกทุเรียนแห้งเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากมีการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก (Ukoha *et al.,* 2011) จึงทำให้เปลือกทุเรียนหมักมีค่าโปรตีนหยาบสูงกว่าเปลือกทุเรียนแห้ง และสอดคล้องกับรายงานของ Suphalucksana and Sangsoponjit. (2016) ที่ได้ศึกษาการใช้สารเติมแต่งในการหมักเปลือกทุเรียนเพื่อใช้เป็นอาหารหยาบ พบว่าเมื่อทำการหมักเปลือกทุเรียนด้วยโซเดียมไนเตรทสามารถทำให้ค่าโปรตีนหยาบสูงขึ้นจากเดิม 7.39 เปอร์เซ็นต์ เป็น 8.28 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกทุเรียนสดที่ไม่ได้หมัก และพบว่าในการทดลองนี้เปลือกทุเรียนหมักมีค่าเถ้า ผนังเซลล์

และลิกโนเซลลูโลส น้อยกว่าเปลือกทุเรียนแห้ง อาจเนื่องมาจากในกระบวนการหมักเปลือกทุเรียนจุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน โดยสร้างกรดแลคติกที่ผลิตเอนไซม์ย่อยสลายองค์ประกอบของผนังเซลล์ให้ปลดปล่อยเป็นน้ำตาลออกมาเป็นอาหารของจุลินทรีย์ (Woodford and Pahlow, 1998) จึงส่งผลทำให้ค่า เถ้า ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส มีค่าเปลี่ยนแปลงที่ลดลงเมื่อเทียบกับเปลือกทุเรียนแห้ง และในส่วนค่าคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยของเปลือกทุเรียนหมักมีค่ามากกว่าเปลือกทุเรียนแห้งเนื่องมาจากเปลือกทุเรียนแห้งมีค่า ไขมัน เถ้า และผนังเซลล์สูงกว่าเปลือกทุเรียนหมัก จึงส่งผลทำให้ค่าคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยของเปลือกทุเรียนแห้งต่ำกว่าของเปลือกทุเรียนหมัก

ค่าพลังงานรวมของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง ในการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 4.25 และ 4.22 Mcal/kgDM ตามลำดับ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับพืชอาหารสัตว์หมักชนิดต่างๆ ดังรายงานของ คมสัน และคณะ (2556) ที่รายงานว่าใบโคลงเคลงหมัก ที่มีค่าพลังงานรวมเท่ากับ 4.39 Mcal/kgDM ใกล้เคียงกับรายงานของ Feedipedia (2015) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์หมักมีค่าพลังงานรวมเท่ากับ 4.16 Mcal/kgDM และมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน มีค่าพลังงานรวมเท่ากับ 4.35 4.44 และ 4.39 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนหมัก และเปลือกทุเรียนแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	เปลือกทุเรียนหมัก	เปลือกทุเรียนแห้ง
วัตถุแห้ง (DM) (%)	15.25	91.37
โปรตีนหยาบ (CP) (%DM)	9.17	8.85
ไขมัน (EE) (%DM)	0.49	0.51
เถ้า (Ash) (%DM)	5.37	8.86
ผนังเซลล์ (NDF) (%DM)	54.39	58.72
ลิกโนเซลลูโลส (ADF) (%DM)	42.29	46.45
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) (%DM)	30.58	23.06
ค่าพลังงานรวม (GE) (Mcal/kgDM)	4.25	4.22

ปริมาณอาหารที่กินได้

ปริมาณการกินได้และโภชนะที่ได้รับของแพะทดลองแสดงในตารางที่ 2 พบว่าแพะกินเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง คิดเป็นวัตถุแห้งได้เท่ากับ 559.71 และ 449.09 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อคิดปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักร่างกาย และปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักเมทาบอลิก พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 2.31 และ 1.76 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (%BW) และ 51.01 และ 39.40 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมทาบอลิก (g/Kg $BW^{0.75}$) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณการกินได้ของเปลือกทุเรียนหมักสูงกว่าเนื่องจากมีความน่ากินและอ่อนนุ่มกว่าเปลือกทุเรียนแห้ง ทำให้แพะกินได้มากกว่า และมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งต่อวันที่แพะควรได้รับเพื่อการดำรงชีพที่ NRC (1981) แนะนำว่าแพะเนื้อที่มีน้ำหนักตัว 20 - 30 กิโลกรัม จะมีความต้องการปริมาณวัตถุแห้งในอาหาร

เท่ากับ 2.2 – 2.4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เพื่อใช้ในการดำรงชีพหรือเท่ากับปริมาณอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งเท่ากับ 480 - 660 กรัมต่อตัวต่อวันสำหรับเพื่อใช้ในการดำรงชีพ

Moore and Coleman (2001) ศึกษาความสัมพันธ์ของการกินได้กับปริมาณเยื่อใยในอาหารหยาบ โดยคำนวณจากสมการ ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) เท่ากับ 120 หารด้วยเปอร์เซ็นต์ผนังเซลล์ และเมื่อนำค่าผนังเซลล์ ที่ได้จากการทดลองนี้มาคำนวณตามสมการข้างต้น พบว่าแพะควรมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง เท่ากับ 2.21 และ 2.04 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามลำดับ พบว่าใกล้เคียงกับเปลือกทุเรียนหมักในการทดลองนี้ ส่วนเปลือกทุเรียนแห้งพบว่ามีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งน้อยกว่าที่คำนวณได้ ซึ่งสอดคล้องกับ วชิรวิทย์ (2556) ที่รายงานว่าปริมาณผนังเซลล์ในอาหารมีความสัมพันธ์กับอัตราการกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้องเชิงลบ และ วิโรจน์ (2557) รายงานว่าหากสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับผนังเซลล์มาก หรือได้รับคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยน้อยเกินไปจะทำให้สัตว์กินได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ เช่นเดียวกับปริมาณการกินโปรตีนหยาบ ได้จากเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในการทดลองนี้พบว่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 51.33 และ 39.74 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณโปรตีนที่เพียงพอกับความต้องการเพื่อการดำรงชีพที่ NRC (1981) รายงานว่าแพะที่มีน้ำหนักประมาณ 20 - 30 กิโลกรัม ควรได้รับโปรตีนเพื่อการดำรงชีพเท่ากับ 38 - 51 กรัมต่อตัวต่อวัน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ±SD ปริมาณการกินได้ และโภชนะที่ได้รับจากเปลือกทุเรียนหมัก และเปลือกทุเรียนแห้งในแพะลูกผสมบอร์

รายละเอียด	เปลือกทุเรียนหมัก	เปลือกทุเรียนแห้ง	P-value
จำนวนแพะทดลอง (ตัว)	6	6	-
น้ำหนักเฉลี่ยแพะก่อนการทดลอง (กิโลกรัม/ตัว)	23.33 ±5.78	24.33 ±6.24	0.3537
น้ำหนักเฉลี่ยแพะหลังการทดลอง (กิโลกรัม/ตัว)	26.00 ±6.39	26.50 ±5.10	0.4078
น้ำหนักเฉลี่ยแพะที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม/ตัว)	2.67 ±0.98	2.17 ±0.68	0.2016
น้ำหนักเฉลี่ยแพะที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว/วัน)	86.13 ±31.72	70.00 ±22.04	0.2016
ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้			
ปริมาณการกินได้ต่อตัว (กรัม/วัน)	559.71 ±147.88	449.09 ±108.72	0.0662
ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักร่างกาย (%BW)	2.27 ±0.31	1.76 ±0.05	0.0081
ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักเมทาบอลิก (g/Kg $BW^{0.75}$)	50.28 ±7.60	39.40 ±3.18	0.0155
ปริมาณโภชนะที่แพะได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)			
โปรตีนหยาบ (CP)	51.33 ±13.56	39.74 ±9.62	0.0466
ไขมัน (EE)	2.74 ±0.72	2.29 ±0.55	0.0995
ผนังเซลล์ (NDF)	304.43 ±80.43	263.70 ±63.84	0.1442
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	236.70 ±62.54	208.60 ±50.50	0.1714
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC)	171.16 ±45.22	104.55 ±25.31	0.0067

การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ และค่าพลังงานต่างๆของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง

เมื่อนำเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งไปทดลองหาการย่อยได้และประเมินค่าพลังงานในแพะเนื้อลูกผสมบอร์ พบว่าค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งสำหรับแพะเนื้อลูกผสมบอร์ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (Digestible dry matter; DDM) ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในแพะมีค่าเท่ากับ 63.19 และ 62.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ(2561) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 75 วัน มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในแพะ เท่ากับ 64.00 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเปรียบเทียบกับค่าการย่อยได้ของต้นข้าวโพดหวานหมัก หญ้ารูซี่หมัก ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมัก หญ้ารูซี่แห้ง และหญ้าแพงโกล่าแห้ง ที่ศึกษาในโคพื้นเมืองโดย Cheva-Isarakul *et al.* (2008) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 53.69 59.72 60.35 61.67 และ 61.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งต่ำกว่าการทดลองนี้เล็กน้อย อาจเนื่องมาจากมีค่าผนังเซลล์ที่สูงกว่าเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ±SD ค่าการย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในแพะเนื้อลูกผสมบอร์

รายละเอียด	เปลือกทุเรียนหมัก	เปลือกทุเรียนแห้ง	P-value
ค่าการย่อยได้ของโภชนะ (%)			
วัตถุแห้ง (DDM)	63.19 ±2.30	62.28 ±6.42	0.3585
อินทรียวัตถุ (DOM)	64.26 ±2.12	63.72 ±6.34	0.4157
โปรตีนหยาบ (DCP)	50.79 ±4.25	47.06 ±12.03	0.1853
ไขมัน (DEE)	63.64 ±6.38	63.92 ±7.83	0.4528
ผนังเซลล์ (DNDF)	53.45 ±3.87	54.46 ±7.95	0.3560
ลิกโนเซลลูโลส (DADF)	43.95 ±6.16	45.98 ±8.69	0.2239
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (DNFC)	88.97 ±3.06	93.75 ±8.82	0.0701
โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN)	61.20 ±2.02	60.69 ±6.04	0.4158
ค่าพลังงานในอาหาร (Mcal/kgDM)			
ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (DE)	2.66 ±0.10	2.56 ±0.28	0.1871
ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME)	2.18 ±0.08	2.10 ±0.23	0.1871
ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_m)	1.32 ±0.06	1.27 ±0.16	0.2106
ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE_g)	0.66 ±0.08	0.57 ±0.22	0.1632

ค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (Digestible organic matter; DOM) ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในแพะมีค่าเท่ากับ 64.26 และ 63.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ สุมิตรา (2543) ที่รายงานว่าหญ้าพลิแคทูลั่มแห้งสามารถย่อยในกระเพาะรูเมนของแพะ (*in situ*

disappearance) ได้เท่ากับ 64.62 เปอร์เซ็นต์ และใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 75 วัน มีค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในแพะ เท่ากับ 64.96 เปอร์เซ็นต์ และใกล้เคียงกับรายงานของ องอาจ และเทิดชัย (2549) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ธรรมดา พันธุ์แคระ พันธุ์เมอคิรอน และพันธุ์ไต้หวัน ตัดที่อายุ 90 วัน เมื่อนำมาหมักแล้วนำไปเลี้ยงแพะ พบว่ามีค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุเท่ากับ 65.62 64.96 63.00 และ 65.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าทางจากสดและทางจากหมักที่มีค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในแพะ เท่ากับ 27.03 และ 26.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (อภินันท์ และคณะ, 2561)

ค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ (Digestible crude protein; DCP) ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในแพะมีค่าเท่ากับ 50.79 และ 47.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีค่าสูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบในแพะ เท่ากับ 20.86 และ 15.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่ารายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบในแพะ เท่ากับ 45.25 เปอร์เซ็นต์ แต่ต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 และ 75 วัน เท่ากับ 78.74 และ 64.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และต่ำกว่ารายงานของ สุมิตรา (2543) ที่รายงานว่าหญ้าพลิแคทูลั่มแห้งมีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบในแพะ เท่ากับ 58.47 เปอร์เซ็นต์

ค่าการย่อยได้ของไขมัน (Digestible ether extract; DEE) ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในแพะ มีค่าเท่ากับ 63.64 และ 63.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ คมสัน และคณะ (2556) ว่าใบกันเกราหมักมีค่าการย่อยได้ของไขมันในแพะ เท่ากับ 66.60 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าการย่อยได้ของไขมันในแพะ เท่ากับ 22.35 และ 15.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสูงกว่ารายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าการย่อยได้ของไขมันในแพะ เท่ากับ 54.93 เปอร์เซ็นต์ แต่ต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 และ 75 วัน เท่ากับ 82.26 และ 70.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ (Digestible neutral detergent fiber; DNDF) ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในแพะ มีค่าเท่ากับ 53.45 และ 54.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ในแพะ เท่ากับ 57.02 เปอร์เซ็นต์ แต่ต่ำกว่าหญ้าที่ตัดที่อายุ 60 และ 75 วัน เท่ากับ 81.82 และ 63.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใกล้เคียงกับรายงานของ สุมิตรา (2543) ที่รายงานว่าหญ้าพลิแคทูลั่มแห้งมีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ในแพะ เท่ากับ 56.70 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่ารายงานของ คมสัน และคณะ (2556) ที่รายงานว่าใบกันเกราหมัก และใบโคลงเคลงหมักมีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์เท่ากับ 49.27 และ 47.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ในแพะ เท่ากับ 18.62 และ 17.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส (Digestible acid detergent fiber; DADF) ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในแพะ มีค่าเท่ากับ 43.95 และ 45.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับ

รายงานของ คมสัน และคณะ (2556) ว่าใบกันเกราหมัก และใบโคลงเคลงหมักมีค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสในแพะเท่ากับ 44.43 และ 46.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่ารายงานของ สุมิตรา (2543) ที่รายงานว่าหญ้าพลิแคทูลั่มแห้งมีค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสในแพะ เท่ากับ 37.27 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสในแพะ เท่ากับ 21.78 และ 20.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีค่าต่ำกว่ารายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน มีค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสในแพะ เท่ากับ 82.22 65.04 และ 58.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งในแพะ มีค่าเท่ากับ 58.10 และ 59.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 75 วัน มีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดในแพะ เท่ากับ 59.24 เปอร์เซ็นต์ และใกล้เคียงกับรายงานของ คมสัน และคณะ (2556) ที่รายงานว่าใบกันเกราหมักที่ใช้เลี้ยงแพะมีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดในแพะ เท่ากับ 60.30 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าสูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าการย่อยได้ของโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดในแพะ เท่ากับ 25.75 และ 25.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าพลังงานที่ย่อยได้ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง มีค่าเท่ากับ 2.66 และ 2.56 Mcal/kgDM ตามลำดับ พบว่าใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน มีพลังงานที่ย่อยได้ในแพะ เท่ากับ 2.49 Mcal/kgDM และใกล้เคียงกับรายงานของ คมสัน และคณะ (2556) ที่รายงานว่าใบกันเกราหมัก ใบคอแห้งป่าหมัก และใบกระถินเทพาหมัก มีค่าพลังงานที่ย่อยได้ในแพะเท่ากับ 2.90 2.40 และ 2.40 Mcal/kgDM ตามลำดับ แต่มีค่าสูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าพลังงานที่ย่อยได้ในแพะ เท่ากับ 1.14 และ 1.13 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง มีค่าเท่ากับ 2.18 และ 2.10 Mcal/kgDM ตามลำดับ พบว่า ใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในแพะเท่ากับ 2.14 Mcal/kgDM และใกล้เคียงกับรายงานของ คมสัน และคณะ (2556) ที่รายงานว่าใบคอแห้งป่าหมัก และใบกระถินเทพาหมัก มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 2.0 และ 2.0 Mcal/kgDM ตามลำดับ แต่มีค่าสูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในแพะ เท่ากับ 0.93 และ 0.93 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง มีค่าเท่ากับ 1.32 และ 1.27 Mcal/kgDM ตามลำดับ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน เมื่อคำนวณหาค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพตามสมการที่ NRC (1981) แนะนำจะมีค่าเท่ากับ 1.29 Mcal/kgDM แต่สูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพในแพะ เท่ากับ 0.86 และ 0.84 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง มีค่าเท่ากับ 0.66 และ 0.57 Mcal/kgDM ตามลำดับ พบว่าใกล้เคียงกับรายงานของ สดุดี และคณะ (2561) ว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน เมื่อคำนวณหาค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตตามสมการที่ NRC (1981) แนะนำจะมีค่าเท่ากับ 0.62 Mcal/kgDM แต่มีค่าสูงกว่ารายงานของ อภินันท์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่าทางจากสดและทางจากหมักมีค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตในแพะ เท่ากับ -1.14 และ -1.13 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ค่าพลังงานของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งที่แพะได้รับ

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าพลังงานที่ย่อยได้ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ และค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งที่แพะได้รับต่อวัน พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่แพะได้รับพลังงานที่ย่อยได้เท่ากับ 1.48 และ 1.16 Mcal/d ตามลำดับ แพะได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 1.22 และ 0.95 Mcal/d ตามลำดับ และแพะได้รับพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพเท่ากับ 0.73 และ 0.58 Mcal/d ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่ NRC (1981) รายงานว่าแพะเนื้อน้ำหนักตัว 20 – 30 กิโลกรัม ควรได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 0.96 – 1.30 Mcal/d ตามลำดับ และแพะควรได้รับพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ เท่ากับ 0.54 – 0.73 Mcal/d ตามลำดับ ในส่วนค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต พบว่าปริมาณที่แพะได้รับจากการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 0.37 และ 0.27 Mcal/d เมื่อเทียบกับที่ NRC (1981) แนะนำไว้ว่าแพะเนื้อน้ำหนักตัว 20 – 30 กิโลกรัม ถ้าได้รับพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.20 – 0.40 Mcal/d ตามลำดับ แพะเนื้อจะสามารถเจริญเติบโตได้ 50 – 100 กรัมต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้ ที่แพะสามารถเจริญเติบโตได้ประมาณวันละ 86.13 และ 70.00 กรัม ตามลำดับ ควรใช้เปลือกทุเรียนหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบให้กินได้เต็มที่ และถ้าต้องการให้แพะเนื้อมีอัตราการเจริญเติบโตได้มากขึ้นควรมีการเสริมอาหารข้น และอาหารหยาบคุณภาพดี หรือนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารผสมครบส่วนให้ได้โภชนะเพียงพอกับระดับการเจริญเติบโตที่ต้องการ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ±SD ค่าพลังงานของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งที่แพะเนื้อลูกผสมบอร์ได้รับต่อวัน

รายละเอียด	เปลือกทุเรียนหมัก	เปลือกทุเรียนแห้ง	P-value
ค่าพลังงานในอาหารที่แพะได้รับ (Mcal/d)			
ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (DE)	1.48 ±0.37	1.16 ±0.37	0.1744
ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME)	1.22 ±0.30	0.95 ±0.31	0.1744
ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_m)	0.73 ±0.18	0.58 ±0.19	0.1885
ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE_g)	0.37 ±0.09	0.27 ±0.15	0.2375

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ และค่าพลังงานที่ย่อยได้ของเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้ง สำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมบอร์ พบว่าเปลือกทุเรียนหมัก และเปลือกทุเรียนแห้ง มีคุณค่าทางโภชนะที่สามารถนำไปใช้เป็นอาหารหยาบเลี้ยงแพะเนื้อได้ แต่เปลือกทุเรียนหมักมีองค์ประกอบทางเคมีด้านโปรตีนหยาบ และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยสูงกว่า แต่มีเถ้า ค่าผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสน้อยกว่าเปลือกทุเรียนแห้ง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และน้ำหนักเมทาบอลิกแพะสามารถกินเปลือกทุเรียนหมักได้มากกว่าเปลือกทุเรียนแห้ง เนื่องจากมีความอ่อนนุ่มน่ากินกว่า จึงทำให้แพะที่กินเปลือกทุเรียนหมักได้รับปริมาณโภชนะโปรตีนหยาบ และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยมากกว่า

ในส่วนของการย่อยได้ของโภชนะเปลือกทุเรียนหมักมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีน ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย และโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเปลือกทุเรียนแห้ง รวมทั้งเปลือกทุเรียนหมักและเปลือกทุเรียนแห้งมีค่าพลังงานที่ย่อยได้ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ และพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกัน ทำให้แพะที่กินเปลือกทุเรียนหมักจะได้รับพลังงานที่ย่อยได้ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ และพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแพะที่กินเปลือกทุเรียนแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้วและคนงานคอกสัตว์ทดลองทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือดูแลสัตว์ทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี เจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ทุกท่านที่ช่วยวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ และขอบคุณคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ที่ให้คำแนะนำตรวจสอบ และแก้ไขผลงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547ก. ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 37 หน้า.

_____. 2547ข. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก. เอกสารแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด . กรุงเทพฯ. 23 หน้า.

คมสัน ทะกัน จักรพงษ์ ขานโบ ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา จุรีรัตน์ เงินแดง สุพิดา วัฒนนาวิน สดุดี พงษ์เพียจันทร์ เยี่ยม คงสวัสดิ์ และพิสุทธิ์ สุขเกษม. 2556. ศึกษาคุณค่าทางอาหารสัตว์ของใบพืชพื้นเมืองหมักบางชนิดที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยงแพะในพื้นที่หมู่บ้านรอบศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (1) ใบกันเกรา ใบโคลงเคลง ใบคอแห้งป่า และใบกระถินเทพา, น. 199-214. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2556. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ทองทิพย์ พูลเกษม. 2542. การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนเพื่อทดแทนฟืนและถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์ เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 6. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 170 หน้า.

ลือพงษ์ ลือนาม และ จรูญพงศ์ เทียมประทีป. 2552. การศึกษาวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการเตรียมเนื้อทุเรียนสำหรับทอดกรอบ. วารสารวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. ปีที่ 2 (ฉบับที่ 1) : น. 36-40.

วชิรวิทย์ มีหนองใหญ่. 2556. ปัจจัยที่มีผลต่อการกินได้และการย่อยได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง. ข่าวสารเกษตรศาสตร์. ปีที่ 58 (ฉบับที่ 1) ตุลาคม 2555 – มกราคม 2556.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2557. อาหารและฟาร์มโคนมยุคใหม่. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 502 หน้า.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2556. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สดุดี พงษ์เพียจันทร์ จันทกานต์ อรณนันท์ และสมพล ไวปัญญา. 2561. ผลของอายุการตัดที่มีต่อคุณค่าทางโภชนะและการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ในแพะ, น. 117-133. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2561. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สิรินาถ ตัณฑเกษม. 2542. สมบัติของแป้งจากเมล็ดทุเรียนและการนำไปใช้ประโยชน์. รายงานการวิจัย สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอาหาร ภาควิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.

สุนันท์ พงษ์สามารถ วิมลมาส สิปิพัน และพนิดา วยัมหสุวรรณ. 2546. การศึกษาสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกของทุเรียนเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์. รายงานการวิจัย เสนอต่อ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

สุมิตรา สำเภาพล. 2543. การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

องอาจ อินทร์สังข์ และเทิดชัย เวียรศิลป์. 2549. ปริมาณการกินและค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุของหญ้าเนเปียร์หมัก 4 สายพันธุ์ในแพะ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. แหล่งที่มา https://scitech.rmutsv.ac.th/dr.ongarge/researchth.html. 20 มกราคม 2565.

อภินันท์ จินดานิรดุล อภิชาต บุญเรืองขาว ขบวน อินทรักษ์ และจุรีรัตน์ เงินแดง. 2561. การประเมินการย่อยได้และค่าพลังงานที่ย่อยได้ของทางจากสำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสม, น. 189-198. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2561. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 2016. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Washington D.C., USA.

Cheva-Isarakul, B., S. Promma, K. Tagan and B. Maliwan. 2008. Nutritive value and energy determination of some roughages for beef cattle. Proceeding of international symposium:

Establishment of feeding standard of beef cattle and a feed database for the Indochinese peninsula. p. 29-34.

DIN 51900-2. 2003-05. Testing of solid and liquid fuels – Determination of the grossvcalorific value by the bomb calorimeter and calculation of the net calorific value – Part 2: Method using isoperibol or static, jacket calorimeter. German.

Feedipedia. 2015. Elephant grass (*Pennisetum purpureum*) silage. Animal feed resources information system. Available source https://www.feedipedia.org/node/12368. February 19, 2022.

ISO. 2009. ISO 5983-2 Animal feeding stuffs-Determination of nitrogen content and calculation of Crude protein content-Part2: Block digestion and steam distillation method. International Organization for Standardization. Switzerland.

Malan, S. W. 2000. The improved Boer goat. Small Rumin. Res. 36: 165-170.

Moore, J. E. and S.W. Coleman. 2001. Forage intake, digestibility, NDF, and ADF : how well are they relate. In Proceedings of the American Forage and Grassland Council, vol; 10, Georgetown, TX, USA, pp. 233-237.

NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goat: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. Nutritional Academy Press, Washington DC. 91 pp.

Suphalucksana, W., and Sangsoponjit, S. 2016. Use of additives in durian peel silages making. Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science, 59.

Ukoha, P. O., Cemaluk, E. A., Nnamdi, O. L., and Madus, E. P. 2011. Tannins and other phytochemical of the Samanaea saman pods and their antimicrobial activities. African Journal of Pure and Applied Chemistry, 5(8), 237-244.

Undersander, Dan and David R. Mertens. 1993. Forage Analysis Procedures. National Forage Testing Association. Available source: http://foragetesting.org/lab-procedures. February 20, 2019.

Woolford, M. K., & Pahlow, G. 1998. The silage fermentation. In Microbiology of fermented foods (pp. 73-102). Springer, Boston, MA.