

อิทธิพลของอายุตัดเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อองค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการย่อยได้ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระเพาะหมักของโคเนื้อ

Influences of Napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* 'Pakchong 1') cutting aged on chemical composition, digestibility, metabolizable energy and enteric methane emissions in beef cattle

ธิดารัตน์ กันทะ¹, อิทธิพล เผ่าไพศาล² และ กฤตพล สมมาตย์^{1*}

Thidarat Gunha¹, Ittipon Powpaisal² and Kritapon Sommart^{1*}

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาอิทธิพลของอายุการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* 'Pakchong 1') ต่อองค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการย่อยได้ และการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระเพาะหมัก โดยใช้โคเนื้อพื้นเมืองไทยเพศเมียระยะเจริญวัย จำนวน 2 ตัว เป็นแหล่งของเหลวจากกระเพาะหมักย่อยในหลอดทดลองเทคนิคการวัดผลผลิตแก๊ส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยเปรียบเทียบหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีอายุการตัดแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 30, 45 และ 60 วัน ทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ พบว่า คุณค่าทางโภชนาการมีค่าลดลงแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ตามอายุการตัดหญ้าที่เพิ่มขึ้นจาก 30, 45 และ 60 วัน (ค่าโปรตีนหยาบ เท่ากับ 10.49, 9.62 และ 7.01% ค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบ เท่ากับ 59.9, 58.6 และ 53.9% และ ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 9.5, 8.9 และ 8.5 MJ/kg DM ตามลำดับ) แต่ค่าเอือยที่ไม่สามารถละลายได้ในสารฟอกที่เป็นกลาง และค่าเอือยที่ไม่สามารถละลายได้ในสารฟอกที่เป็นกรดเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) เปรียบเทียบอิทธิพลของอายุการตัดทั้ง 3 ระยะ ต่อการปลดปล่อยแก๊สมีเทน พบว่ามีปริมาณแก๊สมีเทนลดลงเมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ($P < 0.01$) แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแก๊สมีเทนต่อความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบ (L/kg IVDMD) การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (L/kg IVOMD) ผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน (GWP/kg IVDMD และ GWP/kg IVOMD) ไม่มีความแตกต่าง ($P > 0.05$) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าอายุการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ไม่เกิน 45 วัน มีผลทำให้ได้หญ้าที่มีคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการดีกว่า โดยไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทน ศักยภาพการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกและผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน

คำสำคัญ: หญ้าเนเปียร์, แก๊สมีเทน, การย่อยได้, พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้, โคเนื้อ

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30130

Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Nakhonratchasima, 30130

* Corresponding author: kritapon@kku.ac.th

ABSTRACT: The objective of this research was to determine effects of Napier grass Pakchong 1 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* 'Pakchong 1') cutting aged (at cutting 30, 45 and 60 day olds) on chemical composition, digestibility and enteric methane emissions using the rumen inoculums in vitro gas production technique from two mature female Thai native beef cattle. The experimental design was conducted according to a completely randomized design with 4 replications. It was found that reduced nutritive values (10.49, 9.62 and 7.01 % of CP; 59.9, 58.6 and 53.9% IVDMD; 9.5, 8.9 and 8.5 MJ/kg DM of ME); $P < 0.01$) when increased the grass cutting aged at 30, 45 and 60 day, respectively. As the grass cutting aged increased there was also greater fiber content of NDF and ADF ($P < 0.01$). There were no different of enteric methane emissions (L/kg IVDMD and L/kg IVOMD) and global warming impact (GWP/kg IVDMD and GWP/kg IVOMD) ($P > 0.05$). These results suggest that no longer than 45 days cutting aged of Napier grass (Pakchong 1) obtained greater quality and nutritive value without an affected on enteric methane emission, greenhouse gas emission potential and global warming impact.

Keywords: Napier grass, methane, digestibility, metabolizable energy, cattle

บทนำ

อาหารหยาบที่มีคุณภาพดีถือได้ว่ามีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งพลังงานและโภชนาของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (NRC, 2000; WTSR, 2010) ผลการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การจัดการให้อาหารโคเพื่อให้ได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และโปรตีนที่สมดุล สามารถเพิ่มสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทยได้ดียิ่งขึ้น (จิตรชัย และคณะ, 2553b; Tangjitwattanachai and Sommart, 2010a,b; Tangjitwattanachai and Sommart, 2012; Chaokaur et al., 2015) เนื่องจากอาหารหยาบคุณภาพดีมีราคาถูกกว่าอาหารข้นจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการเพิ่มผลิตภาพโคเนื้อ

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* 'Pakchong 1') เป็นหญ้าลูกผสมข้ามพันธุ์ระหว่างหญ้าเนเปียร์ยักษ์และหญ้าไข่มุก เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีศักยภาพสูงสามารถเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตน้ำหนัสด 70-80 ตัน/ไร่/ปี (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2556) มีคุณภาพดีโดยมีหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุตัด 45 และ 60 วัน มีค่าโปรตีนหยาบ เท่ากับ 11.9% และ 10.6% ไขมัน เท่ากับ 1.3% และ 1.2% และ เยื่อใยหยาบ เท่ากับ 35.8% และ 42.6% ตามลำดับ (กองอาหารสัตว์, 2554) กระบวนการผลิตพืชอาหารสัตว์เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี จึงควรคำนึงถึงอายุการตัดและคุณค่าทางโภชนา (อุไรวรรณ และคณะ, 2555; Archimède et al., 2000; Kamalak et al., 2005; Ogden et al., 2005; Chobtang et al., 2008) รวมทั้งเป็นระบบ

การเกษตรที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ระบุว่า ปริมาณและผลกระทบจากการปลดปล่อยแก๊สมีเทนซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญอันดับสองรองจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการผลิตปศุสัตว์ปลดปล่อยอัตราส่วนร้อยละ 18 ของภาคเกษตรทั้งหมด แม้ว่าการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้องไม่แย่งอาหารของมนุษย์และให้ผลผลิตเนื้อ-นม แต่แก๊สมีเทนจากกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีปริมาณการปลดปล่อยสูงส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกสูงถึงร้อยละ 40 ของแก๊สเรือนกระจกจากภาคเกษตรทั้งหมด ทั้งนี้ ระบบการผลิตโคเนื้อและโคนมมีส่วนร่วมปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 77 ของการผลิตของการปศุสัตว์ทั่วโลก (Steinfeld et al., 2006; IPCC, 2007; Gerber et al., 2013) แก๊สมีเทนเกิดจากกระบวนการหมักย่อยอาหารในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (enteric methane) เป็นหลัก รองลงมาเกิดจากกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ (เครื่องจักรกล/ปุ๋ย) และการขับถ่ายของเสีย (มูลและปัสสาวะ) องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกและรัฐบาลหลายประเทศได้เริ่มให้ความสนใจและกำหนดมาตรการเพื่อลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกทั้งจากภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมและภาคส่วนอื่นๆ

เนื่องจากผลการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ด้านองค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการย่อยได้ และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้มีอยู่อย่างจำกัด รวมทั้งยังขาดข้อมูลในด้านการ

ปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระเพาะหมักโคพื้นเมืองไทย
ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการ

ออกแบบการทดลอง ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยมีปัจจัยการทดลอง 3 ทรีทเมนต์ ๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ T1 = หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุตัด 30 วัน T2 = หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุตัด 45 วัน และ T3 = หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุตัด 60 วัน ตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ได้จากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี โดยเข้าอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วทำการบดผ่านตะแกรงขนาด 1 mm เพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าวัตถุแห้ง (dry matter, DM) อินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) เถ้า (ash) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) และไขมัน (ether extract, EE) ตามวิธีของ AOAC (1995) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991) ตรวจวิเคราะห์ค่าพลังงานรวม (gross energy, GE) โดยใช้เครื่อง ballistic bomb calorimeter (IKA C2000 basic, Germany)

ทำการวัดผลผลิตแก๊สรวมและแก๊สมีเทน โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊สในหลอดทดลองเพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างและข้อมูลทดสอบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ตามรายละเอียดวิธีการของ Sommart et al. (2000) สุ่มตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ที่ผ่านการบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 1 mm แล้วทำการบรรจุตัวอย่างน้ำหนัก 0.5 กรัม ลงในขวดขนาดความจุ 50 ml ที่ผ่านการทำความสะอาดและอบแห้งแล้ว พร้อมทำการปิดฝาให้สนิทด้วยจุกยางและครอบแน่นด้วยฝาอะลูมิเนียม แล้วทำการบ่มในตู้บ่มร้อนแห้งที่ 39 °C เพื่อรอการ

บรรจุสารละลายของเหลวจากกระเพาะหมักผสม (rumen inoculums) ใช้ของเหลวจากกระเพาะหมักจากโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงแบบปล่อยธรรมชาติ (โคพันธุ์พื้นเมืองเพศเมียระยะระยะเจริญวัย จำนวน 2 ตัว) ณ สถานีฟาร์มทดลองมหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการบรรจุ rumen inoculums ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนในขวดที่บรรจุตัวอย่างและบ่มรอไว้ ขวดละ 40 ml แล้วนำเข้าบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 39 °C จัดเก็บข้อมูลปริมาตรแก๊สโดยใช้ไซริงค์แก้วขนาด 20 ml ณ ชั่วโมงที่ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 และ 24 นำแก๊สที่วัดได้เก็บสะสมในไซริงค์ ขนาด 60 ml แล้วปิดปลายไซริงค์ด้วยวาล์วเปิดปิด 3 ทาง (three way stopper) จากนั้นนำแก๊สที่สะสมได้ไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแก๊สมีเทน ณ ชั่วโมงที่ 24 โดยใช้เครื่อง gas chromatography (GC) [Shimadzu Model GC-84 ที่มี Flame Ionization Detector (FID) เป็น Detector การแยกแก๊สมีเทน] ตามวิธีการของ Lopez and Newbold (2007) คำนวณการผลิตแก๊สมีเทนตามวิธีของ Blanco et al. (2012) และการประเมินศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Climate Change Potential) หรือ ผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน (global warming potential) โดยคำนวณปริมาณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg CO₂ equivalent) (IPCC, 2007)

วัดค่าความสามารถในการย่อยได้และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ด้วยเทคนิคการวัดแก๊สในหลอดทดลอง เมื่อทำการบ่มครบเวลา 24 ชั่วโมง ทำการวัดค่า pH แล้วนำขวดตัวอย่างเข้าแช่แข็งทันทีเพื่อหยุดกิจกรรมของจุลินทรีย์ก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าความสามารถในการย่อยได้โดยนำขวดตัวอย่างที่แช่แข็งมาละลายก่อนทำการกรองเอาของแข็งที่เหลือจากการย่อยนำมาอบที่ 105 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C นาน 3 ชั่วโมง เพื่อนำค่าวัตถุแห้งและเถ้าที่เหลือจากการย่อยไปคำนวณหาความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (*in vitro* dry matter digestibility; IVDMD) และอินทรีย์วัตถุ (*in vitro* organic matter digestibility; IVOMD) (Tilley and Terry, 1963) ทำการประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์

ได้ (Metabolizable Energy; ME) ตามวิธีการของ สุวิทย์ และกฤตพล (2555) นำข้อมูลจากการทดลองที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยการทดลองโดยวิธี Duncan New's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS 6.12 (SAS, 1996) ตามโมเดลดังนี้ $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ เมื่อ Y_{ij} คือ ค่าสังเกตที่ได้จากทรีทเมนต์ที่ i ซ้ำที่ j ($i=1,2,3$ และ $j=1,2,4$) μ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด (overall mean) τ_i คือ อิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ที่ i ($i=1,2,3$) ε_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อนของงานทดลอง (Error)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานรวมอาหารสัตว์

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แสดงดัง Table 1 ค่า OM ที่อายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่า OM เพิ่มขึ้นตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์จะเพิ่มสัดส่วนอินทรีย์วัตถุในส่วนที่เป็นลำต้นมากกว่าส่วนใบเมื่ออายุมากขึ้น ดังนั้นจึงมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีในส่วนของแร่ธาตุรวมหรือเถ้า (Ash) มีค่าลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนค่า CP อายุการตัดที่ 30, 45 และ 60 วัน มีค่าเท่ากับ 10.49, 9.62 และ 7.01% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าที่อายุการตัดไม่เกิน 45 วัน มีค่า CP สูงกว่าอายุการตัด 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) สอดคล้องกับในรายงานของ สำราญ และพรชัย (2554) ที่พบว่า การเพิ่มอายุการตัดทำให้ค่าโปรตีนหยาบของหญ้าเนเปียร์ยักซ์ลดลง เนื่องจากการเพิ่มอายุการตัดทำให้ส่วนของใบลดลง สัดส่วนของลำต้นเพิ่มขึ้น ซึ่งใบหญ้าเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของ CP และส่วนที่ย่อยได้สูงเมื่อปริมาณใบลดลงส่งผลให้ค่าโปรตีนหยาบลดลง นอกจากนี้ Filho et al. (2000) พบว่า การเพิ่มอายุการ

ตัดหญ้าเนเปียร์ สายพันธุ์ Roxo จาก 40 วัน เป็น 100 วัน ทำให้ระดับ CP ลดลงจาก 13.8 เหลือเพียง 6.1% เท่านั้น และ EE พบว่าที่อายุการตัด 30 และ 45 วัน มีไขมันสูงกว่าอายุการตัด 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) สำหรับค่า NDF พบว่า อายุการตัดที่ 30 และ 45 วัน มีปริมาณ NDF น้อยกว่า อายุการตัด 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วน ADF พบว่า อายุการตัดที่ 30 มีปริมาณ ADF น้อยกว่า อายุการตัด 45 และ 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เป็นไปในทิศทางเดียวกับ Filho et al. (2000) ที่พบว่า การเพิ่มอายุการตัดหญ้าเนเปียร์ สายพันธุ์ Roxo ค่า ADF เพิ่มขึ้นจาก 36.5 เป็น 48.8% และ NDF เพิ่มขึ้นจาก 65.7 เป็น 77.0% เนื่องจากการตัดหญ้าที่อายุมากขึ้น จะทำให้มีการสะสมส่วนที่เป็นผนังเซลล์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลำต้นหรือแขนงหญ้า ทำให้เยื่อใยเพิ่มขึ้น (สำราญ และพรชัย, 2554) ส่วน GE มีค่าประมาณ 16 MJ/kg DM พบว่าหญ้าที่อายุตัดต่างกันไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงปกติของหญ้าอาหารสัตว์ (NRC, 2000; WTSR, 2010)

ค่าความสามารถในการย่อยได้และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

ค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Table 2) พบว่า เมื่ออายุการตัดหญ้าเนเปียร์เพิ่มขึ้นมีผลกระทบทำให้ค่าความสามารถในการย่อยได้ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยที่อายุการตัด 30 และ 45 วัน มีความสามารถในการย่อยได้สูงกว่าอายุการตัด 60 วัน ค่าความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ พบว่า ความสามารถในการย่อยได้ที่อายุการตัด 30 และ 45 วัน มีค่าสูงกว่าที่อายุการตัด 60 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ผลการศึกษาค้นครั้งนี้มีความสอดคล้องกับ สำราญ และพรชัย (2554) ที่รายงานว่า อายุการตัดหญ้าเนเปียร์ยักซ์ที่ 25, 35, 45 และ 55 วัน มีค่าการย่อยได้เท่ากับ 79.6, 75.9, 72.9 และ 70.8% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลงตามอายุการตัดหญ้าที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Ngo

and Wiktorsson (2003) ที่พบว่า ค่าการย่อยได้ของหญ้าเนเปียร์ยักซ์ลดลงจาก 65.2 เป็น 57.7% เมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้นจาก 4 เป็น 8 สัปดาห์ ซึ่งการตัดหญ้าที่อายุมากขึ้นจะมีผลกระทบทำให้มีการสะสมส่วนที่เป็นผนังเซลล์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลำต้นหรือแขนงหญ้า เพราะว่าอายุตัดหญ้าที่เพิ่มขึ้นมีปริมาณเยื่อใยเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการย่อยได้ลดลง (สำราญ และพรชัย, 2554; วิรัช และคณะ, 2542) ส่วนค่า pH ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 6.65 ถึง 6.68 ซึ่งสอดคล้องกับ Zetina-Córdoba et al. (2013) กล่าวว่าค่า pH ในกระเพาะรูเมนที่อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 ถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียกลุ่มที่ย่อยสลายเซลลูโลส

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (หน่วยเป็น เมกะจูล/กิโลกรัมวัตถุแห้ง; (MJ/kg DM) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุตัด 30 มีค่าสูงกว่าที่อายุตัด 45 และ 60 วัน (9.5, 8.9 และ 8.5 MJ/kg DM; $P < 0.01$) การศึกษาวิจัยค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และพืชอาหารท้องถิ่นชนิดอื่นของไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด (WTSR, 2010) ผลวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าหญ้าที่ตัดอายุ 30-45 วัน มีความเหมาะสมสำหรับนำไปเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ควรแนะนำส่งเสริมเกษตรกรนำไปใช้ประโยชน์การจัดการความสมดุลการให้อาหารโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทยได้ (Tangjitwattanachai and Sommart, 2010a,b; Tangjitwattanachai and Sommart, 2012; Chaokaur et al., 2015)

ผลผลิตแก๊สและการปลดปล่อยแก๊สมีเทน

ผลผลิตแก๊สสะสม ณ เวลา 24 ชั่วโมง ที่อายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน และความเข้มข้นและปริมาณของแก๊สมีเทนหน่วยต่อปริมาตรแก๊สทั้งหมด ($\text{ml CH}_4/\text{L TGP}$) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนปริมาตรแก๊สมีเทน (หน่วยเป็น L/kg DM) ปริมาตรแก๊สมีเทนต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (g/kg DM) กิโลจูล/กิโลกรัมวัตถุแห้ง (kJ/kg DM) และค่าศักยภาพผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ณ

ที่อายุตัด 30 และ 45 วัน มีค่าแก๊สมีเทนสูงกว่า อายุตัด 60 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุอันเนื่องมาจากปริมาณการย่อยที่สูงกว่าในหญ้าที่อายุตัด 60 วัน (Table 3) สอดคล้องกับ ฉัตรชัย และคณะ (2553a) ที่ได้ศึกษาศักยภาพการย่อยได้และการปลดปล่อยแก๊สมีเทนของแหล่งพืชอาหารสัตว์หลากหลายชนิด พบว่า อาหารหยาบที่มีคุณภาพดีให้คุณค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ รวมทั้งปริมาณการผลิตแก๊สมีเทนและปริมาณแก๊สรวมมีค่าสูงกว่าอาหารหยาบคุณภาพต่ำ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ปริมาณแก๊สมีเทนมีความสัมพันธ์กับค่าการย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่สัตว์สามารถกินได้ (พีรพจน์ และกฤตพล, 2547; ฉัตรชัย และคณะ, 2553b; Chaokaur et al., 2015) ควรศึกษาวิจัยการใช้สารเสริมอาหารสัตว์ธรรมชาติหรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สามารถควบคุมการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก บัญชีรายการแก๊สเรือนกระจก (greenhouse gas inventory) และอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน แม้ว่าประเทศไทยและประเทศกำลังพัฒนายังมีงานวิจัยด้านนี้จำนวนน้อยมาก ผลการทดลองครั้งนี้จึงสามารถนำข้อมูลไปใช้ประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (life cycle assessment) หรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโคเนื้อ โคนมได้ อย่างไรก็ตาม หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัดแตกต่างกันที่ได้ศึกษาครั้งนี้ไม่มีความแตกต่างกันในด้านอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก ศักยภาพการปลดปล่อยแก๊สมีเทน (L/kg IVDM และ L/kg IVOMD) ศักยภาพการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกและศักยภาพผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนต่อการย่อยได้ของอาหาร (GWP/kg IVDM และ GWP/kg IVOMD) ผลการทดลองครั้งนี้บ่งชี้ได้ว่าอายุตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทนในโคเนื้อ เนื่องจากความแตกต่างองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาและความสามารถในการย่อยได้ที่ดีกว่าของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ณ ที่อายุตัดไม่เกิน 45 วัน การศึกษาครั้ง

ดำเนินงานในหลอดทดลอง จึงควรทำการศึกษา ปล่อยแก๊สเรือนกระจกควบคู่กับการเพิ่มผลผลิตภาพการ
ทดสอบในตัวสัตว์เคี้ยวเอื้องในด้านการใช้ประโยชน์ได้ ปศุสัตว์สัตว์ที่ยั่งยืน
ของโภชนะ ตลอดจนทั้งแนวทางการควบคุมการปลด

Table 1 Chemical composition and gross energy of Napier grass.

Chemical composition	Cutting aged (day)			SEM	P-value
	30	45	60		
Dry matter (%)	94.54	95.21	95.01	0.17	0.06
	% of DM				
Organic matter	87.57 ^c	89.56 ^b	91.02 ^a	0.38	<0.01
Ash	12.43 ^a	10.44 ^b	8.98 ^c	0.38	<0.01
Crude protein	10.49 ^a	9.62 ^a	7.01 ^b	0.58	<0.01
Neutral detergent fiber	64.30 ^b	64.54 ^b	66.13 ^a	0.30	<0.01
Acid detergent fiber	43.63 ^b	45.19 ^a	45.89 ^a	0.25	<0.01
Ether extract	1.76 ^a	1.72 ^a	1.46 ^b	0.06	0.02
Gross energy, MJ/kg DM	16.04	16.09	16.12	0.10	0.59

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ significant ($P < 0.05$), ** = $P < 0.01$, NS = non significant, SEM = standard error of the mean.

Table 2 Digestibility and metabolizable energy of Napier grass.

Items	Cutting aged (day)			SEM	P-value
	30	45	60		
<i>In vitro</i> gas technique					
pH	6.68 ^a	6.65 ^b	6.68 ^a	0.01	0.28
Digestibility (%)					
IVDMD	59.91 ^a	58.60 ^a	53.90 ^b	0.49	0.03
IVOMD	60.58 ^a	61.51 ^a	56.51 ^b	0.35	0.02
ME ^{1/} (MJ/kg DM)	9.51 ^a	8.89 ^b	8.53 ^b	0.13	0.001

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ significant ($P < 0.05$), * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, SEM = standard error of the mean, IVDMD = *in vitro* dry matter digestibility, IVOMD = *in vitro* organic matter digestibility, ^{1/} Metabolizable Energy (ME) = $6.1919 + 0.3516 \text{IVDMD}_{24\text{h}} - 0.2994 \text{IVOMD}_{24\text{h}} + 0.0451 \text{CP}$ (สุวิทย์ และกฤตพล, 2555).

Table 3 Gas production and methane emissions of Napier grass.

Items	Cutting aged (day)			SEM	P-value
	30	45	60		
Total gas production, ml/0.5 g DM	66.4	65.98	65.65	0.79	0.58
Methane (CH ₄) emissions					
ml CH ₄ /L TGP	88.21	93.79	85.94	2.16	0.12
L CH ₄ /kg DM	12.30 ^a	12.87 ^a	11.63 ^b	0.18	0.01
g CH ₄ /kg DM	8.80 ^a	9.21 ^a	8.32 ^b	0.13	0.01
kJ CH ₄ /kg DM	486.16 ^a	508.60 ^a	459.67 ^b	7.19	0.01

Items	Cutting aged (day)			SEM	P-value
	30	45	60		
GWP (gCO ₂ eq/kg DM)	220.09 ^a	230.25 ^a	208.10 ^b	3.26	0.01
GWP/kg IVDMD	0.79	0.82	0.81	0.02	0.53
GWP/kg IVOMD	0.84	0.83	0.81	0.01	0.27
L CH ₄ /kg IVDMD	22.31	21.96	21.79	0.30	0.47
L CH ₄ /kg IVOMD	22.29	22.24	21.92	0.42	0.80

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ significant ($P < 0.05$), ** = $P < 0.01$, NS = non significant, SEM = standard error of the mean, TGP = total gas production 24 hr, DM = dry matter, IVDMD = *in vitro* dry matter digestibility, IVOMD = *in vitro* organic matter digestibility. GWP = global warming potential

สรุป

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีอายุการตัดเพิ่มขึ้นจาก 30, 45 และ 60 วัน มีค่าโปรตีนหยาบ ไขมัน และความสามารถในการย่อยได้ในหลอดทดลอง พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ลดลงตามอายุการตัดที่มากขึ้น แต่เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลางและเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรดมีค่าเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นอายุตัด 30-45 วัน มีคุณค่าทางโภชนาและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เหมาะสมต่อการนำใช้ประโยชน์ของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดีกว่าหญ้าที่มีอายุตัด 60 วัน หญ้าตัดที่อายุแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันในด้านอัตราส่วนศักยภาพการปลดปล่อยแก๊สมีเทน ศักยภาพการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกและผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนต่อสัดส่วนอาหารที่ย่อยได้ ผลการศึกษาชี้ได้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ดีกว่าหญ้าอายุตัดที่แก่เกินกว่า 45 วัน

เอกสารอ้างอิง

- กองอาหารสัตว์. 2554. หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ฉัตรชัย แก้วพิลา, Makoto Otsuka, Keisuke Hayashi, สำราญ วิจิตรพันธ์ และกฤตพล สมมาตย์. 2553a. บทบาทของแหล่งพืชอาหารสัตว์ต่อการผลิตแก๊สมีเทนรุมในหลอดทดลอง. แก่นเกษตร. 38 (ฉบับพิเศษ): 39-43.
- ฉัตรชัย แก้วพิลา, Makoto Otsuka และกฤตพล สมมาตย์. 2553b. ความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และโปรตีนเพื่อดำรงชีพและการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย. น. 154-157. ใน: การประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 1.

- พิรพจน์ นิตพจน์ และ กฤตพล สมมาตย์. 2547. การประเมินคุณค่าทางโภชนาวัตถุอาหารหยาบและแหล่งเยื่อใยที่ไม่ใช่พืชอาหารสัตว์ในหลอดทดลองการผลิตแก๊ส. แก่นเกษตร. 35: 397-409.
- วิรัช สุขสราน, ประเสริฐศักดิ์ นันทมขันธ์ และจิรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์. 2542. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมี ของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ต่างๆ (2) อิทธิพลของระยะตัดที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ (2.4.) ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุวิทย์ ทิพอุเทน และ กฤตพล สมมาตย์. 2555. สมการทำนายค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารโคเนื้อ. วารสารวิจัย มข. 17: 35-44.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2556. หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำราญ วิจิตรพันธ์ และ พรชัย ล้อวิลัย. 2554. อิทธิพลของอายุการตัดที่มีต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ยักษ์ ภายใต้การให้น้ำชลประทาน. วารสารวิจัย มข. 16: 215-224.
- อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ, จีระศักดิ์ ขอบแต่ง และเทวัญ จันทร์โคตร. 2555. การประเมินคุณค่าทางโภชนาของหญ้าแพงโกล่าแห้งและหญ้าแพงโกล่าอัดเม็ดที่อายุการตัดต่างๆ ในแพะ. น. 1366-1373. ใน: การประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ระหว่างวันที่ 5-6 ธันวาคม 2555. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- Archimède, H., M. Boval, G. Alexandre, A. Xandé, G. Aumont, and C. Poncet. 2000. Effect of regrowth age on intake and digestion of *Digitaria decumbens* consumed by Black-belly sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 87: 153-162.
- AOAC, 1995. Official Method of Analysis, 16th ed. Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists, VA, USA.
- Blanco, C., R. Bodas, N. Prieto, L. Morán, S. Andrés, S. López, and F. J. Giraldez. 2012. Vegetable oil soapstocks reduce methane production and modify ruminal fermentation. Anim. Feed Sci. Technol. 176: 40-46.

- Chaokaur, A., T. Nishida, I. Phaowphaisal, and K. Sommart. 2015. Effects of feeding level on methane emissions and energy utilization of Brahman cattle in the tropics. *Agric. Ecosyst. Environ.* 199: 225-230.
- Chobtang, J., S. Prajakboonjetsada, S. Watananawin, and A. Isuwan. 2008. Change in dry matter and nutritive composition of *Brachiaria humidicola* grown in Ban Thon soil series. *Maejo Int. J. Sci. Technol.* 2: 551-558.
- Filho J. L. Q., D. S. Silva, and I. S. Nascimento. 2000. Dry matter production and quality of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar roxo at different cutting ages. *Rev. Bras. Zootec.* 29: 69-74.
- Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci, and G. Tempio. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Metz B, Davidson OR, Bosch PR, Dave R, Meyer LA (eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York.
- Kamalak, A., O. Canbolat, Y. Gurbuz, A. Erol, and O. Ozay. 2005. Effect of maturity stage on chemical composition, in vitro and in situ dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tournefortii* L.). *Small Rumin. Res.* 58: 149-156.
- Lopez, S., and C. J. Newbold. 2007. Chapter1: Analysis of Methane. P.1-13. In: H. P. S. Makkar and P. E. Vercoe (ed), *Measuring Methane Production from Ruminants*. Springer, Netherlands.
- Ngo, V. M., and H. Wiktorsson. 2003. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. *Trop. Grassld.* 37: 101-110.
- NRC. 2000. Nutrient Requirement of Beef Cattle. 7th Edition. Natl. Res. Council, Natl. Acad. Press, Washington, D.C.
- Ogden, R. K., W. K. Coblenz, K. P. Coffey, J. E. Turner, D. A. Scarbrough, J. A. Jennings, and M. D. Richardson. 2005. Ruminal in situ disappearance kinetics of dry matter and fiber in growing steers for common crabgrass forages sampled on seven dates in northern Arkansas. *J. Anim. Sci.* 83: 1142-1152.
- Ogden, R. K., W. K. Coblenz, K. P. Coffey, J. E. Turner, D. A. Scarbrough, J. A. Jennings, and M.D. Richardson. 2006. Ruminal in situ disappearance kinetics of nitrogen and neutral detergent insoluble nitrogen from common crabgrass forages sampled on seven dates in northern Arkansas. *J. Anim. Sci.* 84: 669-677.
- SAS. 1996. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12th Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Sommart, K., D. S. Parker, M. Wanapat, and P. Rowlison. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an in vitro system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13: 1084-1093.
- Steinfeld, H., P. Gerber, V. Castle, M. Rosales, and C. de Haan. 2006. *Livestock's Long Shadow*. Environmental Issues and Options. FAO, Rome, Italy.
- Tangjitwattanachai, N., and K. Sommart. 2010a. Effects of metabolizable energy intake on meat quality of Thai native cattle. *Khon Kaen Agric. J.* 38: 24-29.
- Tangjitwattanachai, N., and K. Sommart. 2010b. Effects of metabolizable energy intake on carcass characteristics of Thai native cattle. *Khon Kaen Agric. J.* 38: 120-124.
- Tangjitwattanachai, N., and K. Sommart. 2012. Effects of metabolizable energy intake on growth performance and nutrient digestibility of Thai native cattle. *Khon Kaen Agric. J.* 40: 536-540.
- Tilley, J. M. A., and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18: 104-111.
- 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.
- Waghorn, G.C. and D.A. Clark. 2006. Green gas mitigation opportunities with immediate application to pastoral grazing for ruminants. *Int. Congr. Ser.* 1293: 107-110.
- WTSR. 2010. Nutrient Requirement of Beef Cattle in Indochinese Peninsula. 1st rev. ed. The Working Committee of Thai Feeding Standard for Ruminant. Klungnanavitaya Press, Khon Kaen.
- Yan, T. R.E. Agnew, F.J. Gordon and M.G. Porter. 2000. Prediction of methane energy output in dairy and beef cattle offered grass silage based diets. *Livest. Prod Sci.* 64: 253-263.
- Zetina-Córdoba, P., M. E. Ortega-Cerrilla, E. Ortega-Jiménez, J. G. Herrera-Haro, M. T. Sánchez-Torres Esqueda, J.L. Reta-Mendiola, J. Vilaboa-Arroniz, and G. Munguía-Ameca. 2013. Effect of cutting interval of Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*) and partial substitution with duckweed (*Lemna sp.* and *Spirodela sp.*) on intake, digestibility and ruminal fermentation of Pelibuey lambs. *Livest. Sci.* 157: 471-477.