

สมรรถนะการผลิตของแพะลูกผสมบอร์ 50 เปอร์เซนต์ ที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะ หญ้าแพงโกลา และหญ้าพลิแคทูลัม

พินิจ สวัสดิรักษา^{1/} ศักดา ประจักษ์บุญญา^{2/} จิระศักดิ์ ชอบแต่ง^{3/} คมสัน ทะกัน^{3/}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตของแพะลูกผสมบอร์ 50 เปอร์เซนต์ รวมถึงปริมาณการกินได้ การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ในการใช้ถั่วมะแฮะแห้งเปรียบเทียบกับการใช้หญ้าแพงโกลาแห้งและการใช้หญ้าพลิแคทูลัมแห้งเป็นอาหารหยาบหลัก โดยใช้แพะลูกผสมบอร์ 50 เปอร์เซนต์ เพศผู้ อายุประมาณ 4-6 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 18.58 กิโลกรัม จำนวน 18 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design, RCBD) มี 6 ซ้ำ 3 สิ่งทดลอง ได้แก่ กลุ่ม T1 เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง กลุ่ม T2 เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง และ กลุ่ม T3 เลี้ยงด้วยหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง เป็นอาหารหยาบหลัก โดยแพะแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารข้นโปรตีน 15.72 เปอร์เซนต์ในระดับ 1 เปอร์เซนต์น้ำหนักตัว ดำเนินการทดลอง 196 วัน

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง (T1) กินวัตถุดิบแห้งต่อวัน (DMI) เฉลี่ยเท่ากับ 3.24 เปอร์เซนต์น้ำหนักตัว ซึ่งกินได้น้อยกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง (T3) ที่กินวัตถุดิบแห้งต่อวันมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 เปอร์เซนต์น้ำหนักตัว แต่กินได้มากกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง (T2) ที่กินวัตถุดิบแห้งต่อวันน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวโดยมีค่า DMI เฉลี่ยเท่ากับ 3.13 เปอร์เซนต์น้ำหนักตัว ในส่วนสมรรถนะการผลิตพบว่าแพะที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง (T1) มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง (T2) แต่ดีกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง (T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ ADG เฉลี่ยเท่ากับ 38.27 68.03 และ 33.59 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนของต้นทุนการผลิต พบว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง (T1) มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม สูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง (T2) และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง (T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 103.11 49.53 และ 99.89 บาท ตามลำดับ

คำสำคัญ : แพะลูกผสมบอร์ 50 เปอร์เซนต์ ถั่วมะแฮะ สมรรถนะการผลิต

เลขทะเบียนวิจัย : 52(1)-0214-051

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตุล อำเภอกวนกาหลง จังหวัดสตุล

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดเพชรบุรี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส อำเภอดงจวบ จังหวัดนราธิวาส

**Productivity of 50% Boer crossbred goats fed on *Caganus cajan*
Digitaria eriantha and *Paspalum plicatum***

Pinit Sawatdiraksa^{1/} Sakda Prajakboonjatsada^{2/} Jeerasak Chobtang^{3/} Khomsan Takan^{3/}

Abstract

This study aimed to compare the productive performance of 50% Boer crossbred goats include nutritive value feed intake and digestibility of *Caganus cajan* compare *Digitaria eriantha* and *Paspalum plicatum* as a main roughage. 18 heads of 50% Boer crossbred goats with average weight 18.58 ± 1.94 Kg allocate into three experimental groups of Randomized complete block design (RCBD). Group 1 *Caganus cajan* as a main roughage (T1). Group 2 *Digitaria eriantha* as a main roughage (T2) and Group 3 *Paspalum plicatum* as a main roughage (T3). Each group were supplemented concentrate with 15.72 % of crude protein (CP) at the rate of 1 percentage of bodyweight (%BW) throughout the duration of experiment by 196 days.

The results showed that dry matter intake of group T1 were 3.24 %BW less than group T3 difference were statistically significant ($p < 0.05$) which were 3.35 but higher than group T2 which were 3.13 %BW. The average daily gain (ADG) of group T1 less than group T2 but better than group T3 difference were statistically significant ($p < 0.05$) which were 38.27 68.03 and 33.59 g/h/d respectively. The result showed that production costs of group T1 higher group T2 and group T3 difference were statistically significant ($p < 0.05$) which were 103.11 49.53 and 99.89 baht/kg weight gain respectively.

Keywords : 50% boer crossbred goat, *Caganus cajan*, productivity

Registered No. : 52(1)-0214-051

^{1/} Satul Animal Nutrition Research and Development Center, Khuan kalong, Satul.

^{2/} Petchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Cha-Am, Petchaburi.

^{3/} Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center, Tak-Bai, Narathiwat.

คำนำ

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่ถือได้ว่าเริ่มเข้ามามีบทบาทที่สำคัญมากขึ้นในประเทศไทย และเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของชาวไทยได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวไทยที่นับถือศาสนาอิสลาม ซึ่งนอกจากจะบริโภคเนื้อแล้วยังเกี่ยวข้องกัพิธีกรรมทางศาสนาด้วย และยังช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรสามารถใช้เนื้อแพะแปรรูปเป็นอาหารฮาลาล (Halal) เพื่อการส่งออกอีกด้วย ด้วยสาเหตุดังกล่าวการเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงแพะจึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก จะเห็นได้จากการที่ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหันมาสนับสนุนการศึกษาวิจัยมากขึ้น มีการให้ทุนวิจัยเพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตแพะ การพัฒนาสายพันธุ์แพะให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย การปรับปรุงพันธุ์แพะให้มีลักษณะทางการผลิตดีขึ้น ตัวโตและมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น เช่น แพะพันธุ์บอร์ (Boer) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศอัฟริกาใต้ และได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะเป็นแพะเนื้อ มีน้ำหนักเมื่อหย่านมและโตเต็มวัยสูงกว่าแพะพันธุ์อื่นๆ (น้ำหนักหย่านมที่อายุ 120 วัน ประมาณ 29 กิโลกรัม และเมื่อโตเต็มวัยมีน้ำหนัก 100-120 กิโลกรัมในตัวผู้ และ 70-80 กิโลกรัม ในตัวเมีย ตามลำดับ) (Malan, 2000) จึงนิยมใช้เป็นสายพันธุ์ในการผสมข้ามสำหรับช่วยปรับปรุงพันธุ์พื้นเมืองให้มีขนาดและอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การผลิตแพะมีประสิทธิภาพ และแพะสามารถแสดงออกลักษณะที่พึงประสงค์ข้างต้นได้ตรงกับความต้องการ ควรมีการจัดการอาหารที่เหมาะสม

อาหารและการจัดการด้านอาหารเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงแพะ นอกจากอาหารต้องมืองค์ประกอบทางเคมีอย่างเพียงพอกับความต้องการของแพะแล้ว ต้องมีปริมาณเพียงพอตลอดการเลี้ยงด้วยจึงจะช่วยให้การผลิตแพะประสบผลสำเร็จ พืชอาหารสัตว์เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการเลี้ยงแพะ ถั่วมะแสะ (*Cajanus cajan*) เป็นพืชตระกูลถั่ว อายุหลายปี มีลักษณะเป็นทรงพุ่มเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แม้กระทั่งดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำ และทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี ถั่วมะแสะอายุ 90-120 วัน ให้ผลผลิตใบเฉลี่ย 98.5 กิโลกรัมต่อไร่ (วิมลรัตน์ และธนิศ, 2539) ส่วนของใบมีโปรตีน 21.1-24.6 เปอร์เซ็นต์ (อภิชัย และคณะ, 2532 และ พิมพาพร และคณะ, 2543) มีเยื่อใย ADF NDF ADL และพลังงาน TDN เท่ากับ 34.72 61.10 12.46 และ 39.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (พิมพาพร และคณะ, 2543)

มีรายงานการใช้ถั่วมะแสะเป็นอาหารโคนม (เศกสรรค์ และจเร, 2549) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานผลการใช้ถั่วมะแสะเป็นแหล่งอาหารหย่านมสำหรับการเลี้ยงแพะ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการใช้ถั่วมะแสะแห้งเป็นอาหารหย่านมสำหรับการเลี้ยงแพะ เปรียบเทียบกับการใช้หญ้าแพงโกลาแห้งและหญ้าพริแคทุล์แห้ง สำหรับเลี้ยงแพะลูกผสมพื้นเมือง-บอร์ 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากหญ้าแพงโกลาและหญ้าพริแคทุล์เป็นหญ้าคุณภาพดีอีกชนิดหนึ่งที่สามารถปลูกในพื้นที่ลุ่มได้ดีและทนต่อสภาพน้ำท่วมขังโดยเฉพาะพื้นที่ทางตอนใต้ของประเทศ และเกษตรกรนิยมนำมาใช้เลี้ยงแพะ แต่ในประเทศไทยมีข้อมูลการศึกษาการใช้หญ้าพริแคทุล์ และหญ้าแพงโกลาเพื่อใช้เลี้ยงแพะน้อยมาก การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตของแพะลูกผสมบอร์ 50 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงปริมาณการกินได้ การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ในการใช้ถั่วมะแสะแห้งเปรียบเทียบกับการใช้หญ้าแพงโกลาแห้ง และ การใช้หญ้าพริแคทุล์แห้งเป็นอาหารหย่านมหลัก ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้อไปปรับใช้ในการส่งเสริมการผลิตอาหารสัตว์สำหรับการเลี้ยงแพะอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ สถานีพัฒนาอาหารสัตว์สตูล อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนมีนาคม 2553

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design, RCBD) ใช้แพะลูกผสมพื้นเมือง-บอร์ เพศผู้ จำนวน 18 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 18.58 กิโลกรัม แบ่งแพะออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 6 ตัว สุ่มให้แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหารแตกต่างกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้ถั่วมะแฮะแห้งเป็นอาหารหลัก เสริมอาหารชั้นอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

กลุ่มที่ 2 ใช้หญ้าแพงโกลาแห้งเป็นอาหารหลัก เสริมอาหารชั้นอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

กลุ่มที่ 3 ใช้หญ้าพริแคทุ้มแห้งเป็นอาหารหลัก เสริมอาหารชั้นอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ก่อนทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในและภายนอก และฉีดวิตามิน A D₃E และฉีดวัคซีนตามโปรแกรมกรมปศุสัตว์ ปรับสภาพสัตว์ทดลองให้คุ้นเคยกับอาหารก่อนเก็บข้อมูลประมาณ 1 สัปดาห์ สุ่มสิ่งทดลองให้กับแพะตามแผนการทดลอง เลี้ยงแพะในคอกขังเดี่ยวขนาด 1x2 เมตร คอกละ 1 ตัว ในโรงเรือนยกพื้น มีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก่อนแขวนให้กินตลอดเวลา

การเตรียมอาหารหยาบ

1. เตรียมหญ้าพริแคทุ้ม โดยตัดหญ้าที่อายุ 45 วัน ผึ่งแดด 2-3 แดด เพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ อัดฟ่อน และเก็บไว้ในที่ร่ม เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทดลอง

2. เตรียมหญ้าแพงโกลา โดยตัดหญ้าที่อายุ 45 วัน ผึ่งแดด 2-3 แดด เพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ อัดฟ่อน และเก็บไว้ในที่ร่ม เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทดลอง

3. เตรียมต้นและใบถั่วมะแฮะ โดยตัดที่อายุ 75 วัน โดยเลือกกิ่งและก้านและเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร นำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นหญ้าสดให้มีขนาดความยาว 1-2 เซนติเมตร นำมาผึ่งลมให้แห้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือ ประมาณ 12-15 เปอร์เซ็นต์ เก็บไว้ในที่ร่มเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทดลอง

อาหารทดลองและการให้อาหาร

การให้อาหาร ในแต่ละวันให้แพะได้รับหญ้าพริแคทุ้ม หญ้าแพงโกลา และถั่วมะแฮะ เป็นอาหารหยาบโดยให้แพะกินแบบเต็มที ตามแผนการทดลอง และเสริมด้วยอาหารชั้นโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (ตารางที่ 1) โดยแบ่งให้วันละ 2 เวลา ช่วงเช้าเวลา 9.00 นาฬิกา และช่วงเย็นเวลา 16.00 นาฬิกา จัดบ่อนที่ปริมาณอาหารที่ให้ และอาหารที่เหลือทุกวันตลอดการทดลอง เพื่อคำนวณปริมาณการกินได้ ซึ่งน้ำหนักสัตว์ทดลองทุกๆ 15 วัน เพื่อปรับการให้อาหารตลอดระยะเวลาการทดลอง 196 วัน

การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี

1. บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหารตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองทุกๆ 15 วัน และบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทุกวันตลอดการทดลอง เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ตารางที่ 1 สูตรอาหารชั้นและองค์ประกอบทางเคมีที่จากการคำนวณของอาหารทดลอง^{1/}

วัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์
ข้าวโพดบด	62.25
กากถั่วเหลือง	16.89
รำละเอียด	8.43
เกลือ	2.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	3.93
เปลือกหอย	1.00
แร่ธาตุ	2.50
องค์ประกอบทางเคมีจากการคำนวณ (% โดยน้ำหนักแห้ง)	
วัตถุแห้ง (%)	88.70
โปรตีน (%DM)	16.00
พลังงาน (Kcal/kg DM)	2,800
แคลเซียม (%DM)	1.50
ฟอสฟอรัส (%DM)	0.80

- ^{1/} ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส.¹

2. สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าพลิแคทูลัม หญ้าแพงโกลา และถั่วมะแฮะ ตัวอย่างละ 500 กรัม ส่งวิเคราะห์ที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) อินทรีย์วัตถุ (Organic matter, OM) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) เถ้า (Ash) และ NFE (Nitrogen free extract) ตามวิธีการของ AOAC (1990) วิเคราะห์หมั่นงเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980)

การศึกษาการย่อยได้โดยใช้เทคนิค Total collection

เมื่อครบ 196 วัน ทำการศึกษาการย่อยได้และสมดุลโภชนะโดยใช้เทคนิค Total collection โดยระยะแรกลดปริมาณอาหารที่ให้เหลือเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่กินได้เต็มที่ (90 % VFI) เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้สัตว์กินอาหารทดลองได้หมด ป้องกันการกินเหลือ และเพื่อให้ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ และปริมาณมูลที่ขับถ่ายออกมาอยู่ในสัดส่วนที่คงที่ ระยะที่ 2 ระยะ Collection period ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างนาน 7 วัน ทำการบันทึกข้อมูลอาหารที่ให้ อาหารเหลือทุกวัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้

กินในแต่ละวัน เก็บเก็บมูลและปัสสาวะ สำหรับการเก็บปัสสาวะภายในขวดที่รองรับน้ำปัสสาวะจะมีกรดกำมะถัน หรือกรดซัลฟิวริก (H₂SO₄ 18N) ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เพื่อให้ปัสสาวะมีสภาพเป็นกรด (pH<3) ป้องกันการสูญเสียไนโตรเจนเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ นอกจากนี้กรดกำมะถันยังเป็นตัวช่วยจับก๊าซแอมโมเนียที่มีอยู่ในปัสสาวะด้วย ปริมาณตัวอย่างมูลและปัสสาวะที่เก็บคิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของมูลและปัสสาวะที่รวบรวมได้ในแต่ละครั้ง จากนั้นนำตัวอย่างอาหาร มูล และปัสสาวะ ที่สุ่มเก็บมาในแต่ละวันไปสะสมไว้ในตู้แช่แข็ง (freezer) ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยแยกเก็บตัวอย่างปัสสาวะและมูลของแต่ละตัวไว้คนละส่วน เพื่อรอที่จะนำไปวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างอาหาร มูล และปัสสาวะ ที่แช่แข็งมาทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง โดย นำตัวอย่างอาหาร ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ส่วนมูลนำไปอบเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) และวิเคราะห์เยื่อใยโดยวิธี Detergent Analysis (Van Soest *et al*, 1991) วิเคราะห์หา purine derivative โดยวิธีการของ Young and Conway (1942) วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (N) ในตัวอย่างดังกล่าว แล้วนำไปคำนวณหาสมดุลไนโตรเจน (N-balance) ของสัตว์ทดลอง โดยใช้สมการ

สมดุลไนโตรเจน (กรัม/วัน) = ไนโตรเจนที่กิน (กรัม) - ไนโตรเจนในมูล (กรัม) - ไนโตรเจนในปัสสาวะ (กรัม)

ทำการคำนวณค่าการย่อยได้แบบปรากฏ (Apparent digestibility) โดยใช้สมการ

$$\text{การย่อยได้ของโภชนะ (\%)} = \frac{\text{โภชนะที่กิน (กรัม)} - \text{โภชนะในมูล (กรัม)}}{\text{โภชนะที่กิน (กรัม)}} \times 100$$

การคำนวณค่าพลังงาน TDN (บุญล้อม, 2541)

นำค่าการย่อยได้ของโภชนะมาคูณกับปริมาณโภชนะชนิดนั้นๆ ในอาหาร จะได้ปริมาณโภชนะย่อยได้แต่ละชนิด แล้วนำมาคำนวณหาค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด หรือ ยอดโภชนะย่อยได้ (Total Digestible Nutrient, TDN) คำนวณได้จากผลรวมของปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดที่มีในอาหาร 100 ส่วน โดยอาศัยสมการดังนี้

$$\% \text{ TDN} = \text{DCP} + \text{DNDF} + \text{DNFC} + (\text{DEE} \times 2.25)$$

โดยที่ DCP = Digestible crude protein
 DNDF = Digestible neutral detergent fiber
 DNFC = Digestible Non-Fiber Carbohydrate (NFC=100 - %CP - %ash - %EE - %NDF)
 DEE = Digestible ether extract

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะ

อาหารที่นำมาใช้เลี้ยงแพะทดลองประกอบด้วย ถั่วมะแฮะแห้ง หญ้าแพงโกลาแห้ง และหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง ที่ใช้เป็นอาหารหลักของแต่ละกลุ่มทดลอง และอาหารชั้นผสมเอง ซึ่งได้ค่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะทั้ง 3 กลุ่มทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ปริมาณวัตถุแห้ง (DM) ของถั่วมะแฮะแห้งจากการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับหญ้าแพงโกลาแห้ง และหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง โดยมีค่าเท่ากับ 93.52 91.52 และ 92.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใกล้เคียงกับมาตรฐานหญ้าแห้งของกรมปศุสัตว์ (2547ช) ว่าหญ้าแห้งที่มีคุณภาพดีควมชื้นต้องไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณโปรตีนรวม (CP) ของถั่วมะแฮะแห้งในการทดลองนี้มีโปรตีนสูงกว่าหญ้าแพงโกลาแห้ง และหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง ตามลำดับ และมีโปรตีนสูงกว่าถั่วมะแฮะที่รวมทั้งใบ กิ่งก้านและดอก ของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ที่มีค่าเท่ากับ 20.59 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่าใบถั่วมะแฮะของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ที่มีค่าเท่ากับ 27.37 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจากอายุของต้นถั่ว และปริมาณใบต่อสัดส่วนต้นของถั่วมะแฮะ ถ้ามีใบมากกว่า ก็จะทำให้โปรตีนสูงตามไปด้วย ส่วนหญ้าแพงโกลาแห้งในการทดลองนี้ พบว่ามีโปรตีนน้อยกว่าหญ้าแพงโกลาที่อายุการตัด 45 วัน ของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ที่มีค่าเท่ากับ 7.88 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจากการทำแห้งทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนไปบ้างเล็กน้อย และหญ้าพลิแคทูลัมแห้งในการทดลองนี้มีโปรตีนต่ำกว่าของกรมปศุสัตว์ (2547ก) เล็กน้อยที่มีค่าเท่ากับ 7.15 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณไขมันรวม (EE) ของถั่วมะแฮะแห้งในการทดลองนี้มีไขมันสูงกว่าหญ้าแพงโกลาแห้งและหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง ตามลำดับ แต่ปริมาณไขมันรวมของถั่วมะแฮะแห้งในการทดลองนี้มีค่าต่ำกว่าถั่วมะแฮะของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ซึ่งมีปริมาณไขมันเท่ากับ 5.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้าแพงโกลาแห้งและหญ้าพลิแคทูลัมแห้งในการทดลองนี้พบว่ามีค่าไขมันรวมใกล้เคียงกับหญ้าแพงโกลาและพลิแคทูลัมที่ของกรมปศุสัตว์ (2547ก) รายงานไว้เท่ากับ 1.99 และ 1.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปริมาณผนังเซลล์ (NDF) ของการทดลองนี้พบว่าหญ้าแพงโกลาแห้งและหญ้าพลิแคทูลัมแห้งในการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ที่มีค่าเท่ากับ 63.34 และ 68.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนถั่วมะแฮะแห้งในการทดลองนี้มีค่าสูงกว่าของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ที่มีค่าเท่ากับ 49.41 เปอร์เซ็นต์ แต่การทดลองนี้ถั่วมะแฮะแห้งนี้มีค่า NDF สูงถึง 64.93 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณลิกโนเซลลูโลส (ADF) ของการทดลองนี้พบว่าถั่วมะแฮะแห้งและหญ้าแพงโกลาแห้งในการทดลองนี้มีค่าสูงกว่าถั่วมะแฮะและหญ้าแพงโกลาที่อายุการตัดที่ 45 วัน ของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ที่มีค่าเท่ากับ 49.41 และ 35.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากถั่วมะแฮะแห้งในการทดลองนี้มีอายุการตัดที่มากกว่าจึงทำให้มีค่า ADF ที่สูงกว่า ส่วนหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง ในการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับหญ้าพลิแคทูลัมของกรมปศุสัตว์ (2547ก) ที่รายงานไว้เท่ากับ 42.21 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (Non-Fiber Carbohydrate, NFC) ของการทดลองนี้พบว่าถั่วมะแฮะแห้งมีค่า NFC ต่ำมากเนื่องจากมีปริมาณโปรตีนและเยื่อใย NDF สูงมากจึงทำให้ค่า NFC ที่คำนวณได้ต่ำ ส่วนหญ้าแพงโกลาแห้ง และพลิแคทูลัมแห้งมีค่า NFC ใกล้เคียงกับหญ้าแพงโกลาแห้ง และหญ้ารูซี่แห้ง ที่รายงานโดย Cheva-Isarakul *et al.* (2008) ซึ่งมีค่า NFC อยู่ระหว่าง 13.83-16.74 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชนิดต่างๆ ที่ใช้เลี้ยงแพะ

กลุ่มทดลอง	% DM	% on dry basis					
		CP	EE	Ash	NDF	ADF	NFC
ถั่วมะสะแห้ง (T1)	93.52	23.42	2.63	7.59	64.93	45.02	1.43
หญ้าแพงโกลาแห้ง (T2)	91.52	6.15	1.61	7.88	70.00	42.64	15.30
หญ้าพลิกแคทุ้มแห้ง (T3)	92.79	6.26	0.83	9.57	69.59	45.66	13.75
อาหารข้น	88.97	15.72	3.69	5.92	-	-	74.67

ปริมาณการกินได้ของถั่วมะสะแห้ง หญ้าแพงโกลาแห้ง และหญ้าพลิกแคทุ้มแห้งในแพะ

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าปริมาณการกินอาหารได้ของแพะที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 กลุ่ม แล้วเสริมด้วยอาหารข้น พบว่าแพะกลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วมะสะแห้ง (T1) เป็นอาหารหยาบหลัก มีปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ต่อวันเท่ากับ 706.30 กรัม ใกล้เคียงกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพลิกแคทุ้มแห้ง (T3) แต่กินได้ต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง (T2) แต่เมื่อคิดเป็นปริมาณ DMI ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว พบว่ากลุ่มที่ได้รับถั่วมะสะแห้งกินอาหารได้ใกล้เคียงกับทั้ง 2 กลุ่ม (T1 และ T2) โดยกลุ่มที่ได้รับหญ้าแพงโกลาแห้งมีปริมาณ DMI ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าพลิกแคทุ้มแห้ง โดยมีค่าเท่ากับ 3.24 3.13 และ 3.35 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามลำดับ

จากข้อมูลของทั้ง 3 กลุ่มก็พบว่าปริมาณการกินได้อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับที่ NRC (1981) ได้นำเสนอไว้ว่าถ้าเลี้ยงแพะรุ่นแบบชังคอกขนาดน้ำหนักตัว 20 ถึง 30 กิโลกรัมแพะจะกินอาหารได้ประมาณ 3.0-3.6 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และ Kears (1982) รายงานว่าแพะเนื้อสามารถกินวัตถุดิบได้ประมาณวันละ 3.1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ส่วน Devendra and Burn (1983) รายงานว่าแพะเนื้อสามารถกินวัตถุดิบได้ประมาณวันละ 1.9-3.8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว หากเป็นแพะนมสามารถกินวัตถุดิบได้ถึง 2.8-4.9 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

จะเห็นได้ว่าความสามารถในการกินของแพะจะแตกต่างกันเนื่องจากปริมาณการกินอาหารของแพะจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ อุณหภูมิ ความชื้น และสภาพสิ่งแวดล้อม ชนิดและคุณภาพของอาหาร เช่น การให้อาหารหยาบที่มีคุณภาพดีจะทำให้แพะย่อยอาหารนั้นได้เร็วขึ้น จึงสามารถรับอาหารใหม่ได้มากขึ้นก็จะทำให้กินอาหารได้มากขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 3 ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบของแพะทดลองแต่ละกลุ่ม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ (กรัม/ตัว/วัน)	706.30 ^a	757.20 ^b	701.49 ^a
อาหารหยาบ	513.68 ^a	544.31 ^b	518.34 ^a
อาหารข้น	192.62 ^a	212.89 ^b	183.15 ^a
ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ (%BW)	3.24 ^{ab}	3.13 ^a	3.35 ^b
อาหารหยาบ	2.36 ^{ab}	2.25 ^a	2.48 ^b
อาหารข้น	0.88	0.88	0.87

- ^{abc} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- T1 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง

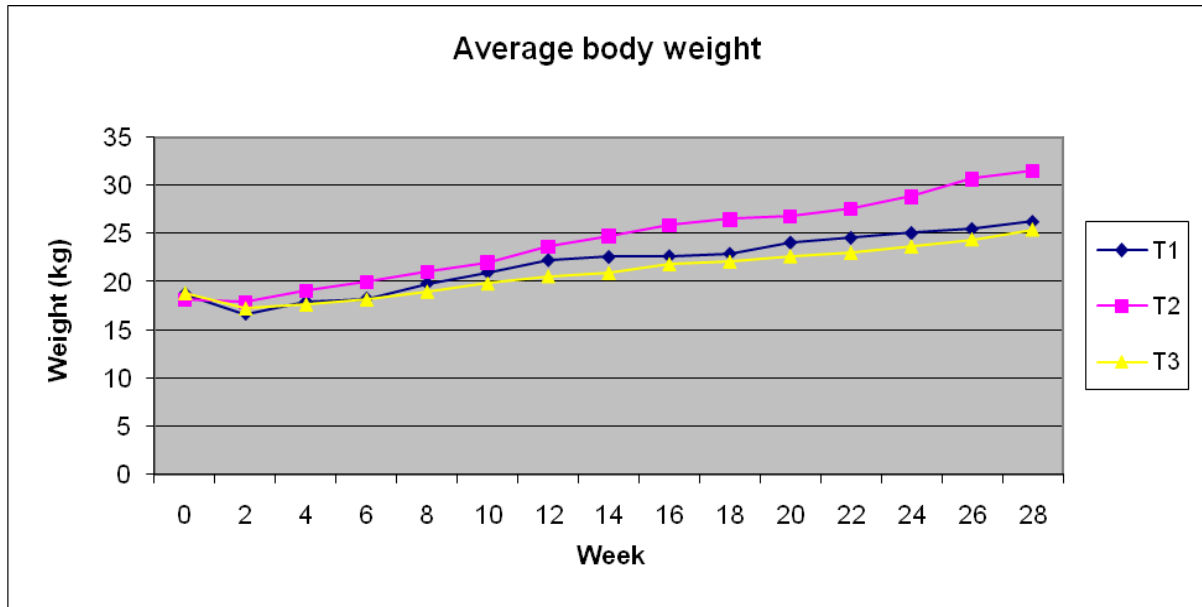
- T2 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง

- T3 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพริแคทูลัม

การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของแพะทดลอง

จากตารางที่ 4 พบว่า อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (Feed Conversion Ratio, FCR) ของแพะทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งได้รับอาหารหยาบที่แตกต่างกัน แล้วเสริมด้วยอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของแพะทดลองกลุ่ม T1 T2 และ T3 พบว่ามีค่าเท่ากับ 38.27 68.03 และ 33.59 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับถั่วมะแฮะแห้งมีการเจริญเติบโตไม่ต่างจากกลุ่มที่ได้รับหญ้าพริแคทูลัมแห้ง แต่ทั้ง 2 กลุ่มมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าแพงโกลาแห้งอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทำนองเดียวกับประสิทธิภาพการใช้อาหารซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.82 10.97 และ 21.08 ของกลุ่ม T1 T2 และ T3 ตามลำดับ

จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าการเลี้ยงแพะด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง ทำให้แพะมีการเจริญเติบโตดีกว่าแพะที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง และหญ้าพริแคทูลัมแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในส่วนต้นทุนการผลิตพบว่า การเลี้ยงแพะด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพริแคทูลัมแห้ง และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ของกลุ่ม T1 T2 และ T3 เฉลี่ยเท่ากับ 103.11 49.53 และ 99.89 บาท ตามลำดับ



ภาพ 1 อัตราการเจริญเติบโตของแพะทดลองในระยะเวลา 196 วัน

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของแพะทดลอง

กลุ่มทดลอง	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	6	6	6
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	196	196	196
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	18.75 ±2.04	18.17 ±1.75	18.83 ±2.29
น้ำหนักสุดท้าย (กิโลกรัม)	26.25 ^a ±1.86	31.50 ^b ±1.90	25.08 ^a ±1.53
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	7.50 ^a ±1.05	13.33 ^b ±1.21	6.25 ^a ±1.41
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	38.27 ^a ±5.36	68.03 ^b ±6.18	33.59 ^a ±3.38
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	18.82 ^b ±3.13	10.97 ^a ±1.59	21.08 ^b ±2.47
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ^{1/} (บาท)	103.11 ^c ±17.48	49.53 ^a ±5.63	99.89 ^b ±6.38

- ^{abc} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- T1 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง

- T2 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง

- T3 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพลิแคทูลัม

- ^{1/} ราคาอาหารขณะทดลอง (บาท/กก.); ถั่วมะแฮะแห้ง 3.50, หญ้าแพงโกลาแห้ง 2.00, หญ้าพลิแคทูลัมแห้ง 2.00 อาหารข้น 9.00

การย่อยได้ของแพะลูกผสมบอร์ที่กินพืชแห้งชนิดต่างๆ ร่วมกับอาหารชั้น 1 เฮอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

การย่อยได้ของแพะแสดงในตารางที่ 5 พบว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้งร่วมกับอาหารชั้น (T2) มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (DM) ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OMD) การย่อยได้ของไขมัน (EED) การย่อยได้ของผนังเซลล์ (NDFD) การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส (ADFD) และ การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) สูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะร่วมกับอาหารชั้น (T1) และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพลิแคทูลัมแห้งร่วมกับอาหารชั้น (T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงทำให้แพะกลุ่ม T2 ได้รับประโยชน์จากโภชนะมากกว่าโดยเฉพาะไขมันที่ย่อยได้มากกว่าทุกกลุ่มทำให้ได้รับพลังงานมากกว่าอีกสองกลุ่ม

โดยจากค่าพลังงาน TDN หรือ ยอดโภชนะย่อยได้รวม (Total Digestible Nutrient, TDN) จากตารางที่ 4 ก็จะเห็นได้ชัดเจนขึ้นว่ากลุ่ม T2 มีค่า TDN สูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงส่งผลให้กลุ่ม T2 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าอีกสองกลุ่ม ถึงแม้ว่ากลุ่ม T1 จะสามารถย่อยโปรตีนได้มากกว่ากลุ่มอื่นแต่ในกลุ่ม T1 ได้รับพลังงานในระดับที่ต่ำเกินไปโดยดูจากค่า TDN ที่ต่ำทำให้การเจริญเติบโตต่ำไปด้วย จึงทำให้แพะเจริญเติบโตช้ากว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้งร่วมกับอาหารชั้น (T2)

ตารางที่ 5 ค่าการย่อยได้ของแพะลูกผสมบอร์ที่กินพืชแห้งชนิดต่างๆ ร่วมกับอาหารชั้น 1 เฮอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

กลุ่มทดลอง	การย่อยได้ของโภชนะ (%)							TDN (%)
	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	NFC	
T1	54.44 ^a ±4.93	56.23 ^a ±4.64	59.55 ^c ±8.69	69.51 ^a ±3.74	34.89 ^a ±7.13	31.48 ^a ±6.45	91.17 ±3.00	49.93 ^a ±9.49
T2	66.46 ^b ±3.20	69.33 ^b ±3.07	40.58 ^b ±7.61	74.85 ^b ±5.59	59.82 ^c ±6.04	48.82 ^c ±11.07	92.68 ± 4.28	62.89 ^b ±8.20
T3	54.36 ^a ±4.20	58.95 ^a ±3.48	29.14 ^a ±5.60	70.05 ^a ±12.13	43.06 ^b ±5.31	37.12 ^b ±5.57	90.59 ±3.08	51.07 ^a ±8.97

- abc ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- T1 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง
- T2 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง
- T3 = กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าพลิแคทูลัม

สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาถึงสมรรถนะการผลิตแพะลูกผสมบอร์ที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้งเปรียบเทียบกับหญ้าแพงโกลาแห้ง และหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง โดยทุกกลุ่มเสริมด้วยอาหารชั้น 1 เฮอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่าแพะกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง และเสริมด้วยอาหารชั้น มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 68.03 กรัมต่อตัวต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 10.97 และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม เท่ากับ 49.53 บาท ดีกว่าแพะที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง และหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าแพงโกลาที่มีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) และค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ เช่น DM OM CP EE NDF ADF และ NFC สูงกว่าถั่วมะแฮะแห้ง และหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการทดลองนี้ใช้ถั่วมะแฮะตัดที่อายุ 75 วัน แม้ว่าจะเป็นพืชที่มีโปรตีนสูงเมื่อเทียบกับหญ้า แต่อาจมีข้อจำกัดเรื่องระดับเยื่อใยที่สูง ถ้าจะใช้ถั่วมะแฮะในการเลี้ยงแพะควรตัดถั่วมะแฮะที่อายุน้อยกว่า 75 วัน และมีการคำนวณโภชนะในสูตรอาหารที่แพะจะได้รับต่อวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานในอาหาร โดยเน้นในสูตรอาหารชั้นให้มีพลังงานที่มากกว่าที่เลี้ยงร่วมกับอาหารหยาบทั่วไป หรือใช้วิธีจัดสัดส่วนอาหารระหว่างอาหารหยาบและอาหารชั้นที่เหมาะสมในรูปอาหารผสมครบส่วน (Total Mixed Ration; TMR) เพื่อให้แพะได้รับโภชนะที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายสำหรับการเจริญเติบโต

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547ก. ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- _____. 2547ข. หญ้าแห้ง. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์ เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 6. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่.
- พิมพ์พร พลเสน ราไพโร ใจเที่ยง ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา โตโมยูกิ คาวาชิมา และวัชรินทร์ บุญภักดี. 2543. การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของพืชตระกูลถั่วยืนต้น 3 ชนิด โดยวิธีการต่างๆกัน, น. 167-183. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2543. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วิมลรัตน์ ศุกรินทร์ และธนิต โสภโณดร. 2539. การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ถั่วมะแฮะเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด. รายงานผลงานวิจัยปี 2539 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- เศกสรรค สอนกุล และจเร กลิ่นกล่อม. 2549. การใช้ต้นถั่วมะแฮะแห้งเป็นอาหารหยาบหลักเลี้ยงแม่โครีดนม, น. 180-191. ในรายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2549. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อภิชัย ศิวะประภากร พรรณศรี สากิยะ พิทักษ์ ศรีประยา สมพงษ์ ฉายพุทธ ยงยศ ไทรงาม สาโรช คำเจริญ และเยาวมาลย์ คำเจริญ. 2532. การวิเคราะห์และศึกษาส่วนประกอบของโภชนาการของใบพืชและอาหารชนิดต่างๆ สำหรับนำมาเป็นอาหารสัตว์ในรายงานวิจัยเรื่องการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการเลี้ยงสัตว์เล็กสำหรับกสิกรายย่อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 26-41.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Cheva-Isarakul, B., S. Promma, K. Tagan and B. Maliwan. 2008. *Nutritive value and energy determination of some roughages for beef cattle*. Proc. of international symposium: Establishment of feeding standard of beef cattle and a feed database for the Indochinese peninsula.

- Devendra, C. and S. Burns. 1983. *Goat Production in the Tropics*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal.
- Kearl, L. C. 1982. *Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries*. International Feedstuffs Institute. Utah Agricultural Experiment Station. Utah State University, Logan, Utah.
- Malan, S. W. 2000. The improved Boer goat. *Small Rumin. Res.* 36: 165-170.
- NRC. 1981. *Nutrient Requirements of Goat: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. Nutritional Academy Press, Washington DC.
- 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. of Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Young, E. G., and Conway, C. F. 1942. On the estimation of allantoin by the Remini-Shryver reaction. *J. Biol. Chem.*, 142, 839-853.