



รายงาน
ผลงานวิจัย
กองอาหารสัตว์
ประจำปี พ.ศ.2552

ANIMAL NUTRITION DIVISION
ANNUAL RESEARCH REPORT 2009

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

DEPARTMENT OF LIVESTOCK DEVELOPMENT
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES



คำนำ

รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2552 เล่มนี้ เป็นการรวบรวมผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการ ซึ่งทั้งหมดนี้เกิดจากความมุ่งมั่น อุทิศหา ของนักวิจัยทุกท่าน ตลอดจนได้รับความร่วมมือในการพิจารณากลับกรองรายละเอียดจากคณะกรรมการวิชาการกองอาหารสัตว์และคณะอนุกรรมการวิจัยปศุสัตว์สาขาการผลิตสัตว์ กองอาหารสัตว์จึงขอขอบคุณ ผู้เกี่ยวข้องทั้งหลาย ที่มีส่วนทำให้หนังสือเล่มนี้สำเร็จขึ้นมาได้ และหวังว่าผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการทั้งหมดจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย เจ้าหน้าที่ส่งเสริมในท้องที่ เกษตรกร และผู้สนใจทั่วไปใช้เป็นแหล่งข้อมูล ความรู้ด้านอาหารสัตว์ และนำไปประยุกต์ใช้พัฒนาการเลี้ยงสัตว์ต่อไป



(นายสมจิตร อินทรมณี)

ผู้อำนวยการกองอาหารสัตว์

มิถุนายน 2552

สารบัญ

หน้า

ผลงานวิจัย

- ผลของวิธีการให้อาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนต่างกันต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต
ของโคเนื้อพันธุ์กบินทร์บุรี
สุนัน โพธิ์จันทร์ จีระศักดิ์ ชอบแต่ง
เลขทะเบียนวิจัย 44(1) – 0514 – 011 1

- การศึกษาต้นทุนการผลิตโคพื้นเมืองภาคอีสานภายใต้การจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์ 2 แบบ
สัมพันธ์ มาศไอสถ ศุภชัย อุดชาชน
เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:10) – 0514 – 031 15

- สมรรถภาพการผลิตโคนมเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยหญ้าหมักเป็นอาหารหลัก
เศกสรรค์ สวนกุล จเร กลิ่นกล่อม อภิชาติ บุญเรืองขาว
เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:3) – 0514 – 024 31

- ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต
ของแพะพื้นเมืองไทยอายุ 3 เดือน – 1 ปี
เศกสรรค์ สวนกุล อภิชาติ บุญเรืองขาว จีระศักดิ์ ชอบแต่ง
เลขทะเบียนวิจัย (50)(1)(50:01) – 0214 – 004 44

- ผลของหญ้าแห้งคุณภาพดี 3 ชนิดต่ออัตราการเจริญเติบโตช่วงหลังหย่านมของลูกโคนม
ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ สุนัน โพธิ์จันทร์ สมศักดิ์ ภาทอง
เลขทะเบียนวิจัย (50)(1) – 0514 – 014 55

- ผลการใช้น้ำนมสดและน้ำนมเทียมเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อลูกโควัยอ่อน
สัมพันธ์ มาศไอสถ สุวิทย์ อินทฤทธิ์
เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:5) – 0514 – 037 63

- การประเมินสัดส่วนของโปรตีนในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง
พิมพ์พร พลเสน ไร่ไพโร นามสีลี ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา
เลขทะเบียนวิจัย 44(1) – 0514 – 019 78

- การประเมินคุณค่าทางโภชนาของใบถั่วทำพระสไตโลแห้ง
พิมพ์พร พลเสน ไร่ไพโร นามสีลี สราวุธ ไทยเกื้อ
เลขทะเบียนวิจัย 51(1) – 0214 – 028 93

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- การสร้างสมการทำนายค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของถั่วแห้ง 107
วรรณา อ่างทอง วารุณี พานิชผล สุรนนท์ น้อยอุทัย
เลขทะเบียนวิจัย 49(1)(49:2, 2.2) – 0514 – 059
- การทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวฟ่างหมักสำหรับเกษตรกรรายย่อย 119
เพื่อการจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว
ษะฤทัย จันทริบดี วัฒนาวรรณ ศรีสมพร วัฒนา โคตรพัฒน์
เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:16) – 0514 – 059
- การศึกษาคุณภาพและต้นทุนการผลิตของพืชหมักในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ 136
จีระศักดิ์ ขอบแต่ง สมพล ไวยัญญา วารุณี พานิชผล
เลขทะเบียนวิจัย 47 (1) (47:8) – 0514 – 051
- ผลของอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของ 150
หญ้ากีนีสีม่วงในชุดดินหุบกะพง
สมศักดิ์ เกาทอง วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย วิรัช สุขสราญ ปริญญา จเรรัตน์
เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:12)–0514–074

ผลงานวิชาการ

- เทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในพืชอาหารสัตว์ 167
ณัฐนาถ โคตรพรหม จริยา บุญจรัสชะ ศศิพร ช่อลำไย
เลขทะเบียนผลงาน 52 (2) – 0214 – 032
- การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเทคนิค ICP – OES 178
ศศิพร ช่อลำไย สังวาล วากะมะนนท์
เลขทะเบียนผลงาน 52 (2) – 0214 – 031
- ทดสอบการขุนโคลูกผสมทางจิมะเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อคุณภาพดี 192
วิทยา สุมาลย์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย กาญจนา ธรรมรัตน์ วิศุทธิ์ เอื้อกิ่งเพชร
เลขทะเบียนผลงาน 52 (2) – 0214 – 219

ผลของวิธีการให้อาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนต่างกันต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ของโคเนื้อพันธุ์กบินทร์บุรี

สุนน โพธิ์จันทร์^{1/}

จิระศักดิ์ ชอบแต่ง^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าผลของวิธีการให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 11.0 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาการขุน (กลุ่มที่ 1) เปรียบเทียบกับการให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 14.0 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ระยะเริ่มขุน จนโคเพิ่มน้ำหนักได้ 100 กิโลกรัม จากนั้นจึงเปลี่ยนมาให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 9.0 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 2) ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพันธุ์กบินทร์บุรีเพศผู้ ที่อายุ 8 – 9 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 275 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (Group comparison t-test) กลุ่มละ 5 ซ้ำ บันทึกปริมาณวัตถุดิบของอาหารและปริมาณโปรตีนที่โคกินได้ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโค ดำเนินการทดลองนาน 227 วัน

ผลการทดลอง พบว่า โคทดลองกลุ่มที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (484.88 และ 492.66 กิโลกรัม) น้ำหนักเพิ่ม (207.08 และ 221.16 กิโลกรัม) อัตราการเจริญเติบโต (912.23 และ 974.25 กรัมต่อวัน) วัตถุดิบที่กินได้ (7.92 และ 8.07 กิโลกรัมต่อวัน) โปรตีนหยาบที่กินได้ (0.74 และ 0.75 กิโลกรัมต่อวัน) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (8.81 และ 8.29) และ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (0.118 และ 0.123) ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกลักษณะ ($p > 0.05$) ดังนั้นในการขุนโคพันธุ์กบินทร์บุรีเพศผู้เกษตรกรสามารถเลือกใช้วิธีการให้อาหารได้ทั้ง 2 แบบ โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโค

คำสำคัญ : วิธีการให้อาหาร สมรรถนะการเจริญเติบโต โคพันธุ์กบินทร์บุรี

เลขทะเบียนผลงานวิจัย: 44(1) – 0514 - 011

^{1/} กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ราชเทวี กรุงเทพฯ

Effect of feeding method with different levels of protein on growth performance of Kabinburi beef cattle

Sumon Phoju¹

Jeerasak Chobtang^{1/}

Abstract

A study aimed to compare growth performance of Kabinburi bulls with 8-9 months of age and 275 kg of initial body weight. The cattle were fed on Total Mixed Rations (TMR) contained 11.0 % crude protein (CP) throughout the fattening period (Group I) and fed TMR contained 14.0 % CP tilld approximate 100 kg of body gain and then reduce to 9.0 % CP for the remaining fattening period (Group II). All data of dry matter was conducted. Dry matter ,CP intake and body weight changes were recorded. Group comparison t-test was used for statistical analysis with 5 replications. The experiment was lasted for 227 days.

The results show that final body weight (484.88 and 492.66 kg), body weight gain (207.08 and 221.16 kg), average daily gain (912.23 and 974.25 gm/d), dry matter intake (7.92 and 8.07 kg/d), crude protein intake (0.74 and 0.75 kg/d), feed conversion ratio (8.81 and 8.29) and feed efficiency (0.118 and 0.123) characteristics of Group I and Group II cattle were not significantly different ($p>0.05$). To sum up, two choices of feeding regimen are not negatively affected Kabinburi beef cattle growth performance.

Keywords: feeding method, growth performance, Kabinburi beef cattle

Research Project No.: 44(1) – 0514 - 011

^{1/} Animal Nutrition Research Group, Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development, Bangkok

คำนำ

ในการเลี้ยงโคนเนื้อให้เกิดประสิทธิภาพ นอกจากขึ้นอยู่กับสายพันธุ์โคแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ การให้อาหารซึ่งโคต้องได้รับโภชนาที่เหมาะสมโดยเฉพาะระดับโปรตีนในสูตรอาหารให้เพียงพอ กับความต้องการในแต่ละช่วงอายุหรือช่วงน้ำหนักของสัตว์เพื่อให้เกิดผลตอบแทนที่ดี อย่างไรก็ตาม อาหารที่มีโปรตีนหยابไม่สอดคล้องกับความต้องการ เช่น มีปริมาณต่ำหรือสูงเกินไปจะส่งผลให้โคขุนมีสมรรถนะการผลิตลดลง NRC (2000) รายงานว่า ความต้องการโปรตีนของโค (พันธุ์ Angus) เมื่อคิดในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารจะลดลงตามอายุและน้ำหนักของโคที่เพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ โคเนื้อที่มีน้ำหนัก 250 – 350 กิโลกรัม กินวัตถุแห้งได้เฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโต 1 กิโลกรัมต่อวัน โคจะได้รับโปรตีนหยابและพลังงานในรูปโภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrients, TDN) เฉลี่ย 0.82 และ 4.95 กิโลกรัมต่อวันตามลำดับ ขณะที่โคเนื้อที่มีน้ำหนัก 350 – 500 กิโลกรัม กินวัตถุแห้งได้เฉลี่ย 2.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโต 1 กิโลกรัมต่อวัน โคจะได้รับโปรตีนหยابและพลังงานในรูปโภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด เฉลี่ย 0.92 และ 6.50 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ดังนั้นการลดความเข้มข้นของโปรตีนในอาหารลงเมื่อระยะการขุนมากขึ้นนอกจากจะสอดคล้องกับความต้องการโภชนาของโคแล้ว ยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารและลดการปลดปล่อยไนโตรเจนออกสู่สิ่งแวดล้อมด้วย นอกจากนี้ Vasconcelos และคณะ (2006) รายงานว่า ความต้องการโปรตีนโค ในช่วงแรกของการขุน (น้ำหนักเริ่มต้น 423 กก.) จะสูงเนื่องจากโคมีอัตราการสะสมโปรตีนสูง แต่จะลดลงเมื่อระยะการขุนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงท้ายๆ ของระยะการขุนเนื่องจากในช่วงนี้อัตราการสะสมโปรตีนจะต่ำ เช่นเดียวกับ Gleghorn และคณะ (2004) รายงานว่า ในช่วงแรกของการขุนโคจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มโปรตีนในอาหารจาก 11.5 เป็น 14.5 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อระยะการขุนมากขึ้น จะสามารถลดระดับโปรตีนหยابลงเหลือ 13.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโคขุนจะมีสมรรถนะการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงสุด จะเห็นได้ว่า นอกจากความแตกต่างด้านสายพันธุ์โคและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันแล้ว ระบบการให้อาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกันก็มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตเช่นกัน

กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ ได้สร้างและพัฒนาโคเนื้อพันธุ์กบินทร์บุรี มาตั้งแต่ปี 2538 โดยการนำโคพันธุ์ซิมเมนทอล ซึ่งเป็นโคสายเลือดยุโรปที่มีการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อดี และให้น้ำนมมาก นำมาผสมกับโคพันธุ์บราห์มัน ซึ่งเป็นโคเขตร้อนที่มีความทนทานต่อโรคและแมลง โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ได้สายพันธุ์โคที่ให้ผลผลิตเนื้อและนมที่มีคุณภาพสูง เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ลักษณะทั่วไปของโคเนื้อพันธุ์กบินทร์บุรี ได้แก่ มีน้ำหนักแรกเกิด 29.92 – 32.6 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านม 161.75 – 183.7 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม 653 – 740 กรัมต่อวัน และหากฆ่าชำแหละที่น้ำหนักประมาณ 400 กิโลกรัม จะมีเปอร์เซ็นต์ซาก 56 เปอร์เซ็นต์

(กองบำรุงพันธุ์สัตว์, 2546; วิชัย และระติศักดิ์, 2544) โคพันธุ์กบินทร์บุรี ที่เลี้ยงขุนจนได้น้ำหนัก 450 กิโลกรัม (ธีระชัย และคณะ, 2546) และ 525 กิโลกรัม (เกรียงเดช และคณะ, 2545) มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและเปอร์เซ็นต์ซากเย็นเฉลี่ยเท่ากับ 56.30 – 56.60 และ 53.43 – 53.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานถึงรูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมกับโคพันธุ์นี้

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการให้อาหารระหว่างการให้อาหารที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนคงที่ตลอดการขุน และการให้อาหารที่มีโปรตีนสูงในช่วงแรกและลดลงในช่วงท้ายของการขุนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคเนื้อพันธุ์กบินทร์บุรีเพื่อนำข้อมูลไปแนะนำส่งเสริมเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อ. คลองหาด จ. สระแก้ว ระหว่างเดือนมกราคม – เดือนสิงหาคม 2544

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (Group comparison t-test) มี 5 ซ้ำ สิ่งทดลอง ประกอบด้วย

กลุ่มที่ 1 ให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 11.0 เปอร์เซ็นต์โดยวัตถุดิบ (สูตรที่ 1) ตลอดระยะการขุน

กลุ่มที่ 2 ให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 14.0 เปอร์เซ็นต์โดยวัตถุดิบ (สูตรที่ 2) ตั้งแต่ระยะเริ่มขุน จนโคเพิ่มน้ำหนักได้ 100 กิโลกรัม จากนั้นจึงเปลี่ยนมาให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 9.0 เปอร์เซ็นต์โดยวัตถุดิบ (สูตรที่ 3) จนถึงสิ้นสุด

ใช้ระยะเวลาทดลองประมาณ 7 เดือน หรือเมื่อโคมีน้ำหนักตัวประมาณ 500 กิโลกรัม

สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้โคเนื้อพันธุ์กบินทร์บุรี เพศผู้ อายุ 8-9 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 275 ± 51.92 กิโลกรัม จำนวน 10 ตัว จัดสัตว์ทดลองโดยเรียงน้ำหนักตัวสัตว์จากมากไปหาน้อยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 2 ตัว ตามลำดับของน้ำหนักตัว จากนั้นสุ่มสิ่งทดลองให้กับโคแต่ละตัวในแต่ละกลุ่ม เลี้ยงโคในคอกแบบขังเดี่ยวขนาด 2 x 3 เมตร ที่มีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา ก่อนเริ่มต้นการทดลอง 10 วัน นำโคมาฉีดยาถ่ายพยาธิและวัคซีนตามโปรแกรมที่แนะนำโดย กองบำรุงพันธุ์สัตว์ (2548) และปรับสภาพโคโดยเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 ในคอกทดลองเพื่อให้คุ้นเคยกับคอกและการเก็บข้อมูล หลังจากนั้นจึงเริ่มต้นการทดลองโดยให้อาหารตามสิ่งทดลอง แบบเต็มที (*ad libitum*) ในการให้

อาหารโคกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) กำหนดวิธีการให้อาหารตามคำแนะนำของ NRC (1984) โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงน้ำหนัก ช่วงที่ 1 เป็นระดับที่กำหนดให้โคเนื้อที่มีน้ำหนัก 250 – 350 กิโลกรัม ซึ่งโคสามารถกินวัตถุดิบได้เฉลี่ย 2.5 (2.4 – 2.6) เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโต 1 กิโลกรัมต่อวัน โคจะได้รับโปรตีนหยาบและพลังงานในรูปโภชนะย่อยได้รวม (Total digestible nutrients, TDN) เฉลี่ย 0.82 (0.76 – 0.87) และ 4.95 (4.30 – 5.60) กิโลกรัมต่อวันตามลำดับ และช่วงที่ 2 เป็นระดับที่กำหนดให้โคเนื้อที่มีน้ำหนัก 350 – 500 กิโลกรัม กินวัตถุดิบได้เฉลี่ย 2.3 (2.2 – 2.4) เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโต 1 กิโลกรัมต่อวัน โคจะได้รับโปรตีนหยาบและพลังงานในรูปโภชนะย่อยได้ทั้งหมด เฉลี่ย 0.92 (0.87 – 0.98) และ 6.50 (5.60 – 7.40) กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

การเตรียมอาหารทดลอง

สูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 1 ใช้หยูร์ชีแห่งอายุ 45 – 55 วัน สับเป็นชิ้นขนาด 1 – 1.5 นิ้ว เป็นแหล่งอาหารหยาบ ส่วนใบกระถินสับใช้ใบกระถินรวมกิ่งและก้านอ่อนสับให้มีขนาด 1 – 1.5 นิ้ว แล้วนำมาตากแห้ง สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทุกครั้งที่มีการผสมอาหาร ให้อาหารโควันละ 2 ครั้ง เช้า (08 : 30 น.) และเย็น (15 : 30 น.)

การวิเคราะห์ทางเคมี

สุ่มตัวอย่างอาหาร วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุดิบ โปรตีนหยาบ ไขมัน เยื่อใยหยาบ(CF) เถ้า NFE แคลเซียมและฟอสฟอรัสทั้งหมดตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์เยื่อใย (ADF) ตามวิธีของ Van Soest และคณะ (1991)

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ชั่งน้ำหนักโคเมื่อเริ่มทดลอง จากนั้นชั่งทุกๆ 4 สัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารที่โคกินทุกวัน บันทึกราคาอาหาร วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่ม (Group comparison t-test) (Little and Hills, 1975)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
- มันเส้น (2 % CP)	45.7	42.0	48.4
- ใบกระถินแห้งสับรวมกิ่งอ่อน (15% CP)	20.0	20.0	18.5
- กากปาล์มรวม (7% CP)	17.0	16.0	19.0
- กากถั่วเหลือง (44% CP)	7.8	12.2	3.5
- หญ้ารูชีแห้ง (6% CP)	5.0	5.0	6.0
- ยูเรีย (46% N)	0.5	0.8	0.6
- ปริมิทซ์(แร่ธาตุและวิตามินรวม) ^{1/}	4.0	4.0	4.0
รวม	100	100	100
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/กก.) ^{2/}	4.53	4.89	4.16
องค์ประกอบทางเคมีจากการคำนวณ (% ของวัตถุดิบ) ^{3/}			
- วัตถุดิบแห้ง (%)	90.0	90.5	89.3
- โปรตีนหยาบ	11.3	14.0	9.5
- ไขมัน	2.5	2.6	2.3
- เยื่อใยหยาบ	16.7	16.5	17.6
- แคลเซียม	0.29	0.31	0.28
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.23	0.25	0.21
- โภชนะย่อยได้รวม(TDN)	72.5	72.2	71.5

หมายเหตุ : ^{1/} แร่ธาตุและวิตามินรวม มีส่วนประกอบที่ระบุไว้ได้แก่ ใน 4.0 กก. ประกอบด้วย ยูเรีย (46-0-0) 0.5 กก. แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0, และ S 24) 0.18 กก. แคลเซียมคาร์บอเนต 0.7 กก. ไดแคลเซียมฟอสเฟต 0.2 กก. เกลือป่น 0.2 กก. โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 0.1 กก. เบนโทไนท์หรือซีโอไลท์ 2.0 กก. โมเนนซินไฮเดรต 0.02 กก. และแร่ธาตุปลีกย่อยและวิตามิน 0.1 กก.

^{2/} ราคาวัตถุดิบขณะทดลอง (บาท/กก.) ; รำละเอียด 3.50 กระถินสับ 4.00 กากปาล์มรวม 3.50 กากถั่วเหลือง 11.50 หญ้ารูชี 1.50 ยูเรีย 8.00 ปริมิทซ์แร่ธาตุและวิตามิน 13.00

^{3/} คำนวณโดยโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารโคเนื้อ CF1 version 41.1 (ปรารภนา2540)

ผลการทดลองและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารทั้ง 3 สูตร (ตารางที่ 2) มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ น่าจะเกิดจากคุณภาพวัตถุดิบที่มีความแปรปรวน สำหรับการคำนวณปริมาณโปรตีนหยาบที่โคกินได้จะใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (%ของวัตถุดิบ)^{1/}

องค์ประกอบทางเคมี	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
- วัตถุดิบ (%)	88.96	89.36	88.91
- โปรตีนหยาบ	9.88	12.93	8.16
- ไขมัน	1.60	1.69	1.86
- เยื่อใยหยาบ	14.68	13.66	17.19
- เถ้า	8.12	10.73	7.94
- NFE	65.72	60.99	64.85
- ADF	25.75	24.98	28.13
- แคลเซียม	0.61	0.79	0.59
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.20	0.24	0.17
- TDN ^{2/}	69.87	68.72	69.13

หมายเหตุ : ^{1/} วิเคราะห์โดยกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

^{2/} คำนวณโดยใช้ค่าองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบตามสมการของ Wardeh (1981) อ้างโดย Kearn(1982)

ปริมาณการกินอาหาร

ปริมาณวัตถุดิบ โปรตีนหยาบและพลังงาน (TDN) ที่กินได้ของโคทดลองแสดงในตารางที่ 3 ผลการทดลอง พบว่า โคทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณการกินได้ทุกลักษณะไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีปริมาณวัตถุดิบ โปรตีนหยาบ และ พลังงานที่กินได้ทั้ง 2 กลุ่ม เฉลี่ย 7.99 0.75 และ 5.40 กิโลกรัม ต่อวัน ตามลำดับ หรือคิดเป็น 90.57 8.47 และ 61.20 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเมแทบอลิคต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อคิดเป็นปริมาณวัตถุดิบที่กินได้เทียบกับน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 2.03 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งต่ำกว่าที่คำนวณไว้ตามคำแนะนำของ NRC (1984) จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าที่กำหนดไว้เนื่องจากโคได้รับโปรตีนและพลังงานต่ำกว่าที่กำหนด และต่ำกว่าที่รายงานโดย ชีระชัย และคณะ (2546) และ เกรียงเดช และคณะ (2545) ซึ่งพบว่า โคพันธุ์กบินทร์บุรี น้ำหนัก 278 - 450 กิโลกรัม และ 425 - 525 กิโลกรัม ตามลำดับ แม้ว่าให้อาหารแบบจำกัด แต่สามารถกินอาหารได้ 2.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างไรก็ตาม เมื่อคิดเป็นปริมาณวัตถุดิบที่โคกินได้ต่อวัน พบว่า ใกล้เคียงกับรายงานของ ชีระชัย และคณะ (2546) (8.04 กิโลกรัมต่อวัน) แต่ต่ำกว่ารายงานของ เกรียงเดช และคณะ (2545) (10.11 กิโลกรัมต่อวัน)

ตารางที่ 3 ผลของวิธีการให้อาหารต่อปริมาณการกินได้ของโคพันธุ์กบินทร์บุรี

	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		p-value
	ค่าเฉลี่ย	s.d. ^{1/}	ค่าเฉลี่ย	s.d. ^{1/}	
จำนวนสัตว์	5	-	4	-	-
ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้					
-ตลอดการทดลอง (กก.)	1,798.30	254.86	1,831.00	281.18	0.8992
-กก./วัน	7.92	1.88	8.07	1.24	0.8985
-กรัม/กก.น้ำหนักตัว/วัน	19.89	2.59	20.85	1.00	0.5107
-กรัม/กก.น้ำหนักตัวเมแทบอлизм/วัน	88.96	13.05	92.59	2.67	0.5734
-% ของน้ำหนักตัว	1.99	0.26	2.09	0.10	0.5074
ปริมาณโปรตีน(CP)ที่กินได้					
-ตลอดการทดลอง (กก.)	168.44	41.70	170.83	25.37	0.9232
-กก./วัน	0.74	0.18	0.75	0.11	0.9377
-กรัม/กก.น้ำหนักตัว/วัน	1.86	0.26	1.95	0.12	0.5675
-กรัม/กก.น้ำหนักตัวเมแทบอлизм/วัน	8.32	1.32	8.65	0.32	0.6992
ปริมาณพลังงาน (TDN) ที่กินได้					
-ตลอดการทดลอง (กก.)	1,222.10	296.00	1,229.90	192.99	0.9656
-กก./วัน	5.38	1.31	5.42	0.85	0.9636
-กรัม/กก.น้ำหนักตัว/วัน	13.51	1.83	14.00	0.64	0.6272
-กรัม/กก.น้ำหนักตัวเมแทบอлизм/วัน	60.43	9.21	62.17	1.85	0.6992

หมายเหตุ: ^{1/}standard deviation

สมรรถนะการเจริญเติบโต

ผลของวิธีการให้อาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคแสดงในตารางที่ 4 และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคตลอดระยะเวลาการขุนแสดงในภาพที่ 1 ผลการทดลอง พบว่า วิธีการให้อาหารโคทั้ง 2 แบบ ไม่มีผล ($p>0.05$) ทำให้โคพันธุ์กบินทร์บุรีมีสมรรถนะการเจริญเติบโตแตกต่างกัน โดยโคทั้ง 2 กลุ่ม มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองและน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 488.33 กิโลกรัม และ 213.33 กิโลกรัม ตามลำดับ โคทั้ง 2 กลุ่ม มีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 1) อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่ม เท่ากับ 939.79 กรัมต่อวัน 8.58 และ 0.12 ตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้โคทั้ง 2 กลุ่มมีสมรรถนะการเจริญเติบโตไม่

แตกต่างกัน เกิดจากการที่โคได้รับสารอาหารทั้งโปรตีนและพลังงานเฉลี่ยตลอดการทดลองไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 4 ผลของวิธีการให้อาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคทดลอง

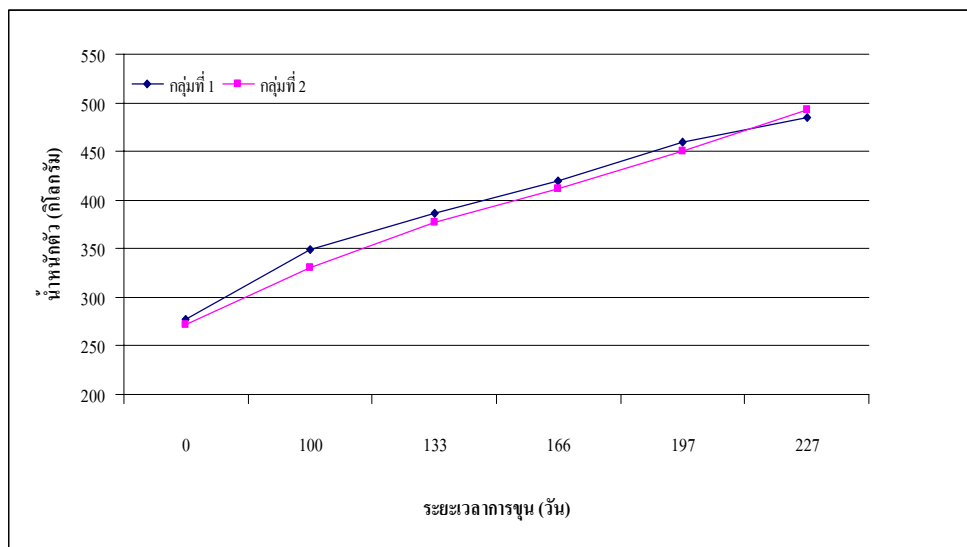
	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		p-value
	ค่าเฉลี่ย	s.d. ^{1/}	ค่าเฉลี่ย	s.d. ^{1/}	
จำนวนสัตว์	5	-	4	-	-
น้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง (กก.)	277.80	50.02	271.50	61.83	0.8708
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กก.)	484.88	82.42	492.66	74.75	0.8877
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	207.08	54.64	221.16	23.97	0.6492
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย					
- กรัม/วัน	912.23	240.70	974.25	105.60	0.6493
- กรัม/วัน/น้ำหนักแม่แทบอลิก	10.27	2.17	11.30	1.45	0.4467
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (feed/gain)	8.81	1.30	8.29	0.96	0.5306
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (gain/feed)	0.118	0.019	0.123	0.014	0.7133
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กก. (บาท)	53.68	9.87	47.45	6.76	0.3195

หมายเหตุ : ^{1/} standard deviation

สมรรถนะการผลิตของโคในการทดลองนี้ต่ำกว่ารายงานของ ชีระชัย และคณะ (2546) ซึ่งทดลองขุนโคพันธุ์กบินทร์บุรี (น้ำหนัก 278 – 450 กิโลกรัม) ด้วยอาหารชั้นที่มีโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับเปลือกข้าวโพดหมัก (โปรตีนหยาบ 8 เปอร์เซ็นต์) พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ย 1,189 กรัมต่อตัวต่อวัน และ 6.82 ตามลำดับ และรายงานของ เกรียงเดช และคณะ (2545) ซึ่งทดลองขุนโคพันธุ์กบินทร์บุรี (น้ำหนัก 425 – 525 กิโลกรัม) ด้วยอาหารชั้นที่มีมันเส้นและรำละเอียดเป็นหลัก มีโปรตีนหยาบ 13 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับหญ้าหูกซึ่งแห้ง (โปรตีนหยาบ 7.56 เปอร์เซ็นต์) นาน 82 วัน พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 กิโลกรัมต่อวัน และ 8.40 ตามลำดับ

Cole และคณะ (2006) ทดลองให้อาหาร TMR ที่มีโปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 13.0 เปอร์เซ็นต์ ในโคลูกผสมสายพันธุ์ยุโรป ที่มีโครงสร้างกลาง – ใหญ่ (medium – large frame, Britist – Continental crossbred) น้ำหนักเริ่มต้น 315 กิโลกรัม ตลอดระยะเวลาการขุน 161 – 189 วัน พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (gain/feed) 1.42 กิโลกรัมต่อวัน 7.64 กิโลกรัมต่อวัน และ 0.186 และ 1.46 กิโลกรัมต่อวัน 7.96 กิโลกรัมต่อวัน และ 0.184 ตามลำดับ Vasconcelos และคณะ (2006) ทดลองขุนโคลูกผสม นาน

109 วัน โดยให้อาหาร TMR ที่มีโปรตีน 13.0 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะการขุน เปรียบเทียบกับการให้อาหาร TMR ที่มีโปรตีน 13.0 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 62 วันแรกของการขุน และลดลงเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระยะการขุนที่เหลือ พบว่า การลดความเข้มข้นโปรตีนในอาหารลง ไม่มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร แตกต่างกับโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหาร TMR ที่มีโปรตีน 13.0 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะการขุน ซึ่งโคในกลุ่มที่ขุนด้วยอาหาร TMR ที่มีโปรตีน 13.0 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 62 วันแรกของการขุน และลดลงเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นการจัดการให้อาหารที่ใกล้เคียงกับการทดลองครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม สมรรถนะการผลิตของโคจากรายงานของ Vasconcelos และคณะดังกล่าว ให้ผลดีกว่าโดยโคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.49 กิโลกรัมต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (gain/feed) เฉลี่ย 0.15 โดยกินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้เฉลี่ย 9.82 กิโลกรัมต่อวัน



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคตลอดระยะการขุน

Gleghorn และคณะ (2004) ทดลองขุนโคโดยใช้อาหาร TMR ที่มีโปรตีนหยาบ 11.5 13.0 และ 14.5 เปอร์เซ็นต์ โดยขุนนาน 140 และ 185 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของโคมีการตอบสนองต่อความเข้มข้นโปรตีนใน TMR ที่เพิ่มขึ้น เป็นแบบ quadratic (1.65 1.71 และ 1.67 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) ในขณะที่ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.182 – 0.184 และ 9.07 – 9.17 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยในช่วง 56 วันของการขุน พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของโปรตีนหยาบในอาหารที่เพิ่มขึ้นเป็นแบบ linear ซึ่ง Gleghorn และคณะ(2004) ให้เหตุผลว่าสาเหตุดังกล่าว อาจเกิดจากการที่หลังจากวันที่ 56 ของการขุน โคในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหาร TMR ที่มีโปรตีน 14.5 เปอร์เซ็นต์ ได้รับโปรตีนเกิน

ความต้องการจึงมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับ การให้อาหารที่มีโปรตีน สอดคล้องกับความต้องการแล้ว Klopfenstein และ Erickson (2002) รายงานว่า โคสามารถ เจริญเติบโตและมีประสิทธิภาพการใช้อาหารเพิ่มขึ้น

โคขุนที่เลี้ยงด้วยอาหาร TMR ที่มีโปรตีนหยาบ 11.5 เปอร์เซ็นต์ จากรายงานของ Gleghorn และคณะ (2004) เป็นกลุ่มที่มีการให้อาหารใกล้เคียงกับโคกลุ่มที่ 1 ในการทดลองนี้ แต่พบว่า สมรรถนะการผลิตของโคของการทดลองนี้ต่ำกว่ามาก อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างด้านสมรรถนะ การเจริญเติบโตของโคอาจจะเกิดจากหลายปัจจัย แต่ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่าง น่าจะ เกิดจาก การใช้หรือไม่ใช้ฮอร์โมนในการขุน และคุณภาพอาหารที่ใช้ในการขุน ซึ่งพิจารณาจาก ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ค่อนข้างแตกต่างกัน ในการทดลองนี้ใช้กากปาล์มรวมเป็นส่วนประกอบ สูตร 16 – 19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกองอาหารสัตว์ (2547) รายงานว่า กากปาล์มรวมกะลามิถิน (acid detergent lignin, ADL) สูงถึง 18.60 เปอร์เซ็นต์ (ไม่ได้วิเคราะห์ในการทดลองนี้) หากปริมาณ ADL สูงจะลดการย่อยได้ของอาหาร (Van Soest, 1994) นอกจากนี้ ในการทดลองนี้มี ADF (24.98 – 28.13 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าค่า ADF จากการทดลองของ Gleghorn และคณะ (2004) (6.72 – 8.44 เปอร์เซ็นต์) ADF เป็นผนังเซลล์ที่ย่อยยาก (Van Soest, 1994) จึงอาจส่งผลให้การใช้ประโยชน์จาก อาหารของโคในการทดลองนี้ต่ำกว่ารายงานอื่นๆ

ต้นทุนค่าอาหาร

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของโคทั้ง 2 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 4 ผล การทดลอง พบว่า โคทั้ง 2 กลุ่ม มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ อาจเกิดจากการที่โคทั้ง 2 กลุ่ม กินอาหารได้ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ต้นทุนค่าอาหารทั้ง 3 สูตร ก็ไม่แตกต่างกันมาก

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาวิธีการให้อาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนต่างกันในการเลี้ยงขุนโคเนื้อพันธุ์ กบินทร์บุรีเพศผู้ ที่น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 275 กิโลกรัม สภาพขังคอก โดยเปรียบเทียบการให้อาหาร ระหว่างอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีน 11.0 เปอร์เซ็นต์ สูตรเดียวตลอดการทดลอง เปรียบเทียบกับการ ให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีน 14.0 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงแรก หลังจากนั้นเปลี่ยนมาให้อาหารผสมเสร็จ ที่มีโปรตีน 9 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงท้ายการทดลอง สรุปได้ว่า โคมีสมรรถนะการเจริญเติบโตไม่แตกต่าง ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่โคกินวัตถุดิบ โปรตีน และพลังงาน เฉลี่ยตลอดการทดลองไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองดังกล่าวนี้ พบว่า แม้ว่าอาหารที่ใช้ในการขุนจะมีองค์ประกอบทางเคมี และการจัดการการให้อาหารไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ก็มีสมรรถนะการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำกว่า รายงานที่มีผู้ทดลองในทำนองเดียวกันนี้ ซึ่งประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารที่กิน เช่น การย่อยได้ (Nutrient digestibility) และปริมาณสารอาหารที่เก็บกักได้ (Nutrient retention) อาจเป็นสาเหตุให้เกิดความแตกต่าง ดังนั้นหากมีการทดลองในลักษณะนี้อีก ควรศึกษาถึงคุณภาพของอาหาร เช่น การย่อยได้ การใช้ประโยชน์ได้ ตลอดจนปริมาณสารอาหารที่เก็บกักได้ของสัตว์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการหาสาเหตุและยืนยันผลการทดลองต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว และเจ้าหน้าที่ของศูนย์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดลอง ขอขอบคุณกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีอาหารสัตว์

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงเดช ลำแดง อรพิน เวชชบุษกร และ อภิชาติ รัตนวณิช. 2545. การเจริญเติบโตและลักษณะซากโคกบินทร์บุรีที่เลี้ยงขุนระยะสั้นด้วยมันเส้นสามระดับในสูตรอาหารข้น. รายงานผลงานวิจัยการปศุสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2545 สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ และการจัดการฟาร์ม, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2546. พันธุ์สัตว์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 39 หน้า.
- กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2548. การเลี้ยงโคนอ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 45 หน้า.
- กองอาหารสัตว์. 2547. ตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 37 หน้า.
- ธีระชัย ช่อไม้ บังคม โตแป้น และสนธยา กัณหาบัว. 2546. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน และลักษณะซากระหว่างโคลูกผสมทาเรนเทส-บราห์มัน และโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มัน. รายงานผลงานวิจัยการปศุสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2546 สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ และการจัดการฟาร์ม, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิชัย ทิพย์วงศ์ และ รติศักดิ์ แซ่จิว. 2544. สมรรถภาพการให้ผลผลิตและความสมบูรณ์พันธุ์บางประการของโคพันธุ์กบินทร์บุรี ชั่วอายุที่ 1. รายงานผลงานวิจัยการปศุสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2544 สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ และการจัดการฟาร์ม, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th edition. AOAC International, Washington, DC.

Cole, N. A., L. W. Greene, F. T. McCollum, T. Montgomery and K. McBride. 2003. Influence of oscillating dietary crude protein concentration on performance, acid-base balance, and nitrogen excretion of steers. J. Anim. Sci. 81: 2660–2668.

Gleghorn, J. F., N. A. Elam, M. L. Galyean, G. C. Duff, N. A. Cole and J. D. Rivera. 2004. Effects of crude protein concentration and degradability on performance, carcass characteristics, and serum urea nitrogen concentrations in growing and finishing beef steers. J. Anim. Sci. 82: 2705–2717.

Kearl, L.C., 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, USA. 381 pp.

Klopfenstein, T. J. and G. E. Erickson. 2002. Effects of manipulating protein and phosphorus nutrition of feedlot cattle on nutrient management and the environment. J. Anim. Sci. 80(E. Suppl. 2): E106–E114.

Little, T. M. and F. J. Hills. 1975. Statistical Methods in Agricultural Research. University of California. 242 pp.

NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 6th revised Ed., Natl. Acad. Press, Washington, DC.

NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle, Update 2000. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Van Soest, P. J. 1994. The Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd edition. Cornell University Press. Ithaca, NY. 476 pp.

- 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.
- Vasconcelos, J. T., L. W. Greene, N. A. Cole, M. S. Brown, F. T. McCollum III and L. O. Tedeschi. 2006. Effects of phase feeding of protein on performance, blood urea nitrogen concentration, manure nitrogen: phosphorus ratio and carcass characteristics of feedlot cattle. J. Anim. Sci. 84: 3032 – 3038.

การศึกษาต้นทุนการผลิตโคพื้นเมืองภาคอีสานภายใต้การจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์ 2 แบบ

สัมพันธ์ มาศโอสถ^{1/} ศุภชัย อุดชาชน^{1/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการปล่อยโคแทะเล็มในแปลงหญ้าที่และแปลงหญ้าที่ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลตต้นทุนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองเพศเมีย ใช้โคพื้นเมืองภาคอีสาน เพศเมีย อายุประมาณ 6 เดือน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 88.45 ± 9.5 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Least Square Analysis ในแผนการทดลองแบบ CRD ซึ่งทดลองประกอบด้วยโคพื้นเมืองที่ปล่อยแทะเล็มแปลงพืชอาหารสัตว์ 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 โคจำนวน 10 ตัว ปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าที่ จำนวน 9 ไร่ แบ่งออกเป็น 4 แปลงย่อยๆละ 2.25 ไร่ ปล่อยโคแทะเล็มแบบหมุนเวียน แปลงละ 10 วัน กลุ่มที่ 2 โคจำนวน 10 ตัว ปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าที่ จำนวน 3 ไร่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 แปลงย่อย แปลงย่อยๆละ 0.75 ไร่และแปลงถั่วท่าพระสไตโลจำนวน 6 ไร่ แบ่งออกเป็น 8 แปลงย่อย แปลงย่อยๆละ 0.75 ไร่ ปล่อยโคแทะเล็มแบบหมุนเวียนในแปลงหญ้า : ถั่ว ในสัดส่วน 1 : 1 โดยกินหญ้าที่ 1 แปลง ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล 1 แปลง ระยะเวลา 10 วัน ดำเนินการทดลองนาน 9 เดือน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ระหว่างเดือนมิถุนายน 2547 ถึง กุมภาพันธ์ 2548

ผลการทดลอง พบว่าถั่วท่าพระสไตโลสามารถให้ผลผลิตได้เพียง 6 เดือนคิดเป็นน้ำหนักแห้งจำนวน 2,064 กิโลกรัมต่อไร่ เพียงพอสำหรับปล่อยโคแทะเล็มเป็นระยะเวลา 6 เดือน หญ้าที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งจำนวน 3,080 – 3,109 กิโลกรัมต่อไร่ เพียงพอสำหรับปล่อยโคแทะเล็มเป็นระยะเวลา 9 เดือน ในช่วง 183 วันแรกของการทดลอง โคกลุ่มที่ 2 ซึ่งได้รับถั่วท่าพระสไตโลร่วมกับหญ้าที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 362.29 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P < 0.05$) โคกลุ่มที่ 1 ซึ่งได้รับหญ้าเพียงอย่างเดียวซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 303.82 กรัมต่อตัวต่อวัน ตลอดการทดลองพบว่าโคกลุ่มที่ 2 ซึ่งปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าที่ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 337.73 กรัมต่อตัวต่อวันสูงกว่า ($P < 0.05$) โคกลุ่มที่ 1 ที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าที่อย่างเดียวที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 300.7 กรัมต่อตัวต่อวัน แต่โคทั้ง 2 กลุ่ม มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ใกล้เคียงกัน (8.91 และ 8.47) และจากการทดลองพบว่าโคกลุ่มที่ 2 มีผลตอบแทนจากการใช้พื้นที่ 270.7 บาทต่อตัวต่อไร่ต่อ 9 เดือน สูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 ที่มีผลตอบแทนจากการใช้พื้นที่ 194.9 บาทต่อตัวต่อไร่ต่อ 9 เดือน

เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนและสมรรถภาพการผลิต พบว่า โคกลุ่มที่กินหญ้าที่ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล มีผลตอบแทนและสมรรถภาพการผลิตดีกว่าโคกลุ่มที่กินหญ้าที่เพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ : โคพื้นเมือง หญ้าที่ ถั่วท่าพระสไตโล การแทะเล็ม

เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:10)–0514–031

^{1/}ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

Study on production cost of female Thai native cattle under two types of forage pasture management

Sumphun Masosot ^{1/}

Suphachai Utchachon ^{1/}

Abstract

The experiment was aimed to study the effect of rotational grazing of native cattle on Ruzi pasture compared with Ruzi and Thapra stylo pasture. Twenty female isan native cows (6 month of age) were arranged in Least Square Analysis in CRD. Group 1. Ten native cows were allocated in rotational grazing system on 9 rai of Ruzi grass pasture which was divided into 4 paddocks (ten grazing days/30 resting days). Group 2. Ten native cows were allocated on rotational grazing 3 rai of Ruzi pasture which as divided into 4 paddocks and 6 rai of Thapra stylo pasture which as divided into 8 paddocks. Each paddock was grazed for ten day. The trial period was 9 month at Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center.

The results showed that dry matter yield of Thapra stylo in 6 months was 2,064 kg./rai sufficient for 10 native cows for 6 months. Dry matter yield of Ruzi grass was between 3,080 and 3,109 kg./rai. sufficient for 10 native cows for 9 months. During 183 days of the trial, Average daily gain of group 2. The cows grazed on Ruzi grass and Thapra stylo legume was 362.39 gram/head/day which was higher than ($P<0.05$) Group 1. The cows grazed only Ruzi grass was 303.82 gram/head/day. Throughout the experiment Average daily gain of Group 2 . The cows grazed on Ruzi grass and Thapra stylo legume was 337.73 gram/head/day which was higher than ($P<0.05$) Group 1. (300.7 gram/head/day). Average net income of Group 2. was 270.7 baht/head/rai/9 months which was higher than of Group 1. (194.9 baht/head/rai/9 months)

The cows grazed on ruzi grass and thapra stylo legume had higher average net income and the efficient production than the cows grazed on ruzi grass.

Keywords : native cattle, ruzi grass, Thapra stylo legume, grazing

Research Project No. 47(1)(47:10)–0514–031

^{1/} Nachonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center

คำนำ

โคพื้นเมืองเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งในพื้นที่ภาคอีสาน เนื่องมาจากเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย ราคาดี แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงของเกษตรกรส่วนใหญ่จะปล่อยให้หากินตามธรรมชาติ มีน้อยรายที่ปลูกสร้างแปลงพืชอาหารสัตว์โดยปล่อยให้แทะเล็มในแปลงตลอดทั้งปี ไม่มีการจัดการแปลงปล่อยย่อย หรือตกแต่งแปลง รวมถึงการใส่ปุ๋ย จึงทำให้แปลงพืชอาหารสัตว์โตเร็ว พืชคุณภาพต่ำ และมีปริมาณไม่เพียงพอตลอดทั้งปี อีกทั้งอายุการใช้ประโยชน์แปลงหญ้าสั้นกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้โคโตช้า อ่อนแอต่อโรคพยาธิ ในการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานโดยเฉพาะข้อมูลด้านการจัดการและการใช้ประโยชน์แปลงหญ้าจากรายงานผลการศึกษากองอาหารสัตว์หัวไร่ซึ่งเป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี ลำต้นกิ่งเลื้อยกิ่งตั้งสามารถเจริญได้ดีในพื้นที่ดินดอน ทนแล้งพอสมควร ทนต่อการเหยียบย่ำของสัตว์ ไม่ทนน้ำท่วมขัง อย่างไรก็ตามเกษตรกรในพื้นที่ที่มีการเลี้ยงโคพื้นเมืองโดยให้แทะเล็มแปลงหญ้าธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ส่วนใหญ่โคจะได้รับโภชนาไม่เพียงพอกับความต้องการเพื่อการเจริญเติบโตได้ตามสมรรถนะของโค โดยเฉพาะอย่างยิ่งหญ้าเขตร้อนซึ่งมีคุณค่าทางโภชนา การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ต่ำ การเสริมถั่วอาหารสัตว์ไม่ว่าจะเป็นการตัดสดให้สัตว์กินหรือการปลูกร่วมกับแปลงหญ้าเพื่อสะดวกในการจัดการ ช่วยเพิ่มปริมาณโภชนาที่สำคัญให้กับสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีน ทั้งนี้เนื่องจากถั่วอาหารสัตว์ส่วนใหญ่มีปริมาณโปรตีนสูง สำหรับถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) จัดเป็นถั่วอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีโปรตีนอยู่ในช่วง 16 – 20 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับการตัดสดหรือปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม (กองอาหารสัตว์, 2545) การทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษากการปล่อยโคพื้นเมืองภาคอีสานเพศเมียแทะเล็มแปลงหญ้าที่เปรียบเทียบกับแปลงหญ้าที่ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ที่มีผลต่อต้นทุนและสมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมือง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Least Square Analysis ในแผนการทดลองแบบ CRD ซึ่งทดลองประกอบด้วยโคพื้นเมืองภาคอีสาน เพศเมีย อายุประมาณ 6 เดือน น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 88.45 ± 9.5 กิโลกรัม ก่อนทดลองมีการเตรียมโคทดลองเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยทำการสุมโคออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 10 ตัว ถ่ายพยาธิฉีดยาบำรุง และฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากเท้าเปื่อย พร้อมทั้งฉีดวิตามิน AD₃E มีน้ำสะอาดและแร่ธาตุให้กินตลอดเวลา ทำการสุมโคออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 10 ตัว ปล่อยแทะเล็มแปลงพืชอาหารสัตว์ 2 แปลง ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ปล๋อยโคพื้นเมืองจำนวน 10 ตัว ทะเล็มในแปลงหญ้าที่แบบหมุนเวียน โดยแบ่งแปลงหญ้าที่ 9 ไร่ ออกเป็น 4 แปลงย่อย ๆ ละ 2.25 ไร่ ปล๋อยโคจำนวน 10 ตัว ทะเล็มแปลงย่อยของหญ้าแปลงละ 10 วัน หมุนเวียนกันไป

กลุ่มที่ 2 ปล๋อยโคพื้นเมืองจำนวน 10 ตัว ทะเล็มในแปลงหญ้าที่และแปลงถั่วท่าพระสไตโล โดยใช้พื้นที่แปลงหญ้าที่ จำนวน 3 ไร่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 แปลงย่อย แปลงย่อย ๆ ละ 0.75 ไร่ และแปลงถั่วท่าพระสไตโลจำนวน 6 ไร่ แบ่งออกเป็น 8 แปลงย่อย แปลงย่อย ๆ ละ 0.75 ไร่ ปล๋อยโคทะเล็มแบบหมุนเวียน หญ้า:ถั่ว ในสัดส่วน 1:1 โดยกินหญ้าที่ 1 แปลง ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล 1 แปลง ระยะเวลา 10 วัน หมุนเวียนกันไป

การจัดการแปลงหญ้าที่และแปลงถั่วท่าพระสไตโล

การปลูกหญ้าที่ พื้นที่จำนวน 12 ไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตันต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูกหญ้า ปลูกหญ้าที่ใช้เมล็ดพันธุ์หวานในอัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปลูกหญ้า 90 วัน แบ่งแปลงหญ้าออกเป็น 4 แปลงย่อย ทำการทยอยตัดหญ้าปรับสภาพให้แต่ละแปลงย่อยห่างกัน 10 วัน เพื่อปรับอายุหญ้าแต่ละแปลงย่อยให้ได้อายุ 30 วัน หญ้าที่ได้นำมาทำเป็นหญ้าแห้ง หลังปล๋อยโคทะเล็มในแต่ละแปลงย่อยตัดปรับสภาพและใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ทุกครั้ง

การปลูกถั่วท่าพระสไตโล พื้นที่จำนวน 6 ไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตันต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูกถั่ว ปลูกถั่วโดยใช้เมล็ดพันธุ์หวานในอัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปลูกถั่วแล้ว 60 วัน แบ่งแปลงถั่วออกเป็น 8 แปลงย่อย ๆ ละ 0.75 ไร่ หลังปล๋อยโคทะเล็มในแต่ละแปลงใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 10 กิโลกรัม ทุกครั้ง

การเก็บตัวอย่างการบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ทางเคมี

1. ชั่งน้ำหนักโคทดลองทุกตัวเมื่อเริ่มทดลองและทุกๆ 1 เดือน จนถึงสิ้นสุดการทดลอง
2. บันทึกผลผลิตหญ้าก่อนตัดปรับทำเป็นหญ้าแห้งและบันทึกผลผลิตหญ้าและถั่วทุกๆ ครั้งก่อนและหลังปล๋อยโคทะเล็มในแต่ละแปลงย่อย เพื่อคำนวณผลผลิตและปริมาณหญ้าที่โคกินได้ โดยใช้กรอบสุ่มตัวอย่างขนาด 1x1 เมตร จำนวน 3 จุด
3. สุ่มตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่เก็บจากการสุ่มวัดผลผลิตในแต่ละครั้ง 1,000 กรัม นำมาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ แล้วเก็บไว้จนสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำตัวอย่างหญ้าและถั่วที่สุ่มมาทั้งหมดมาผสมกันแล้วสุ่มให้ได้ตัวอย่างละ 1,000 กรัม นำมาบดให้

ละเอียด ส่งวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีได้แก่ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า โดยวิธีการของ AOAC (1984)

4. บันทึกปริมาณน้ำฝนตลอดระยะเวลาการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลน้ำหนักตัวเริ่มทดลอง น้ำหนักตัวสิ้นสุด น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโต มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Least Square Analysis in CRD

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือนมิถุนายน 2547 – กุมภาพันธ์ 2548

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

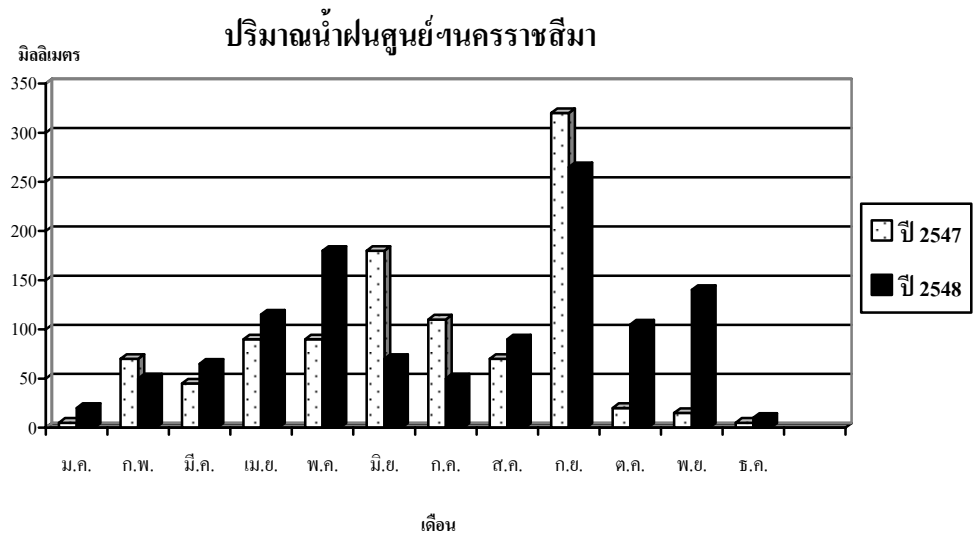
พื้นที่ทำการทดลองอยู่ในชุดดินปากช่อง ดินมีการระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ลักษณะและสมบัติของดิน ดินบนเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนแดงเข้ม จากการสุ่มตัวอย่างดินในแปลงก่อนการทดลอง มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน พบว่าดินเป็นกรดปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้สูงมากโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก และค่าความเค็มปกติ(ตารางที่ 1) สอดคล้องกับรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (website) แต่แตกต่างกันในค่าของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ที่รายงานว่าค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ของชุดดินปากช่องต่ำ โดยภาพรวมแล้วดินที่ทำการทดลองเมื่อจัดตามมาตรฐานดินดีของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์(2549)แล้วพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าตามมาตรฐานดินดี เว้นแต่ค่าความเป็นกรด – ด่าง และค่าโปแตสเซียมต่ำกว่ามาตรฐานดินดี

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของดินทดลอง

pH	อินทรีย์วัตถุ %	ฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์ได้ (ppm)	โปแตสเซียมที่ เป็นประโยชน์ได้ (ppm)	แคลเซียมที่ แลกเปลี่ยนได้ (ppm)	ค่าความ เค็ม DS/m
5.82	2.5	55	20	690	.97

ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนและการแพร่กระจายของน้ำฝนในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนในช่วงปี 2547 มีปริมาณน้ำฝนรวม 970 มิลลิเมตร และในช่วงปี 2548 มีปริมาณน้ำฝนรวม 1,182.9 มิลลิเมตร เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนเฉพาะระยะเวลาการทดลอง (ก.พ.47 – ก.พ.48) มีปริมาณน้ำฝนรวม 990.2 มิลลิเมตร ต่ำกว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของสถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา (2548) ซึ่งรายงานว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของอำเภอปากช่องในช่วง 37 ปี (2512 – 2548) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,101.62 มิลลิเมตร และพบว่าในช่วงระยะเวลาการทดลองปริมาณน้ำฝนมีมากในระหว่างเดือน มิถุนายน – กันยายน 2547



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนช่วงการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์

ตารางที่ 2 หญ้าที่นำมาทดลองมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งและปริมาณเยื่อใยหยาบ (CF) ค่อนข้างต่ำ มีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบค่อนข้างสูง เนื่องจากในขณะที่จะสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์นั้นหญ้าที่มีอายุ 30 วัน ใกล้เคียงกับกองอาหารสัตว์ (2549) รายงานว่า หญ้าที่มีอายุการตัด 30 วัน มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเยื่อใยหยาบ 25.39 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณโปรตีนหยาบ 11.41 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถั่วท่าพระสไตโลจากตารางที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งและปริมาณเยื่อใยหยาบ (CF) ค่อนข้างสูง และมีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบค่อนข้างสูงด้วยถั่วท่าพระสไตโลนั้นในขณะสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ถั่วมีอายุ 60 วัน ใกล้เคียงกับกองอาหารสัตว์ (2549) รายงานว่า ถั่วท่าพระสไตโลที่อายุการตัด 60 วัน มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 26.89 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเยื่อใยหยาบ (CF) 34.36 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณโปรตีนหยาบ 15.5 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของพืช

ชนิดพืชอาหารสัตว์	DM	CP	CF	FAT	ASH	NFE
	(%)	(%on dry basis)				
1.หญ้ารูซี่	18.7	9.49	27.28	2.06	10.81	49.45
2.ถั่วท่าพระสไตโล	26.42	15.28	32.15	2.31	12.53	37.81

ผลผลิตของหญ้ารูซี่และถั่วท่าพระสไตโล

แปลงทดลองหญ้ารูซี่ 12 ไร่ แปลงที่ 1 จำนวน 9 ไร่ แปลงที่ 2 จำนวน 3 ไร่ พบว่าผลผลิตหญ้าหลังตัดหญ้าปรับสภาพที่อายุ 90 วัน และก่อนปล่อยโคเข้าแทะเล็มแปลงหญ้า เมื่อหญ้ามีอายุ 30 วัน จากการสุ่มวัดผลผลิตจำนวน 10 เดือน (พฤษภาคม 2547 – กุมภาพันธ์ 2548) หญ้ารูซี่ให้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักแห้ง ประมาณ 3,080 – 3,109 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) และหญ้าที่ได้จากการตัดปรับเพื่อให้มีอายุ 30 วันในช่วงเดือนพฤษภาคม 2547 แปลงที่ 1 นำมาทำเป็นหญ้าแห้งได้ 3,904 กิโลกรัม และแปลงที่ 2 ทำเป็นหญ้าแห้ง 1,328 กิโลกรัม

แปลงถั่วท่าพระสไตโล 6 ไร่ จากการปล่อยโคลงแทะเล็มทุกๆ 60 วัน จากการสุ่มตัวอย่างถั่วก่อนปล่อยโคลงแทะเล็ม จำนวน 6 เดือน พบว่าถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 2,064 กิโลกรัม จากการทดลองสามารถปล่อยโคลงแทะเล็มได้ 6 เดือน ส่วนในเดือนที่ 7 ถั่วไม่สามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้ จึงไม่มีถั่วให้โคกลุ่มที่ 2 กิน จึงนำหญ้ารูซี่แห้งที่ได้จากแปลงที่ 2 มาเสริมทดแทนถั่ว จำนวน 1,154 กิโลกรัม ซึ่งสามารถนำมาเสริมได้เพียง 3 เดือน (กันยายน 2547 – กุมภาพันธ์ 2548)

ต้นทุนการจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์

ต้นทุนในการจัดการแปลงหญ้ารูซี่เพื่อปล่อยโคเนื้อแทะเล็ม 2,430 บาทต่อไร่ ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่เป็นค่าปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีสำหรับใช้เป็นปุ๋ยรองพื้นและเพื่อการเจริญเติบโต คิดเป็น 88 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ในการจัดทำแปลงหญ้ารูซี่เพื่อปล่อยโคแทะเล็มใช้ประโยชน์แปลงหญ้าเป็นเวลา 9 เดือนหญ้ารูซี่ให้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 3,080 – 3,109 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นต้นทุนการผลิตหญ้าแห้ง 0.79 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับต้นทุนในการจัดการแปลงถั่วท่าพระสไตโลจำนวน 2,100 บาทต่อไร่ ต้นทุนส่วนใหญ่เป็นค่าปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีถึง 86 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการปลูกหญ้ารูซี่ จากการทดลองสามารถใช้ประโยชน์จากแปลงถั่วท่าพระสไตโลได้ 6 เดือน ให้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2,064 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อคิดเป็นต้นทุนการผลิตต่อหน่วยการผลิต พบว่าต้นทุนการผลิตถั่วท่าพระสไตโลแห้งเท่ากับ 1.02 บาทต่อกิโลกรัมซึ่งสูงกว่าหญ้ารูซี่ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ปริมาณพืชอาหารสัตว์ก่อนและหลังปล่อยโคแทะเล็ม (น้ำหนักแห้ง/ไร่/เดือน) และ ปริมาณการกินได้ (น้ำหนักแห้ง/ตัว/วัน)

เดือน	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2								
	หญ้าสด ¹		ปริมาณ กินได้ ³	หญ้าสด ¹		ถั่วท่าพระ		เสริม ⁴	ปริมาณกินได้			
	ก่อน ¹	หลัง ²		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		หญ้า	ถั่ว	เสริม	รวม
ปี 2547												
พฤษภาคม	434	-	-	442	-	-	-	-	-	-	-	-
มิถุนายน	356	265	2.05	353	162	439	339	-	1.43	0.76	-	2.19
กรกฎาคม	329	231	2.12	326	127	448	319	-	1.45	0.93	-	2.38
สิงหาคม	293	186	2.34	296	92	359	190	-	1.48	1.23	-	2.71
กันยายน	374	258	2.61	362	155	341	157	-	1.55	1.36	-	2.91
ตุลาคม	326	204	2.66	311	94	262	65	-	1.57	1.43	-	3
พฤศจิกายน	281	154	2.86	290	70	215	-	-	1.65	1.62	-	3.27
ธันวาคม	209	71	3.01	230	-	-	-	400	1.67	-	1.29	2.96
ปี 2548												
มกราคม	287	141	3.17	293	-	-	-	298	2.13	-	0.96	3.09
กุมภาพันธ์	191	53	3.35	206	-	-	-	456	1.66	-	1.63	3.29
รวม	3,080	1,563	24.17	3,109	700	2,064	1,070	1,154	14.79	7.33	3.88	25.8
เฉลี่ย	308	174	2.68	310.9	117	344	214	385	1.62	0.82	0.42	2.86

^{1,2} ปริมาณพืชอาหารสัตว์ก่อนและหลังการแทะเล็มคำนวณเฉลี่ยจากแปลงย่อยจำนวน 3 แปลง

³ ปริมาณกินได้ = (ปริมาณพืชอาหารสัตว์ก่อนแทะเล็ม - ปริมาณพืชอาหารสัตว์หลังแทะเล็ม) / (จำนวนโค x จำนวนวันที่โคแทะเล็ม)

⁴ อาหารเสริมได้แก่ หญ้าสดแห้ง

- หมายถึง ไม่สามารถเก็บข้อมูลหรือคำนวณผลได้

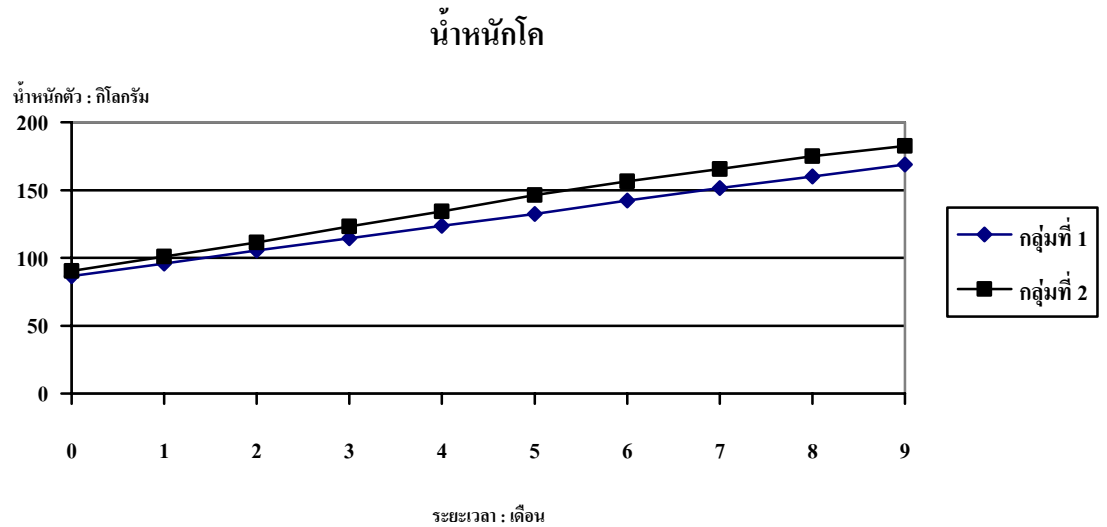
ตารางที่ 4 ต้นทุนในการจัดการแปลงหญ้ารีซีและแปลงถั่วท่าพระสไตโลในพื้นที่ 1 ไร่

รายการ	แปลงหญ้ารีซี		แปลงถั่วท่าพระสไตโล
	แปลงที่ 1 (บาท)	แปลงที่ 2 (บาท)	(บาท)
1. ค่าวัสดุการเกษตร	2,130	2,130	1,800
1.1 ค่าปุ๋ย			
- ปุ๋ยคอก จำนวน 1 ตัน	800	800	800
- ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 จำนวน 50 กก.	600	600	600
- ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 จำนวน 20 กก.	-	-	240
- ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 จำนวน 50 กก.	550	550	-
1.2 ค่าเมล็ดพันธุ์ จำนวน 2 กก.	180	180	160
2. ค่าวัสดุเชื้อเพลิง			
- น้ำมันเชื้อเพลิงเตรียมแปลง	200	200	200
3. ค่าจ้างแรงงาน			
- ปลูกรูหญ้า	100	100	
- ปลูกรูถั่ว	-	-	100
4. รวมต้นทุนการจัดการแปลง	2,430	2,430	2,100
5. ผลิตอาหารหยาบได้,กก./ไร่(นน.แห้ง)	3,080	3,109	2,064
6. ต้นทุนการผลิตหญ้าแห้ง,บาท/กก.	0.79	0.78	1.02

หมายเหตุ : 1. ปุ๋ยคอกราคา 0.80 บาท/กก. 4. ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ราคา 11 บาท/กก.
 2. ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ราคา 12 บาท/กก. 5. เมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโล ราคา 80 บาท/กก.
 3. ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ราคา 12 บาท/กก. 6. เมล็ดพันธุ์หญ้ารีซี ราคา 90 บาท/กก.

อัตราการเจริญเติบโตของโค

ผลของการปล่อยโคเนื้อพื้นเมืองภาคอีสาน เพศเมียแทะเล็มแปลงหญ้ารัฐชีของโคกลุ่มที่ 1 และปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้ารัฐชีร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลของโคกลุ่มที่ 2 ในช่วง 6 เดือนแรกของการทดลอง คือจากเริ่มทดลองถึงวันที่ 183 ซึ่งโคกลุ่มที่ 2 สามารถแทะเล็มแปลงถั่วท่าพระสไตโลได้เป็นเวลา 6 เดือน (มิถุนายน – พฤศจิกายน 2547) พบว่าน้ำหนักเริ่มต้นของโคทั้ง 2 กลุ่มไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตหรือน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ($P>0.05$) โคกลุ่มที่ 2 ซึ่งได้รับถั่วท่าพระสไตโลร่วมกับหญ้ารัฐชีมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 362.29 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P<0.05$) โคกลุ่มที่ 1 ซึ่งปล่อยแทะเล็มหญ้ารัฐชีเพียงอย่างเดียวที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 303.82 กรัมต่อตัวต่อวัน และโคกลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 66.3 กิโลกรัมต่อตัว สูงกว่า ($P<0.05$) โคกลุ่มที่ 1 ที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 55.6 กิโลกรัมต่อตัว (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาตลอดการทดลองเป็นเวลา 9 เดือน คือจากเริ่มทดลองถึงวันที่ 273 พบว่า โคกลุ่มที่ 2 ที่กินถั่วท่าพระสไตโลร่วมกับหญ้ารัฐชีมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 337.73 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P<0.05$) โคกลุ่มที่ 1 ซึ่งกินหญ้ารัฐชีเพียงอย่างเดียวที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 300.7 กรัมต่อตัวต่อวัน และมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 92.2 กิโลกรัมต่อตัว สูงกว่า ($P<0.05$) โคกลุ่มที่ 1 ที่มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 82.1 กิโลกรัมต่อตัว การปล่อยโคแทะเล็มแปลงหญ้ารัฐชีร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ช่วยเพิ่มสมรรถนะการผลิตเนื้อได้ดีกว่าแปลงหญ้ารัฐชีอย่างเดียว เช่นเดียวกับรายงานของอานูภาพและคณะ (2549) การปล่อยโคพื้นเมืองเพศผู้แทะเล็มแปลงหญ้าชีตาเรียร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าชีตาเรียเพียงอย่างเดียว (610.2 และ 480.88 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) และจากรายงานของศักดิ์ดาและคณะ (2549) การใช้โคเนื้อพันธุ์อเมริกันบราห์มันเพศผู้เลี้ยงด้วยหญ้าชิกเนลเลี้ยงร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล สัดส่วน 1 : 1 มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ให้หญ้าชิกเนลเลี้ยงเป็นอาหารหยาบอย่างเดียว (970 และ 542 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักตัวของโคทั้ง 2 กลุ่มแล้วพบว่า น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองของโคกลุ่มที่ 2 สูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (182.5 และ 168.7 กิโลกรัมตามลำดับ) ส่วนการทดลองช่วงที่ 2 เริ่มตั้งแต่วันที่ 184 ถึงสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งโคทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับหญ้ารัฐชีอย่างเดียวก่อนหน้านี้ เนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลไม่สามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้ พบว่าโคทั้ง 2 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 5)



ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคทดลอง

ปริมาณอาหารที่กินได้และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากการทดลองปล่อยโคแพะเล็มแปลงหญ้าที่เปรียบเทียบกับการปล่อยแพะเล็มแปลงหญ้าที่ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ตลอดการทดลอง 273 วัน (มิถุนายน 2547 – กุมภาพันธ์ 2548) ถั่วท่าพระสไตโลมีผลผลิตให้โคได้แพะเล็ม 6 เดือน ระหว่างเดือนมิถุนายน – พฤศจิกายน 2547 ในช่วงเดือนธันวาคม 2547- กุมภาพันธ์ 2548 โคกลุ่มที่ 2 เสริมหญ้าที่แห้งที่ได้จากการตัดปรับอายุหญ้าในเดือนพฤษภาคม 2547 ของแปลงที่ 2 เพื่อทดแทนถั่วท่าพระสไตโล สำหรับหญ้าที่ภายในแปลงมีเพียงพอ ตลอดการทดลอง 9 เดือน จากตารางที่ 5 พบว่าโคกลุ่มที่ 1 กินหญ้าที่คิดเป็นน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2.68 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ส่วนโคกลุ่มที่ 2 กินอาหารคิดเป็นน้ำหนักแห้งมากกว่าโคกลุ่มที่ 1 ซึ่งกินได้เฉลี่ย 2.86 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ประกอบด้วยหญ้าที่ ถั่วท่าพระสไตโล และหญ้าที่แห้งเท่ากับ 1.62 0.82 และ 0.42 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และจากผลการทดลองโคกลุ่มที่ 1 กินอาหารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวเท่ากับ 2.1 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับโคกลุ่มที่ 2 ซึ่งกินได้คิดเป็นน้ำหนักตัวเท่ากับ 2.1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารจากอาหารทั้งหมดที่กินได้ พบว่าโคทั้ง 2 กลุ่มมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ใกล้เคียงกัน 8.91 และ 8.47 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 น้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง

	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
จำนวนโค,ตัว*	10	10
ระยะเวลาทดลอง,วัน*	273	273
น้ำหนักเริ่มทดลอง,กิโลกรัม/ตัว	86.6 ± 11.5	90.3 ± 7.2
น้ำหนักสิ้นสุดทดลอง,กิโลกรัม/ตัว	168.7 ± 17.6	182.5 ± 16.1
น้ำหนักเพิ่ม,กิโลกรัม/ตัว	82.1±0.4 ^a	92.2±1.4 ^b
อัตราการเจริญเติบโต,กรัม/ตัว/วัน	300.7±15.4 ^a	337.73±22.5 ^b
ปริมาณอาหารที่กินได้(นน.แห้ง),กก./ตัว/วัน*		
- หญ้าธัญชี	2.68±0.4	1.62±0.2
- ถั่วพำพระสไตโล	-	0.82±0.1
- หญ้าธัญชีแห้ง	-	0.42±0.2
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ,กรัม/ตัว/วัน*	254.3±18.4	318.9±21.8
ปริมาณอาหารที่กิน,(%BW)*	2.1±0.2	2.1±0.3
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร*	8.9±0.7	8.47±0.4
การทดลองช่วงที่ 1 (วันที่ 1-183),วัน ¹		
น้ำหนักสิ้นสุดทดลอง,กิโลกรัม/ตัว	142.2 ± 15.7	156.6 ± 17.5
น้ำหนักเพิ่ม,กิโลกรัม/ตัว	55.6±0.4 ^a	66.3±0.8 ^b
อัตราการเจริญเติบโต,กรัม/ตัว/วัน	303.82±15.8 ^a	362.29±22.7 ^b
ปริมาณอาหารที่กินได้(นน.แห้ง),กก./ตัว/วัน*		
- หญ้าธัญชี	2.44±0.2	1.52±0.3
- ถั่วพำพระสไตโล	-	1.22±0.2
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ,กรัม/ตัว/วัน*	231.5±21.3	330.7±24.1
ปริมาณอาหารที่กิน,(%BW)*	2.13±0.1	2.22±0.2
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร*	8.03±0.4	7.56±0.4

ตารางที่ 5 (ต่อ) น้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง

การทดลองช่วงที่ 2 (วันที่ 184-273),วัน ²		
น้ำหนักสิ้นสุดทดลอง,กิโลกรัม/ตัว	168.7 ± 17.7	182.5 ± 16.1
น้ำหนักเพิ่ม,กิโลกรัม/ตัว	26.5±0.3 ^a	25.9±0.9 ^a
อัตราการเจริญเติบโต,กรัม/ตัว/วัน	294.4±15.5 ^a	287.8±17.7 ^a
ปริมาณอาหารที่กินได้(นน.แห้ง),กก./ตัว/วัน [*]		
- หญ้าสด	3.17±0.1	1.82±0.2
- หญ้าสดแห้ง	-	1.28±0.2
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ,กรัม/ตัว/วัน [*]	300.8±26.7	294.2±22.6
ปริมาณอาหารที่กิน,(%BW) [*]	2.04±0.2	1.82±0.2
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร [*]	10.76±0.5	10.77±0.6

หมายเหตุ : ^{*} ไม่วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

¹ ช่วงการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นทดลองจนถึงวันที่ 183

² ช่วงการทดลองตั้งแต่วันที่ 184 ของการทดลองจนสิ้นสุดทดลอง

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายรวม ประกอบด้วยค่าจัดการแปลงหญ้า แปลงถั่ว ของกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 21,870 บาท ต้นทุนสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีต้นทุนเฉลี่ย 19,890 บาท แต่โคกลุ่มที่ 1 สามารถเพิ่มน้ำหนักได้ทั้งหมด 821 กิโลกรัม ต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 ซึ่งสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ 922 กิโลกรัม จากการขายโคเนื้อตามราคาท้องตลาดที่ราคา 48 บาทต่อกิโลกรัม พบว่าโคกลุ่มที่ 1 ให้ผลตอบแทน 17,538 บาท ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 ซึ่งให้ผลตอบแทน 24,366 บาท หรือจากการปลูกหญ้าในพื้นที่ 1 ไร่ โคกลุ่มที่ 2 ให้ผลตอบแทน 270.7 บาทต่อตัวต่อไร่ต่อ 9 เดือน สูงกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ให้ผลตอบแทน 194.9 บาทต่อตัวต่อไร่ต่อ 9 เดือน

ตารางที่ 6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงโคเนื้อระหว่างเดือนมิถุนายน 2547 – กุมภาพันธ์ 2548 (9 เดือน)

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
ต้นทุนการจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์		
- แปลงหญ้ารัฐ 9 ไร่,บาท	21,870	-
- แปลงหญ้ารัฐ 3 ไร่,บาท	-	7,290
- แปลงถั่วท่าพระสไตโล 6 ไร่,บาท	-	12,600
รวมต้นทุนทั้งหมด	21,870	19,890
จำนวนโค 10 ตัวน้ำหนักเพิ่ม,กก.	821	922
จำหน่ายโคมีชีวิตที่ราคา 48 บาท/กก.	39,408	44,256
ผลตอบแทน,บาท	17,538	24,366
ผลตอบแทน,บาท/ไร่/9 เดือน	1,949	2,707
ผลตอบแทน,บาท/ตัว/ไร่/9 เดือน	194.9	270.7

สรุปผลการทดลอง

การเลี้ยงโคพื้นเมืองภาคอีสานเพศเมีย แบบปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าที่แบบหมุนเวียน ขนาด 9 ไร่ โคเนื้อจำนวน 10 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 86.6 กิโลกรัม (กลุ่มที่ 1) เปรียบเทียบกับการปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าที่จำนวน 3 ไร่ ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลจำนวน 6 ไร่แบบหมุนเวียน โคเนื้อจำนวน 10 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 90.3 กิโลกรัม (กลุ่มที่ 2) สรุปได้ดังนี้

1. การเลี้ยงโคเนื้อพื้นเมืองภาคอีสานแบบปล่อยแทะเล็มหญ้าที่ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลตลอดระยะ เวลา 183 วัน พบว่าโคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 362.29 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P<0.05$) โคที่เลี้ยงด้วยหญ้าที่เพียงอย่างเดียว ที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 303.82 กรัมต่อตัวต่อวันและโคกลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 66.3 กิโลกรัมต่อตัว สูงกว่า ($P<0.05$) โคกลุ่มที่ 1 ที่มีน้ำหนักที่ เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 55.6 กิโลกรัมต่อตัว

2. การเลี้ยงโคเนื้อทั้ง 2 กลุ่ม ตลอดระยะเวลา 273 วัน พบว่ามีถั่วท่าพระสไตโลเพียงพอสำหรับใช้เลี้ยงโคประมาณ 6 เดือน ช่วงระหว่างเดือนธันวาคม 2547 – เดือน กุมภาพันธ์ 2548 ต้องเสริมด้วยหญ้าที่แห้ง พบว่าโคที่ปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าที่ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 337.73 กรัมต่อตัวต่อวันสูงกว่า ($P<0.05$) โคกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าที่

อย่างเดียวที่มีอัตราการเจริญเติบโต 300.7 กรัมต่อตัวต่อวัน และโคกลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักเพิ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย 92.2 กิโลกรัม สูงกว่า ($P<0.05$) โคกลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 82.1 กิโลกรัม

3. การเลี้ยงโคเนื้อพื้นเมืองภาคอีสาน แบบปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าที่ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ตลอดระยะเวลา 273 วัน สามารถเปลี่ยนเป็นเนื้อได้ประมาณ 92.2 กิโลกรัมต่อตัว มีกำไรจากการขายเนื้อโค หรือมีผลตอบแทนจากการใช้พื้นที่ประมาณ 270.7 บาทต่อตัวต่อไร่ต่อ 9 เดือน ดีกว่าการเลี้ยงโคเนื้อแบบปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าที่เพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นเนื้อได้เพียง 82.1 กิโลกรัมต่อตัว และมีกำไรจากการขายเนื้อ หรือมีผลตอบแทนจากการใช้พื้นที่ประมาณ 194.9 บาทต่อตัวต่อไร่ต่อ 9 เดือน

ข้อเสนอแนะ

การเลี้ยงโคด้วยอาหารหยาบหญ้าที่เพียงอย่างเดียวทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตได้ต่ำ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคจึงต้องเสริมคุณค่าทางอาหารให้กับโคด้วยไม่ว่าจะเป็นอาหารข้นซึ่งมีต้นทุนค่าอาหารสูง หรือถั่วชนิดต่างๆ ถั่วท่าพระสไตโลจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง ต้นทุนค่าอาหารเมื่อคิดต่อหน่วยก็ไม่สูง แต่ถั่วก็เป็นพืชชนิดหนึ่งที่ต้องการปุ๋ย และการดูแลรักษาแปลง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ได้ให้ความสำคัญกันมากนัก

เอกสารอ้างอิง

- กองอาหารสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห้ง. เอกสารคำแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 19 หน้า.
- กองอาหารสัตว์. 2547. พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี. เอกสารแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 19 หน้า.
- กองอาหารสัตว์. 2549. ตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 34 หน้า.
- กองอาหารสัตว์. 2545. ถั่วท่าพระสไตโล. เอกสารคำแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 หน้า.
- กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2548. การเลี้ยงโคพื้นเมือง. เอกสารคำแนะนำ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 4 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. (websie). ลักษณะและสมบัติของชุดดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชุดดินปากช่อง.
www.idd.go.th.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2549. เทคโนโลยีการผลิตและโรงงาน
 ต้นแบบผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 14 หน้า.

อานูภาพ เล็งสาย เศกสรรค์ สอนกุล ศุภวันจักรี พลมีศักดิ์. 2549. สมรรถภาพโคพื้นเมืองเพศผู้
 ภายใต้การเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าซีดาเรียและแปลงถั่วท่าพระสไตโลใน
 พื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 236 – 250.

ศักดิ์ดา ประจักษ์บุญเจษฎา จุรีรัตน์ เงินแดง ภิรมย์ บัวแก้ว. 2549 การใช้หญ้าชิกแนลเลื่อยและ
 ถั่วท่าพระสไตโลเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคเนื้อ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549. กอง
 อาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 192 – 203.

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th Edition. Association of Official hemists,
 Inc. Arlington, Verginia U.S.A. 1141 pp.

สมรรถภาพการผลิตโคนมเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยหญ้าหมักเป็นอาหารหยาบหลัก

เศกสรรค์ สนวนกุล^{1/} จเร กลิ่นกล่อม^{2/} อภิชาติ บุญเรืองขาว^{1/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ต้นทุน และผลตอบแทนจากการใช้หญ้าหมักเป็นอาหารหยาบหลัก เสริมด้วยอาหารชั้นระดับต่างๆ ในโคนมเพศผู้พันธุ์ขาว-ดำ ระดับสายเลือด 75 เปอร์เซนต์ น้ำหนักประมาณ 237 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block โดยให้อาหารชั้นต่างกัน คือ กลุ่มที่ 1 ให้หญ้าหมักเต็มที่เสริมด้วยอาหารชั้น 0.5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว กลุ่มที่ 2 ให้หญ้าหมักเต็มที่เสริมด้วยอาหารชั้น 1.0 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว และกลุ่มที่ 3 ให้หญ้าหมักเต็มที่เสริมด้วยอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว ดำเนินการทดลองนาน 120 วัน

ผลการทดลองปรากฏว่า โคกลุ่มที่ 3 ซึ่งเสริมอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว มีปริมาณการกินอาหารและอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ย 7.53 และ 0.71 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ดีกว่า ($p < 0.05$) โคกลุ่มที่ 1 เฉลี่ย 5.29 และ 0.25 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และกลุ่มที่ 2 เฉลี่ย 6.60 และ 0.43 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และโคกลุ่ม 1 2 และ 3 สามารถกินอาหารได้รวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 2.11 2.55 และ 2.72 เปอร์เซนต์น้ำหนักตัว ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว เฉลี่ย 22.65 18.68 และ 10.61 และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของโคทั้ง 3 กลุ่ม เฉลี่ยเท่ากับ 88.47 75.91 และ 44.76 บาท ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) คิดเป็นต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดเฉลี่ย 2,479.61 3,217.84 และ 3,805.56 บาทต่อตัว ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แม้ว่าต้นทุนค่าอาหารรวมของโคกลุ่มที่ 3 จะสูงกว่า ($p < 0.05$) โคกลุ่มที่ 1 และ 2 อย่างไรก็ตาม โคกลุ่มที่ 3 ยังคงมีผลตอบแทนสูงกว่า เฉลี่ย 127.44 บาทต่อตัว

คำสำคัญ : หญ้าหมัก โคนมเพศผู้

เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:3)-0514-024

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Effect of feeding silage on growth performance of male dairy cattle

Seaksan Suankool^{1/} Jarar Klinklom^{2/} Apichat Boonruangkao^{1/}

Abstract

The objective of this experiment was to study the effect of concentrate supplementation levels on productivity of male dairy cattle fed with silage based diet. Twelve, 75% crossbred Holstein Friesian dairy with average initial weight of 237 kg were allocated in a randomized complete block design with 4 replications. Treatments were different levels of concentrate (13% crude protein) supplementation (0.5, 1.0 and 1.5 % of body weight). The animals were kept in individual create of 2X4 m. The feeding trial lasted 120 days.

The result showed that feed intake, crude protein intake and growth performance of male dairy cattle received concentrate at 1.5% BW were higher ($p<0.05$) than those of male dairy cattle received concentrate at 1.0 and 0.5% BW (7.53,6.60 and 5.29 kg/d; 0.69,0.54 and 0.37 kg/d and 0.71, 0.43 and 0.25 kg/d, respectively). However, there were no significant difference in feed cost per 1 kg live weight gain and feed conversion ratio among groups of animals. Even though total feed cost of animals received 1.5% BW supplementation was highest ($p<0.05$), the return rate of production were also highest ($p<0.05$) comparing to animal received 1.0 and 0.5% BW.

Keywords : silage, male dairy cattle

Research Project No. 47(1)(47:3) – 0514 – 024

^{1/} Surattani Animal Nutrition Research and Development Center.

^{2/} Surattani Livestock Research and Breeding Center.

คำนำ

ในการเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตน้ำนม เกษตรกรย่อมต้องการให้ลูกโคที่เกิดมาเป็นเพศเมียเพื่อให้เป็นแม่โครีดนมได้ แต่โดยทฤษฎีความน่าจะเป็นแล้ว โอกาสที่จะได้ลูกโคนมเพศผู้ : เพศเมีย มีโอกาสเท่ากันคือ 50 : 50 ถ้าพิจารณาตัวเลขประมาณการ ลูกโคนมเพศผู้ที่เกิดย้อนหลัง 3 ปี (ปี พ.ศ.2548-2550) โดยวิธีคำนวณจากจำนวนแม่โคนมที่ได้รับการผสมเทียมแต่ละปีเฉลี่ย 198,857 ตัว ลูกที่เกิด 109,023 ตัว ลูกโคนมเพศผู้ 54,511 ตัว หรือปีละประมาณ 60,000 ตัว (สุนน, 2551) ซึ่งต้องหาทางเพิ่มมูลค่าของผลผลิต ซึ่งลูกโคนมเพศผู้ถือว่ามียุทธยาน้อยต่อกิจการฟาร์มของเกษตรกร ไม่จำเป็นต้องเลี้ยงไว้เป็นพ่อพันธุ์คุมฝูง เพราะการผสมพันธุ์แม่โคนมในปัจจุบันใช้วิธีการผสมเทียม แต่ลูกโคนมตัวผู้จะมีประโยชน์ในทางการให้เนื้อ หากสามารถจัดการเลี้ยงดูให้อาหารเพื่อขุนเป็นโคเนื้ออย่างเหมาะสมจะสามารถเพิ่มปริมาณเนื้อ สำหรับการบริโภคภายในประเทศ ลดการนำเข้าโคจากต่างประเทศ จากสถิติกรมปศุสัตว์ ปี 2550 ปริมาณการนำเข้าเนื้อโคสูงถึง 1,921 ตัน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 310 ล้านบาท จะเห็นว่าการเลี้ยงโคนมเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อสามารถเป็นทางเลือกอาชีพให้กับเกษตรกร หรือผู้ที่อยู่ในแหล่งเลี้ยงโคนม ซึ่งจะมีลูกโคเพศผู้เกิดขึ้นในฟาร์มและถูกคัดออกจำหน่ายอย่างสม่ำเสมอในราคาถูก

การเลี้ยงโคโดยใช้เทคโนโลยีทางอาหารเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางหนึ่ง นอกเหนือจากการปรับปรุงพันธุ์สัตว์และการจัดการด้านต่างๆ แต่วิธีนี้มักพบปัญหาหลักคือ อาหารหายากโดยเฉพาะพืชอาหารสัตว์จะมีความแปรปรวน เนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน ความชื้น อุณหภูมิ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณหรือผลผลิตรวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์แตกต่างกัน เมื่อสัตว์ได้รับพืชอาหารสัตว์เหล่านี้เป็นแหล่งอาหารหลักแล้ว ผลผลิตที่ได้รับจะมีความแปรปรวนสูงตามไปด้วย (เมธา และ จุลอง, 2533) หญ้าหมักเป็นพืชอาหารสัตว์ที่สามารถเก็บรักษาไว้ในสภาพความชื้นสูง ไม่มีอากาศ ได้เป็นเวลานานโดยส่วนประกอบต่างๆ และคุณค่าทางอาหารไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เหมาะสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ในช่วงขาดแคลนหญ้าสด (กรมปศุสัตว์, 2544) โดยเฉพาะเกษตรกรในภาคใต้ ที่ไม่สามารถถนอมพืชอาหารสัตว์ในรูปแบบอื่นๆ นอกจากการถนอมในรูปแบบพืชหมัก ใช้เป็นแนวทางในการให้อาหารโค อีกทั้งเกษตรกรผู้เลี้ยงโคที่ขาดแคลนพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ ยังสามารถจัดซื้อพืชหมักจากกลุ่มเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์และจัดเก็บถนอมเป็นพืชหมักเพื่อจำหน่าย อย่างไรก็ตามยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะของโคนมเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยหญ้าหมักเป็นอาหารหายากหลัก ร่วมกับการเสริมอาหารขั้นระดับที่เหมาะสมตลอดการให้ผลผลิตโดยไม่กระทบต่อการให้ผลผลิตหรือสมรรถภาพการผลิต จึงได้ศึกษารูปแบบการให้อาหารโค โดยใช้หญ้าหมักเป็นอาหารหายากหลัก เป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตเนื้อสัตว์ให้เพียงพอับความต้องการสำหรับใช้บริโภค การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับการเสริมอาหารขั้นที่มีต่อสมรรถนะการผลิตของโคนมเพศผู้เลี้ยงด้วยหญ้าหมักเป็นอาหารหายากหลัก

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แผนการทดลองและสัตว์ทดลอง

การทดลองนี้ใช้โคนมเพศผู้ ลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน ที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 อายุ 12 – 13 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 237 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design, RCBD) สุ่มแบ่งสัตว์ออกเป็น 4 ซ้ำ (Block) จำนวน 3 กลุ่มตามสิ่งทดลองประกอบด้วย ระดับการเสริมอาหารชั้น ซึ่งมีโปรตีน 13 เปอร์เซ็นต์ โภชนะย่อยได้ทั้งหมด 68 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ให้หญ้าที่หมักเต็มที่เสริมอาหารชั้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (as fed)

กลุ่มที่ 2 ให้หญ้าที่หมักเต็มที่เสริมอาหารชั้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (as fed)

กลุ่มที่ 3 ให้หญ้าที่หมักเต็มที่เสริมอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (as fed)

เลี้ยงโคในคอกขังเดี่ยว ขนาด 2X4 ตารางเมตร ก่อนทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในและภายนอกพร้อมทั้งฉีดวิตามิน A D₃ E และฉีดวัคซีนตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ มีรางอาหารและรางน้ำแยกจากกันโดยมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา

อาหารและการให้อาหาร

หญ้าที่หมัก เตรียมภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี โดยการตัดปรับแปลงหญ้าให้สม่ำเสมอ ใส่ปุ๋ยคอกในอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 46 – 0 – 0 ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อหญ้ามีอายุ 45 วัน ดำเนินการตัดหญ้าแล้วนำไปหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีความยาวขนาด 1 – 2 นิ้ว นำไปอัดใส่ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร อัดแน่นเพื่อให้อากาศออกให้มากที่สุด ปิดฝาเก็บไว้ในที่ร่ม และจะเปิดใช้หญ้าหมักเลี้ยงโคหลังจากหมักไปแล้วอายุตั้งแต่ 1 เดือนขึ้นไป สำหรับอาหารชั้น ผสมอาหารชั้นจากสูตรที่กำหนด (ตารางที่ 1) ก่อนคำนวณสูตรอาหารสัตว์ได้ส่วนผสมอย่างวัตถุดิบ เช่น มันเส้น กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม กากถั่วเหลือง รำละเอียด วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีนและเยื่อใย เพื่อการปรับสูตรให้ได้โภชนะใกล้เคียงกับอาหารที่ต้องการ โดยยึดหลักคำนวณโภชนะต่อวันที่โคควรได้รับตาม NRC (1988) โคทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับหญ้าที่หมักแบบเต็มที่ โดยแบ่งให้กินวันละ 2 มื้อๆ แรกหลังจากการให้อาหารชั้นแล้วเวลา 09.00 น. และมื้อที่ 2 เวลา 16.00 น.

บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของโคทุกๆ 15 วัน บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ อาหารที่เหลือทุกวัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารชั้นทุกครั้งที่มีการประกอบสูตรอาหารประมาณ 500 กรัม นำอาหารที่สุ่มแต่ละครั้งมาผสมรวมกัน แล้วทำการสุ่มย่อยมาประมาณ 1 กิโลกรัม อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บไว้ในภาชนะปิดรอการวิเคราะห์ สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าหมักหลังจากเปิดใช้เลี้ยงโคทุกๆ 2 เดือน เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นและหญ้าหมัก

วิเคราะห์ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และ NFE ตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์เยื่อใย NDF และ ADF ตามวิธีของ Goering และ Van Soest (1970) วิเคราะห์ Ca และ P วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักและอื่นๆ เช่น pH โดยใช้เครื่อง pH meter วิเคราะห์ Lactic acid Acetic acid และ Butyric acid ตามวิธีของ บุญล้อมและบุญเสริม (2525)

ตารางที่ 1 สูตรอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	ราคาขณะทดลอง (บาท/กก.)	ปริมาณการใช้ (กก.)
มันเส้น	3.40	43.35
กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม	3.50	38.00
รำละเอียด	5.00	8.00
กากถั่วเหลือง 44%	12.00	7.00
เปลือกหอยป่น	3.00	1.80
ยูเรีย	10.00	1.00
เกลือป่น	4.00	0.50
พรีมิกซ์โคเนื้อ ¹	80.00	0.25
กำมะถัน	8.00	0.10
ราคา(บาท/กก.)	4.43	-
รวม(กก.)	-	100
ส่วนประกอบทางเคมีจากการคำนวณ(% as fed) ²		
โปรตีน	13.00	
ยอດโภชนะย่อยได้(TDN)	68.00	
เยื่อใยหยาบ	9.50	
แคลเซียม	0.94	
ฟอสฟอรัส	0.46	

¹ พรีมิกซ์โคเนื้อ (แร่ธาตุและวิตามิน) ที่จำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด

² ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส.1

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test

สถานที่ดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอนาพ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือน ตุลาคม 2547 – กันยายน 2549

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่าอาหารชั้นที่ใช้ทดลองมีโปรตีนหยาบใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ ส่วนหญ้าที่หมักมีวัตถุแห้งเท่ากับ 27.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการทำฟีดหมัก โดย เมธา (2533) รายงานว่า ฟีดหมักที่ดีควรมีค่าวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 25 – 40 เปอร์เซ็นต์ หญ้าหมักมีโปรตีนหยาบ 5.09 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพปานกลาง (กรมปศุสัตว์, 2547) แต่ต่ำกว่ารายงานของ จีระศักดิ์และคณะ (2551) ที่พบว่า หญ้าที่อายุ 49 วัน หลังจากการหมักนาน 21 วัน มีโปรตีนหยาบเฉลี่ย 9.06 เปอร์เซ็นต์ หญ้าที่หมักจากการทดลองนี้มีค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 4.28 สอดคล้องกับ Bjorge (1996) รายงานว่า หญ้าหมักที่มีความชื้นมากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.2 มีคุณภาพดี และมีค่ากรด Acetic Butyric และ Lactic acid เท่ากับ 1.10 0.39 และ 4.98 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นหญ้าหมักที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี (กรมปศุสัตว์, 2547)

การเพิ่มน้ำหนักตัวและการเจริญเติบโตของโคนมเพศผู้

การขุนลูกโคนมเพศผู้ด้วยหญ้าที่หมักอย่างเต็มที่และเสริมด้วยอาหารชั้นที่มีโปรตีน 13 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับแตกต่างกัน มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน (ตารางที่ 3) โดยโคที่ได้รับอาหารชั้นเสริมที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.71 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P < 0.05$) โคที่ได้รับอาหารชั้นที่ระดับ 1.0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.43 และ 0.25 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่การเสริมอาหารชั้นระดับ 1.0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

อัตราการเจริญเติบโต (ตารางที่ 3) ของโคกลุ่มที่เสริมอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของการทดลองนี้สอดคล้องตาม NRC (1988) ที่รายงานว่โคนมเพศผู้น้ำหนัก 280 กิโลกรัม ที่ได้รับโปรตีนรวม 690 กรัมต่อวัน มีอัตราการเจริญเติบโต 716 กรัมต่อวัน สูงกว่ารายงานของ เพ็ญศรีและคณะ (2545) ที่เลี้ยงโคลูกผสมไฮลด์ไทรฟ์เซียน เพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 241 กิโลกรัมกลุ่มที่ให้หญ้าแฝกหมักเต็มที่เสริมด้วยอาหารชั้น 16 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ย 561 กรัมต่อตัวต่อวัน แต่ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ให้หญ้าที่หมักเต็มที่

เสริมด้วยอาหารชั้น 16 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต 771 กรัมต่อตัวต่อวัน เช่นเดียวกันกับอำรงค์ศักดิ์ และคณะ (2547) รายงานว่า ลูกโคนมเพศผู้หย่านมไม่ตอน เลี้ยงชังคอกด้วยอาหารผสมเสร็จ อัตราการเจริญเติบโต 674 – 912 กรัมต่อวัน เช่นเดียวกับรายงานของ วิทยา(2548) รายงานว่า การขุนโคนมเพศผู้หลังหย่านมในฟาร์มเกษตรกรจังหวัดสกลนครด้วยอาหารหยาบคุณภาพดี (กินนี้สีม่วงสดและถั่วคาวาเคดแห้งอย่างละ 1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และอาหารชั้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 0.7 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโต 750 กรัมต่อวัน แต่ต่ำกว่ารายงานของ สุมน และคณะ (2541) ซึ่งรายงานว่าการขุนโคนมเพศผู้หลังหย่านมถึงน้ำหนักประมาณ 354 กิโลกรัม แบบชังคอก โดยให้กินหญ้าแห้งเต็มที่ และให้อาหารชั้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2.1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 900 กรัมต่อวัน นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการเจริญเติบโตของโคนมในการทดลองนี้ต่ำกว่ารายงานของ จินดา และคณะ(2531) ซึ่งรายงานว่าการขุนโคนมเพศผู้ระยะรุ่น น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 239 กิโลกรัม ด้วยเปลือกสับปะรดเป็นอาหารหยาบหลักให้เต็มที่เสริมอาหารชั้นโปรตีน 13 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 3 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน มีอัตราการเจริญเติบโต 910 กรัมต่อวัน

ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กิน (ตารางที่ 3) พบว่า โคทั้ง 3 กลุ่มกินอาหารชั้นได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองได้กำหนดให้โคกินอาหารชั้นที่แตกต่างกัน โดยโคกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว กินอาหารชั้นได้ 3.62 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P < 0.05$) โคกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นระดับ 1.0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งกินอาหารชั้นได้เฉลี่ย 2.33 และ 1.16 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาณหญ้าหมักที่กินได้ พบว่า โคกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว กินหญ้าหมักได้เฉลี่ย 4.12 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) กับโคกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แต่กินได้สูงกว่า ($P < 0.05$) โคกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งกินหญ้าหมักได้เฉลี่ย 3.91 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาณการกินอาหารโดยรวม พบว่า โคทั้ง 3 กลุ่มกินอาหารรวมได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยโคจะกินอาหารได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณอาหารชั้นที่โคได้รับเพิ่มมากขึ้น และโคกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว กินอาหารได้มากที่สุดเฉลี่ย 7.53 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน แต่เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่าโคทั้ง 3 กลุ่มมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 22.65 18.68 และ 10.61 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าที่หมักและอาหารชั้นที่ใช้ในทดลอง (%วัตถุดิบ)^{1/}

ส่วนประกอบ(%)	หญ้าหมัก	อาหารชั้น
วัตถุดิบ (DM)	27.35	92.01
โปรตีน (CP)	5.09	13.59
ไขมัน (EE)	1.26	5.02
เยื่อใย (CF)	33.93	6.66
เถ้า (Ash)	7.99	5.94
NFE	51.75	68.79
NDF	67.21	-
ADF	30.78	-
Ca	-	0.87
P	-	0.48
pH	4.28	-
Acetic	1.10	-
Butyric	0.39	-
Lactic	4.98	-
TDN ^{2/} (โดยการคำนวณ), %	53.15	77.07

^{1/} วิเคราะห์โดยกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

^{2/} ค่า TDN ของพืชหมัก (% of DM) = $-21.9391 + 1.0538(\text{CP}\%) + 0.9736(\text{NFE}\%) + 3.0016(\text{EE}\%) + 0.4590(\text{CF}\%)$ (Kearl, 1982)

ค่า TDN ของอาหารชั้น (% of DM) = $40.2625 + 0.1969(\text{CP}\%) + 0.4228(\text{NFE}\%) + 1.1903(\text{EE}\%) - 0.1379(\text{CF}\%)$ (Kearl, 1982)

เมื่อพิจารณาปริมาณการกินอาหารทั้งหมด (หญ้าที่หมักและอาหารชั้น) ของโคที่ได้รับอาหารชั้นเสริม 1.5 1.0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2.72 2.55 และ 2.11 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ เพ็ญศรีและคณะ (2545) ที่รายงานว่าโคลูกผสมไฮลส์ไต้หวันฟรีเซียน เพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 265 และ 277 กิโลกรัม กินหญ้าแฝกหมักและหญ้าที่หมักแบบเต็มที่ได้เสริมด้วยอาหารชั้นที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สามารถกินอาหารทั้งหมดได้เท่ากับ 2.37 และ 2.32 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามลำดับ เช่นเดียวกับรายงานของ สมศักดิ์และคณะ (2551) ซึ่งรายงานว่า การให้หญ้าบานาหมักเต็มที่ย่อยกับอาหารชั้นโปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงโครีดนม โคกินอาหารรวมได้ 2.55 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างไรก็ตาม Kearl (1980) ระบุว่าความต้องการโภชนาการของโคเนื้อเพศผู้ตอนน้ำหนัก 250-300 กิโลกรัม ต้องการเพิ่มน้ำหนักตัววันละ 1,000 กรัม ควรได้รับอาหารวัตถุดิบ ร้อยละ 2.6 ของน้ำหนักตัว

ตารางที่ 3 ผลของระดับการเสริมอาหารชั้นที่มีต่อสมรรถนะการผลิตของโคนมเพศผู้

รายการ	ระดับการเสริมอาหารชั้น (%) น้ำหนักตัว)			CV (%)	ระดับ ความ แตกต่าง
	0.5	1.0	1.5		
จำนวนสัตว์, ตัว	4	4	4		-
น้ำหนักเริ่มต้น, กก.	238.25	238.00	236.50		-
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง, กก.	267.75 ^b	289.75 ^b	322.00 ^a	6.25	**
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, กก./ตัว	29.50 ^b	51.75 ^b	85.50 ^a	31.20	**
อัตราการเจริญเติบโต, กก./ตัว/วัน)	0.25 ^b	0.43 ^b	0.71 ^a	30.76	**
ปริมาณอาหารที่กินได้รวม, กก./ตัว/วัน	5.29 ^c	6.60 ^b	7.53 ^a	2.67	**
-ปริมาณอาหารชั้นที่กินได้, กก./ตัว/วัน	1.16 ^c	2.33 ^b	3.62 ^a	4.57	**
-ปริมาณหญ้าหมักที่กินได้, กก./ตัว/วัน	4.12 ^{ab}	4.27 ^a	3.91 ^b	3.32	*
ปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่กินได้, กก./ตัว/วัน	0.37 ^c	0.54 ^b	0.69 ^a	2.87	**
-ปริมาณโปรตีนที่กินได้จากอาหารชั้น, กก./ตัว/วัน	0.16 ^c	0.32 ^b	0.49 ^a	5.22	**
-ปริมาณโปรตีนที่กินได้จากหญ้าหมัก, กก./ตัว/วัน	0.21 ^a	0.22 ^a	0.20 ^b	2.65	*
ปริมาณการกินได้รวม (%น้ำหนักตัว)	2.11 ^c	2.55 ^b	2.72 ^a	1.99	**
-ปริมาณการกินอาหารชั้นได้	0.46 ^c	0.90 ^b	1.31 ^a	1.80	**
-ปริมาณการกินหญ้าหมักได้	1.65 ^a	1.65 ^a	1.42 ^b	3.84	**
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	22.65	18.68	10.61	36.39	NS

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$

- ไม่วิเคราะห์ทางสถิติ

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน

ต้นทุนการเลี้ยงโคนมเพศผู้ ซึ่งคิดเฉพาะต้นทุนค่าอาหาร (ตารางที่ 4) ผลการทดลอง พบว่าการเสริมอาหารชั้นที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ย 3,805.56 บาทต่อตัว สูงกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มที่มีการเสริมอาหารชั้นระดับ 1.0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3,217.84 และ 2,479.61 บาทต่อตัว ตามลำดับ) แต่เมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม แล้ว พบว่า กลุ่มที่มีการเสริมอาหารชั้นระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนัก

ตัว มีต้นทุนต่ำสุดเท่ากับ 44.76 บาท ส่วนกลุ่มโคนมเพศผู้ที่มีการเสริมอาหารชั้นระดับ 1.0 และ 0.5 เปอร์เซนต์น้ำหนักตัว มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4 แสดงต้นทุนค่าอาหารและผลตอบแทนจากการขุนโคนมเพศผู้

รายการ	ระดับการเสริมอาหารชั้น (%) น้ำหนักตัว)			CV (%)	ระดับ ความ แตกต่าง
	0.5	1.0	1.5		
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด, บาท/ตัว	2,479.61 ^c	3,217.84 ^b	3,805.56 ^a	2.73	**
- ต้นทุนค่าอาหารชั้น, บาท/ตัว	671.48 ^c	1,345.61 ^b	2,091.96	4.53	**
- ต้นทุนค่าหญ้าหมัก, บาท/ตัว	1,808.13	1,872.23 ^a	^a	3.34	*
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กก. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, กก./ตัว	^{ab}	75.91	1,713.60	36.24	NS
	88.47	51.75 ^b	^b	31.20	*
รายได้จากการขายโคมีชีวิต ^{1/} , บาท/ตัว	29.50 ^b	2,380.50	44.76	-	-
กำไร, บาท/ตัว	1,357.00	-837.34	85.50 ^a	-	-
	-1,122.60		3,933.00		
			127.44		

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$

1/ ราคาขายโคเนื้อมีชีวิต 46 บาท/กก.

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเลี้ยงโคนมเพศผู้ด้วยหญ้าหมักอย่างเต็มที่และเสริมด้วยอาหารชั้นที่มีโปรตีน 13 เปอร์เซนต์ ที่ระดับ 1.5 เปอร์เซนต์น้ำหนักตัว พบว่า ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยอาหารชั้น ระดับ 0.5 และ 1.0 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว แต่ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าทำให้มีรายได้จากการขายโคสูงกว่า อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. เกษตรกรรายย่อยในภาคใต้ ที่มีพื้นที่ปลูกสร้างแปลงหญ้าจำกัดหรือไม่มีแปลงหญ้าสามารถใช้หญ้าหมักเลี้ยงโคได้แบบเต็มที่ ร่วมกับการใช้อาหารข้นเสริม เช่น รำ ปลายข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม กากเต้าหู้ หรืออาหารสำเร็จรูป
2. เกษตรกร กลุ่มเกษตรกรนาหญ้าที่มีพื้นที่ปลูกสร้างแปลงหญ้า สามารถเก็บถนอมหญ้าในรูปหมักในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณผลผลิตหญ้ามาก ไว้ใช้ในยามขาดแคลนช่วงน้ำท่วม หรือภัยแล้ง หรือเพื่อจำหน่ายให้เกษตรกรที่ขาดแคลนอาหารหยาบเลี้ยงโค

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี นายเฉลียว ศรีชู ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง และกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์ และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ขอขอบคุณคณะกรรมการวิชาการ กองอาหารสัตว์ ในการตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2544. หญ้าหมัก. กองอาหารสัตว์ เอกสารแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.
- กองอาหารสัตว์. 2545. ผลวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารสัตว์. กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ฉบับโรเนียว.
- กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก กองอาหารสัตว์ เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.
- จินดา สนิทวงศ์ และ สุมณ โพธิ์จันทร์. 2531. การใช้อาหารพลังงานชนิดต่าง ๆ เสริมหญ้าสดสำหรับขุนโคขุน. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 59.
- จีระศักดิ์ ขอบแตง สมพล ไวยปัญญา และ วารุณี พานิชผล. 2551. การศึกษาคุณภาพและต้นทุนการผลิตพืชหมักในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ .เอกสารยังไม่ตีพิมพ์.

ธำรงค์ดี พลบำรุง จีระวัชร เข้มสวัสดิ์ ธวัช จิตบรรเทา ศรีบุญเรือง ฤทธิ์น้ำคำ. 2547. การทดสอบเทคโนโลยีการเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้ในสภาพขังคอกในพื้นที่จังหวัดสกลนคร. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 417.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่. 118 หน้า.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น.

เมธา วรรณพัฒน์ และ ฉลอง วชิราภกร. 2533. เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อและโคนม. สำนักพิมพ์พันธ์พิบูลย์ชัย พหลโยธิน กรุงเทพฯ 141 หน้า.

วิทยา สุมาลย์. 2548. การทดสอบขุนโคนมเพศผู้ในฟาร์มเกษตรกรและการเลี้ยงโคนมเพศผู้ปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้ากินนีสีม่วงและการขุนโคระยะสั้น เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านอาหารสัตว์ประจำปี 2548 ณ โรงแรมลองบีช อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี เอกสารอัดสำเนา 11 หน้า.

เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์ ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ วิโรจน์ วนาสิทธิชัยวัฒน์. 2545. การใช้หญ้าแฝกหมักเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคขุน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2545 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 215-228.

สุนน โพธิ์จันทร์. 2551. การให้อาหารโคนมเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อ. กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

สุนน โพธิ์จันทร์ ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ และ ปัญญา ธรรมศาล. 2541. ผลตอบแทนจากระบบการให้อาหารที่แตกต่างกันในการขุนลูกโคนมเพศผู้ รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2541 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 33-49.

สมศักดิ์ เกาทอง อานุภาพ เส็งสาย และ ปริญญา จเรวิช. 2551. การทดสอบการผลิตพืชอาหารสัตว์หมักในฟาร์มเกษตรกรรายใหญ่. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 100-113.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Virginia, USA. 1,298 pp.

- Bjorge, M. 1996. Evaluation Silage Quality. Alberta Agricultural Food and Rural Development.
<http://www.agric.gov.ab.ca/crops/forage/silage/silag3.html> 4p. 14/2/03.
- Georing, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. USDA, Agricultural Research Service. Agricultural Handbook No. 379. Washington DC.
- Kearl, L. C. 1980. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Country. International Feedstuff Institute. Utah State University, Logan, U.S.A.
- Kearl, L. C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Country. International Feedstuff Institute. Utah State University, Logan, U.S.A.
- NRC. 1988. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Rev. Ed. National research Council. National Academy Press, Washington, D.C.

ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ของแพะพื้นเมืองไทยอายุ 3 เดือน – 1 ปี

เศกสรรค์ สนวนกุล^{1/} อภิชาติ บุญเรืองขาว^{1/} จิระศักดิ์ ชอบแต่ง^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองด้านสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทย อายุ 3 เดือน ถึง 1 ปี ต่อดัชนีโปรตีนในอาหารผสมเสร็จ (Total mixed rations, TMR) ที่เพิ่มขึ้น ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อ. ท่าฉาง จ. สุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 – เดือนกรกฎาคม 2551 วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block โดยใช้แพะพันธุ์พื้นเมืองไทย เพศผู้ อายุ 3-4 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 10 กิโลกรัม จำนวน 9 ตัว สุ่มแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสร็จ มีระดับโปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสร็จ มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์และกลุ่มที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสร็จ มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1X1.5 เมตร ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 240 วัน

ผลการทดลอง พบว่า แพะกลุ่มที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 71 กรัมต่อตัวต่อวัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 50 กรัมต่อตัวต่อวัน แต่สูงกว่า ($P<0.05$) กลุ่มที่ 1 ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 34 กรัมต่อตัวต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินได้ของแพะทั้ง 3 กลุ่ม (2.37 2.38 และ 2.35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (9.83 7.01 และ 5.79 ตามลำดับ) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ปริมาณโปรตีนที่แพะได้รับของกลุ่มที่ 3 เท่ากับ 75 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P<0.05$) แพะกลุ่มที่ 2 และ 1 ซึ่งได้รับโปรตีนเท่ากับ 49 และ 38 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนในแพะกลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 77.8 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า ($P<0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้เฉลี่ย 57.1 และ 69.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : โปรตีน อาหารผสมเสร็จ สมรรถนะการเจริญเติบโต แพะพันธุ์พื้นเมือง

เลขทะเบียนวิจัย : (50)(1)(50 : 01) -0214-004

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อ. ท่าฉาง จ. สุราษฎร์ธานี

^{2/} กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ราชเทวี กรุงเทพฯ

Effects of dietary protein levels on growth performance of Thai indigenous goats during 3 months to one year old

Seaksan Suankool^{1/} Apichat Boonrounkao^{1/} Jeerasak Chobtang^{2/}

Abstract

The experiment aimed to evaluate the response of growth performance of Thai indigenous goats on crude protein (CP) concentration levels (10, 14 and 18%DM as group 1, 2 and 3 respectively) in total mixed rations (TMR) was conducted at Suratthani Animal Nutrition Research and Development Center, Thachang District, Suratthani Province, during October 2006 – July 2008. Nine, weaned, male indigenous goats with initial weight of 10 kgs were arranged in dietary treatments using randomized complete block design (RCBD) with 3 blocks. Goats were kept in individual cage of 1x1.5 m. The experiment lasted 240 days.

The results showed that the response of average daily gain (ADG) on crude protein levels of goat in group 3 and group 2 (71 and 50 gram/head/day, respectively) were not significant difference ($P>0.05$). However, average daily gain of goat in group 3 was higher than that of group 1 (34 gram/head/day). Dry matter intake (2.37, 2.38 and 2.35% of body weight) and feed conversion ratio (9.83, 7.01 and 5.79, respectively) were not significant difference ($P>0.05$) among groups. The crude protein intake of goats in group 3 (75 gram/head/day) was higher than that of group 2 and 1 (49 and 38 gram/head/day, respectively). Crude protein digestibility was increased in accordance to increasing levels of crude protein content in total mixed rations, ranking from 77.8 to 69.8 and to 57.1% for total mixed rations contain 10, 14 and 18%CP, respectively.

Keywords : crude protein, total mixed ration, growth performance, Thai indigenous goat

Research Project No. (50)(1) (50 : 01) –0214–004

^{1/} Suratthani Animal Nutrition Research and Development Center, Thachang District, Suratthani Province.

^{2/} Nutrition Research group, Division Nutrition, Department of Livestock Development, Bangkok.

คำนำ

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของชาวใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ชาวไทยที่นับถือศาสนาอิสลาม (สมเกียรติและคณะ, 2544 และ Pralomkarn และคณะ, 1995) ซึ่งนอกจากจะนิยมใช้เนื้อเพื่อการบริโภคแล้ว แพะยังมีความเกี่ยวข้องกับการพิธีกรรมทางศาสนาด้วย การเลี้ยงแพะสามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร และสามารถใช้น้ำเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นอาหารฮาลาล (Halal) เพื่อการส่งออกได้อีกด้วย

ในการเลี้ยงแพะให้ประสบผลสำเร็จนั้นนอกจากจะต้องมีพันธุ์แพะที่เหมาะสมแล้ว อาหารและการให้อาหารแพะก็เป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งส่งผลไปถึงความล้มเหลวหรือความสำเร็จในการผลิตแพะ เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับต้นทุนในการผลิตและสมรรถนะการผลิตของแพะ (Devendra และ Burn, 1983) วินัย (2528) รายงานว่า การเจริญเติบโตของแพะหลังหย่านมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักคือคุณภาพและปริมาณอาหารที่ให้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาหารโปรตีน ซึ่งมีราคาแพงจากการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าความต้องการโปรตีนสำหรับใช้เลี้ยงแพะพันธุ์พื้นเมืองที่เหมาะสมตามชนิด พันธุ์หรือช่วงอายุต่างๆ ของการเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมของไทยยังมีน้อยมาก ขบวนและจีระศักดิ์ (2551) รายงานผลการทดลองการตอบสนองต่อระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ของแพะพบว่า แพะมีสมรรถนะการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้น หรือสามารถตอบสนองเพิ่มขึ้นอีกหากเพิ่มระดับความเข้มข้นของโปรตีนหยาบในอาหารผสมเสร็จ จึงได้ศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตสำหรับแพะพื้นเมืองเพศผู้ระยะ 3 เดือน – 1 ปี เพื่อศึกษาการตอบสนองของสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทย ต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบในอาหารผสมเสร็จที่เพิ่มขึ้นหรือปริมาณโปรตีนหยาบที่แพะกินได้ เพื่อพัฒนาการเลี้ยงแพะพื้นเมืองเพิ่มปริมาณเนื้อแพะ สนับสนุนตลาดแพะเนื้อ และเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะได้ปรับใช้ประโยชน์ยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้แพะพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ ไม่ตอนอายุ 3–4 เดือน จำนวน 9 ตัว น้ำหนักประมาณ 10–11 กิโลกรัมต่อตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดภายในบล็อก (Randomized Completed Block Design, RCBD) มี 3 บล็อก (ซ้ำ) สิ่งทดลองประกอบด้วยระดับโปรตีนหยาบในอาหารผสมเสร็จ (Total Mixed Rations, TMR) 3 ระดับ ได้แก่ 10 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ให้แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหารแตกต่างกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ให้อาหารผสมเสร็จ ระดับโปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 2 ให้อาหารผสมเสร็จ ระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 3 ให้อาหารผสมเสร็จ ระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์

แพะแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารผสมเสร็จ ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (as fed basis) แบ่งอาหารให้กินวันละ 4 มื้อ ในเวลา 08.30 11.30 14.30 17.30 นาฬิกา แพะทั้งหมด ถูกเลี้ยงไว้ในคอกขังเดี่ยวขนาด 1X1.5 เมตร มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา ก่อนการทดลองทำการ ถ่ายพยาธิและฉีดวิตามิน A, D₃, E และฉีดวัคซีนตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ ปรับสภาพแพะก่อน การเก็บข้อมูลจริง 14 วัน แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหารผสมเสร็จ ผสมตามสูตรที่กำหนด (ตารางที่ 1) ก่อนคำนวณสูตรอาหารสัตว์ได้ส่วนผสมอย่างวัตถุดิบ เช่น หญ้าชีตาเรียแห้ง มันเส้น กากเนื้อในเมล็ด ปาล์ม ข้าวโพดป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด และปลาป่นวิเคราะห์หาระดับโปรตีนและเยื่อใย เพื่อ การปรับสูตรให้ได้โภชนาใกล้เคียงกับอาหารที่ต้องการ โดยยึดหลักคำนวณโภชนาต่อวันที่แพะเนื้อ ควรได้รับตาม NRC (1981)

การบันทึกข้อมูล ชั่งน้ำหนักแพะทุก 15 วัน เพื่อปรับปริมาณอาหารที่กิน บันทึกปริมาณ อาหารที่แพะกินได้ในแต่ละวัน โดยบันทึกปริมาณที่ให้และเหลือทุกวัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร ทดลองสูตรละ 500 กรัม เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี เช่น OM CP EE CF Ash Ca และ P บันทึกปริมาณมูลที่ถ่ายออกมาทั้งหมดของแพะแต่ละตัวในช่วงเช้าก่อนให้อาหาร จำนวน 7 วันในเดือนสุดท้ายของการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างมูลแพะประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เก็บรวบรวมไว้ที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนครบ 7 วัน นำมูลแพะแต่ละตัวมาคลุกรวมกัน อบที่อุณหภูมิ 65 องศา เซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักหลังอบ ทำการสุ่มย่อย (Sub-sampling) ตัวละ 300-400 กรัม นำตัวอย่างไปบดละเอียด เพื่อส่งวิเคราะห์ ปริมาณ OM CP EE CF ADF NDF Ash Ca P ต่อไป วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter) โปรตีนรวม (Crude protein) อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ไขมัน (Ether extract) เยื่อใย (Crude fiber) เถ้า (Ash) และ NFE (Nitrogen Free extract) ตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์เยื่อใย NDF (Neutral detergent fiber) และ ADF (Acid detergent fiber) ตามวิธีของ Goering และ Van Soest (1970) และวิเคราะห์ Ca และ P นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design, RCBD และทดสอบ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's new multiple range test ดำเนินการทดลองและรวบรวม ข้อมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่าง เดือน ตุลาคม 2549 – กรกฎาคม 2551

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีจากการคำนวณของอาหารทดลอง

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารผสมเสร็จ(%DM)		
	10	14	18
มันเส้น	30.10	28.50	28.50
กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม	23.00	20.00	17.00
ข้าวโพดป่น	15.40	15.00	13.50
กากถั่วเหลือง 44%	6.50	8.00	11.50
หญ้าซีดาเรียแห้ง	15.00	15.00	15.00
รำละเอียด	8.00	8.20	7.00
ปลาป่น 55%	-	3.30	5.50
ไคแคลเซียมฟอสเฟต(P18)	1.00	1.00	1.00
เกลือป่น	0.50	0.50	0.50
พรีมิกซ์ ^{1/}	0.50	0.50	0.50
องค์ประกอบทางเคมีจากการคำนวณ ^{2/} (%DM)			
โปรตีนหยาบ	10.00	14.00	18.00
พลังงาน TDN	66.26	66.54	66.09
เยื่อใยหยาบ	11.20	10.89	10.58
แคลเซียม	0.40	0.50	0.64
ฟอสฟอรัส	0.50	0.58	0.64

^{1/} เป็นพรีมิกซ์โคเนื้อ ใน 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินเอ 2,160,000 หน่วยสากล วิตามินดีสาม 400,000 หน่วยสากล วิตามินอี 2,700 หน่วยสากล แมงกานีส 8.5 กรัม สังกะสี 6.4 กรัม เหล็ก 8.0 กรัม ทองแดง 1.6 กรัม โคบอลต์ 320 มิลลิกรัม ไอโอดีน 800 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 16 กรัม ซีลีเนียม 32 มิลลิเมตร สารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์ 6.6 กรัม และสื่อเติมจนครบ 1 กิโลกรัม

^{2/} ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส1.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารผสมเสร็จที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 2) ผลวิเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ มีส่วนประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ของอาหารผสมเสร็จทั้ง 3 สูตร เช่น โปรตีนมีค่าเท่ากับ 10.74 13.92 และ 18.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับที่คำนวณไว้ในตารางที่ 1 ทั้งนี้เพราะมีการคัดวัตถุดิบที่มีคุณภาพ และมีการปรับสูตรอาหารจากการวิเคราะห์ผลประกอบทางเคมีก่อนการทดลอง

ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ปริมาณอาหารที่กิน(ตารางที่ 3) พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมเสร็จระดับโปรตีน 10 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ กินอาหารทั้งหมดคิดเป็นวัตถุดิบ เท่ากับ 357 352 และ 414 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือคิดเป็น 2.37 2.38 และ 2.35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ โดยแพะทั้ง 3 กลุ่มกินอาหารทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งปริมาณวัตถุดิบที่แพะกินได้ ใกล้เคียงกับรายงานของ Devendra และ Burns (1983) รายงานว่า แพะเนื้อกินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบได้ประมาณ 1.9 –3.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และสุรศักดิ์ (ม.ป.ป.) กล่าวว่า แพะที่เลี้ยงในเขตร้อนจะกินอาหารได้ประมาณ 2.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ของอาหารทดลอง

ส่วนประกอบ(%)	เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารผสมเสร็จ (%DM)		
	10	14	18
องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ ¹ (%DM)			
วัตถุดิบ (%)	87.57	88.14	87.66
โปรตีนรวม	10.74	13.92	18.14
เยื่อใยรวม	17.57	18.22	14.53
ไขมัน	2.67	2.77	2.82
เถ้า	8.87	10.37	10.80
ไนโตรเจนฟรีแเอ็กแทรก	47.71	42.85	41.36
แคลเซียม	0.33	0.59	0.78
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.26	0.37	0.45

¹วิเคราะห์โดยกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารหรืออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีด (ตารางที่ 3) พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมเสร็จระดับโปรตีน 10 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ 9.83 7.01 และ 5.79 ตามลำดับ แสดงว่า การแบ่งอาหารผสมเสร็จให้แพะกินวันละ 4 ครั้ง ทำให้แพะเนื้อสามารถใช้ประโยชน์จากโภชนาในอาหารผสมเสร็จ ทั้ง 3 สูตร ได้อย่างพอเพียงและสม่ำเสมอเป็นผลให้จุลินทรีย์ในกระเพาะปรับตัวได้ดี สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

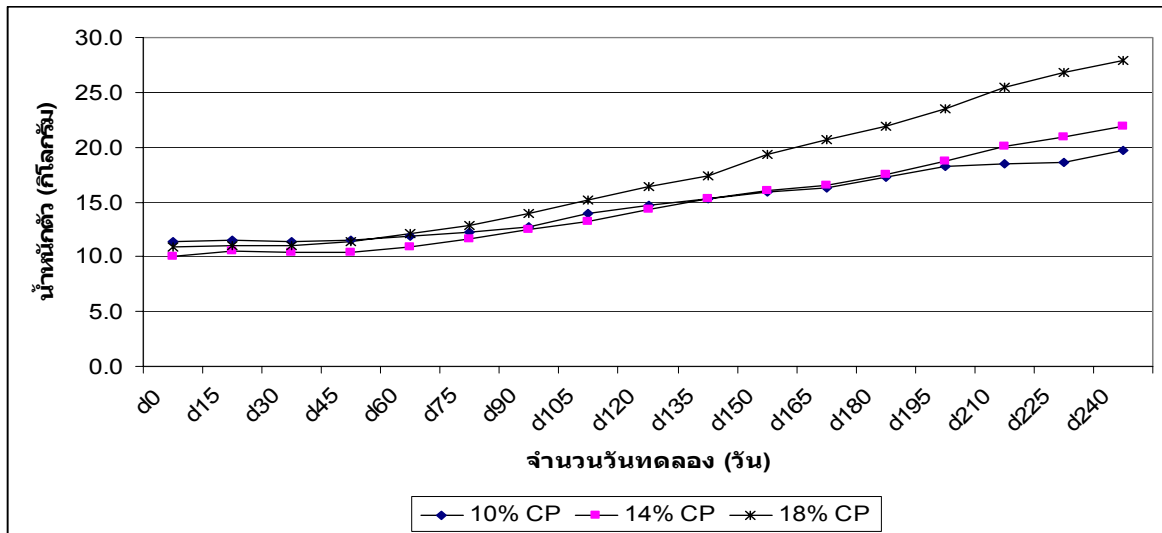
ตารางที่ 3 ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จที่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการย่อยได้โภชนาของแพะพื้นเมืองไทย

รายการ	ระดับโปรตีน (%)			CV%
	10	14	18	
จำนวนสัตว์ (ตัว)	3	3	3	-
นน.เริ่มทดลอง (กก./ตัว)	11.4	10.1	10.9	-
นน.สิ้นสุดการทดลอง (กก./ตัว)	19.7 ^b	22.0 ^{ab}	27.9 ^a	11.78
นน.เพิ่ม (กก./ตัว)	8.3 ^b	11.9 ^{ab}	17.1 ^a	21.12
อัตราการเจริญเติบโต				
- กรัม/ตัว/วัน	34 ^b	50 ^{ab}	71 ^a	21.12
- กรัม/น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน	4.9 ^b	6.9 ^{ab}	8.3 ^a	15.55
ปริมาณอาหารที่กินได้				
- กรัม/ตัว/วัน	357	352	414	10.43
- กรัม/น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน	45.9	46.1	47.7	3.53
- เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรีด (%)	2.37	2.38	2.35	1.31
ปริมาณโปรตีนที่กินได้				
- กรัม/ตัว/วัน	38 ^b	49 ^b	75 ^a	10.32
- กรัม/น้ำหนักเมแทบอลิก/วัน	4.9 ^c	6.4 ^b	8.7 ^a	2.39
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีด	9.83	7.01	5.79	21.72
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)				
- วัตถุแห้ง	67.7	70.8	76.6	4.90
- โปรตีน	57.1 ^c	69.8 ^b	77.8 ^a	5.07
- อินทรีย์วัตถุ	72.2	75.1	80.4	4.55

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษรต่างชนิดกันกำกับอยู่ในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การเจริญเติบโตของแพะ

แพะมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนสูงขึ้น โดยแพะกลุ่มที่ 3 ซึ่งได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ และแพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติเท่ากับ 71 และ 50 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่แพะกลุ่มที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่า ($P<0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 ซึ่งได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 34 กรัมต่อตัวต่อวัน (ตารางที่ 3 และภาพที่ 1) และเมื่อคำนวณปริมาณโปรตีนที่แพะได้รับ พบว่า แพะกลุ่มที่ 3 ซึ่งได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ได้รับโปรตีนเฉลี่ย 75 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P<0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีน 14 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้รับโปรตีนเฉลี่ย 49 และ 38 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้ Kearn (1982) รายงานว่า แพะที่มีน้ำหนัก 15 กิโลกรัมต้องการโภชนาการเพื่อการเจริญเติบโต วันละ 50 กรัม ต้องได้รับอาหารคิดเป็นวัตถุดิบ 3.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน มีปริมาณโปรตีนรวมไม่ต่ำกว่า 48 กรัมต่อตัวต่อวัน จะเห็นได้ว่าแพะกลุ่มที่ 1 ได้รับปริมาณโปรตีนต่ำกว่าความต้องการ จึงทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ เฉลี่ยเพียง 34 กรัมต่อตัวต่อวัน เช่นเดียวกับรายงานของ พิสุทธิและคณะ (2547) รายงานว่า เลี้ยงแพะพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 14 กิโลกรัม เลี้ยงด้วยหญ้าชิกแนลเล็ย เสริมด้วยอาหารโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ในระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แพะได้รับโปรตีนเฉลี่ย 45.66 กรัมต่อตัวต่อวัน มีอัตราการเจริญเติบโต 27.76 กรัมต่อตัวต่อวัน เนื่องจากแพะได้รับปริมาณโปรตีนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ส่วนการใช้ถั่วพาราเซไตโลเสริมด้วยอาหารชั้นโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ในระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แพะได้รับโปรตีนรวม 80.31 กรัมต่อตัวต่อวัน มีอัตราการเจริญเติบโต 42.45 กรัมต่อตัวต่อวัน ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 ที่ได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีน 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ (50 และ 71 กรัมต่อตัวต่อวัน) และใกล้เคียงกับ ปริญาและคณะ (2549) ที่เลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบีย-พื้นเมือง เพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 15 กิโลกรัม ด้วยหญ้าแพงโกล่าสดเต็มที่ เสริมด้วยอาหารชั้นระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโต 54 กรัมต่อตัวต่อวัน



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักร่างกายของแพะตลอดการทดลอง

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนา

จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง ประสิทธิภาพการย่อยได้ในอาหารของแพะทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 10 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 พบว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้วัตถุดิบของแพะทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 67.7 70.8 และ 76.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.2 75.1 และ 80.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน ในแพะทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกัน โดยแพะในกลุ่มที่ 3 ซึ่งได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้สูงที่สุด เฉลี่ย 77.8 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า ($P<0.05$) แพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ และแพะกลุ่มที่ 1 ซึ่งได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนเฉลี่ย 69.8 และ 57.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ วินัย (2538) กล่าวไว้ว่า การใช้อาหารคุณภาพดีเลี้ยงแพะ จะทำให้ย่อยอาหารได้มากกว่าการใช้อาหารคุณภาพต่ำ ทำให้แพะสามารถได้รับอาหารใหม่มากขึ้นและส่งผลให้แพะกินอาหารได้มากขึ้นตามไปด้วย

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าของระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จ ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 10 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ โดยมีพลังงาน (TDN) 66 เปอร์เซ็นต์ ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทย อายุ 3 เดือน ถึง 1 ปี สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุ
2. สูตรอาหารผสมเสร็จที่ระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน (TDN) 66 เปอร์เซ็นต์ แพะได้รับปริมาณโปรตีน และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนสูงสุด ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นด้วย (71 กรัมต่อตัวต่อวัน) แต่ไม่ต่างจากแพะที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสร็จที่ระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองนี้จะเห็นว่าการเจริญเติบโตของแพะ ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสร็จระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน (TDN) 66 เปอร์เซ็นต์ สามารถเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างกับสูตรอาหารผสมเสร็จระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ จึงแนะนำการเลี้ยงแพะพื้นเมือง เพศผู้ อายุ 3 เดือนถึง 1 ปี ด้วยอาหารผสมเสร็จที่ระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน (TDN) 66 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามให้เกษตรกรพิจารณาราคาวัตถุดิบประกอบด้วย เพื่อสามารถประกอบสูตรอาหารราคาถูกลงซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตแพะได้อย่างมาก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี นายเฉลิม ศรีชู ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง และกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ขอขอบคุณคณะกรรมการวิชาการกองอาหารสัตว์ ในการตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ขบวน อินทรีย์ และ จีระศักดิ์ แซ่ลิ้ม. 2551. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2551 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 246 –257.
- ปริญญา จเรวัชร์ และ สมศักดิ์ เกาทอง. 2549. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2549 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 304 –314.

- พิสุทธิ สุขเกษม สถิต มั่งมีชัย และ ภิรมย์ บัวแก้ว. 2547. การใช้ถั่วท่าพระสไตโลเลี้ยงแพะเนื้อ. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ.2547 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 230 –241.
- วินัย ประถมพกาญจน์. 2528. แพะและเนื้อแพะ. วารสารสงขลานครินทร์ 7: 59 –64.
- วินัย ประถมพกาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 255 หน้า.
- สุรศักดิ์ ชวักดี .มปป. การให้อาหารที่ตรงกับความต้องการของแพะ. คู่มือรวบด้วยแพะ. หน้า 40–48.
- สมเกียรติ สายธนู พิศศักดิ์ สุทธิโยธิน และ เสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. การกระจายของประชากรแพะ และลักษณะของแพะพื้นเมืองในภาคใต้. ผลงานวิจัยการผลิตแพะ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 7 –11.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th edition Association of Official Analytical Chemists. Virginia, USA. 1,298 pp.
- Devendra, C. and S. Burns. 1983. Goat Production in the Tropics. Common wealth Agricultural Bureaus. Farnham Royal.
- Georing, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA, Agricultural Research Service. Agricultural Handbook No.379. Washington DC.
- Kearl, L. C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuffs Institute. Utah State University Logan, Utah, USA. p.380
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goat: Angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No 15. Washington, DC. National Academes of Science.
- Pralomkarn, W., S. Saithanoo, S. Kochapakdee and B.W. Norton. 1995. Effect of genotype and plane of nutrition on carcass characteristics of Thai native and Anglo-Nubian X Thai native male goats. Small Rumin. Res. 16: 21–25.

ผลของหญ้าแห้งคุณภาพดี 3 ชนิดต่ออัตราการเจริญเติบโตช่วงหลังหย่านมของลูกโคนม

ปรัชญา ปรัชญลักษณ์^{1/}

สุนน โพธิ์จันทร์^{2/}

สมศักดิ์ เกาทอง^{1/}

บทคัดย่อ

ผลของการใช้หญ้าแห้งคุณภาพดีที่ทำจากหญ้าพันธุ์ต่าง ๆ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกโคหลังหย่านม โดยใช้ลูกโคนมเพศเมียพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนสายเลือด 75 เปอร์เซนต์ หลังหย่านม อายุ 2 เดือน จำนวน 15 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มี 5 ซ้ำ กลุ่มที่ 1 ให้กินหญ้าแพงโกล่าแห้ง กลุ่มที่ 2 ให้กินหญ้ารูซี่แห้ง และกลุ่มที่ 3 ให้กินหญ้างินนิสมีวงแห้ง ทุกกลุ่มให้กินหญ้าแห้งที่มีโปรตีนอยู่ระหว่าง 10-13 เปอร์เซนต์ได้เต็มที่และเสริมด้วยอาหารข้นโปรตีน 18 เปอร์เซนต์ วันละ 1 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว โคแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีรางน้ำและรางอาหารแยกต่างหาก ชั่งน้ำหนักโคและปรับอาหารให้กินทุก 2 สัปดาห์ ทดลองเป็นเวลา 56 วัน

ผลการทดลองพบว่าโคที่กินหญ้าแพงโกล่า รูซี่ และกินนิสมีวงแห้ง มีอัตราการเจริญเติบโต 490 420 และ 450 กรัมต่อตัวต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 3.62 3.60 และ 3.71 และมีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่มเท่ากับ 19.41 20.57 และ 20.29 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>.05$) แต่โคกินหญ้าแพงโกล่า รูซี่ และกินนิสมีวงแห้งได้ 1,156 898 และ 1,046 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ โคกินหญ้าแพงโกล่าได้มากกว่าหญ้ารูซี่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<.05$)

คำสำคัญ : ลูกโคนม หญ้าแห้งคุณภาพ อัตรการเจริญเติบโต

เลขทะเบียนวิจัย (50)(1) – 0514 – 014

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

^{2/} กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

Effect of quality hay on growth performance of dairy cattle

Prachya Prachyalak ^{1/} Sumon Pojun ^{2/} Somsak Paotong ^{1/}

Abstract

The experiment was conducted to determine the effect of quality hay on growth rate of dairy calves. Fifteen female weaning dairy calves (2 months old) were divided into 3 groups in Randomized Complete Block Design with 5 replications. Group 1-3, the calves were fed with Pangola hay, Ruzi hay and Purple guinea hay *ad libitum*, respectively. All calves were fed 18% crude protein concentrate at the rate of 1% BW. per day. The feeding trial was lasted for 56 days.

The result showed that the average daily gain of calves which fed Pangola, Ruzi and Purple guinea hay were 490, 420 and 450 grams/head/day, feed efficiency were 3.62, 3.60 and 3.71, cost per gain were 19.41, 20.57 and 20.29 Bath/kilogram, respectively which no significant differences ($P>.05$). The calves fed Pangola, Ruzi and Purple guinea were 1,156, 898 and 1,046 grams/head/day, respectively, there were significant differences between group 1 and group 2 ($P<.05$)

Keywords : dairy calves, quality hay, growth rate

Research Project No. (50)(1) – 0514 – 014

^{1/} Petchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Petchaburi Province

^{2/} Animal Nutrition Section, Animal Nutrition Division, DLD, Bangkok

คำนำ

การเลี้ยงสัตว์ให้ได้ผลดีหรือประสบความสำเร็จ ปัจจัยสำคัญขึ้นอยู่กับตัวเกษตรกรเอง ที่ต้องเอาใจใส่ดูแลสัตว์เลี้ยงเป็นอย่างดี การเลี้ยงสัตว์นอกจากต้องมีพันธุ์สัตว์และสุขภาพสัตว์ที่ดีแล้ว อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์นับได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากต้นทุนส่วนใหญ่มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าอาหาร ดังนั้นเกษตรกรที่รู้จักเลือกใช้อาหารที่ดี ราคาถูก จะช่วยลดต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ได้มาก

ในการเลี้ยงโคนมซึ่งเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง อาหารหลักที่ใช้เลี้ยงส่วนใหญ่จะเป็นอาหารหยาบหรือพืชอาหารสัตว์ การเลี้ยงลูกโคสามารถเลี้ยงได้หลายวิธีเช่นเลี้ยงด้วยนมแม่หรือนมเทียมอย่างเดียว หรือเสริมด้วยอาหารข้นและหญ้าแห้ง การเลี้ยงด้วยนมเทียมและเสริมด้วยอาหารข้นและหญ้าแห้งคุณภาพดีเป็นวิธีปฏิบัติโดยทั่วไป ถ้าให้ลูกโคได้นมน้อยลงและให้อาหารข้นและหญ้าแห้งคุณภาพดีเต็มที่จะเป็นการบังคับให้โคกินอาหารข้นและหญ้าแห้งได้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยพัฒนากระดูกหมักให้สามารถใช้อาหารหยาบได้อย่างมีประสิทธิภาพเร็วขึ้น สามารถหย่านมได้ที่อายุ 2 เดือน (กัลยา และคณะ, 2531) และลูกโคจะใช้ประโยชน์จากหญ้าได้เต็มที่เมื่ออายุ 4 เดือนขึ้นไป (ชวนิศนดากร, 2534) และการปลูกพืชอาหารสัตว์ให้ได้ผลดีจำเป็นต้องพิจารณาเลือกชนิดของพืชให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

จากการทดสอบการกินได้ของพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีชนิดต่าง ๆ ในลูกโคนมเพื่อใช้เป็นอาหารหยาบคุณภาพดี โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี ปรากฏว่าหญ้าแพงโกล่า หญ้ารูชีและหญ้างินนิสีม่วงสัตว์ชอบกินเป็นลำดับต้นๆ และจากผลวิเคราะห์ทางเคมีหญ้าเหล่านี้เมื่ออายุ 3 สัปดาห์ มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ (ปริญา และคณะ, 2549) แต่หญ้าแห้งที่ผลิตจากพันธุ์หญ้าต่างชนิดกันถึงแม้ว่าจะมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกัน แต่การใช้ประโยชน์จากสารอาหารและความน่ากินอาจแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อปริมาณการกินได้ของลูกโค อัตราการเจริญเติบโตและต้นทุนในการเลี้ยง ดังนั้นการเลือกพันธุ์หญ้าที่เหมาะสมในการผลิตหญ้าแห้งคุณภาพดีเพื่อเลี้ยงลูกโคนมจึงเป็นสิ่งจำเป็น

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ใช้ลูกโคนมเพศเมียพันธุ์ผสมไฮลด์ไลน์ฟรีเซียนสายเลือด 75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป หย่านมอายุ 2 เดือน จำนวน 15 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มี 5 ซ้ำ

กลุ่มที่ 1 ให้กินหญ้าแพงโกล่าแห้งเต็มที่ และเสริมอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

กลุ่มที่ 2 ให้กินหญ้ารูชีแห้งเต็มที่ และเสริมอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

กลุ่มที่ 3 ให้กินหญ้ากินนีสีม่วงแห้งเต็มที่ และเสริมอาหารชั้น 1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

หญ้าที่ใช้ในการทดลองได้แก่หญ้าแพงโกล่า รุชี และกินนีสีม่วง โดยวิธีการปลูกตามคำแนะนำของกองอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2549) และการทำหญ้าแห้งตามเอกสารคำแนะนำของกรมปศุสัตว์(2548) การนำมาใช้ประโยชน์โดยการตัดที่อายุ 3 – 4 สัปดาห์ นำมาผึ่งแดดให้แห้งแล้วเก็บไว้ในที่ร่ม สำหรับอาหารชั้นใช้อาหารอัดเม็ดสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิตมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 18 เปอร์เซ็นต์

โคทุกตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีรางน้ำและรางอาหารแยกต่างหาก บันทึกน้ำหนักเริ่มต้นทดลองและน้ำหนักทุก ๆ 2 สัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารที่กินทุกวัน ปริมาณอาหารที่ให้กินทุก 2 สัปดาห์ หลังจากการชั่งน้ำหนักทุกครั้ง บันทึกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารชั้น อาหารหยাব เพื่อวิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมี โดยวิธี Proximate (AOAC,1990) และวิธี Detergent Fiber(Goering and Van Soest, 1970) ทดลองเป็นเวลา 56 วัน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ Variance และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test

ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนมีนาคม – มิถุนายน 2550

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

จากตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลองพบว่า อาหารชั้นที่ใช้ในการทดลองมีโปรตีนหยาบ 18.91 เปอร์เซ็นต์ หญ้าแพงโกล่า รุชี และกินนีสีม่วงแห้งมีโปรตีนหยาบ 13.11 10.08 และ 11.84 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัตถุแห้ง ตามลำดับ หรือเท่ากับ 16.75 12.27 9.45 และ 11.22 เปอร์เซ็นต์ ตามสภาพที่ให้กิน ในอาหารชั้นมีโปรตีนน้อยกว่าที่ระบุไว้บนฉลากข้างถุงประมาณ 1.25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารชั้น หญ้าแพงโกล่า หญ้ารูชี และกินนีสีม่วงแห้ง ที่ใช้ในการทดลอง (% วัตถุแห้ง)

รายการ	อาหารชั้น	หญ้าแพงโกล่า	หญ้ารูชี	หญ้ากินนีสีม่วง
น้ำหนักรวบรวม	88.57	93.61	93.77	94.79
โปรตีนหยาบ	18.91	13.11	10.08	11.84
เยื่อใยหยาบ	7.02	32.65	30.13	36.48
ไขมัน	3.22	1.86	1.28	1.18
เถ้า	8.45	9.79	11.10	10.42
คาร์โบไฮเดรต	62.40	42.59	47.41	40.11
เยื่อใย ADF	-	35.64	31.46	38.56
เยื่อใย NDF	-	62.35	60.65	65.03
ลิกนิน	-	3.16	2.74	3.14
เซลลูโลส	-	32.48	28.73	35.42
แคลเซียม	1.30	0.48	0.50	0.40
ฟอสฟอรัส	0.87	0.17	0.23	0.13

วิเคราะห์โดยกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

ตารางที่ 2 สมรรถภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารของลูกโคขุนที่เลี้ยงด้วยหญ้าแห้งชนิดต่าง ๆ

รายการ	หญ้าแพงโกล่า	หญ้ารูชี	หญ้ากินนีสีม่วง	CV(%)
จำนวนสัตว์ทดลอง, กก.	5	5	5	
น้ำหนักเริ่มทดลอง, กก.	51.8	53.6	51.6	7.51
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง, กก.	79.2	77.4	76.8	4.48
ระยะเวลาการทดลอง, วัน	56	56	56	
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย, กรัม/ตัว/วัน	490	420	450	11.04
ปริมาณอาหารชั้นที่กิน(วัตถุแห้ง), กรัม/ตัว/วัน	620	616	622	5.93
ปริมาณหญ้าแห้งที่กิน(วัตถุแห้ง), กรัม/ตัว/วัน	1156 ^a	898 ^b	1046 ^{ab}	13.02
ปริมาณอาหารรวมที่กิน(วัตถุแห้ง),%น้ำหนักตัว	2.71	2.31	2.60	9.02
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ,กรัม/ตัว/วัน	268 ^a	206 ^c	242 ^b	8.17
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	3.62	3.60	3.71	14.52
ต้นทุนค่าอาหาร, บาท/ตัว/วัน	9.51	8.64	9.13	6.51
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม, บาท/กก.	19.41	20.57	20.29	13.27

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>.05$)

หมายเหตุ อาหารชั้นราคา 9.37 บาท/กก.วัตถุแห้ง หญ้าแพงโกล่าแห้ง ราคา 3.20 บาท/กก.วัตถุแห้ง
หญ้ารูชีแห้งราคา 3.20 บาท/กก.วัตถุแห้ง หญ้ากินนีสีม่วงแห้ง ราคา 3.16 บาท/กก.วัตถุแห้ง

อัตราการเจริญเติบโต

จากตารางที่ 2 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองที่โคอายุ 4 เดือน มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 490 420 และ 450 กรัมต่อตัวต่อวัน จากโคที่กินหญ้าแพงโกล่า หญ้ารูชี และหญ้านี้สีม่วงแห้ง ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของโคเป็นไปตามปกติ สอดคล้องกับรายงานของ ปรัชญาและคณะ (2536) ที่รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกโคนมพันธุ์ผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนที่อายุ 16 สัปดาห์ เฉลี่ย 449 – 507 กรัมต่อตัวต่อวัน และต่ำกว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกโคนมที่รายงานโดย ปริญญาและคณะ(2549)ว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกโคนมที่อายุแรกเกิดถึง 5 เดือน เฉลี่ย 507 กรัมต่อตัวต่อวัน แต่สูงกว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกโคนม จากการทดลองของกัลยาและคณะ (2531) ที่ใช้นมเทียมเลี้ยงลูกโคนม 75 เปอร์เซ็นต์ โฮลสไตน์ฟรีเซียนพร้อมทั้งอาหารข้นและหญ้าแห้ง ตามชอบ และเมื่ออายุ 4 เดือน โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 356.6 กรัมต่อตัวต่อวัน

ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากการทดลองเลี้ยงลูกโคนมอายุ 2 เดือนจนถึงอายุ 4 เดือน โดยให้กินอาหารข้นโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และให้กินหญ้าแห้งเต็มที่ ทดลองเป็นเวลา 56 วัน โคกินอาหารข้นคิดเป็นวัตถุแห้งได้ 620 616 และ 622 กรัมต่อตัวต่อวัน และกินหญ้าแพงโกล่า รูชี และกินนี้สีม่วงคิดเป็นวัตถุแห้งได้ 1,156 898 และ 1,046 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ($P<.05$) เมื่อคิดเป็นปริมาณอาหารที่โคกินได้เท่ากับ 2.71 2.31 และ 2.60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>.05$) และโคได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหารและหญ้าแห้งเฉลี่ย 268 206 และ 242 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<.05$) ปริมาณโปรตีนที่โคได้รับค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณโปรตีนที่โคน้ำหนัก 50 กิโลกรัม ควรได้รับโปรตีนวันละ 290 กรัมต่อตัว (NRC,1988) ปริมาณหญ้าแห้งที่โคกินได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<.05$) โคกินหญ้าแพงโกล่าได้มากกว่าหญ้ารูชี อาจเป็นเพราะว่าหญ้าแพงโกล่า มีลำต้นเล็ก ใบมาก ทำให้โคชอบกิน ปริมาณหญ้าแห้งที่กินได้จากการทดลองมากกว่าปริมาณหญ้าแห้งที่กินได้ของโคจากการทดลองของปรัชญาและคณะ(2536) ที่รายงานว่า ลูกโคนมที่อายุ 2–4 เดือน กินหญ้าแห้งได้ 9.83–14.11 กิโลกรัมต่อตัว หรือเท่ากับ 175–252 กรัมต่อตัวต่อวัน แต่น้อยกว่าปริมาณการกินได้ของลูกโคนมจากการทดลองของปริญญาและคณะ(2549) ลูกโคจะกินหญ้าแห้งได้น้อยหรือมากอาจขึ้นอยู่กับความชอบกินของลูกโค ปริมาณน้ำนมและอาหารข้นที่โคได้รับ

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของลูกโคที่กินหญ้าแพงโกล่า รูชี และกินนี้สีม่วงมีค่าเท่ากับ 3.62 3.60 และ 3.71 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($P>.05$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าลูกโคนมจากการรายงานของปริญญาและคณะ(2549) รายงานว่า ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของโคนมที่อายุแรกเกิดถึง 5 เดือน เท่ากับ 3.95

ต้นทุนค่าอาหาร

จากการทดลองเปรียบเทียบการใช้หญ้าแพงโกล่า รุชี และกินนีสีม่วงแห้งให้ลูกโคนมอายุ 2 เดือน กินเต็มที่ และเสริมด้วยอาหารชั้นโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยอาหารชั้นที่ซื้อจากบริษัทผู้ผลิตราคา 9.37 บาทต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง ส่วนหญ้าแห้งผลิตขึ้นภายใน ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี ในราคา 3.00 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้หญ้าแพงโกล่า รุชี และ กินนีสีม่วงแห้งมีราคา 3.20 3.20 และ 3.16 บาทต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง เมื่อรวมค่าอาหารชั้นและหญ้าแห้งแล้วโคที่กินหญ้าแพงโกล่า รุชี และกินนีสีม่วง มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ย 9.51 8.64 และ 9.13 บาทต่อตัวต่อวัน หรือคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 19.41 20.57 และ 20.29 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($P>.05$)

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบการใช้หญ้าแพงโกล่า รุชี และกินนีสีม่วงแห้งคุณภาพดี เลี้ยงลูกโคนม อายุ 2 เดือนจนถึง 4 เดือน โดยเสริมด้วยอาหารชั้นโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของ น้ำหนักตัวเพื่อหาพันธุ์หญ้าที่เหมาะสม จากผลการทดลองนี้พบว่าโคมีอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ตลอดจนต้นทุนค่าอาหาร แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>.05$) ในทางสถิติไม่ต่างกันน่าจะถือว่าสามารถใช้ได้ทุกพันธุ์แต่ที่แนะนำ คือหญ้าแพงโกล่าเพราะ มีความน่ากินมากกว่าเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์.2548. หญ้าแห้ง เอกสารคำแนะนำกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด 22 หน้า.
- กรมปศุสัตว์.2549.พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี เอกสารคำแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวง เกษตรและสหกรณ์ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด 18 หน้า.
- กัลยา บุญญานวัตร สัมฤทธิ์ แสนบัว และอุดมศรี อินทรโชติ.2531. การหย่านมลูกโคนม 75% ไฮลสไตร์นฟรีเชียนในระยะ 2,3 และ 4 เดือน ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการด้านการ ปศุสัตว์ ครั้งที่ 7 2 – 4 พฤษภาคม 2531 หน้า 159 – 165.
- ชวนิศนดากร วรวรรณ.2534. การเลี้ยงโคนม ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บริษัท โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด 365 หน้า.

ปริญญ์ ปรัชญ์ลักษณะ จินดา สนิทวงศ์ เถลิงศักดิ์ โนนทวงศ์ และฉลอง เจียรพันธุ์. 2536. ผลของรูปแบบการใช้อาหารชั้นของแม่โคและหญ้าแห้งที่มีต่อลูกโคก่อนหย่านม รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2536. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 46 – 54.

ปริญญ์ จเรวัชร์ อานุกาฬ เสี่ยงสาย และสมศักดิ์ เกาทอง. 2549. การทดสอบความนำกินของพืชอาหารสัตว์แห้ง คุณภาพดีชนิดต่าง ๆ ในลูกโคนม รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 152 – 161.

AOAC.1990.Official Methods of Analysis. 15th ed.Vol.one.Association Analysis Chemists,Inc. Virginia 22201, USA. 746 p.

Georing,H.K. and P.J. Van Soest.1970. Forage Fiber Analysis(Appartus,Reagents,Procedures and Some Applications). Agricultural Handbook No.379. United States of Department of Agriculture.Washington,D.C. USA. 20 p.

NRC.1988. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Sixth Revised Edition, National Academy Press. Washington, D.C.

ผลการใช้น้ำนมสดและน้ำนมเทียมเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อลูกโควัยอ่อน

สัมพันธ์ มาศโอสถ^{1/}

สุวิทย์ อินทฤทธิ์^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบชนิดอาหารสำหรับเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อลูกโควัยอ่อน ใช้โคนมลูกผสมไฮลส์ไคร์เชียล เพศผู้ อายุประมาณ 1 สัปดาห์ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 36.38 ± 7.34 กิโลกรัม จำนวน 18 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design สุ่มลูกโคออกเป็น 3 กลุ่ม ให้อาหารที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ กลุ่มที่ 1 กินน้ำนมสด กลุ่มที่ 2 กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่ 3 กินน้ำนมเทียม ทำการทดลองถึงน้ำหนักประมาณ 130 กิโลกรัม เมื่อได้น้ำหนักตามต้องการแล้วนำเข้าศึกษาลักษณะและคุณภาพซาก

ผลการทดลองพบว่า ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดมีอัตราการเจริญเติบโต 844.34 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียม ที่มีอัตราการเจริญเติบโต 658.3 และ 572.7 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมมีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมเท่ากับ 142.8 บาท ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดที่มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมเท่ากับ 173.9 บาท ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมมีต้นทุนรวมการผลิต 159.47 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดที่มีต้นทุนรวมการผลิต 187.95 บาทต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามต้นทุนรวมการผลิตระหว่างกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสดเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด+น้ำนมเทียมเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียมแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ลูกโค กลุ่มที่กินน้ำนมสดใช้เวลาตลอดการทดลอง 113 วัน ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่ใช้เวลาตลอดการทดลอง 171 วัน ส่วนกลุ่มที่กินน้ำนมสดกับกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมกับกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมใช้เวลาในการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 3.2 ต่ำกว่า ($P<0.05$) กลุ่มที่กินน้ำนมสด และกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมที่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 1.89 และ 2.12 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่กินน้ำนมสด กับกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมไม่แตกต่างกันทางสถิติ คุณภาพเนื้อกลุ่มที่กินน้ำนมสดใช้แรงกด 54.49 นิวตันน้อยกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่ใช้แรงกด 72.5 นิวตัน ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดมีรสชาติและกลิ่นในเนื้อสันนอก 3.29 คะแนน ดีกว่า ($P<0.05$) กลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่มีคะแนน 2.75 และ 2.46 คะแนนตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำนมสด น้ำนมเทียม ลูกโคนมเพศผู้ เนื้อลูกโควัยอ่อน

เลขทะเบียนวิจัย : 47(1)(47:5) – 0514 – 037

^{1/}ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา

^{2/}ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง

Effect of fresh milk and milk replace feeding on growth of male dairy calves for veal production

Sumphan Martosot^{1/}

Suwit Intarit^{2/}

Abstract

The objective of this study was to compare the performance of veal calves produced with three different feeds and eighteen Holstein Friesian crossbred calves with an initial weight of 36.38 ± 7.34 kilogram were allotted to 3 groups under Randomized Complete Block Design. Group 1 fresh milk, Group 2 fresh milk+milk replacer, Group 3 milk replacer, body weights were recorded until 130 kilogram. carcass characteristic and quality were studied.

The results showed that the higher ($P < 0.05$) Growth rate (844.34 gram/head/day) was from fresh milk fed calves. Growth rate of fresh milk+milk replacer feeding and milk replacer feeding were not significantly different (658.3 and 572.7 gram/head/day, respectively). Feed cost per 1 kilogram gain of group 2 was 142.8 baht and it was lower than ($P < 0.05$) group 1 which was 173.9 baht/kilogram. Cost production per 1 kilogram gain of group 2 was 159.47 baht and it was lower than ($P < 0.05$) group 1 which was 187.95 baht/kilogram. Cost production per 1 kilogram of group 2 was not significantly different from group 1 and group 3. Duration of feeding to reach final weight for group 1 was 113 days and it was shorter than ($P < 0.05$) group 3 which took 171 days. Feeding period for group 2 was not significantly different from group 1 and group 3. Feed efficiency for group 3 was 3.2, it was lower than ($P < 0.05$) group 1 and group 2 (1.89 and 2.12, respectively). Regarding to carcass characteristic, group 1 had Newton shear force value of 54.49 Which was lower than ($P < 0.05$) group 3 (72.5). Cooking characteristic and sensory panel attribute such as flavor and odor of loin from group 1 was 3.29 Which was better than ($P < 0.05$) group 2 and group 3 (2.75 and 2.46, respectively)

Keywords : fresh milk, milk replacer, male dairy calf, veal

Research Project No. 47(1)(47:5) – 0514 – 037

^{1/}Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center

^{2/}Lumpang Animal Nutrition Research and Development Center

คำนำ

สถิติการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็งของประเทศไทยมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นทุกปี ในปี พ.ศ. 2546 มีปริมาณจำนวน 1,183,456 กิโลกรัม (ศูนย์สารสนเทศ, 2546) และในปี พ.ศ. 2548 พบว่ามีการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็ง 1,581,115 กิโลกรัม (ศูนย์สารสนเทศ, 2548) เพิ่มขึ้นจากปี 2546 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณการเพิ่มขึ้นที่สูงมาก จนกระทั่งในปัจจุบันปี 2550 มีการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็ง 1,921,457 กิโลกรัม (ศูนย์สารสนเทศ, 2550) เพิ่มขึ้นกว่าในปี 2546 ถึง 38 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เดียวกันจำนวนแม่โคนมภายในประเทศพบว่าในปี พ.ศ. 2547 มีจำนวนโคนมเพศเมียอายุ 1 ปีขึ้นไป 290,308 ตัว (ศูนย์สารสนเทศ, 2547) และในปี พ.ศ. 2549 มีจำนวน 307,468 ตัว (ศูนย์สารสนเทศ, 2549) คาดว่าในแต่ละปีแม่โคนมเหล่านี้จะผลิตลูกโคได้ประมาณ 200,000 ตัว เกษตรกรสนใจเลี้ยงดูเฉพาะลูกโคนมเพศเมียเท่านั้น ส่วนลูกโคนมเพศผู้ที่เหลืออีกประมาณ 100,000 ตัว เกษตรกรไม่สนใจเลี้ยงในฟาร์ม เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูงและราคาถูก ส่วนใหญ่เกษตรกรมักจะขายออกจากฟาร์มตั้งแต่แรกเกิด – 10 วัน

ในต่างประเทศที่มีการเลี้ยงโคนมกันมาก มักจะนำลูกโคนมเพศผู้มาขุนด้วยน้ำนมสดอย่างเดียวหรืออาหารแทนนม เพื่อให้โคเจริญเติบโตเร็วที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เวลาเลี้ยงไม่เกิน 3-4 เดือนหรือน้ำหนักตัวประมาณ 100 – 150 กิโลกรัม เรียกโคชนิดนี้ว่า “ Veal Calf “ หรือโคเนื้อลูกอ่อน (ชวณิศนาคกร, 2520) หรือโคเนื้อวัยอ่อน (ธวัชชัย, 2526) แต่การเลี้ยงลูกโคในรูปแบบนี้ ต้องลงทุนสูง มีการเลี้ยงแบบประณีต ทั้งในด้านเรือนโรงและการให้อาหารที่มีคุณภาพครบถ้วน รวมทั้งต้องดูแลด้านสุขภาพเป็นพิเศษ เพื่อให้โคเจริญเติบโตเร็ว ไม่เป็นโรค และได้เนื้อชั้นดี ซึ่งเนื้อโควัยอ่อนนี้จะมีสีชมพูเข้ม จัดอยู่ในเกรด Prime Choice Good และ Utility (FSIS, 1998) นอกจากนี้เนื้อลูกโคนมวัยอ่อนยังมีความนุ่มมากกว่าเนื้อโคอายุมาก

ในประเทศไทย การศึกษาการผลิตเนื้อลูกโคนมวัยอ่อน (Veal) มีอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะการศึกษาเพื่อทดแทนการใช้ น้ำนมสดเนื่องจากมาจากราคาของน้ำนมสดที่สูงทำให้ต้นทุนในการผลิตเนื้อลูกโควัยอ่อนสูงขึ้นไปด้วยเท่าที่ได้มีการศึกษากันก็เป็นเพียงการเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้โดยใช้น้ำนมเทียมร่วมกับอาหารข้นและอาหารหยาบเลี้ยงลูกโคนมจนถึงอายุประมาณ 9 สัปดาห์หรือน้ำหนักตัวประมาณ 70 – 80 กิโลกรัมเท่านั้น เกษตรกรเองก็ยังไม่มีการเลี้ยงลูกโคนมวัยอ่อนจำหน่ายเนื่องจากต้นทุนค่าน้ำนมสูง น้ำนมเทียมเป็นอาหารของโคนมชนิดหนึ่งได้มาจากการละลายนมเทียมผงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาละลายในน้ำร้อน การใช้ น้ำนมเทียมเลี้ยงลูกโค น่าจะลดต้นทุนการผลิตและน่าจะสามารถทดแทนน้ำนมสดที่มีราคาสูงได้ ถ้าหากได้มีการศึกษาอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงลูกโควัยอ่อนแล้วเกษตรกรอาจจะลดต้นทุนการผลิตลงไปได้อีก เลี้ยงแล้วมีกำไร เกษตรกรอาจจะหันกลับมาเลี้ยงลูกโคนมวัยอ่อนจำหน่ายเป็นรายได้เสริมอีกทางหนึ่งก็ได้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาถึงชนิดของอาหารเพื่อใช้เลี้ยงลูกโคนม 2 ชนิด คือน้ำนมสด และน้ำนมเทียม สำหรับเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อลูกโควัยอ่อน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยใช้เจ้าหน้าที่เริ่มต้นทดลองเป็น block ใช้ลูกโคนมลูกผสมโฮลส์ไต้ลส์ฟรีเซียล ระดับสายเลือด 75 เปอร์เซนต์ขึ้นไป เพศผู้ อายุประมาณ 1 สัปดาห์ น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 36.38 ± 7.34 กิโลกรัม จำนวน 18 ตัว ใช้ลูกโคเข้าทำการทดลอง 6 ชุด ในแต่ละชุดใช้ลูกโค 3 ตัว แบ่งลูกโคออกเป็น 3 กลุ่ม เลี้ยงด้วยอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร คือ

กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยน้ำนมสด (Fresh milk) อย่างเดียวเต็มที่

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยน้ำนมสดในเวลา 60 วันแรก หลังจากนั้นเลี้ยงด้วยน้ำนมเทียมจนสิ้นสุด

การทดลอง

กลุ่มที่ 3 เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียม (Milk Replacer) อย่างเดียวเต็มที่

น้ำนมเทียม ใช้นมเทียมผงที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซนต์ นำมาทำเป็นน้ำนมเทียมโดยอัตราส่วนนมเทียมผง 1 กิโลกรัม ผสมกับน้ำอุ่น 8 กิโลกรัม

การเลี้ยงและการจัดการ

จัดลูกโคเข้ากรงขังเดี่ยว มีภาชนะที่ให้อาหารทดลอง น้ำสะอาด ให้โคกินอาหารทดลองทั้ง 3 สูตร พร้อมกันทุกวัน 2 เวลา เช้า (08.00 น.) – เย็น (16.00 น.) มื้อละเท่าๆกัน โดยให้กินอย่างเต็มที่ แต่ไม่เกิน 12 เปอร์เซนต์ ของน้ำหนักตัวต่อวัน (แต่ละตัวให้กินน้ำนมในปริมาณที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความสามารถในการกินได้เช่น วันที่ 1 2 และ 3 โคหมายเลข A₁ ให้กินน้ำนมมื้อละ 4 กิโลกรัม ถ้าโคกินน้ำนมหมดทั้ง 3 วัน ในวันที่ 4 5 และ 6 ให้โคกินน้ำนมเพิ่มมื้อละ 0.5 กิโลกรัม ดังนั้นในวันที่ 4 5 และ 6 ให้กินน้ำนมโคหมายเลข A₁ เท่ากับมื้อละ 4.5 กิโลกรัม แต่ถ้าปรากฏว่าโคกินเหลือ 3 มื้อขึ้นไปภายใน 3 วัน ไม่ว่าจะเป็นมื้อใดวันใดก็จะไม่ให้น้ำนมเพิ่มดังนั้นในวันที่ 4 5 และ 6 โคหมายเลข A₁ ให้กินน้ำนมมื้อละ 4 กิโลกรัมเท่าเดิม) สำหรับโคกลุ่มที่ 2 เมื่อกินน้ำนมสดครบ 60 วันแล้ว จึงค่อยๆเปลี่ยนเป็นน้ำนมเทียมภายใน 1 สัปดาห์

ทำการทดลองถึงน้ำหนักประมาณ 130 กิโลกรัม เมื่อได้น้ำหนักตามต้องการแล้วนำโคเข้าศึกษาลักษณะซากที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ตากและศึกษาคุณภาพเนื้อที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การเก็บตัวอย่าง การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ทางเคมี

บันทึกน้ำหนักลูกโคเมื่อเริ่มทดลอง และทุกๆ 7 วัน จนสิ้นสุดการทดลองเมื่อน้ำหนักประมาณ 130 กิโลกรัม บันทึกปริมาณน้ำนมสด และน้ำนมเทียมที่ให้ลูกโคกินในแต่ละวัน และบันทึกปริมาณที่กินเหลือ เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณที่กินได้ สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมสด น้ำนมเทียม และ

นมเทียมผงเป็นระยะๆ โดยสุ่มเก็บเดือนละครั้งเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยเก็บตัวอย่าง น้ำนมสด ครั้งละ 1 ลิตร นมเทียมผงทุก Lot Number ครั้งละ 2 กิโลกรัม (ในกรณีที่จัดซื้อมากกว่า 2 ครั้งภายใน 1 เดือน สุ่มแต่ละครั้งเก็บไว้เมื่อครบ 1 เดือนรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง) โดยแบ่งตัวอย่างนม เทียมผงเป็น 2 ตัวอย่าง ตัวอย่างแรกเป็นนมเทียมผง จำนวน 1 กิโลกรัม อีกตัวอย่างทำเป็นน้ำนม เทียมจำนวน 1 กิโลกรัม น้ำนมสดและน้ำนมเทียมส่งวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน แลคโตส และ Total solid ที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ลำพูนกลางด้วยเครื่อง Benlay 2000 ส่วน Dry Matter วิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา สำหรับ แคลเซียม และฟอสฟอรัส วิเคราะห์ที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ ส่วนนมเทียมผงส่ง วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ Dry matter โปรตีน ไขมัน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา สำหรับแคลเซียม และฟอสฟอรัส วิเคราะห์ที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ บัณฑิตลักษณะซากโดยก่อนฆ่าให้โคอดอาหารเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำการตัดแต่งซากแบบ สากลและการตัดแต่งแบบไทยและบันทึกน้ำหนักชิ้นส่วนต่างๆ ของซากแล้วสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอก และเนื้อสะโพกของซากไปศึกษาความนุ่มเหนียวของเนื้อโดยนำไปวัดค่าเนื้อสัมผัสใช้ความเร็วหัววัด 5 mm/sec ได้แก่ แรงกด และแรงเฉือนด้วยเครื่อง Texture Analyser ; (Instron series 5565) บันทึกค่า Cholesterol โดยการวัดด้วยเครื่อง Human Test Kit ของบริษัท Human Gesellschaft ; Germany บันทึกคุณภาพเนื้อด้วยวิธีการชิมโดยกำหนดคุณภาพตามความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ รสชาติ และกลิ่น โดยการให้คะแนนดังนี้

คะแนนรวม	ชั้นคุณภาพ
3 - 4	ดีมาก
2 - 3	ดี
1 - 2	ปานกลาง
0 - 1	ต่ำ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลน้ำหนักตัวเริ่มทดลอง น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเพิ่ม ระยะเวลาทดลอง อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้ ลักษณะซาก และคุณภาพเนื้อมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน analysis of variance (Anova) ตามแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's new multiple range test

สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2549

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยน้ำนมสดและน้ำนมเทียม (นมเทียมผง 20 เปอร์เซ็นต์โปรตีน) จากข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่า น้ำนมสดที่นำมาทดลองมีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีน 3.4 ไขมัน 3.8 และ Lactose 4.3 ใกล้เคียงกับปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีน ไขมัน และ Lactose ในน้ำนมสดของโคนมที่มีการเลี้ยงกันอยู่โดยทั่วไป ซึ่งจากรายงานของสมศักดิ์ (2546) วิโรจน์ (2550) และเชาวฤทธิ์ (2550) รายงานว่าน้ำนมโคมีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีน 2.5 – 3.5 ไขมัน 3.5 – 4.5 และ Lactose 4 – 5 สำหรับน้ำนมเทียมที่นำมาใช้ในการทดลองนั้นทำมาจากนมเทียมผงที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดมีปริมาณโปรตีนที่ระบุที่ไว้ข้างถุง 20 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ที่มีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีน 20.24 นำมาทำเป็นน้ำนมเทียมโดยอัตราส่วนนมเทียมผง 1 กิโลกรัม ผสมกับน้ำร้อน 8 กิโลกรัม ไอสถ (2547) วิวัฒน์ (2550) และสำราญ (2551) ผลการวิเคราะห์น้ำนมเทียมพบว่า มีปริมาณโปรตีน 2.25 ไขมัน 1.16 และ Lactose 1.9 จะพบว่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีน ไขมัน และ Lactose ที่มีอยู่ในน้ำนมสด

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์อาหารทดลอง

	DM	CP	Fat	Ca	P	Lactose	Total solid	Solid not fat
	%	%	%	ppm	ppm	%	%	%
น้ำนมสด	13.12	3.4	3.8	0.16	0.14	4.3	12.48	8.68
น้ำนมเทียม	12.01	2.25	1.16	0.12	0.1	1.9	13.2	12.04
นมเทียมผง	96.63	20.24	10.44	0.97	0.92	-	-	-

อัตราการเจริญเติบโต

ผลของการเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้โดยใช้อาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร จากตารางที่ 2 พบว่าลูกโคนมกลุ่มที่กินน้ำนมสดมีอัตราการเจริญเติบโต 844.34 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P < 0.05$) ลูกโคนมกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่มีอัตราการเจริญเติบโต 658.3 และ 575.47 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ ส่วนลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมของการทดลองนี้สูงกว่าการทดลองของไอสถ (2547) วิวัฒน์ (2550) และสำราญ (2551) ซึ่งทดลองเลี้ยงลูกโคแรกเกิด – 2 สัปดาห์ ด้วยน้ำนมเทียมร่วมกับอาหารข้นและอาหารหยাবจนลูกโคมีอายุประมาณ 9 – 12 สัปดาห์ น้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม ลูกโคมีอัตราการเจริญเติบโต 300 – 450 กรัมต่อตัวต่อวัน และเมื่อพิจารณาถึงลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด หรือกลุ่มที่กิน

น้ำนมสดรวมอยู่ด้วย ซึ่งผลของการทดลองนี้พบว่าสูงกว่าการทดลองของภาณุเดช (2514) ซึ่งทดลองเลี้ยงลูกโคนม เพศผู้ อายุประมาณ 7 วัน ด้วยน้ำนมสดจนกระทั่งลูกโคมีอายุ 3 เดือน และมีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม ลูกโคมีอัตราการเจริญเติบโต 517 กรัมต่อตัวต่อวัน และ กลุ่มที่ให้กินน้ำนมสดถึงอายุ 10 สัปดาห์ แล้วเปลี่ยนเป็นอาหารผสม (calf starter) จนกระทั่งลูกโคมีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม ลูกโคมีอัตราการเจริญเติบโต 538 กรัมต่อตัวต่อวัน

ปริมาณอาหารที่กินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ผลการทดลองจากตารางที่ 2 พบว่า ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดและกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมสามารถกินน้ำนมตลอดการทดลองได้ 1,383 และ 1,584 (660+925) กิโลกรัมตามลำดับต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่กินได้ 2,601 กิโลกรัม เมื่อพิจารณาถึงปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวันแล้วพบว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดและกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมกินได้ 12.24 และ 11.23 (4.68+6.55) กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่กินได้ 15.19 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน สำหรับปริมาณน้ำนมที่กินได้ต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมนั้น จากการทดลองพบว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดและกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมสามารถกินน้ำนมได้ 14.49 และ 17.06 กิโลกรัมต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโค กลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่กินน้ำนมได้ 26.59 กิโลกรัมต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม และเมื่อคิดปริมาณน้ำนมที่กินได้เป็นน้ำหนักแห้งต่อวันแล้วพบว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมกินน้ำนมได้ 1.4 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่กินได้ 1.83 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในส่วนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารนั้นลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 3.2 ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด และกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมที่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 1.89 และ 2.12 ตามลำดับ

ต้นทุนค่าอาหาร

ต้นทุนค่าน้ำนมที่ลูกโคกินได้จากตารางที่ 2 พบว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมมีต้นทุนค่าน้ำนมตลอดการทดลอง 13,259 (7,920+5,339) บาทต่อตัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่มีต้นทุนค่าน้ำนมตลอดการทดลอง 16,596 และ 15,026 บาทต่อตัว และเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าน้ำนมต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัมแล้วพบว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม มีต้นทุนค่าน้ำนม 142.85 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดที่มีต้นทุนค่าน้ำนม 173.9 บาทต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามต้นทุนค่าน้ำนมระหว่างกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสดเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด+น้ำนมเทียมเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียมแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ระยะเวลาที่ใช้

ระยะเวลาที่ใช้ตลอดการทดลองของลูกโคทั้ง 3 กลุ่ม จากตารางที่ 2 พบว่าลูกโคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสดใช้เวลาในการทดลอง 113 วันต่อตัว ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียมที่ใช้เวลาในการทดลอง 171 วันต่อตัว แต่เมื่อพิจารณาถึงกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด+น้ำนมเทียมเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด+น้ำนมเทียมเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียมแล้ว พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินได้

รายการ	น้ำนมสด	น้ำนมสด+น้ำนมเทียม	น้ำนมเทียม
จำนวนโค/ตัว	6	6	6
ระยะเวลาทดลอง/วัน	113±28.91 ^a	141±16.37 ^{ab}	171±20.13 ^b
น้ำหนักเริ่มทดลอง(กก./ตัว)	36.67±10.71	39.1±6.14	33.67±3.64
น้ำหนักสุดท้าย(กก./ตัว)	131.8±1.31	131.9±2.27	131.5±1.67
น้ำหนักเพิ่ม(กก./ตัว)	95.41±11.32	92.82±6.77	97.83±4.36
อัตราการเจริญเติบโต(กรัม/ตัว/วัน)	844.3±161.0 ^a	658.3±72.4 ^b	572.1±73.9 ^b
ปริมาณน้ำนมที่กินตลอดการทดลอง(กก./ตัว)	1,383±299 ^a	1,584±148 ^a	2,601±453 ^b
ค่าอาหารตลอดการทดลอง(บาท/ตัว) ^{1/}	16,596±3,587	13,259±915	15,026±2,620
ปริมาณน้ำนมที่กิน(กก./ตัว/วัน)	12.24±2.33 ^a	11.23±1.24 ^a	15.21±1.61 ^b
ปริมาณน้ำนมที่กิน(นน.แห้ง)กก./ตัว/วัน	1.60±0.3 ^{ab}	1.4±0.18 ^a	1.83±0.19 ^b
ปริมาณน้ำนมที่กิน(กก./นน.เพิ่ม 1 กก.)	14.49±2.07 ^a	17.06±0.79 ^a	26.59±4.63 ^b
ต้นทุนค่าอาหาร(บาท/นน.เพิ่ม 1 กก.) ^{1/}	173.9±25.3 ^a	142.8±6.2 ^b	153.6±27.1 ^{ab}
FCR	1.89±0.27 ^a	2.12±0.33 ^a	3.2±0.56 ^b

หมายเหตุ: ^{a, b, c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยวิธี DMRT

^{1/} น้ำนมสด 12 บาท/กิโลกรัม, นมเทียมผง 52 บาท/กิโลกรัม

ต้นทุนรวมการผลิต

ต้นทุนรวมการผลิตลูกโคจากตารางที่ 3 พบว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดมีต้นทุนรวมการผลิตตลอดการทดลอง 17,932.2 บาทต่อตัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่มีต้นทุนรวมการผลิตตลอดการทดลอง 14,802.4 และ 16,791.4 บาทต่อตัว และเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนรวมการผลิตลูกโคต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัมแล้วพบว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม มีต้นทุนรวมการผลิต 159.47 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดที่มีต้นทุนรวมการผลิต 187.95 บาทต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1

กิโลกรัม อย่างไรก็ตามต้นทุนรวมการผลิตระหว่างกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสดเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด+น้ำนมเทียมเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียมแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ต้นทุนรวมในการผลิตลูกโค 1 ตัว

รายการ	น้ำนมสด	น้ำนมสด+น้ำนมเทียม	น้ำนมเทียม
ค่าลูกโค(บาท/ตัว)	500	500	500
ค่าน้ำนมสด(บาท/ตัว)	16,596	7,918	-
ค่าน้ำนมเทียม(บาท/ตัว)	-	5,341	15,026
ค่าแรงงาน(บาท/ตัว) ^{1/}	836.2	1,043.4	1,265.4
ต้นทุนรวมการผลิต(บาท/ตัว)	17,932.2±3,587	14,802.4±915	16,791.4±2,620
ต้นทุนรวมการผลิต(บาท/นน.เพิ่ม 1 กก.)	187.95±25.1 ^a	159.47±6.8 ^b	171.64±27.1 ^{ab}

หมายเหตุ: ^{a, b, c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยวิธี DMRT

^{1/} ค่าแรงงานคิดจากเงินเดือนคนงาน 4,000 บาท/คน/เดือน เลี้ยงลูกโคจำนวน 18 ตัว เป็นเวลา 5 เดือน (ค่าแรงงานคนงาน 1 คน เลี้ยงลูกโค 1 ตัว เท่ากับ 7.4 บาท/วัน)

ลักษณะซาก

ลักษณะซากของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม จากโคที่กินน้ำนมสด น้ำนมสด+น้ำนมเทียม และน้ำนมเทียม จากตารางที่ 4 และ 5 พบว่าโคมีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นเฉลี่ย 57.55 56.14 และ 53.47 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ซากเย็นเฉลี่ย 56.18 54.65 และ 52.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนลักษณะที่ศึกษาอื่นๆได้แก่ ไหล่ สันส่วนหน้า ปีกอก เสือร้องไห้ แข้ง สันส่วนกลาง สันส่วนหลัง ปีกท้อง และสะโพก ไม่พบการตอบสนองต่อความแตกต่างของชนิดอาหาร ดังนั้นระยะเวลาในการเลี้ยงรวมถึงชนิดอาหารที่กินคือน้ำนมสดหรือน้ำนมเทียมจึงไม่ได้มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากแต่อย่างใด

ตารางที่ 4 แสดงค่าส่วนต่างๆของซากที่ตัดแต่งแบบสากล (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากเย็น)

รายการ	นมสด	นมสด+นมเทียม	นมเทียม	CV %
น้ำหนักซากอุ่น,กก.	84	75.33	76.7	5.49
เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น,%	57.55	56.14	53.47	4.18
น้ำหนักซากเย็น,กก.	82	73.33	74.67	5.63
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น,%	56.18	54.65	52.07	4.21
ซากส่วนเสี้ยวหน้า (Fore quarter), %				
ไหล่ (Chuck)	26.19	25.73	27.25	4.3
สันส่วนหน้า (Rib)	8.63	8.27	8.07	3.9
พื้นอก (Short Plate)	6.27	6.48	6.84	18.34
เสื่อร่อนไห้ (Brisket)	4.93	5	4.85	11.6
แข้ง (Shank)	6.71	6.72	6.15 ^a	8.17
ซากส่วนเสี้ยวหลัง(Hind quarter), %				
สันส่วนกลาง (Short Loin)	7.17	6.71	6.87	6.17
สันส่วนหลัง (Sirloin)	10	9.84	8.68	10.09
พื้นท้อง (Flank)	5.36	4.07	3.87	5.36
สะโพก (Round)	27.36	27.74	26.41	3.75

ตารางที่ 5 แสดงค่าส่วนต่างๆของซากที่ตัดแต่งแบบไทย (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากเย็น)

รายการ	นมสด	นมสด+นมเทียม	นมเทียม	CV %
เนื้อสัน, %	13.47	11.42	11.56	8.51
เนื้อสะโพก, %	19	18.88	18.5	3.9
เนื้อแดง, %	38.73	36.85	36.5	2.83
ไขมัน, %	5.8	5.78	4.17	19.53
เอ็น, %	2.98	2.73	2.53	10.49
กระดูก, %	22.32	24.74	26.53	9.32

คุณภาพซาก

ผลการตรวจคุณภาพเนื้อ (เนื้อสันนอก) ของลูกโคจากตารางที่ 6 พบว่าลูกกลุ่มที่กินน้ำนมสดใช้แรงกด 54.49 นิวตันน้อยกว่า ($P<0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่ใช้แรงกด 72.5 นิวตัน แสดงว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดมีลักษณะของเนื้อที่อ่อนนุ่มกว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียม ทั้งนี้ น่าจะเนื่องมาจากลูกโคที่กินน้ำนมสดมีอายุน้อยกว่ากลุ่มที่กินน้ำนมเทียม ในส่วนรสชาติและกลิ่นในเนื้อสันนอกมีคะแนน 3.29 คะแนนดีกว่า ($P<0.05$) กลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียม ที่ได้รับคะแนน 2.75 และ 2.46 คะแนนตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพเนื้อโดยวิธีอื่นๆ เช่นแรงเคียน โคเลสเตอรอล ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำแล้วพบว่าคุณภาพเนื้อลูกโคไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับคุณภาพเนื้อ (เนื้อสะโพก) ของลูกโคจากตารางที่ 7 พบว่าแรงกด แรงเคียน โคเลสเตอรอล ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ รสชาติและกลิ่น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 คุณภาพเนื้อ (เนื้อสันนอก)

รายการ	นมสด	นมสด+นมเทียม	นมเทียม	CV %
แรงกด (นิวตัน)	54.49 ^a	64.45 ^{ab}	72.5 ^b	7.22
แรงเคียน (นิวตัน)	34.25	42.93	53.5	20.17
โคเลสเตอรอล (mg/100g)	41.17	41.85	47.25	9.44
การชิม				
1.ความนุ่ม	3.13	3.08	2.94	10.19
2.ความชุ่มฉ่ำ	3.29	3.21	3.12	10.02
3.รสชาติและกลิ่น	3.29 ^a	2.75 ^b	2.46 ^b	7.17

หมายเหตุ : ^{a, b, c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 คุณภาพเนื้อ (เนื้อสะโพก)

รายการ	นมสด	นมสด+นมเทียม	นมเทียม	CV %
แรงกด (นิวตัน)	90.31	101.94	121.83	7.22
แรงเคียน (นิวตัน)	36.83	42.56	43.11	10.06
โคเลสเตอรอล (mg/100g)	44.62	45.97	47.52	4.82
การชิม				
1.ความนุ่ม	2.8	2.5	2.44	14.5
2.ความชุ่มฉ่ำ	2.94	2.71	2.54	10.14
3.รสชาติและกลิ่น	2.75	2.75	2.42	7.57

สรุปผลการทดลอง

ผลของการทดลองใช้น้ำนมสด และน้ำนมเทียมเลี้ยงลูกโคนมเพศผู้ อายุประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อผลิตเนื้อลูกโควัยอ่อน (น้ำหนักตัวประมาณ 130 กิโลกรัม) สรุปผลได้ดังนี้

1. ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดมีอัตราการเจริญเติบโตได้วันละ 844.3 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า ($P < 0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่มีอัตราการเจริญเติบโต 658.3 และ 572.1 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ ส่วนลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม เปรียบเทียบกับกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมแล้วไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดใช้เวลาตลอดการทดลอง 113 วัน ต่ำกว่า ($P < 0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่ใช้เวลาตลอดการทดลอง 171 วัน และเมื่อเปรียบเทียบลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดกับกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม หรือกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมกับกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมแล้วปรากฏว่าใช้เวลาในการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม มีต้นทุนค่าน้ำนม 142.8 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำกว่า ($P < 0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดที่มีต้นทุนค่าน้ำนม 173.9 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม และเมื่อเปรียบเทียบลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดกับกลุ่มที่กินน้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมกับกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมแล้วปรากฏว่ามีต้นทุนค่าน้ำนมต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมมีต้นทุนรวมการผลิต 159.47 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำกว่า ($P < 0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดที่มีต้นทุนรวมการผลิต 187.95 บาทต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามต้นทุนรวมการผลิตระหว่างกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด+น้ำนมเทียมเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยน้ำนมเทียมแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5. ลักษณะซากของลูกโคทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าเปอร์เซ็นต์ซากเย็นของลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสด น้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมเฉลี่ย 56.18 54.65 และ 52.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

6. คุณภาพเนื้อของลูกโคทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าเนื้อสันนอกของลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดใช้แรงกดเท่ากับ 54.49 นิวตัน น้อยกว่า ($P < 0.05$) ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่ใช้แรงกด 72.5 นิวตัน ดังนั้น แสดงว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดมีลักษณะของเนื้อที่อ่อนนุ่มกว่าลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมทั้งนี้ น่าจะเนื่องมาจากลูกโคที่กินน้ำนมสดมีอายุน้อยกว่ากลุ่มที่กินน้ำนมเทียม ลูกโคกลุ่มที่กินน้ำนมสดมีรสชาติและกลิ่นในเนื้อสันนอกเท่ากับ 3.29 คะแนน ดีกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียม และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียมที่มีเท่ากับ 2.75 และ 2.46 คะแนนตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพ

ในด้านอื่นๆ ของเนื้อสันนอกเช่นแรงเคียน โคเลสเตอรอล ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และคุณภาพของเนื้อ สะโพก (แรงกด แรงเคียน โคเลสเตอรอล ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ รสชาติและกลิ่น) แล้วพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

7. การเลี้ยงลูกโคโดยให้กินน้ำนมสดทำให้ลูกโคมีอัตราการเจริญเติบโตสูง ใช้เวลาในการเลี้ยงน้อย คุณภาพเนื้อสูง แต่มีต้นทุนค่าน้ำนมและต้นทุนรวมการผลิตต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมสูง ในขณะที่การให้ลูกโคกินน้ำนมเทียมทำให้ลูกโคมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่า ใช้เวลาในการเลี้ยงนานกว่า และคุณภาพเนื้อต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่กินน้ำนมสดแต่มีต้นทุนค่าน้ำนมและต้นทุนรวมการผลิตต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่กินน้ำนมสด สำหรับกลุ่มที่กินน้ำนมสด+น้ำนมเทียมมีอัตราการเจริญเติบโต ระยะเวลาในการเลี้ยง และคุณภาพเนื้ออยู่ระหว่างกลุ่มที่กินน้ำนมสด และกลุ่มที่กินน้ำนมเทียม มีต้นทุนค่าน้ำนมและต้นทุนรวมการผลิตต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มที่กินน้ำนมสด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่กินน้ำนมเทียม

ข้อเสนอแนะ

ในการลงทุนเลี้ยงลูกโคเพื่อผลิตเนื้อนั้นต้องคำนึงถึงการให้ต้นทุนการผลิตที่น้อยแต่ให้กำไรหรือผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงผลการเลี้ยงลูกโคด้วยน้ำนมสดหรือน้ำนมเทียมจากการทดลองนี้พบว่า การเลี้ยงลูกโคด้วยน้ำนมสดร่วมกับน้ำนมเทียมมีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมต่ำที่สุดในขณะที่คุณภาพของเนื้อก็สูงไม่แตกต่างทางสถิติกับการเลี้ยงด้วยน้ำนมสดแต่อย่างใด ดังนั้นการเลี้ยงลูกโคเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพดีจากผลการทดลองนี้จึงแนะนำให้เลี้ยงลูกโคด้วยน้ำนมสดร่วมกับน้ำนมเทียมจะให้กำไรหรือผลตอบแทนที่ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์สารสนเทศ. 2546. สถิตินำเข้า/ส่งออก สินค้าปศุสัตว์ในรอบปี 2546 สถิติการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็ง ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. http://www.dld.go.th/ict/yearly/stat_2546/book/imex/imex_03.xls.

ศูนย์สารสนเทศ. 2547. สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ปี 2547. ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทยปี 2547 จำนวนโคนม. ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly_2547/.html.

- ศูนย์สารสนเทศ. 2548. สถิตินำเข้า/ส่งออก สินค้าปศุสัตว์ในรอบปี 2548 สถิติการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็ง. ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. <http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly2548/book/ime>.
- ศูนย์สารสนเทศ. 2549. สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ปี 2549. ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทยปี 2549 จำนวนโคนม. ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. <http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly2549/stock/rep>.
- ศูนย์สารสนเทศ. 2550. สถิตินำเข้า/ส่งออก สินค้าปศุสัตว์ในรอบปี 2550 สถิติการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็ง. ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. <http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly2550/imex/imex>.
- ชวนิศนดากร วรวรรณ. 2520. การเลี้ยงโคนม. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด กรุงเทพมหานคร. 307 หน้า.
- ธวัชชัย อินทรตุล. 2526. เอกสารประกอบการฝึกอบรมระดับเจ้าหน้าที่ หลักสูตรการเลี้ยงโคนม ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่. 162 หน้า.
- สมศักดิ์ เกาทอง วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย ปริญา จเรรัตน์. 2546. การทดสอบและสถิติการจัดการแปลงหญ้ากินนีสีม่วงแบบปราณีตในฟาร์มโคนมของเกษตรกรรายย่อย. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 43 – 55.
- วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย สมศักดิ์ เกาทอง บวร เสนะเกตุ. 2550. การทดสอบการใช้หญ้าเนเปียร์หมักเลี้ยงแม่โครีดนมในฟาร์มโคนมของเกษตรกรรายย่อย. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 103 – 118.
- เชาวฤทธิ์ มาปะโท เมธา วรรณพัฒน์. 2550. ผลของน้ำมันพืชต่อประสิทธิภาพมูลและการผลิตน้ำนมในโครีดนม. การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 3 เรื่อง ยุคใหม่กับการเปลี่ยนแปลงปศุสัตว์ไทย. หน้า 267 – 278.
- ภาณุเดช สุทัศน์ ณ อยุธยา เสาวคนธ์ ไรจนสถิตย์ สวัสดิ์ อาตมากุล บุญทัน สุวรรณศรี. 2514. ผลของการใช้นมสด นมเทียม และนมสดกับอาหารผสมในการผลิตเนื้อลูกวัว. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิวัฒน์ ไชยชะอุ่ม ธนมน บุณณวงศ์ บวร เสนะเกตุ. 2550. การใช้อาหารโปรตีนจากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้นลูกโคนมเพศผู้. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 51 – 61.

สำราญ วิจิตรพันธ์ วิทยา สุมามาลย์. 2551. ผลของการให้อาหารชั้น (Calf starter mix) และอาหารหยาบแก่ลูกโคนมที่อายุต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโต. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 24 – 35.

โอสถ นาคสกุล จีระวัชร เข้มสวัสดิ์ ศุภชัย อุดชาชน. 2547. การพัฒนานมเทียมเพื่อใช้เลี้ยงลูกโคนม. ข่าวสารพืชอาหารสัตว์ ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม – เมษายน 2547. หน้า 12 – 15.

Food Safety and Inspection Service, USDA. 1998. Safety of Veal from Farm to Table. Consumer Education and Information, May 1998. 8 pp.

การประเมินสัดส่วนของโปรตีนในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

พิมพาพร พลเสน^{1/} จำไพโร นามสีลี^{1/} ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสัดส่วนของโปรตีน (CP) ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยแบ่งสัดส่วนของโปรตีนในอาหารเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน หรือ RDP (Rumen degradable protein) ซึ่งประเมินโดยใช้เทคนิคถุงไนลอน และ ส่วนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมนแต่ย่อยได้ในทางเดินอาหารส่วนล่าง หรือ DUP (Digestible undegradable protein) ซึ่งคิดจาก 100-RDP-ADIP (Acid detergent insoluble protein) โดยอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลอง ได้แก่ วัตถุดิบอาหารสัตว์ และผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมรวม 19 ชนิด พืชอาหารสัตว์ ได้แก่ ถั่ว 9 ชนิด หญ้า 7 ชนิด และใบมันสำปะหลัง จากการทดลองพบว่า

ในกลุ่มของวัตถุดิบอาหารสัตว์ และผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม ตัวอย่างที่มีสัดส่วนของ RDP สูง (มากกว่า 70%) ได้แก่ รำข้าวสาลี รำข้าว และ รำถั่วเหลือง รองลงมา คือ ในช่วง 61–70 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากเบียร์แห้ง กากเมล็ดนุ่น และ ปลาป่น ในช่วง 51–60 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากเมล็ดฝ้าย กากมะเขือเทศ และเปลือกถั่วลิสง ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เมล็ดฝ้าย ข้าวโพดบด รำเดือย กากมะพร้าว และ กากเนื้อในปาล์ม สำหรับสัดส่วนของ DUP พบว่าตัวอย่างที่มี DUP สูงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากปาล์มรวม กากเนื้อในปาล์ม กากมะพร้าว ข้าวโพด รำเดือย ในช่วง 31–50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เมล็ดฝ้าย กากเมล็ดฝ้าย ปลาป่น กากเนื้อในปาล์ม (อัดน้ำมัน) และ กากถั่วเหลือง และน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ รำถั่วเหลือง กากมะเขือเทศ กากเบียร์แห้ง กากเมล็ดนุ่น รำข้าว รำข้าวสาลี เปลือกถั่วลิสง และกากน้ำมันปาล์ม

ในพืชอาหารสัตว์ พบว่าพืชในกลุ่มถั่วมีสัดส่วนของ RDP อยู่ในช่วง 37–65 เปอร์เซ็นต์ หรือเฉลี่ย 52.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มหญ้า ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 27–59 เปอร์เซ็นต์ หรือเฉลี่ย 38.1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากถั่วมีอัตราการย่อยสลายของ CP ในกระเพาะรูเมนโดยเฉลี่ยที่เร็วกว่าหญ้า พืชในกลุ่มถั่วจึงมีสัดส่วนของ DUP โดยเฉลี่ยที่ต่ำกว่าหญ้า คือมีค่า 36.2 เปอร์เซ็นต์ ในถั่ว และ 51.5 เปอร์เซ็นต์ในหญ้า ส่วนตัวอย่างใบมันสำปะหลังมีสัดส่วนของ RDP และ DUP อยู่ในช่วงของกลุ่มถั่ว คือมีค่า 53.8 และ 34.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

คำสำคัญ : สัดส่วนโปรตีน การย่อยสลายในกระเพาะรูเมน อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

เลขทะเบียนวิจัย 44(1) – 0514 – 019

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

^{2/} สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อ.เชียงยืน จ.มหาสารคาม

Evaluation of protein fractions in ruminant feeds

Pimpaporn Pholsen^{1/} Rumphrai Namselee^{1/} Taweesak Cheunprecha^{2/}

Abstract

The aim of this experiment was to evaluate the fraction of protein (CP) content in some ruminant feed in Thailand. The feed included 19 kinds of concentrate and agricultural and industrial byproducts, 9 kinds of legume forage, 7 kinds of grass and a sample of cassava leaves. The fractions were divided into 2 portions; available rumen degradable protein (RDP) which determined by using nylon bag technique and digestible undegradable protein (DUP) which determined by 100–RDP–ADIP (acid detergent insoluble protein).

The fraction of RDP and DUP of the feed were widely varied. In concentrate and byproducts group, the samples that contained high RDP fraction, more than 70% CP, were found in rice bran (RB), wheat brand (WB) and soybean bran (SBB), 61 to 70% in soy bean meal (SBM), dried brewery' s grain (DBG), kapok seed meal (KSM) palm oil sludge (POS) and fish meal (FM), 51 to 60% in cotton seed meal (CSM), tomato pomace (TM) and peanut seed pod (PP), and less than 50% in cotton seed (CS), ground corn (GC), job's tears bran (JTB), coconut meal (CM), palm kernel meal (PKM) and palm meal (PM). While DUP fraction, the samples that contained more than 50% of DUP were PM, PKM (solvent extract), CM, GC and JTB, 30 to 50% were CS, PM, CSM, FM, PKM (expeller), and SBM, and less than 30% were SBB, TM, DBG, KSM, RB, WB, PP and POS.

In forage samples, when divided into legume and grass, the fraction of RDP in legume was higher than those in grass. The value was raging from 37 to 65% with the average of 52.8% where as in grass the value was ranging from 27 to 59% with the average of 38.1%. The higher RDP in legume was due to the higher rumen degradation rate. This leads to lower DUP fraction in legume than those in grass (average 34.0% compared to 53.8%). For cassava leaves sample, the fraction values were similar to the legume with 53.8% and 34.0% for RDP and DUP, respectively.

Keywords : protein fraction, rumen degradation, ruminant feed

Research project No. 44(1) – 0514 – 019

^{1/} Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center

^{2/} Mahasarakam Animal Nutrition and Development Station

คำนำ

โปรตีนเป็นแหล่งของกรดอะมิโน และไนโตรเจนในอาหาร ซึ่งจำเป็นสำหรับสัตว์ในการเจริญเติบโตและการผลิตเนื้อ นม ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง โปรตีนนอกจากจำเป็นสำหรับตัวสัตว์เองแล้วยังจำเป็นสำหรับ จุลินทรีย์ ที่ย่อยสลายอาหารในกระเพาะรูเมนหรือกระเพาะหมักด้วย โปรตีนหยาบ หรือ Crude protein (CP) ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อาจแบ่งตามปริมาณการย่อยสลายได้เร็วหรือช้าในกระเพาะรูเมน โปรตีนหยาบส่วนที่ละลาย และส่วนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน (Rumen degradability protein, RDP) จะเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้สามารถย่อยเยื่อใยในอาหารทำให้เกิดสารอาหาร เช่น กรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acids) ที่สัตว์ดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ ตัวจุลินทรีย์ที่เจริญเพิ่มจำนวนเมื่อไหลผ่านจากกระเพาะรูเมน ก็จะเป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญสำหรับตัวสัตว์ โดยจะถูกย่อยโดยน้ำย่อยเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโน และดูดซึมในทางเดินอาหารส่วนล่าง สัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้มากเกินไป หรือไม่สมดุลกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับ ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียโปรตีนไปในรูปแอมโมเนีย ซึ่งจะถูกรูดซึมเข้าไปในกระแสเลือดเปลี่ยนเป็นยูเรียในตับ และถูกขับออกทางปัสสาวะ สำหรับโปรตีนส่วนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน หรือที่เรียกว่า by-pass protein นั้น เมื่อไหลผ่านออกมาจากกระเพาะรูเมน ก็จะถูกย่อย และดูดซึมในทางเดินอาหารส่วนล่างเข้าสู่ตัวสัตว์โดยตรง เช่นเดียวกับโปรตีนจาก จุลินทรีย์ (McDonald และคณะ, 1995)

ปัจจุบันในการประกอบสูตรอาหารจะพยายามจัดให้มีความสมดุลระหว่างปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน กับปริมาณคาร์โบไฮเดรต เพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่และผลิตโปรตีนจากจุลินทรีย์ได้สูงสุด โดยให้มีการสูญเสียโปรตีนในรูปของแอมโมเนียน้อยที่สุด เพื่อให้มีปริมาณโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายสามารถไหลผ่านจากกระเพาะรูเมนเป็นโปรตีนเสริมให้แก่ตัวสัตว์ได้ตามความต้องการ ดังนั้นการทราบถึงสัดส่วนการย่อยสลายของโปรตีนอาหารสัตว์ในกระเพาะรูเมน จึงเป็นข้อมูลที่มีความ สำคัญอย่างหนึ่ง สำหรับนำไปใช้ในการประกอบสูตรอาหาร ทั้งนี้เพื่อให้สามารถใช้โปรตีนในอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนการย่อยสลายของโปรตีนในอาหารสัตว์ของประเทศไทย ยังมีอยู่น้อยมาก ส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลของต่างประเทศ เช่น NRC ซึ่งมักจะมีชนิดวัตถุดิบที่แตกต่างกัน การทดลองนี้จึงเป็นการศึกษาถึงสัดส่วนการย่อยสลายของโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ ที่ใช้ในประเทศไทย โดยวิธีเทคนิคถุงในลอน แบ่งโปรตีน (Crude protein, CP) ออกเป็น 2 ส่วนคือ โปรตีนที่สามารถแตกตัวหรือย่อยสลายในกระเพาะรูเมน หรือ (Rumen

degraded protein, RDP) และ โปรตีนส่วนที่ไม่ถูกย่อยสลายและไหลผ่านมาย่อยในทางเดินอาหาร
ส่วนล่าง หรือ (Digestible undegraded protein, DUP)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลองแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

ก. กลุ่มวัตถุดิบอาหารสัตว์ และผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม ได้แก่ กากถั่วเหลือง (Soybean meal) กากปาล์มรวม (Palm meal) กากเนื้อในปาล์ม (Palm kernel meal) ชนิดอัดน้ำมัน และ สกัดน้ำมัน กากน้ำมันปาล์ม (Palm oil sludge) กากเมล็ดฝ้าย (Cotton seed meal) กากเมล็ดนุ่น (Kapok seed meal) กากมะพร้าว (Coconut meal) ชนิดอัดน้ำมัน และสกัดน้ำมัน กากเบียร์แห้ง (Dried brewer's grain) กากมะเขือเทศ (Tomato pomace) รำข้าวสาลี (Wheat bran) รำข้าว (Rice bran) เมล็ดฝ้าย (Cotton seed) รำถั่วเหลือง (Soybean bran) รำเด็ดย (Job' tears bran) เมล็ดข้าวโพดบด (Ground corn) เปลือกฝักถั่วลิสง (Peanut pod husk) และ ปลาป่น (Fish meal)

ข. กลุ่มพืชอาหารสัตว์ ได้แก่ ถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) ถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) ถั่วคาวาลเคด (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) ถั่วไมยรา (*Desmanthus virgatus*) ถั่วลิสงเถา (*Arachis pintoii*) ถั่วลิสงนา (*Alysicarpus vaginalis*) ถั่วอัลฟัลฟา (*Medicago sativa*) ใบกระถิน (*leucaena leaves*) ใบทองหลวง (*Erythrina subumbrans*) ใบมันสำปะหลัง (Cassava leaves) หญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum* TD 58) หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) หญ้ากรีนพานิค (*Panicum maximum* var *trichroglume*) หญ้าแพงโกล่า (*Digitaria eriantha*) หญ้าชิกแนลเล็ช (*Brachiaria humidicola*) หญ้าอะตราตัม (*Paspalum atratum*) และ หญ้าขน (*Brachiaria mutica*)

ศึกษาสัดส่วนของโปรตีน (Crude protein, CP) ในอาหารสัตว์ โดยแบ่งส่วนของโปรตีนเป็น 2 ส่วนคือ (1) โปรตีนที่สามารถย่อยสลายหรือแตกตัวได้ในกระเพาะรูเมน หรือ RDP (Rumen Degradable Protein) และ (2) โปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมนและสามารถย่อยได้ในทางเดินอาหารส่วนล่าง หรือ DUP (Digestible Undegraded Protein)

การประเมินสัดส่วนของ RDP

ประเมินโดยวิธีใช้ถุงไนลอน (Nylon bag technique) ตามวิธีของ Orskov และคณะ (1980) โดยการชั่งตัวอย่างที่บดผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ใส่ในถุงไนลอน ขนาด 8 x 13 เซนติเมตร (ขนาดของรู 58 ไมครอน) โดยใช้น้ำหนักตัวอย่างถุงละ 3 – 4 กรัม มัดปากถุงผูกรวมกันเป็นพวง แล้วนำไปผูกต่อปลายเชือกไนลอนที่มีขนาดยาวประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร และมีโซ่ถ่วงที่ปลาย แล้วนำไปจุ่มในกระเพาะรูเมนของโคברהมีนเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัว เป็นระยะเวลา 0 2 4 8 12 24 และ 48 ชั่วโมง โดยทำการจุ่มถุงทั้งหมดลงในกระเพาะเวลาประมาณ 8.00 น. ก่อนให้อาหาร เมื่อครบกำหนดเวลานำถุงออกมาล้างจนน้ำที่ล้างใส แล้วจึงนำไปอบที่อุณหภูมิ 60

องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ หลังอบนำถุงมาชั่งน้ำหนัก และนำอาหารที่เหลือในถุงของโคแต่ละตัวนำมารวมกัน แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน เพื่อคำนวณปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนแต่ละช่วงเวลา

ประเมินปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนจากลักษณะกราฟการย่อยสลายของโปรตีนแต่ละช่วงเวลา โดยใช้สมการที่ 1

$$p = a + b(1 - e^{-ct}) \dots\dots\dots (1)$$

โดยที่ p เป็นปริมาณการย่อยสลายที่เวลา t (%)

a เป็นปริมาณโปรตีนส่วนที่ย่อยสลายที่เวลา t = 0 (%) หรือส่วนที่ละลายได้

b เป็นปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (%)

c เป็นอัตราการย่อยสลายในส่วนของ b (%/h)

คำนวณค่า a, b และ c โดยใช้ NLIN ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1996) และ ประเมินสัดส่วนการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (RDP) ที่ยังคงเหลืออยู่ ในสภาพที่มีการไหลของอาหารออกจากกระเพาะรูเมนตลอดเวลา หรือ Effective degradability โดยใช้สมการที่ 2

$$RDP = a + bc / (k + c) \dots\dots\dots (2)$$

โดยที่ ค่า a, b และ c เป็นค่าที่ได้จากสมการที่ (1) ส่วนค่า k เป็นค่าการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะ รูเมน (rumen outflow rate) โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.5 h^{-1} ซึ่งประมาณว่าเป็นระดับที่เมื่อสัตว์ได้รับอาหารในระดับ เจริญเติบโต (Webster, 1992)

การประเมินสัดส่วน DUP

ประเมินจากปริมาณโปรตีนส่วนที่เหลือหลังจากการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน ($100 - RDP$) หรือ by-pass protein หักลบจากส่วนของโปรตีนที่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ หรือ ADIP (Acid detergent insoluble protein) ออก ตามสมการที่ 3

$$\% \text{ DUP} = 100 - \%RDP - \% \text{ ADIP} \dots\dots\dots (3)$$

โดยที่ปริมาณของ ADIP ซึ่งเป็นปริมาณโปรตีนที่รวมตัวอยู่ในส่วนของเยื่อใย ADF ประเมินโดยวิธีทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีของ Licitra *et al.* (1996) และ โปรตีน (CP, $N \times 6.25$) โดยวิธี Kjeldahl

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. กลุ่มวัตถุดิบอาหารสัตว์และผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม

1.1 ปริมาณโปรตีน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ของตัวอย่างอาหารสัตว์จำนวน 19 ชนิดที่นำมาทดสอบ (ตารางที่ 1) พบว่า มีโปรตีนหยาบค่อนข้างแตกต่างกันมาก โดยตัวอย่างที่มีโปรตีนสูงสุดคือ ปลาป่น (62.2 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นโปรตีนจากสัตว์ รองลงมาเป็นโปรตีนที่ได้จากเมล็ดพืชหลังการสกัดน้ำมัน คือ กากถั่วเหลือง (50.1 เปอร์เซ็นต์) กากเมล็ดฝ้าย (48.8 เปอร์เซ็นต์) รำถั่วเหลือง (42.6 เปอร์เซ็นต์) และ กากเมล็ดนุ่น (36.9 เปอร์เซ็นต์) ตามด้วยกลุ่มตัวอย่าง กากเบียร์ กากมะพร้าว กากมะเขือเทศ ซึ่งมีโปรตีนในช่วง 20 – 25 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนระดับปานกลาง (14 – 19 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ เมล็ดฝ้าย รำเดือย กากเนื้อในปาล์ม รำข้าวสาลี รำข้าว และ โปรตีนค่อนข้างต่ำ (8 – 10 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ ข้าวโพดบด เปลือกฝักถั่วลิสง และ กากปาล์มรวม

ส่วนปริมาณโปรตีนในส่วนที่ติดอยู่ในส่วนของเยื่อใย ADF หรือ ADIP ซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่สัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ตารางที่ 1) พบว่า ตัวอย่างปลาป่น จะมีปริมาณน้อยมากเพียง 0.29 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง หรือ 0.47 เปอร์เซ็นต์ ของ CP เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนที่มาจากสัตว์ ส่วนตัวอย่างที่เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชพบว่ามีค่าค่อนข้างหลากหลาย ตั้งแต่ 0.26 – 5.95 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งหรือ 1.2 – 42 เปอร์เซ็นต์ ของ CP โดยตัวอย่างที่พบว่ามี ADIP สูงสุดคือกากน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นส่วนที่ได้จากการกรองน้ำมันประกอบด้วยชิ้นส่วนขนาดเล็กกละเอียดของกะลา เส้นใย และเนื้อของผลปาล์มที่แขวนลอย น้ำมันบางส่วน และเศษผงดิน ส่วนตัวอย่างที่มี ADIP ในระดับ รองลงมาได้แก่ กากปาล์มชนิดอื่นๆ กากมะเขือเทศ เปลือกฝักถั่วลิสง กากเมล็ดนุ่น ส่วนตัวอย่างที่มี ADIP ต่ำ (น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์) คือ กากเมล็ดฝ้าย กากถั่วเหลือง รำถั่วเหลือง รำข้าว รำข้าวสาลี และ ข้าวโพดบด

1.2 สัดส่วนของ RDP

อาหารแต่ละชนิดจะมีลักษณะการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะรูเมนที่ต่างกัน ทั้งส่วนที่ย่อยสลายได้ทันที หรือส่วนที่ละลายได้ (a) ส่วนที่สามารถย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน (b) และอัตราการย่อยสลาย (c) ซึ่งส่งผลให้สัดส่วนของโปรตีนที่ย่อยสลายได้จริงในกระเพาะรูเมน หรือ RDP รวมทั้งส่วนที่ผ่านไปย่อยในทางเดินอาหารส่วนล่าง หรือ UDP มีค่าที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีน (CP) โปรตีนที่ย่อยไม่ได้ (ADIP) ลักษณะการย่อยสลาย สัดส่วนของ RDP และ DUP ของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ชนิดวัตถุดิบอาหารสัตว์	CP	ADIP	ADIP	การย่อยสลายในกระเพาะรูเมน			RDP	DUP
	(% of	(% of	(% of	a	b	c	(% of	(% of
	DM)	DM)	CP)	(% of CP)	(% of CP)	(% / h)	CP)	CP)
ปลาป่น	62.2	0.29	0.47	46.0	44.6	0.031	63.1	36.4
กากมะพร้าว (อัดน้ำมัน)	21.1	1.83	8.69	8.2	91.8	0.025	38.6	52.7
กากมะพร้าว (สกัดน้ำมัน)	22.7	2.34	10.3	6.7	93.3	0.019	32.4	57.3
กากเมล็ดนุ่น	36.9	3.76	10.2	17.3	68.8	0.110	64.5	25.3
กากเมล็ดฝ้าย	48.8	0.91	1.85	41.8	58.2	0.023	59.8	38.3
กากถั่วเหลือง	50.1	0.90	1.79	5.2	94.1	0.091	65.8	32.4
กากปาล์มรวม	8.5	2.17	25.5	-6.9	48.5	0.026	9.8	64.7
กากเนื้อในปาล์ม (สกัดน้ำมัน)	17.1	2.64	15.4	2.6	97.4	0.024	33.9	50.7
กากเนื้อในปาล์ม (อัดน้ำมัน)	15.6	4.02	25.8	17.3	82.7	0.017	38.2	35.9
กากน้ำมันปาล์ม	14.1	5.95	42.2	29.5	54.8	0.079	63.1	-5.3
กากเบียร์แห้ง	24.6	1.96	7.98	31.6	58.4	0.070	65.7	26.4
กากมะเขือเทศ	21.0	4.18	19.9	18.4	61.0	0.078	55.6	24.5
รำถั่วเหลือง	42.6	0.53	1.24	27.0	73.0	0.077	71.2	27.5
รำข้าวสาลี	15.8	0.32	2.04	32.2	59.4	0.237	81.3	16.7
รำข้าว	14.5	0.59	4.06	36.4	49.3	0.137	72.6	23.4
รำเดือย	18.6	1.34	7.26	20.2	64.9	0.021	39.5	53.3
เปลือกฝักถั่วลิสง	9.3	2.75	29.6	35.5	28.4	0.139	56.4	14.0
เมล็ดฝ้าย	18.8	1.53	8.15	25.3	73.1	0.023	48.2	43.6
ข้าวโพดบด	9.2	0.26	2.80	21.2	78.8	0.017	41.3	55.9

CP – โปรตีนหยาบ, ADIP – Acid detergent insoluble protein, DM = dry matter

a - ปริมาณโปรตีนส่วนที่ละลายได้หรือย่อยสลายได้ทันที (%), b - ปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (%)

c - อัตราการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (%/h) RDP – ปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะรูเมน

คำนวณโดย $RDP = a + bc/(c+k)$ โดยที่ k เป็นอัตราการไหลผ่านของอาหาร 0.05%/h

DUP – ปริมาณโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมนและย่อยได้ในทางเดินอาหารส่วนล่าง ($100 - RDP - ADIP$)

สัดส่วนของโปรตีนที่ย่อยสลายได้ง่าย (a) พบว่า กลุ่มที่มีสัดส่วนของ a สูง (มากกว่า 30%) ได้แก่ ปลาป่น กากเมล็ดฝ้าย รำข้าว รำข้าวสาลี เปลือกถั่วลิสง และกากเปียร์แห้ง กลุ่มที่อยู่ในระดับปานกลาง (15 – 30 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ กากน้ำมันปาล์ม รำถั่วเหลือง เมล็ดฝ้าย ข้าวโพดบด กากมะเขือเทศ กากเมล็ดถั่ว กากเนื้อในปาล์ม (อัดน้ำมัน) ส่วนกลุ่มที่มีค่าต่ำ (น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ กากมะพร้าว กากถั่วเหลือง กากเนื้อในปาล์ม (สกัดน้ำมัน) และกากปาล์มรวม

สำหรับสัดส่วนที่สามารถย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน (b) พบว่า แม้จะมีความแปรปรวนค่อนข้างมาก (28 – 97 เปอร์เซ็นต์) แต่ตัวอย่างเกือบทุกชนิดมีศักยภาพในการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (a + b) ที่ค่อนข้างสูง (70 – 100 เปอร์เซ็นต์) ยกเว้น เปลือกฝักถั่วลิสง และ กากปาล์มรวม ซึ่งเป็นอาหารที่มีโปรตีนในระดับต่ำ และเยื่อใยสูง

ส่วนอัตราการย่อยสลาย (c) กลุ่มตัวอย่างที่มีอัตราการย่อยสลายสูง (มากกว่า 0.1%/h) ได้แก่ รำข้าวสาลี รำข้าว เปลือกฝักถั่วลิสง และ กากเมล็ดถั่ว อัตราการย่อยได้ในระดับปานกลาง (0.07 – 0.09 %/ h) ได้แก่ กากมะเขือเทศ กากถั่วเหลือง กากน้ำมันปาล์ม รำถั่วเหลือง และกากเปียร์แห้ง และในระดับต่ำ (0.02 – 0.03%/h) ได้แก่ ปลาป่น กากเนื้อในปาล์ม กากปาล์มรวม กากมะพร้าว เมล็ดฝ้าย รำเดือย และข้าวโพดบด

เมื่อประเมินเป็นสัดส่วนการย่อยสลายที่ยังคงอยู่ในกระเพาะรูเมน (RDP) โดยคิดอัตราการไหลผ่านจากกระเพาะรูเมนที่ 0.05%/h พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มี RDP สูงมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ รำข้าวสาลี รำข้าว และ รำถั่วเหลือง เนื่องจากมีทั้งสัดส่วนของ a และอัตราการย่อยสลาย (c) ที่สูงโดยเฉพาะในรำข้าวสาลี ส่วนกลุ่มที่มีค่า RDP ในช่วง 60–70 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากเปียร์แห้ง กากเมล็ดถั่ว กากน้ำมันปาล์ม และ ปลาป่น ในช่วง 50–60 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากเมล็ดฝ้าย กากมะเขือเทศ และเปลือกถั่วลิสง ในช่วง 30–50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เมล็ดฝ้าย ข้าวโพดบด รำเดือย กากมะพร้าว และ กากเนื้อในปาล์ม ส่วนกากปาล์มรวมพบว่ามีค่า RDP ต่ำสุดเพียง 9.8 เปอร์เซ็นต์

ค่า RDP ประเมินได้จากการทดลองนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองของ Batajoo and Shaver (1998) พบว่าค่า RDP ของกากถั่วเหลือง และ ข้าวโพดบด มีค่าที่ใกล้เคียงกัน (คือ 65.8 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 62.9 เปอร์เซ็นต์ ในกากถั่วเหลือง และ 41.3 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 40.0 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวโพดบด) แต่มีค่า RDP ของกากเปียร์แห้งที่ค่อนข้างต่างกัน (65.7 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 48.9 เปอร์เซ็นต์) ค่าที่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และกระบวนการผลิตอาจแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความร้อนในกระบวนการผลิตซึ่งจะมีผลทำให้สัดส่วนการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะรูเมนลดลง (Broderick and Craig, 1980) ส่วนค่า RDP ของรำข้าวสาลีใกล้เคียงกับการทดลองของ Kandylis and Fegeros (1986) คือ 81.3 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 82.0 เปอร์เซ็นต์

1.3 สัดส่วนของ DUP

พบว่า กลุ่มที่มีสัดส่วนของ DUP มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากปาล์มรวม กากเนื้อในปาล์ม กากมะพร้าว ข้าวโพด รำเด็ย ในช่วง 30–50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เมล็ดฝ้าย กากเมล็ดฝ้าย ปลาป่น กากเนื้อในปาล์ม (อัดน้ำมัน) และ กากถั่วเหลือง และกลุ่มที่ให้น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ รำถั่วเหลือง กากมะเขือเทศ กากเปียร์แห้ง กากเมล็ดนุ่น รำข้าว รำข้าวสาลี และ เปลือกถั่วลิสง ส่วนกากน้ำมันปาล์มพบว่ามีสัดส่วน DUP ที่น้อยมากหรือไม่มี ทั้งนี้เนื่องจากกากน้ำมันปาล์มมีสัดส่วนของ ADIP ที่สูงมากถึง 42 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีน

อย่างไรก็ตามเมื่อประเมินสัดส่วนของ DUP เป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ พบว่า ตัวอย่างที่ให้ DUP สูงมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ปลาป่น กากเมล็ดฝ้าย กากถั่วเหลือง กากมะพร้าว และ รำถั่วเหลือง โดยปลาป่นมีปริมาณ DUP มากสูงสุดถึง 22.7 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากปลาป่นมีโปรตีนสูงถึง 62.2 เปอร์เซ็นต์

เมื่อเปรียบเทียบค่า DUP ที่ได้จากการทดลองนี้กับค่า Ruminal undegradability of CP ที่แสดงในตารางส่วนประกอบของอาหารของ NRC (National Research Council, 1996) พบว่ามีหลายค่าที่ใกล้เคียงกันคือ กากเมล็ดฝ้าย (38 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 43 เปอร์เซ็นต์) กากถั่วเหลือง (32 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 34 เปอร์เซ็นต์) รำข้าวสาลี (17 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 20 เปอร์เซ็นต์) รำข้าว (23 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 25 เปอร์เซ็นต์) และข้าวโพดบด (56 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 55 เปอร์เซ็นต์) ส่วนตัวอย่างที่มีค่าที่ค่อนข้างแตกต่างกันมากได้แก่ ปลาป่น (36 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 60 เปอร์เซ็นต์) กากเปียร์แห้ง (28 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 50 เปอร์เซ็นต์) และ เมล็ดฝ้าย (44 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 27 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งอาจเนื่องจากความแตกต่างกระบวนการผลิต หรือ ชนิดพันธุ์ที่มาของวัตถุดิบ ส่วนค่าของวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ ไม่มีแสดงในตารางของ NRC

2. พืชอาหารสัตว์ (ตารางที่ 2)

2.1 ปริมาณโปรตีน (CP)

ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ มีช่วงโปรตีนที่ค่อนข้างกว้าง ทั้งในกลุ่มถั่วและกลุ่มหญ้า โดยกลุ่มถั่วอาหารสัตว์ (จำนวน 13 ตัวอย่าง) มีโปรตีนอยู่ในช่วง 10–25 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 17.0 ± 4.6 เปอร์เซ็นต์) โดย ถั่วใบกระถิน และถั่วอัลฟัลฟา มีโปรตีนสูงสุด และกลุ่มหญ้า (จำนวน 8 ตัวอย่าง) มีโปรตีนอยู่ในช่วง 8 – 20 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 10.9 ± 4.3 เปอร์เซ็นต์) โดยหญ้างินนิสมีโปรตีนสูงสุด ซึ่งเป็นตัวอย่างจากแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูง ส่วนใบมันสำปะหลังมีระดับโปรตีนค่อนข้างสูง (17.6 เปอร์เซ็นต์) เทียบเท่ากับตัวอย่างกลุ่มถั่ว

ส่วนปริมาณโปรตีนส่วนที่ย่อยไม่ได้ (ADIP) ตัวอย่างในกลุ่มถั่วจะมีปริมาณ ADIP ที่ค่อนข้างสูงกว่ากลุ่มหญ้า คืออยู่ในช่วง 0.8 – 4.4 เปอร์เซ็นต์ หรือ เฉลี่ย 1.9 ± 0.9 เปอร์เซ็นต์ โดยตัวอย่างของถั่วไมยรา มีปริมาณสูงสุด ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างหญ้าจะมีปริมาณ ADIP อยู่ในช่วง 0.57 – 1.75 เปอร์เซ็นต์ หรือ เฉลี่ย 1.0 ± 0.4 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง แต่เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์ของ CP แล้วพบว่าทั้งกลุ่มถั่วและกลุ่มหญ้ามียังมีปริมาณ ADIP ที่ใกล้เคียงกันคือมีค่าเฉลี่ย 11.3 และ 10.4 เปอร์เซ็นต์ ของ CP ในกลุ่มถั่วและกลุ่มหญ้าตามลำดับ

ปริมาณของ ADIP ในพืชอาหารสัตว์จะแตกต่างกันไปตามชนิด และ อายุของพืชซึ่งโดยทั่วไปแล้ว พืชที่มีอายุมากขึ้นจะมีปริมาณ ADIP เพิ่มขึ้น ซึ่ง Martens (1979) รายงานว่า 5 – 12 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนในพืชจะอยู่ในส่วนของ ADIP นอกจากนี้ปริมาณ ADIP ในพืชอาหารสัตว์ยังเกิดเพิ่มขึ้นได้จากความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ด้วย ถ้าสัดส่วนของ ADIP เมื่อคิดเป็น เปอร์เซ็นต์ของ CP มีค่าสูงคือ 15 หรือ มากกว่า แสดงว่าพืชนั้นอาจมีการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสูง จนทำให้มีความร้อนเกิดขึ้นมากเกินไป (Undersander และคณะ 2007)

2.2 สัดส่วนการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะรูเมน (RDP)

จากข้อมูลผลการทดลองเมื่อประเมินสัดส่วนการย่อยสลายโดยแบ่งแยกตามตัวอย่างกลุ่มถั่วและกลุ่มหญ้าและเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี group comparison พบว่า

ในกลุ่มถั่ว มีค่าเฉลี่ยโปรตีนในส่วนที่ย่อยสลายได้ง่าย (a) และสัดส่วนที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (b) ต่ำกว่ากลุ่มของหญ้าเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) คือกลุ่มถั่วมีค่าเฉลี่ยของ a และ b เท่ากับ 18.7 ± 9.3 และ 64.1 ± 13.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กลุ่มหญ้ามียังมีค่าเฉลี่ยของ a และ b เท่ากับ 18.7 ± 9.3 และ 64.1 ± 13.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีศักยภาพในการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (a+b) ที่สูงไม่แตกต่างกัน คือเฉลี่ย 82.9 ± 9.7 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มถั่ว และ 90.9 ± 11.9 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มหญ้า แต่ในกลุ่มถั่วจะมีอัตราการย่อยสลายที่เร็วกว่า ($p < 0.05$) ประมาณ 3 เท่า จึงทำให้ปริมาณ RDP โดยเฉลี่ยของกลุ่มถั่วมีค่าสูงกว่า ($p < 0.05$) กลุ่มหญ้า คือในกลุ่มถั่ว มีค่าอยู่ในช่วง 37 – 65 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 52.7 ± 7.6 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่กลุ่มหญ้าย่อยสลายในช่วง 27 – 59 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 38.1 ± 10.1 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามในตัวอย่างหญ้างินนิสมีม่วงที่มีปริมาณโปรตีนที่สูงมาก (20 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่ามีสัดส่วน RDP ที่ค่อนข้างสูงกว่าตัวอย่างหญ้างินนิสมีม่วงที่มีโปรตีนต่ำ (59.6 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 30.5 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้เนื่องจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ทำให้ปริมาณโปรตีนของพืชสูงขึ้นนั้น โปรตีนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ non protein nitrogen มากกว่า true protein (Cuomo และคณะ 1996) จึงทำให้สัดส่วนของ a สูงมาก (44.7 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งส่งผลให้สัดส่วนของ RDP สูงขึ้น Sharkar และ

คณะ (2004) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นในหญ้าจัมโบ้จะทำให้ค่า RDP สูงขึ้น เนื่องจากมีอัตราการย่อยสลาย (c) เร็วขึ้น โดยที่ค่าของ $a+b$ ไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีน (CP) และสัดส่วนของโปรตีนแยกตามการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของพืชอาหารสัตว์

ชนิดพืชอาหารสัตว์	CP	ADIP	ADIP	การย่อยสลายในกระเพาะรูเมน			RDP	DUP
	(% of	(% of	(% of	a	b	c	(% of	(% of
	DM)	DM)	CP)	(% of CP)	(% of CP)	(% / h)	CP)	CP)
ถั่วอาหารสัตว์								
ถั่วฮามาต้า								
ตัวอย่างที่ 1	19.4	0.5	2.7	13.3	76.3	0.089	62.1	36.2
ตัวอย่างที่ 2	12.5	2.0	16.1	6.7	69.3	0.093	51.8	32.1
ตัวอย่างที่ 3	16.3	1.6	9.7	23.2	66.6	0.068	61.6	26.7
ถั่วท่าพระสไตโล								
ตัวอย่างที่ 1	10.4	1.61	15.4	18.3	64.4	0.066	54.9	29.6
ตัวอย่างที่ 2	11.8	1.67	14.1	19.3	48.5	0.054	44.5	41.3
ตัวอย่างที่ 3	16.3	1.58	13.4	17.7	71.5	0.046	52.0	34.7
ตัวอย่างที่ 4	20.0	1.19	5.9	10.5	65.1	0.063	46.9	47.2
ถั่วท่าพระสไตโลหมัก	12.5	1.7	13.6	40.1	33.3	0.043	55.5	30.9
ถั่วลิสงนา								
ตัวอย่างที่ 1	18.8	2.65	14.1	17.0	68.1	0.044	49.0	36.9
ตัวอย่างที่ 2	21.7	1.68	7.7	20.2	68.4	0.084	63.1	29.1
ตัวอย่างที่ 3	15.5	1.14	7.4	26.4	52.2	0.043	50.5	42.2
ถั่วคาลวาลเคด	15.4	2.61	16.9	31.7	37.3	0.042	46.7	34.4
ถั่วลิสงเถา	13.1	1.65	12.6	6.4	79.4	0.044	43.7	43.7
ถั่วอัลฟัลฟา	24.6	0.75	3.0	21.4	74.1	0.058	61.3	35.6
ถั่วไมยรา	18.5	4.36	23.6	6.7	80.4	0.047	45.8	30.7
ใบกระถิน								
ตัวอย่างที่ 1	24.9	3.33	13.4	9.4	57.2	0.045	36.6	50.0
ตัวอย่างที่ 2	27.0	1.63	6.0	30.9	66.2	0.053	65.1	28.9
ใบทองหลาง	26.7	1.72	6.4	24.4	70.8	0.036	54.0	39.5
ใบมันสำปะหลัง	17.6	2.15	12.2	12.5	69.1	0.074	53.8	34.0

หมายเหตุ : คำอธิบายอักษรย่อเช่นเดียวกับตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีน (CP) และสัดส่วนของโปรตีนแยกตามการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของพืชอาหารสัตว์ (ต่อ)

ชนิดพืชอาหารสัตว์	CP	ADIP	ADIP	การย่อยสลายในกระเพาะรูเมน			RDP	DUP
	(% of	(% of	(% of	a	b	c	(% of	(% of
	DM)	DM)	CP)	(% of CP)	(% of CP)	(% /h)	CP)	CP)
หญ้าอาหารสัตว์								
หญ้างากรีนพานิค	12.4	0.8	6.5	9.5	77.2	0.026	36.9	57.6
หญ้างากรีนสีม่วง								
ตัวอย่างที่ 1	10.2	1.75	17.1	19.5	80.5	0.008	30.5	52.5
ตัวอย่างที่ 2	20.5	0.59	2.9	44.7	51.4	0.020	59.6	37.6
หญ้าแพงโกล่า	12.1	0.83	6.9	28.3	71.7	0.013	42.7	50.5
หญ้ารูซี่	7.5	1.12	14.9	20.5	45.3	0.028	36.6	48.4
หญ้าขน	8.3	1.39	16.6	20.1	70.4	0.006	27.5	55.8
หญ้าชิกแนลเลื่อย	7.8	0.57	7.3	16.6	83.4	0.011	31.4	61.3
หญ้าอะตราดัม	8.3	0.9	10.8	13.5	69.2	0.032	40.6	48.6

หมายเหตุ : คำอธิบายอักษรย่อเช่นเดียวกับตารางที่ 1

ในกลุ่มตัวอย่างถั่วท่าพระสไตโล พบว่าตัวอย่างที่เป็นถั่วท่าพระสไตโลหมัก มีสัดส่วนที่ย่อยสลายได้ง่าย (a) ที่สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่หมักประมาณเท่าตัว ซึ่งเป็นเพราะในกระบวนการหมักโปรตีนบางส่วนจะถูกย่อยสลายเป็นแอมโมเนีย จึงทำให้โปรตีนส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายมีสัดส่วนมากขึ้น ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับ งานทดลองของ Aufrere et al (2002) ที่รายงานว่าโปรตีนส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายในถั่ว red clover หมักจะสูงกว่าในถั่วสด ส่วนตัวอย่างใบมันสำปะหลังพบว่ามีสัดส่วนการย่อยสลายในลักษณะเดียวกับพืชในกลุ่มถั่ว

2.3 สัดส่วนของโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนและย่อยในทางเดินอาหารส่วนล่าง (DUP)

ในตัวอย่างกลุ่มถั่วจะมีค่า DUP เฉลี่ย 36.2 ± 6.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่า ($p < 0.05$) กลุ่มหญ้า ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 51.5 ± 7.2 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากถั่วมีสัดส่วนของโปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมนที่สูงกว่า อย่างไรก็ตามพืชในกลุ่มถั่วมีโปรตีนที่สูงกว่าหญ้าแม้จะมีสัดส่วนของ DUP ที่ต่ำกว่าแต่เมื่อคิดเป็นปริมาณโปรตีนแล้ว ปริมาณ UDP ของถั่วและหญ้าจะมีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันมากนัก กันคือเฉลี่ย 6.6 เปอร์เซ็นต์ ในถั่ว และ 5.4 เปอร์เซ็นต์ ในหญ้า

ปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนในพืชอาหารสัตว์จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดพืช อายุการใส่ปุ๋ย รวมทั้งปริมาณแทนนินในพืช (Julier และคณะ 2003) แต่โดยทั่วไปแล้วโปรตีนจากพืชอาหารสัตว์จะย่อยสลายได้มากโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ทำให้มีสัดส่วนของ DUP น้อย ซึ่งในสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงๆ จำเป็นต้องมีการเสริมด้วย by-pass protein เพื่อให้สัตว์ได้รับโปรตีนเพียงพอ

สรุปผลการทดลอง

จากการประเมินสัดส่วนของโปรตีนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (19 ชนิด) และพืชอาหารสัตว์ (ถั่ว 9 ชนิด หญ้า 7 ชนิด และอื่นๆ 1 ชนิด) โดยใช้เทคนิคถุงในลอนแบ่งสัดส่วนของโปรตีนเป็น 2 ส่วน คือ RDP (ส่วนที่ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน) และ DUP (ส่วนที่ผ่านจากการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนไปย่อยได้ในทางเดินอาหารส่วนล่าง) พบว่า

1. ในกลุ่มวัตถุดิบอาหารสัตว์และผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม มีปริมาณโปรตีน สัดส่วนของ RDP และ DUP ที่ค่อนข้างหลากหลาย โดยตัวอย่างที่มีสัดส่วนของ RDP สูง (มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ รำข้าวสาลี รำข้าว และ รำถั่วเหลือง รองลงมา คือ ในช่วง 61 – 70 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากเปียร์แห้ง กากเมล็ดนุ่น กากน้ำมันปาล์ม และ ปลาป่น ในช่วง 51 – 60 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากเมล็ดฝ้าย กากมะเขือเทศ และเปลือกฝักถั่วลิสง และต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เมล็ดฝ้าย ข้าวโพดบด รำเดือย กากมะพร้าว กากเนื้อในปาล์ม และ กากปาล์มรวม ส่วนปริมาณ DUP ตัวอย่างที่มีสัดส่วนของ DUP สูงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ กากปาล์มรวม กากเนื้อในปาล์ม (สกัดน้ำมัน) กากมะพร้าว ข้าวโพดบด และ รำเดือย กลุ่มที่อยู่ในช่วง 30 – 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เมล็ดฝ้าย กากเมล็ดฝ้าย ปลาป่น กากเนื้อในปาล์ม (อัดน้ำมัน) และ กากถั่วเหลือง และกลุ่มที่ให้น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ รำถั่วเหลือง กากมะเขือเทศ กากเปียร์แห้ง กากเมล็ดนุ่น รำข้าว รำข้าวสาลี เปลือกฝักถั่วลิสง และ กากน้ำมันปาล์ม

2. ในกลุ่มพืชอาหารสัตว์ ทั้งถั่วและหญ้ามียุทธภาพในการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนสูง โดยเฉลี่ย 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ แต่ถั่วมีอัตราการย่อยสลายโดยเฉลี่ยที่เร็วกว่าหญ้า จึงทำให้ตัวอย่างในกลุ่มถั่วมีสัดส่วนของ RDP เฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างหญ้า คือในกลุ่มถั่วมีค่าเฉลี่ย 52.8 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 37 – 65 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่กลุ่มหญ้ามียุทธภาพที่ต่ำกว่า 38.1 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 27 – 59 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อประเมินเป็นสัดส่วนของ DUP จึงทำให้หญ้ามียุทธภาพมีสัดส่วนของ DUP ที่สูงกว่าถั่ว คือมีค่าเฉลี่ย 51.5 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 37 – 61 เปอร์เซ็นต์) และ 36.2 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 26 – 50 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- Aufrere, J., D. Graviou and C. Derarquilly. 2002. Protein degradation in the rumen of red clover forage at various stages of growth and conserved as silage or wrapped big bales. *Reprod. Nutr. Dev.* 42: 229-572.
- Batajoo, K. K. and R. D. Shaver. 1997. In situ dry matter, crude protein, and starch degradabilities of selected grains and by-product feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.* 71 : 165-176.
- Broderick, G. A. and W. M. Craig. 1980. Effect of heat treatment on ruminal degradation and escape, and intestinal digestibility of cottonseed meal protein. *J. of Nutrition.* 110 (12) : 2381-2389.
- Cuomo, G. J., and B. E. Anderson. 1996. Nitrogen fertilization and burning effects on rumen protein degradation and nutritive value of mature grasses. *Agron. J.* 88:439.
- Julier, B., Guines F., Emile J. and C. Huyghe. 2003. Variation in protein degradability in dried forage legumes. *Anim. Res.* 52 : 401-412.
- Kandylis, K. and K. Fegeros. 1986. Estimation of effective protein degradability in sheep. *Review of Animal Production.* 22 (2) : 78-80.
- Licitra, G., Hernandez, T. M. and P. J. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.* 57 : 347–358.
- Martens, D. R. 1979. Adjusting heat-damaged protein to a CP basis. *J. Animal Sci.* 42: 259.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. and C. A. Morgan. 1995. *Animal Nutrition*. 5th Edition. Longman Singapore Publishers (Pre) Ltd.
- National Research Council. 1996. *Nutrient requirements of beef cattle*, 7th rev. edn. National Academy Press. Washington, D.C.
- Orskov, E. L., Hovell, F. D. Deb and F. Mould. 1980. The use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5 : 195 – 213.

- Sarkar, B., Islam, S. S., Khandaker, Z. H., Ershad, S. M. E., Ashraf, A. and M. H. Rashid. 2004. Degradation characteristics of crude protein and crude fibre of Jumbo grass grown in different nitrogen fertilizer doses. *J. of Biological Sciences*. 4(4) : 445-448.
- SAS. 1996. SAS for windows (Release 6.11) SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Undersander, D., Howard, W. T. and R. Shaver. 2007. Making forage analysis work for you in balancing livestock rations and marketing hay. A3325. Wisconsin country Extension office. Available from <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/alfalfa.htm>. 22/2/2007.
- Webster, A. J. F. 1992. The metabolizable protein system for ruminants. In Recent Advances in Animal Nutrition 1992. Eds. P. C. Gamsworthy, W. Haresigh and D. J. A. Cole. Butterworth- Heinemann.

การประเมินคุณค่าทางโภชนาของใบถั่วท่าพระสไตโลแห้ง

พิมพ์พร พลเสน^{1/} รำไพโร นามสีลี^{1/} สรายุทธ์ ไทยเกื้อ^{1/}

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาของใบถั่วท่าพระสไตโลแห้งที่ได้จากการตัดต้นถั่วที่อายุ 60 วันนำมาผึ่งแดดให้แห้ง และเคาะแยกเอาเฉพาะส่วนใบ โดยได้ทำการศึกษา ส่วนประกอบทางเคมี โภชนาที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ในโคברהมันโดยวิธี Total collection และวัดแก๊สจากการหายใจ โดยใช้ที่วัดแก๊สครอบส่วนหัว (indirect ventilated head hood) ประเมินค่าโภชนาที่ย่อยได้ของใบถั่วท่าพระสไตโล จากค่าการย่อยได้ของโภชนาที่เปลี่ยนไป ของโคที่กินหญ้ามูลาได้แห้ง ซึ่งใช้เป็นอาหารหยาบฐานเพียงอย่างเดียว และกินหญ้ามูลาได้แห้งร่วมกับใบถั่วท่าพระสไตโลแห้ง ในสัดส่วน 1 : 1 โดยทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่นในช่วงเดือน กรกฎาคม – สิงหาคม 2551 ผลการทดลองพบว่าใบถั่วท่าพระสไตโลมีส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน แล็กซีน เยื่อใย NDF ADF และ ลิกนิน เท่ากับ 20.4 9.3 43.7 31.1 และ 5.35 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบแห้ง ตามลำดับ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย NDF และ ADF เท่ากับ 63.1 66.4 67.4 61.8 และ 51.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมียอดโภชนาที่ย่อยได้ 59.9 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 8.31 MJ/kg ใบถั่วท่าพระสไตโลจึงจัดเป็นอาหารหยาบที่เป็นแหล่งโปรตีนที่ดีเนื่องจากมีโปรตีนสูง และโปรตีนสามารถย่อยได้ดี

คำสำคัญ : ใบถั่วท่าพระสไตโล คุณค่าทางโภชนา ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ยอดโภชนาที่ย่อยได้

เลขทะเบียนวิจัย 51(1) – 0214 – 028

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ต. ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40260

Nutritive values evaluation of *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 dry leaves

Pimpaporn Pholsen ^{1/} Rumphrai Namsilee ^{1/} Sarayut Thaikua ^{1/}

Abstract

The study was carried out at Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center during July to August 2008. The leaves of Stylo (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) were harvested by cutting the plant at 60 day intervals, dried in sun and beating to separate leaves. The nutrient digestibility and metabolizable energy (ME) content of Stylo dry leaves were determined in Brahman cattle by total collection and respiratory trial using indirect ventilated head hood, respectively. The digestibility of Stylo dry leaves were estimated from the change of nutrient digestibility of cattle fed Mulato (*Brachiaria hybrid* cv Mulato II) grass hay as basal diet to Mulato grass hay with Stylo dry leaves at the ratio of 1:1. The results revealed that the chemical compositions of Stylo leaves were 20.4, 9.3, 43.7, 31.1 and 5.35% of dry matter for crude protein, ash, NDF, ADF and ADL, respectively. The digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, NDF and ADF of Stylo dry leaves were 63.1 66.4 67.4 61.8 and 51.4%, respectively. The total digestible nutrient content in Stylo dry leaves was 59.9% and the metabolizable energy content was 8.31 MJ/kg. Stylo dry leaves could be used as a good source of protein since it contained high protein content with high digestibility.

Keywords : *Stylosanthes guianensis* CAIT 184 dry leaves, nutritive values, metabolizable energy, total digestible nutrient

Research Project No. 51(1) – 0214 – 028

^{1/} Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center, Thapra, Khon Kaen 40260

คำนำ

กองอาหารสัตว์ มีนโยบายที่จะจัดทำมาตรฐานการให้อาหารสัตว์ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง สำหรับประเทศไทยขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ทั้งในประเทศไทยและประเทศในภูมิภาคอินโดจีนสามารถใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ และพืชอาหารสัตว์ในท้องถิ่น นำมาใช้ประกอบสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของสัตว์ โดยในการจัดทำมาตรฐานนี้ได้รับความร่วมมือจากศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศญี่ปุ่น หรือ Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS) ให้การสนับสนุนทั้งด้านวิชาการและอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะทางด้านพลังงาน โดยการทำพระสไตโลเป็นถั่วพืชอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่เป็นเป้าหมายในการศึกษานี้

ถั่วทำพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) เป็นถั่วอาหารสัตว์พันธุ์หนึ่ง ที่กรมปศุสัตว์ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ เป็นถั่วทรงพุ่ม มีอายุ 2-3 ปี เจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิด ปรับตัวได้ดีในดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และค่อนข้างเป็นกรด ทนต่อความแห้งแล้ง และ ให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 1.5 – 2.5 ตันต่อไร่ (กรมปศุสัตว์, 2545) ถั่วทำพระสไตโลสามารถขยายพันธุ์ได้ง่ายโดยใช้เมล็ด และมีการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่าย จึงทำให้มีการนำถั่วทำพระสไตโลมาปลูกใช้เลี้ยงสัตว์กันอย่างแพร่หลาย โดยสามารถนำมาให้สัตว์กินได้หลายรูปแบบทั้งในรูปถั่วสด (โดยตัดให้กิน หรือป่นย่อยแช่เล็ม) ในรูปถั่วแห้ง และถั่วหมัก อย่างไรก็ตามในการทำถั่วแห้งนั้น ส่วนของใบถั่วมักจะร่วงได้ง่ายเมื่อนำมาตากแห้ง จึงสามารถเก็บรวบรวมได้ไม่มากนัก โดยในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนได้นำมาผลิตเป็นใบถั่วป่นเพื่อจำหน่ายใช้เลี้ยงสัตว์อย่างกว้างขวาง (Guodao และ Chakraborty, 2005) รายงานจากงานทดลองต่างๆ พบว่าใบถั่วทำพระสไตโล สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนได้ เช่น ในโคนม (เพ็ญศรี และ คณะ, 2546) ในอาหารสุกร (Keoboualapheth และ Mikled, 2003; Norachack และ คณะ, 2004) และ ในสัตว์ปีก (ปรัชญา และคณะ, 2545; ปรัชญา และ คณะ, 2547)

อย่างไรก็ตามการศึกษในเรื่องคุณค่าทางโภชนาการของใบถั่วทำพระสไตโล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหาร ยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำใบถั่วทำพระสไตโลไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการจัดทำตารางคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์ในประเทศไทย จึงควรได้ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของใบถั่วทำพระสไตโล

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การจัดเตรียมอาหารทดลอง

เตรียมใบถั่วท่าพระสไตโลแห้ง โดยตัดต้นถั่วที่อายุ 60 วัน จากแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ซึ่งทำการปลูกถั่วในปี 2550 โดยปลูกโรยเมล็ดเป็นแถวระยะห่างระหว่างแถว 80 เซนติเมตร ในพื้นที่ประมาณ 1 ไร่ และตัดต้นถั่วเพื่อเก็บรวบรวมใบรวมทั้งต้น 4 ครั้ง (คือ ในเดือน ตุลาคม ธันวาคม กุมภาพันธ์ และ เมษายน) ต้นถั่วที่ตัดได้แต่ละครั้งนำมาตากแดดจนแห้ง จากนั้นเคาะและเก็บรวบรวมเอาเฉพาะส่วนใบ นำใบถั่วที่เก็บเกี่ยวแต่ละครั้งมาผสมให้เข้ากันก่อนนำไปใช้ทดลอง

2. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการได้แก่

2.1 ส่วนประกอบทางเคมี ทำการสุ่มตัวอย่างใบถั่วท่าพระสไตโลที่ใช้ทดลอง นำมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งแล้วจึงนำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี โดยวิธี Proximate ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า ความชื้น ไขมัน เยื่อใยหยาบ และโปรตีน (AOAC, 1996) และ Detergent analysis ได้แก่ เยื่อใย NDF ADF และ ADL (Georing และ Van Soest, 1970 และ Van Soest และคณะ, 1991)

2.2 โภชนาการที่ย่อยได้ ทำการศึกษาในโคบริวพันธุ์มันโตเต็มวัยเพศผู้ จำนวน 4 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ย 365 ± 13 กก.) โดยวิธี Total collection เนื่องจากใบถั่วท่าพระสไตโลมีขึ้นส่วนค่อนข้างเล็กและเยื่อใยต่ำทำให้กินเฉพาะใบถั่วเพียงอย่างเดียวจึงอาจมีผลกระทบต่อการเคี้ยวเอื้องของสัตว์ จึงทดสอบโดยให้โคกินใบถั่วท่าพระสไตโลแห้ง ร่วมกับอาหารหยาบฐาน (Basal diet) ซึ่งเตรียมโดยใช้หญ้ามูลาใต้ 2 (*Brachiaria hybrid* cv. Mulato II) แห่ง ตัดที่อายุประมาณ 30–45 วัน ซึ่งมีโปรตีนหยาบ 7.8 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย NDF 71.7 เปอร์เซ็นต์ และ ADF 35.8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) โดยก่อนทดลองนำหญ้ามูลาใต้ด้วยเครื่องให้มีขนาด 5–10 เซนติเมตร

ทำการทดลองโดยใช้แผนการทดลอง Change over design มีสิ่งทดลอง คือ

T1 – ให้โคกินหญ้ามูลาใต้แห้ง (อาหารหยาบฐาน) อย่างเดียว

T2 – ให้โคกินหญ้ามูลาใต้ (อาหารหยาบฐาน) ร่วมกับใบถั่วท่าพระสไตโลแห้ง (อาหารทดสอบ) ในสัดส่วน 1:1 และจัดตารางการให้อาหารดังนี้

	โคตัวที่ 1	โคตัวที่ 2	โคตัวที่ 3	โคตัวที่ 4
ช่วงที่ 1	T1	T1	T2	T2
ช่วงที่ 2	T2	T2	T1	T1

โดยให้กินอาหารในระดับใกล้เคียงกับระดับดำรงชีพ ตามมาตรฐานความต้องการโภชนาการของโคเนื้อในประเทศไทย (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) และคำนวณค่า พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) โดยประมาณจากค่าส่วนประกอบทางเคมี การให้อาหารแบ่งให้กินวันละ 2 ครั้ง (เช้า 9.30 น. เย็น 17.30 น.) พร้อมทั้งมีแร่ธาตุ และ น้ำให้กินตลอดเวลา

ในแต่ละช่วงของการทดลองใช้ระยะเวลา 19 วัน แบ่งเป็นกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

วันที่ 1 – 12 เป็นระยะการปรับสภาพสัตว์ (12 วัน)

วันที่ 13 – 19 เป็นระยะเก็บข้อมูล (7 วัน)

ในระยะเก็บข้อมูล ทำการบันทึกปริมาณการกินอาหาร ปริมาณมูล และปัสสาวะของโคเป็นรายตัว รายวัน การเก็บมูลจะใช้พลั่วกวาดเก็บจากพื้นที่ที่โคถ่ายแล้วนำมาใส่รวมในถัง ส่วนปัสสาวะจะเก็บจากพื้นคอกที่ลาดไหลลงท่อและมีภาชนะรองรับ แล้วนำมาเทลงในถังที่ใส่กรดซัลฟูริกเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ (150 – 200 มิลลิลิตร) ให้มี pH 2 – 3 เพื่อจับไนโตรเจน ในแต่ละวัน ทำการเก็บมูลตัวอย่างอาหารที่ให้ รวมทั้งมูลและปัสสาวะของโคเป็นรายตัวเก็บไว้ในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละช่วง นำมูลและปัสสาวะของโคที่เก็บไว้ในแต่ละวันนำมาผสมให้เข้ากันเป็นรายตัว โดยผสมเป็นสัดส่วนตามปริมาณที่ถ่ายในแต่ละวัน ทำการผสมมูลของโคแต่ละตัวให้ได้ตัวเลข 5,000 กรัม และปัสสาวะให้ได้ตัวเลข 1,000 กรัม จากนั้นจึงนำมูลที่ผสมเข้ากันดีแล้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปบดเพื่อใช้วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี นำปัสสาวะของโคแต่ละตัวไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน และ มูลสดนำไปวิเคราะห์หาไนโตรเจนและวัตถุแห้ง มูลแห้งและอาหารที่ให้นำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate (AOAC, 1996) และ Detergent analysis (Georing และ Van Soest, 1970 และ Van Soest และ คณะ, 1991)

คำนวณค่าโภชนาการที่ย่อยได้ของอาหาร (T1 และ T2) ของโคแต่ละตัว โดยใช้สูตร

$$\text{โภชนาการที่ย่อยได้ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณโภชนาการที่กิน} - \text{ปริมาณโภชนาการที่ขับออกในมูล}}{\text{ปริมาณโภชนาการที่กิน}} \times 100$$

และยอดโภชนาการที่ย่อยได้ (Total Digestible Nutrient, TDN) โดยใช้สูตร

$$\text{TDN} = \text{digestible CP} + \text{digestible CF} + \text{digestible NFE} + 2.25 \times \text{digestible EE}$$
 โดยที่ digestible CP, CF, NFE, EE เป็นปริมาณที่ย่อยได้ของ โปรตีน เยื่อใย ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก และ ไขมัน ตามลำดับ

2.3 ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy, ME)

ทำการประเมินพร้อมกับค่าโภชนะที่ย่อยได้ โดยทำการวัดปริมาณแก๊สจากการหายใจของโคในช่วงระยะเก็บข้อมูล ตัวละ 3 วัน คือ วัดแก๊สจากลมหายใจของโคคอกที่ 1 และ 3 ในวันที่ 13–16 และ โคคอกที่ 2 และ 4 ในวันที่ 16–19 ของการทดลอง

วัดก๊าซโดยใช้ตู้วัดแก๊สครอบส่วนหัว (Indirect ventilated head hood) ตามวิธีที่อธิบายไว้ใน การทดลองของ Suzuki และ คณะ (2008) โดยวัดอัตราการไหลของอากาศ และความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และ มีเทนในอากาศ และใน chamber หมุนเวียนไปทุกๆ 4.5 นาที ตลอดทั้งวัน ยกเว้นช่วงเวลา 9.00 น. – 9.30 น. จะเปิดประตู chamber เพื่อทำความสะอาดรางอาหาร และให้อาหาร พร้อมทั้งทำการ calibrate เครื่องวัดด้วยแก๊สมาตรฐาน คำนวณปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ใช้ และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และ มีเทน จากลมหายใจของโคแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ยของการวัดทุกครั้งเป็นรายวัน

นำตัวอย่างอาหารที่ให้ รวมทั้ง มูล และ ปัสสาวะ ของโคแต่ละตัวมาหาพลังงานโดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter และคำนวณค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ หรือ ME ใช้สูตร

$$ME \text{ (MJ/kg)} = \frac{\text{พลังงานในอาหาร} - \text{พลังงานในมูล} - \text{พลังงานในปัสสาวะ} - \text{พลังงานในแก๊สมีเทน}}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (ก.ก)}}$$

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าการย่อยได้ของอาหาร (T1 และ T2) โดยใช้ General linear model ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1989) โดยมี model ประกอบด้วย สิ่งทดลอง ช่วงเวลา และ ตัวโค และคำนวณค่าการย่อยได้ของใบถั่วท่าพระสไตโล จากสัดส่วนของใบถั่วและค่าการย่อยได้ที่เปลี่ยนไป (difference method) เมื่อโคกินหญ้ามูลาได้อย่างเดียว (T1) และเมื่อโคกินหญ้ามูลาได้ร่วมกับใบถั่วท่าพระสไตโล (T2) โดยทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่นในช่วงเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม 2551

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของใบถั่วท่าพระสไตโล และหญ้ามูลาได้แห้ง

ส่วนประกอบทางเคมีของใบถั่วท่าพระสไตโล และหญ้ามูลาได้แห้งแสดงในตารางที่ 1 พบว่าใบถั่วท่าพระสไตโลแห้งที่ใช้ทดสอบมีความชื้น 15.6 เปอร์เซ็นต์ หรือมีวัตถุแห้ง 84.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานพืชแห้ง (กองอาหารสัตว์, 2547) ที่กำหนดว่าควรมีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์เล็กน้อย การที่มีความชื้นสูงเล็กน้อยอาจเป็นเพราะช่วงเวลาที่ทดสอบเป็นช่วงฤดูฝนซึ่งมีความชื้นในอากาศสูง (ในเดือน กรกฎาคม และ สิงหาคม 2551 มีปริมาณน้ำฝน 337 และ 211 มิลลิเมตร

ตามลำดับ) ใบถั่วที่ตากไว้แห้งแล้วอาจดูดความชื้นในอากาศทำให้มีความชื้นสูงขึ้น ส่วนปริมาณโปรตีนพบว่าใบถั่วทำพระสไตโลมีโปรตีนค่อนข้างสูงคือ 20.4 เปอร์เซ็นต์ แม้ใบถั่วที่เตรียมได้พบว่าจะมีส่วนของก้านปนมาเล็กน้อยประมาณ 7-8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนในใบถั่วเมื่อเปรียบเทียบกับใบถั่วที่ใช้ในงานทดลองอื่นๆ พบว่ามี ค่าที่ใกล้เคียงกับงานทดลองในไก่พื้นเมือง (20.36 เปอร์เซ็นต์, ปรัชญา และคณะ, 2545) แต่สูงกว่าใบถั่วทำพระสไตโลที่ทดลองในเป็ดเทศเล็กน้อย (17.9 เปอร์เซ็นต์ ปรัชญา และ คณะ, 2547) และเมื่อเปรียบเทียบกับต้นถั่วทำพระสไตโลตัดที่อายุ 60 วัน ที่มีทั้งส่วนของใบและลำต้น ตามตารางคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารโคเนื้อ (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) พบว่าใบถั่วทำพระสไตโลมีโปรตีนที่สูงกว่าประมาณ 4 – 5 เปอร์เซ็นต์ และมีเยื่อใย NDF ADF และ ลิกนิน ที่ต่ำกว่า

สำหรับหญ้ามูลาได้แห้ง ซึ่งใช้เป็นอาหารหยาบฐานนั้น มีความชื้น 13.6 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 7.8 เปอร์เซ็นต์ จัดว่าเป็นหญ้าแห้งที่มีมาตรฐานในระดับปานกลางคือมีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนในช่วง 5.0 – 7.9 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์, 2547) เมื่อเปรียบเทียบกับใบถั่วทำพระสไตโล หญ้ามูลาได้มีปริมาณโปรตีนที่ต่ำกว่าและมีเยื่อใยที่สูงกว่าซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของหญ้าเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วอาหารสัตว์ ส่วนค่าพลังงานรวม (GE) พบว่า หญ้ามูลาได้ มีค่า 17.95 MJ/kg ซึ่งสูงกว่า ใบถั่วทำพระสไตโล (17.79 MJ/kg) เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมี และพลังงานของใบถั่วทำพระสไตโล และหญ้ามูลาได้

ส่วนประกอบทางเคมี	หญ้ามูลาได้	ใบถั่วทำพระสไตโล
วัตถุแห้ง (DM, %)	86.6	84.2
Proximate analysis (% on DM basis)		
โปรตีนหยาบ (CP)	7.76	20.44
เยื่อใยหยาบ (CF)	29.64	23.77
ไขมัน (EE)	1.20	0.98
เถ้า (Ash)	10.01	9.26
ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก (NFE)	51.39	45.55
Detergent analysis (% on DM basis)		
เยื่อใย NDF	71.75	43.75
เยื่อใย ADF	35.76	31.10
ลิกนิน (ADL)	3.34	5.35
เฮมิเซลลูโลส	35.99	12.65
เซลลูโลส	32.42	25.75
พลังงาน (GE), MJ/kgDM	17.95	17.79

ค่าการย่อยได้ของโภชนะและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

ค่าการย่อยได้ของโภชนะและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ของใบถั่วท่าพระสไตโล และอาหารมาตรฐานแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าค่าการย่อยได้ของอาหารมาตรฐานคือหญ้าหมูลาได้แห้ง (T1) มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM) อินทรีย์วัตถุ (OM) และเยื่อใยค่อนข้างสูง (มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) ส่วนค่าการย่อยได้ของโปรตีน (CP) อยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก (53.7 เปอร์เซ็นต์) และพบว่าค่าการย่อยได้ของไขมัน (Ether Extract, EE) ที่ต่ำมากถึงติดลบ (ตารางที่ 2) เนื่องจากปริมาณ EE ที่วิเคราะห์ได้ในมูลมีค่าสูงถึง 6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณ EE ในหญ้าหมูลาได้ที่สัตว์กินมีค่าที่ค่อนข้างต่ำเพียง 1.99 เปอร์เซ็นต์ สารที่สกัดได้จากมูลนี้ เมื่อนำมาอบแห้งจะมีลักษณะเป็นแผ่นแข็ง มีสีดำหรือน้ำตาลเข้ม และไม่สามารถละลายหรือล้างออกได้ด้วยอีเทอร์ ซึ่งสารที่สกัดได้ลักษณะนี้ Holmes และ Kerr (1923) รายงานว่าไม่ใช่ไขมัน (fat) แต่เป็นส่วนหนึ่งของของแข็งในมูล ที่ผ่านออกจากแผ่นกรองหรือ timber ที่ใช้สกัดด้วยวิธีการ ในรูปสารแขวนลอยที่ละเอียด

ส่วนปริมาณยอดโภชนะที่ย่อยได้ (TDN, 60.2 เปอร์เซ็นต์) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME, 8.74 MJ/kg) นับว่ามีค่าค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากงานทดลองในหญ้าแพงโกล่า (57.37 เปอร์เซ็นต์ และ 7.99 MJ/kg) ของ Suzuki และ คณะ (2008) และหญ้ากินนีสีม่วง (55.4 เปอร์เซ็นต์ และ 7.8 MJ/kg) ของวรรณา และคณะ (2551) ซึ่งอาจเป็นเพราะหญ้าหมูลาได้ที่ใช้ในการทดลองนี้ เก็บเกี่ยวโดยตัดค่อนข้างสูงจากพื้นจึงทำให้ได้หญ้าที่อ่อนและมีคุณภาพดี

จากการให้โคกินอาหารคือหญ้าหมูลาได้แห้งอย่างเดียว (T1) เปรียบเทียบกับการให้กินหญ้าหมูลาได้แห้งร่วมกับใบถั่วท่าพระสไตโลในสัดส่วน 50.1 : 49.9 (T2) พบว่าการให้ใบถั่วท่าพระสไตโลร่วมไปในอาหาร (T2) ทำให้ค่าการย่อยได้เฉพาะในส่วนของโปรตีน (CP) ไขมัน (EE) และ เยื่อใย ADF มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยทำให้ค่าการย่อยได้ของ CP และ EE มีค่าสูงขึ้น ส่วนค่า การย่อยได้ของเยื่อใย ADF มีค่าต่ำลง และเมื่อคำนวณเป็นค่าการย่อยได้เฉพาะของใบถั่วท่าพระสไตโล (ตารางที่ 2) พบว่า ใบถั่วท่าพระสไตโลมีค่าการย่อยได้ของ DM, OM, CP ที่ค่อนข้างสูง คือ 63.1 66.4 และ 67.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าการย่อยได้ของเยื่อใย แม้ว่าในภาพรวมจะมีค่าการย่อยได้ที่ต่ำกว่าในหญ้า แต่ค่าการย่อยได้ของ NDF ของใบถั่วท่าพระสไตโลยังนับว่ามีค่าค่อนข้างสูงคือ 61.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าการย่อยได้ ADF ที่ต่ำเพียง 51.4 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในถั่วมีปริมาณลิกนินที่สูงกว่าหญ้า ส่วนค่าการย่อยได้ของ EE พบว่ามีค่า 37.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าการย่อยได้ของ EE ในถั่วควาลเคดแห้งในโคบราห์มัน (Pholsen และ คณะ, 2000) ซึ่งมีค่า 36.5 เปอร์เซ็นต์

สำหรับปริมาณ TDN และ ME ของใบถั่วท่าพระสไตโลพบว่ามีค่า 59.9 เปอร์เซ็นต์ และ 8.31 MJ/kg ซึ่งใกล้เคียงกับหญ้าหมูลาได้ ทั้งนี้เนื่องจากแม้ใบถั่วท่าพระสไตโลจะมีปริมาณโปรตีนที่ย่อยได้สูงกว่า แต่ก็มีปริมาณเยื่อใยที่ย่อยได้ต่ำกว่าหญ้าหมูลาได้ ทำให้เมื่อประเมินเป็นค่า TDN และ ME แล้วจึงมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2 ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ (%) และพลังงาน ของอาหาร T1 – หญ้ามูลาโต้ T2 – หญ้ามูลาโต้ ผสมใบถั่วท่าพระสไตโล (สัดส่วน 1:1) และใบถั่วท่าพระสไตโลที่ได้จากการคำนวณ ในโคברהมัน

รายการ	อาหารทดสอบ			ใบถั่วท่าพระ สไตโล จากการ คำนวณ
	T1 หญ้ามูลาโต้	T2 หญ้ามูลาโต้ ผสม ใบถั่วท่าพระสไตโล	SE	
ปริมาณการกินอาหาร (DMI)				
kgDM/day	4.79	4.80		
% of BW	1.32	1.31		
ค่าการย่อยได้ (Digestibility, %)				
วัตถุดิบแห้ง (DM)	62.9	63.0	0.72	63.1
อินทรีย์วัตถุ (OM)	65.7	66.1	0.76	66.4
โปรตีน (CP)	53.7	63.7 *	0.98	67.4
ไขมัน (EE)	-90.4	-32.6 *	2.65	37.3
เยื่อใย (CF)	68.2	62.7	1.00	55.8
ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก (NFE)	69.8	70.9	1.09	72.1
เยื่อใย NDF	71.4	67.8	0.76	61.8
เยื่อใย ADF	67.2	59.8 *	0.93	51.4
ยอดโภชนะที่ย่อยได้ (TDN, %)	60.2	60.1	0.66	59.9
พลังงานที่ย่อยได้ (DE, MJ/kgDM)	11.1	10.9	0.15	10.8
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME, MJ/kgDM)	8.74	8.52	0.16	8.31

* มีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

SE – Standard error of least square mean

เมื่อเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งของใบถั่วสไตโล (*Stylosanthes guianensis*) ซึ่งทดสอบโดยวิธี In vitro รายงานว่ามีค่าอยู่ในช่วง 68.4 – 73.2 เปอร์เซ็นต์ (Higgins และ คณะ อ้าง โดย Norton และ Poppi, 1995) ซึ่งสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลองนี้ (63.1 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อเปรียบเทียบกับคุณค่าทางโภชนะของถั่วท่าพระสไตโลแห้ง ที่รายงานโดย วิทยา และคณะ (2547) ว่ามี ค่า TDN 40.6 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า ME เพียง 5.5 MJ/kg ซึ่งต่ำกว่าในใบถั่วท่าพระสไตโลที่ได้จากการทดลองนี้มาก

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าใบถั่วท่าพระสไตโลเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ดี มีปริมาณโปรตีนที่สูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนยังมีการย่อยได้ดี (67.4 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบการให้โคกินใบถั่วท่าพระสไตโลร่วมกับหญ้าหมูลาได้ในสัดส่วน 1 : 1 กับการให้กินหญ้าหมูลาได้เพียงอย่างเดียว พบว่า โคที่กินใบถั่วท่าพระสไตโลร่วมกับหญ้าหมูลาได้จะได้รับไนโตรเจน และมีการเก็บกักไนโตรเจนมากขึ้น (ตารางที่ 3) รวมทั้งมีการขับไนโตรเจนออกในมูลมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะมีค่าที่สูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) ซึ่งอาจแสดงว่าโปรตีนส่วนใหญ่ในใบถั่ว น่าจะถูกย่อยในทางเดินอาหารส่วนล่างมากกว่าที่จะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ซึ่งการย่อยในกระเพาะรูเมนโปรตีนส่วนใหญ่จะถูกย่อยสลายไปเป็นแอมโมเนีย ซึ่งถ้ามีมากเกินไป แอมโมเนียจะถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือด เปลี่ยนไปเป็นยูเรียในตับ และขับออกทางปัสสาวะซึ่งจะทำให้มีค่าไนโตรเจนในปัสสาวะสูง

ตารางที่ 3 ค่าความสมดุลของไนโตรเจน และพลังงาน ของโคที่กินหญ้าหมูลาได้แห้ง และหญ้าหมูลาได้ร่วมกับใบถั่วท่าพระสไตโลในสัดส่วน 1:1

	Feed		SE
	Mulato hay	Mulato + Stylo leaf	
Nitrogen intake (g/kgBW ^{0.75} /d)	0.7132	1.2976 *	0.0043
Nitrogen excrete into			
Feces (g/kgBW ^{0.75} /d)	0.3300	0.4711 *	0.0083
Urine (g/kgBW ^{0.75} /d)	0.3765	0.4526	0.0161
Nitrogen retained (g/kgBW ^{0.75} /d)	0.0067	0.3739 *	0.0087
Energy intake (KJ/BW ^{0.75} /d)	1031.4	1026.5	2.09
Energy loss into			
Feces (KJ/ BW ^{0.75} /d)	395.9	397.7	7.94
Urine (KJ/ BW ^{0.75} /d)	37.4	47.6	2.62
Methane (KJ/ BW ^{0.75} /d)	95.6	91.7 *	0.44
Heat production ** (KJ/ BW ^{0.75} /d)	521.8	527.8	2.12
Energy retained (KJ/ BW ^{0.75} /d)	-19.4	-38.3	9.77

* มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (P < 0.05)

SE – Standard error of least square mean

**HP(kJ) = 16.18 x O₂(L/day) + 5.02 x CO₂(L/day) – 2.17 x CH₄(L/day) – 5.99 x UrinaryN(g/day)

ส่วนในด้านพลังงานพบว่า เมื่อให้โคกินใบถั่วท่าพระสไตโลร่วมกับหญ้ามูลาได้ มีผลทำให้ มีการสูญเสียพลังงานในรูปแก๊สมีเทนที่น้อยลงกว่าการให้กินหญ้ามูลาได้เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 3) ซึ่งอาจเป็นเพราะใบถั่วท่าพระสไตโลมีส่วนของ NDF ซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และ เพคติน ที่น้อยกว่า ซึ่งสารเหล่านี้เมื่อมีการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนแล้วมักจะทำให้เกิดกรดอะซิติกในสัดส่วนที่สูง และกรดอะซิติกนี้ จะเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดไฮโดรเจน ที่เกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดแก๊สมีเทน (Orskov และ Ryle, 1990) นอกจากนี้โคที่กินใบถั่วท่าพระสไตโลร่วมกับหญ้ามูลาได้ยังทำให้ค่าความสมดุลของพลังงานมีค่าที่ติดลบมากขึ้น ซึ่งแสดงว่าใบถั่วท่าพระสไตโลมีปริมาณพลังงานไม่เพียงพอ ดังนั้นการนำใบถั่วท่าพระสไตโลจึงไม่เหมาะสมที่จะให้เป็นอาหารเดียว ควรให้ร่วมกับอาหารที่ให้พลังงาน เช่นหญ้า เพื่อให้อาหารมีโปรตีน และพลังงานที่สมดุล

สรุปผลการทดลอง

ใบถั่วท่าพระสไตโล เป็นพืชอาหารสัตว์ที่คุณค่าทางโภชนาสูง มีส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน เถ้า เยื่อใย NDF ADF และ ลิกนิน เท่ากับ 20.4 9.3 43.7 31.1 และ 5.35 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย NDF และ ADF เท่ากับ 63.1 66.4 67.4 61.8 และ 51.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมียอดโภชนาที่ย่อยได้ (TDN) 59.9 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 8.31 MJ/kg ใบถั่วท่าพระสไตโลจึงจัดเป็นอาหารหยาบที่เป็นแหล่งโปรตีนที่ดีเนื่องจากมีโปรตีนสูง และโปรตีนสามารถย่อยได้ดี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสุกัญญา คำพะแย ที่สนับสนุนต้นถั่วท่าพระสไตโล ในการทำใบ ถั่วแห้ง ขอขอบคุณ คุณเสาวภา ยลถวิล คุณพิสมัย ชัยนนท์ คุณเพ็ญโพยม ยลถวิล และคุณบุษรา ยลถวิล ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำใบถั่วแห้ง และหญ้ามูลาได้แห้ง สำหรับใช้ในงานทดลอง ขอขอบคุณ คุณวรรณ อ่างทอง ที่ได้ช่วยเหลือในช่วงการวัดแก๊สและเก็บข้อมูล รวมทั้งเจ้าหน้าที่ที่ คอกสัตว์ ได้แก่ คุณสายันต์ ด่านซ้าย คุณจันลา สีเกิน คุณสมควร ไชยงค์ และ คุณเจริญ นาชาญ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการดูแลสัตว์ทดลองเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2545 . ถั่วทำพระสไตโล. เอกสารแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ISBN 974 – 682 – 050 – 8. 20 หน้า.
- กรมปศุสัตว์. 2547 . มาตรฐานเสปียงอาหารสัตว์แห้ง. เอกสารแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์. 23 หน้า.
- คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของ
โคเนื้อในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังน่านวิทยา. 193 หน้า.
- เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์ ปัญญา ศรีเดช ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ และ วิโรจน์ วนาสิตชัยวัฒน์. 2546.
การใช้ถั่วทำพระสไตโลในอาหารชั้นสำหรับโครีดนม. รายงานผลการวิจัยกองอาหารสัตว์
ประจำปี พ.ศ.2546 . กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 309 – 318.
- วิทยา สุขามาลย์ ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา จำไพโร นามสีลี และ พิมพาพร พลเสน. 2547. การศึกษา
คุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์ : หญ้ากินนีสีม่วง และ ถั่วทำพระสไตโล. รายงาน
ผลการวิจัยประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า
399 – 416.
- วรรณ อ่างทอง ทาศิธิโร นิธิตะ จำไพโร นามสีลี และ พิมพาพร พลเสน. 2551. ค่าพลังงานที่ใช้
ประโยชน์ได้ของหญ้ากินนีสีม่วงในโคบราห์มัน. รายงานผลการวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี
พ.ศ. 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 291 – 303.
- ปริญญา ปรัชญลักษณ์ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์ อานุภาพ เล็งสาย และ สุมณ โพธิ์จันทร์. 2545. การใช้
ใบถั่วทำพระสไตโลในอาหารไก่พื้นเมือง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2543. กองอาหาร
สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 229 – 240.
- ปริญญา ปรัชญลักษณ์ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์ ปัญญา ศรีเดช และ วิโรจน์ วนาสิตชัยวัฒน์. 2547.
การใช้ใบถั่วทำพระสไตโลในอาหารเปิดเทศสายพันธุ์ทำพระ. รายงานผลการวิจัยประจำปี
2543. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 312 – 324.
- AOAC. 1996. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists,
Inc. Washington, D.C.

- Goering, H.K and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagent, Procedures and Some Applications). Agriculture Handbook No. 379. United States Department of Agriculture. Washington, D. C. 20402, U.S.A. 20 p.
- Guadao, L. and S. Chakraborty. 2005. Stylo in China: a tropical forage legume success story. *Tropical Grasslands*. 36 :215
- Holmes, A. D. and R. H. Kerr. 1923. Notes on the ether extract of feces. *J. Biol. Chem.* 29 : 377-381. Available : www.jbc.org . 10/9/ 2008.
- Keoboulapheth C. and C. Mikled. 2003. Growth performance of indigenous pigs fed with *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 as replacement for rice bran. *Livestock Research for Rural Development* :15(9). Available: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/9/chan159.htm>. 5/8/2006.
- Norachack B., Keonouchanh S., Ty C., Bouahom B. and T. R. Preston. 2004. Stylosanthes and cassava leaves as protein supplements to a basal diet of broken rice for local pigs. *Livestock Research for Rural Development*. :16 (10). Available: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/10/boun16074.htm>., 5/8/ 2006.
- Norton, B. W and D. P. Poppi. 1995. Composition and nutritional attributes of pasture legumes. In *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. Edited by J. P. F. D'Mello and C. Devendra. CAB International, UK. 338pp.
- Orskov, E. R. and M. Ryle. 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Applied Science, London and New York. 149 pp.
- Pholsen, P., W. Sumamal, R. Chaithiang, T. Chuenpreecha and T. Kawashima. 2000. Nutritive value of *Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade Hay in Brahman cattle. In *Improvement of Cattle Production with Locally Available Feed Resources in Northeast Thailand*. Ed. T. Kawashima. Final report of the collaborative project between Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan and Department of Livestock Development , Thailand. p112 – 115.
- SAS Institute. 1989. SAS/STAT User's Guide. Version 6, 4th edn, Vol 2. Cary, NC:SAS Institute Inc.

- Suzuki, T., I. Phaophaisal, P. Pholsen, R. Narmsilee, S. Indramanee, P. Nitipot, A. Chaokaur, K. Sommart, N. Khotprom, V. Panichpol and T. Nishida. 2008. In vivo nutritive value of Pangola grass (*Digitaria eriantha*) hay by a novel indirect calorimeter with a ventilated hood in Thailand. *JARC* . 42(2) : 123 – 129.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and S. A. Lewis. 1991. Symposium: Carbohydrate Methodology, Metabolism and Nutritional Implication in Dairy Cattle; Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74 (10):3583 – 3597.

การสร้างสมการทำนายค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของถั่วแห้ง

วรรณา อ่างทอง^{1/} วารุณี พานิชผล^{2/} สุรนนท์ น้อยอุทัย^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบทางเคมีกับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) และค่าอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ (Organic matter digestibility, OMD) ที่ประเมินได้จากวิธีวัดปริมาณแก๊ส (Gas production technique) เพื่อนำมาสร้างเป็นสมการสำหรับทำนาย ค่า ME และ OMD จากส่วนประกอบทางเคมีของถั่วอาหารสัตว์ โดยดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ระหว่าง ตุลาคม 2548 ถึง ธันวาคม 2550 ตัวอย่างที่นำมาศึกษา เป็นถั่วอาหารสัตว์ จำนวน 13 ชนิดๆ ละ 3 อายุ คือ 45 75 และ 120 วัน รวมทั้งสิ้น 130 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี พบว่ามีปริมาณ โปรตีน (Crude Protein, CP) ไขมัน (Ether extraction, EE) เถ้า (Ash) เยื่อใยที่ไม่ละลายในกรด (Acid detergent fiber, ADF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) อยู่ในช่วง 12.6–29.7 1.1–3.4 6.6–12.9 22.4–48.5 29.9–60.2 4.8–12.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่า ME และ OMD อยู่ในช่วง 5.9–9.4 MJ/kg และ 45.4–70.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การสร้างสมการทำนายค่า ME นั้น เมื่อทดสอบค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างส่วนประกอบทางเคมีกับค่า ME และ OMD แล้วนั้น สามารถสร้างสมการทำนายค่า ดังนี้ ME (MJ/kg) = $5.533 + (0.145\%CP) + (0.103\%ADF) - (0.458\%ADL)$, ($R^2 = 0.74$) และ OMD(%) = $41.674 + (1.095\%CP) + (0.693\%ADF) - (3.080\%ADL)$, ($R^2 = 0.80$) เมื่อทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการวัดแก๊ส เทียบกับค่าที่ทำนายโดยใช้สมการ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

คำสำคัญ : สมการทำนาย ถั่วแห้ง ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ

เลขทะเบียนวิจัย : 49(1)(49:2, 2.2) – 0514 – 059

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

^{2/} กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี

Metabolizable energy prediction equation of legume hay

Wanna Angthong^{1/}

Varunee Panichpol^{2/}

Suranant Noiuthai^{2/}

Abstract

This study was conducted to determine the relation between chemical composition of legume with metabolizable energy (ME) and organic matter digestibility (OMD) value obtained by gas production technique in order to develop for ME and OMD prediction. The experiment was carried out at Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center from October 2005 to December 2007. One hundred and thirty samples of 11 species of legume harvested from various locations at cutting intervals 45, 75 and 120 days were studied. The chemical compositions of these samples i.e. protein (CP), ether extract (EE), ash, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent lignin (ADL) were 12.6-29.7 1.1-3.4 6.6-12.9 22.4-48.5 29.9-60.2 and 4.8-12.7%, respectively. The ME and OMD contents evaluated by gas production technique ranged from 5.9 to 9.4 MJ/kg and from 45.4 to 70.0%, respectively.

The result indicated that both ME and OMD values showed linear relationship with the chemical compositions. The ME prediction equation which showed the highest coefficient of determination was $ME (MJ/kg) = 5.533 + (0.145\%CP) + (0.103\%ADF) - (0.458\%ADL)$, ($R^2=0.74$) and equation for prediction of $OMD(\%) = 41.674 + (1.095\%CP) + (0.693\%ADF) - (3.080\%ADL)$, ($R^2 = 0.80$). The ME and OMD value of the validation set estimated by prediction equation and gas production technique were not significantly difference ($p > 0.05$).

Keywords : prediction equation, legume hay, metabolisable energy, organic matter digestibility

Research Project No. 49(1)(49:2, 2.2) – 0514 – 059

^{1/} Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center.

^{2/} Feed and Forage Analysis Section, Animal Nutrition Division.

คำนำ

ถั่วอาหารสัตว์เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนสูง กองอาหารสัตว์ได้แนะนำให้เกษตรกรปลูก ถั่วอาหารสัตว์ชนิด/พันธุ์ที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของตนเองเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ หรือขายให้กับ เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายอื่น ในกรณีที่มีการเสริมถั่วคุณภาพดีให้โคกินจะสามารถลดการเสริมอาหาร ชั้ลงได้ ถั่วอาหารสัตว์ที่เกษตรกรรู้จักกันดี ได้แก่ ถั่วสามาด้า ถั่วควาลเคด ถั่วท่าพระสไตโล กระถิน ฯลฯ แต่ถั่วต่างๆ เหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีรายงานเพียงแค่ส่วนประกอบทางเคมีเท่านั้น ส่วนข้อมูลด้านโภชนาที่ย่อยได้ (Nutrients digestibility) ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolisable energy, ME) ซึ่งจำเป็นต่อการใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์ยังมีรายงานอยู่น้อยมาก และมีจำกัดเพียงบางชนิดเท่านั้น

วิธีการหาค่า ME ที่วัดจากตัวสัตว์โดยตรงนั้นแม้จะเป็นค่าที่ถูกต้องที่สุด แต่การได้ค่า ดังกล่าวมานั้นต้องใช้เวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายที่สูง เนื่องจากต้องใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่มี ความจำเพาะและมีราคาแพง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ค่า ME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากการทดลอง จากตัวสัตว์โดยตรงจึงมีรายงานอยู่น้อยมาก อย่างไรก็ตามค่า ME สามารถประเมินได้ทางอ้อมโดย วิธีทางห้องปฏิบัติการ เช่น ประเมินจากค่าแก๊สที่ผลิตขึ้นหลังจากนำตัวอย่างอาหารมาหมักบ่มกับ ของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Gas Production technique) ตามวิธีการของ Menke และ Steingass (1988) แม้จะเป็นวิธีการประเมินค่า ME ที่สะดวกและประหยัดเวลา กว่าวิธีวัดโดยตรงจากตัวสัตว์ แต่ยังจำเป็นต้องมีการเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้น้ำจากกระเพาะรูเมนไปใช้ ดังนั้น หากสามารถทำนายค่า ME โดยใช้เพียงองค์ประกอบทางเคมีในการสร้างสมการทำนาย ย่อมมีความสะดวกและรวดเร็วต่อผู้ ประกอบสูตรอาหารสัตว์เป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งในปัจจุบันนี้จะพบเห็นสมการในรูปแบบต่างๆ ที่สามารถใช้ ประเมินได้ถึงค่าพลังงานสุทธิเพื่อการให้น้ำนม ด้วยเหตุนี้ ในช่วงเวลาที่มีข้อมูล ME ของถั่วอาหาร สัตว์อยู่อย่างจำกัด จึงได้จัดทำสมการทำนายค่า ME ของถั่วอาหารสัตว์โดยใช้ส่วนประกอบทางเคมี

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองนี้ดำเนินการที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น ระหว่าง ตุลาคม 2548 ถึง กันยายน 2550 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

การเตรียมตัวอย่างถั่วแห้ง

ถั่วแห้งที่ใช้ในการทดลองนี้ มีจำนวน 13 ชนิด ประกอบด้วย กระถิน (*Leucaena leucocephala*) แคบ้าน (*Sesbania grandiflora*) ถั่วควาลเคด (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) ถั่วเซนโตรซีมา (*Centrosema pubescence* cv. Common) ถั่วซีราโตร (*Macroptilium*

atropurpureum) ถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT184) ถั่วบันดี (*Centrosema pascuorum* cv. Bundy) ถั่วลิสงกราบดำ (*Arachis glabrata*) ถั่วลิสงเถาอมาริลโล (*Arachis pintoi* cv. Amarillo) ถั่วแลป-แลป (*Lablab purpureus*) ถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) มะแฮะ (*Cajanus cajan*) และไมยรา (*Desmanthus virgatus*) ซึ่งเตรียมจากแปลงรวบรวมพันธุ์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง ชัยนาท สระแก้ว เพชรบุรี ปากช่อง และขอนแก่น โดยใช้วิธีการจัดการแปลงแบบประณีต มีวิธีการให้น้ำ-ปุ๋ย ตามความเหมาะสมและเป็นไปตามเอกสารคำแนะนำของกองอาหารสัตว์ โดยพืชแต่ละชนิดแบ่งเป็น 3 แปลงย่อย สำหรับตัดที่อายุ 45 75 และ 120 วัน เพื่อให้ได้ตัวอย่างสดที่อายุละประมาณ 2 กิโลกรัมจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักสดก่อนที่จะนำหญ้าเข้าอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 48 ชั่วโมง (จนแห้ง) จากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก สำหรับใช้ในการคำนวณปริมาณวัตถุแห้งของตัวอย่างนั้นๆ นำตัวอย่างมาบดให้มีขนาดชิ้นประมาณ 1 มิลลิเมตร สุ่มตัวอย่างให้เหลือสำหรับการวิเคราะห์ประมาณ 300 กรัม

การวัดค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยวิธีการวัดแก๊ส

สัตว์ที่ใช้สำหรับเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมนเป็นโคเนื้อที่เจาะกระเพาะรูเมนแล้ว มีการให้อาหารในปริมาณที่พอเหมาะและมีสัดส่วนของอาหารหยาบและอาหารข้น 60 : 40 เพื่อให้จุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนอยู่ในสภาวะปกติ โดยมีขั้นตอนการวัดค่าพลังงานตามวิธีการของ Menke and Steingass (1988) ดังนี้

1. ชั่งตัวอย่างอาหารข้นมาตรฐาน อาหารหยาบมาตรฐาน สำหรับตรวจสอบความเหมาะสมของกระเพาะรูเมน และใช้เป็นค่า factor ในการปรับปริมาณแก๊สของตัวอย่าง และอาหารทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำๆ ละ 200 มิลลิกรัม นำมาอุ่นในตูบ่ม (Incubator) ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

2. เตรียมสารละลายเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ (medium) ซึ่งประกอบไปด้วยสารละลายแร่ธาตุหลัก (macro element solution) สารละลายแร่ธาตุรอง (trace element solution) สารละลายบัฟเฟอร์ (buffer solution) สารละลายรีซาสูริน (rezazurin solution) และสารละลายรีดักชัน (reduction solution)

3. นำของเหลวที่ได้จากกระเพาะรูเมนที่เก็บในตอนเช้าก่อนให้อาหาร จากโคทั้ง 3 ตัว ตวงใส่ลงในสารละลายที่เตรียมไว้ในข้อ 2 โดยใช้สารละลาย medium และ rumen fluid ในอัตราส่วน 2 : 1 กวนสารละลายให้เข้ากันด้วย magnetic stirrer นำหลอดตัวอย่างอาหารที่เตรียมไว้มาใส่สารละลายรูเมนหลอดละ 30 มิลลิลิตร ใส่อากาศออกจากหลอดให้หมด บันทึกปริมาตรแก๊สเริ่มต้น (V_0) แล้วนำหลอดที่ใส่สารละลายรูเมนแล้วไปใส่ในช่องของแกนหมุน (rotator) ที่อยู่ภายในตูบ่มที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 39 องศาเซลเซียส ทำการบ่มตัวอย่างนาน 24 ชั่วโมง แล้วจึงอ่านปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงที่ 24 นำค่าแก๊สที่เกิดขึ้น มาคำนวณหาปริมาณแก๊สสุทธิ (gas production, GP) ดังนี้

$$GP \text{ (ml/200 mgDM)} = \frac{V_{24} - V_0 - GP_0 \times (Fh + Fc)/2}{\text{Weight in mg DM}}$$

เมื่อ	GP	คือ ปริมาตรแก๊สสุทธิที่ 24 ชั่วโมง
	V_{24}	คือ ปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงที่ 24
	V_0	คือ ปริมาตรแก๊สเริ่มต้น
	GP_0	คือ ปริมาตรแก๊สที่ 24 ชั่วโมงของ blank ที่ได้เฉลี่ยแล้ว
	Fh	คือ ค่า factor ของตัวอย่างอาหารหยาบมาตรฐาน ที่คำนวณจาก ค่าแก๊สสุทธิที่ระบุไว้ / ค่าแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นที่ 24 ชั่วโมง
	Fc	คือ ค่า factor ของตัวอย่างอาหารข้นมาตรฐาน ที่คำนวณจาก ค่าแก๊สสุทธิที่ระบุไว้ / ค่าแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นที่ 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ Proximate (AOAC, 1990) และ Detergent fiber (Goering และ Van Soest, 1970)

คำนวณค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ และค่าอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้

นำค่าแก๊สสุทธิที่ 24 ชั่วโมง และค่าส่วนประกอบทางเคมี มาคำนวณหาพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) และค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic Matter Digestibility, OMD) ตามสมการที่ใช้สำหรับพืชอาหารสัตว์ที่เสนอโดย Menke and Steingass (1988) ดังนี้

$$ME \text{ (MJ/kg)} = 2.20 + 0.1357GP + 0.0057XP + 0.0002859XL^2$$

$$OMD \text{ (\%)} = 15.38 + 0.8453GP + 0.0595 XP + 0.0675 XA$$

เมื่อ GP = ปริมาตรแก๊สสุทธิที่ 24 ชั่วโมง (ml/200mgDM) ส่วน XP, XL และ XA คือ โปรตีน ไขมัน และ เถ้า (g/kg DM) ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. แบ่งตัวอย่างตัวอย่างอาหารสัตว์ ที่ได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และที่ประเมินค่า ME และ OMD แล้ว ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการสร้างสมการทำนายค่า ME และ OMD (equation set) ตัวอย่างอีกกลุ่มที่ 2 ใช้ในการทดสอบสมการที่ได้ (validation set) เพื่อทดสอบความใช้ได้ของสมการ

2. ตัวอย่างอีกกลุ่มที่ 1 นำค่า ME และ OMD มาทดสอบค่าความสัมพันธ์ (correlation) และค่าถดถอยพหุเชิงเส้นตรง (Multiple linear regression) กับ ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน (crude protein, CP) ไขมัน (ether extract, EE) เถ้า (Ash) เยื่อใยรวม (neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในกรด (acid detergent fiber, ADF) ลิกนิน (acid detergent lignin, ADL)

เพื่อสร้างสมการทำนายค่า ME หรือ OMD โดยใช้ส่วนประกอบทางเคมีที่มีความสัมพันธ์กับค่า Y มากที่สุด โดยมีรูปแบบของสมการ

$$\text{คือ } Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n$$

โดยที่ Y = ค่า ME หรือ OMD, a และ b_1 - b_n = ค่าคงที่ และ X_1 - X_n = ส่วนประกอบทางเคมีที่มีความสัมพันธ์กับค่า Y

3. ตัวอย่างถั่วกลุ่มที่ 2 เพื่อใช้ทดสอบความใช้ได้ของสมการ (validation) ซึ่งทำการสุ่มประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมดโดยนำส่วนประกอบทางเคมี มาแทนค่าในสมการที่ได้จาก (2.) เพื่อทำนาย ค่า ME และ OMD จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทำนายโดยสมการ (predicted value) เปรียบเทียบกับค่า ME และ OMD ที่ได้จากวิธีวัดแก๊ส (actual value) จากนั้นทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้ กับ ค่าที่ทำนายได้ โดยใช้ Paired T-test ในการทดสอบ

ผลการทดลองและวิจารณ์

ถั่วอาหารสัตว์แห้ง เป็นตัวอย่างที่รวบรวมได้จาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท ศูนย์วิจัยฯ สระแก้ว ศูนย์วิจัยฯ นครราชสีมา ศูนย์วิจัยฯ ขอนแก่น ศูนย์วิจัยฯ ลำปาง และศูนย์วิจัยฯ เพชรบุรี มีจำนวน 13 ชนิด โดยมีรายละเอียดของชนิดตัวอย่างและคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ ซึ่งแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วอาหารสัตว์แต่ละชนิดที่อายุต่างกัน

Legume	N	Age	DM	CP	EE	Ash	ADF	NDF	ADL	ME	OMD
		(days)	%	% on dry basis							
กระถิน (ส่วนของใบ)	4	45	20.2	28.3	1.8	8.7	29.3	39.9	7.9	7.7	56.7
(<i>Leucaena leucocephala</i>)	4	75	28.1	24.0	2.2	7.6	32.5	43.0	9.6	7.3	55.8
	4	120	28.6	24.6	2.2	9.3	31.9	43.6	11.2	7.3	56.9
แคบ้าน (ส่วนของใบ)	4	45	17.4	29.7	2.5	9.6	23.7	31.6	8.5	8.5	65.4
(<i>Sesbania grandiflora</i>)	3	75	22.2	28.7	2.8	8.4	22.4	29.9	9.2	8.4	64.2
	4	120	20.7	28.9	2.7	9.5	23.5	32.6	10.1	8.7	66.5
ถั่วคาวาลเคด	5	45	25.8	17.7	2.4	8.2	36.8	48.7	8.4	8.4	62.8
(<i>Centrosema pascuorum</i>	5	75	28.8	16.4	2.0	7.9	38.1	52.7	8.8	8.3	61.8
cv. Cavalcade)	5	120	30.8	13.6	1.9	7.5	41.9	58.2	10.4	8.0	59.5
ถั่วเซนโตรซีมา	4	45	24.3	21.9	1.8	9.6	39.8	57.3	11.3	7.2	55.7
(<i>Centrosema pubescence</i>	4	75	27.8	20.0	1.6	9.0	41.5	59.5	12.1	6.8	52.9
cv. Common)	4	120	30.7	18.8	1.9	8.5	40.3	58.0	12.4	7.1	54.4

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Legume	N	Age	DM	CP	EE	Ash	ADF	NDF	ADL	ME	OMD
		(days)	%	% on dry basis							
ถั่วชีราโตร	1	45	12.1	21.0	1.9	10.3	34.9	51.3	7.5	7.3	56.4
(<i>Macroptilium</i>	1	75	20.6	19.2	2.3	10.0	35.1	48.0	7.4	7.9	60.5
<i>atropurpureum</i>)	1	120	31.3	14.7	1.6	10.4	42.4	57.2	9.2	6.7	52.2
ถั่วท่าพระสไตโล	5	45	21.3	18.3	1.3	8.9	39.7	51.1	8.0	8.2	61.9
(<i>Styrosanthes guianensis</i>	5	75	27.0	15.5	1.4	8.0	42.4	55.1	8.4	8.1	60.5
CIAT184)	5	120	26.7	14.9	1.6	7.3	48.5	60.2	11.1	7.6	56.9
ถั่วบันตี	1	45	31.1	17.4	1.8	12.9	32.7	46.8	8.1	8.1	62.6
(<i>Centrosema pascuorum</i>	1	75	30.0	22.7	2.6	9.7	30.6	46.1	7.0	8.5	64.3
cv. Bundy)	1	120	35.3	14.5	1.5	7.7	37.4	56.5	9.3	8.1	60.1
ถั่วลิสงกวาบาต้า	6	45	24.1	18.0	1.8	10.7	32.9	48.5	6.8	8.6	65.0
(<i>Arachis glabrata</i>)	5	75	29.9	15.8	1.4	11.2	32.5	44.6	6.9	8.4	63.8
	4	120	29.3	15.5	1.4	12.6	34.3	44.8	7.7	8.0	61.5
ถั่วลิสงถาอมาริลโล	6	45	21.4	18.0	1.1	10.9	31.9	42.5	7.1	8.6	65.0
(<i>Arachis pinto</i>	5	75	21.3	16.0	1.2	10.4	32.3	43.7	7.4	8.6	65.1
cv. Amarillo)	4	120	25.1	14.6	1.5	10.7	36.6	48.8	9.5	7.9	60.5
ถั่วแลป-แลป	1	45	27.5	23.8	3.3	11.7	24.8	33.6	4.8	9.2	70.0
(<i>Lablab purpureus</i>)	1	75	24.6	19.5	3.3	9.5	31.3	40.3	6.1	9.4	69.8
	1	120	27.0	23.8	3.3	11.7	37.4	47.8	7.4	9.1	69.4
ถั่วฮามาต้า	6	45	24.9	17.4	1.3	8.7	38.5	49.6	7.5	8.5	64.0
(<i>Stylosanthes hamata</i>	5	75	25.3	15.3	1.5	8.7	38.7	48.2	7.4	8.5	63.6
cv. Verano)	5	120	32.3	12.6	1.6	7.8	43.5	54.9	10.2	7.9	58.9
มะแฮะ	3	45	26.0	29.7	2.5	9.6	23.7	31.6	8.5	8.5	65.4
(<i>Cajanus cajan</i>)	2	75	29.0	19.1	3.4	6.6	41.6	49.7	12.2	6.9	52.5
	2	120	27.5	16.5	2.9	7.4	39.7	54.0	12.7	7.1	53.8
ไมยรา	6	45	27.6	18.9	2.2	8.8	32.5	42.8	9.6	6.7	51.9
(<i>Desmanthus virgatus</i>)	4	75	32.6	16.2	1.8	7.7	35.1	46.6	9.8	6.4	48.8
	5	120	34.4	13.5	1.8	7.2	43.3	55.3	12.6	5.9	45.4

N (number, จำนวนตัวอย่าง), DM (dry matter), CP (crude protein), EE (ether extract), ADF(acid detergent fiber), NDF(neutral detergent fiber), ADL(acid detergent lignin), ME(metabolisable energy), OMD(organic matter digestibility)

ส่วนประกอบทางเคมีของถั่วโดยส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ วรณ และคณะ (2548) และรายงานของคณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย (2551) ส่วนค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolisable energy, ME) และค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter digestibility, OMD) พบว่าส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ วรณ และคณะ (2548) แม้จะมีถั่วบางชนิด เช่น ซีราโตร ที่การทดลองครั้งนี้ มีค่า ME และ OMD สูงกว่า อย่างไรก็ตามเนื่องจากการศึกษาหาค่า ME และ OMD ของถั่วอาหารสัตว์ในประเทศไทยยังมีข้อมูลเหล่านี้อยู่ไม่มากนัก ซึ่งในการทดลองนี้จึงได้รวบรวมตัวอย่างที่มาจากพื้นที่ต่างกัน มีการเจริญเติบโตในสภาพภูมิอากาศและรูปแบบการจัดการที่อาจมีความแตกต่างกัน เพื่อให้ได้ค่าของส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าของโภชนาการที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในถั่วชนิดต่างๆ ที่สามารถใช้เป็นข้อมูลที่เป็นตัวแทนในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เมื่อนำค่าส่วนประกอบทางเคมีของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับสร้างสมการ มาทดสอบความสัมพันธ์กับค่า ME และ OMD พบว่ามีข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีของบางตัวอย่างมีค่าต่างออกจากกลุ่ม (outlier) จำเป็นที่จะต้องตัดข้อมูลของบางตัวอย่างนั้นออกไปเพื่อให้ได้สมการทำนายค่า ME และ OMD ที่มีความแม่นยำมากขึ้น จากการทดสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ME และ OMD ร่วมกับส่วนประกอบทางเคมีในเบื้องต้น ดังแสดงค่าในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ME และ OMD กับส่วนประกอบทางเคมี ของถั่วอาหารสัตว์

	CP	EE	Ash	ADF	NDF	ADL
	<----- % DM ----->					
ME (MJ/kgDM)	0.213*	-0.019	0.185	-0.374*	-0.441*	-0.596*
OMD (%)	0.326*	-0.001	0.317*	-0.455*	-0.522*	-0.606*

* แสดงถึงมีค่าความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการทดสอบค่าความสัมพันธ์ของ ME และ OMD กับส่วนประกอบทางเคมีในเบื้องต้นพบว่า ME มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ CP และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ ADF NDF และ ADL ส่วน CP ME อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วน OMD มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ CP และ Ash และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ ADF NDF และ ADL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาจัดสร้างเป็นสมการทำนายค่า ME และ OMD โดยวิธีคัดเลือกแบบขั้นตอน (stepwise) เพื่อคัดเลือกค่าส่วนประกอบทางเคมีที่เหมาะสม มาใช้ในการสร้างสมการถดถอยสำหรับการทำนาย ดังแสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมการทำนายค่า ME และ OMD ของถั่วอาหารสัตว์จำนวน 88 ตัวอย่าง

	N	R ²	Sig.
ME = 9.510 + (0.0312CP) – (0.229ADL)	88	0.396	0.000
OMD = 69.101 + (0.345CP) – (1.637ADL)	88	0.465	0.000

ME (MJ/kgDM), ADL (Acid detergent lignin, %DM), CP (crude protein, %DM), OMD (%)

จากตารางที่ 3 สมการที่ได้สำหรับทำนายค่า ME และ OMD มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายแม่นยำ (R²) ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จะมีผลจากข้อมูลของตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างสมการมีค่าต่าง ๆ ที่กระจาย ดังนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการจัดกลุ่มใหม่เพื่อนำค่าโภชนะที่เฉลี่ยได้มาสร้างเป็นสมการใหม่ พบว่ากลุ่มตัวอย่างใหม่ที่แบ่งตามค่า CP ตั้งแต่ 8.0 – 36.3 เปอร์เซ็นต์ ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 26 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยของคุณค่าทางโภชนะดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนะของถั่วอาหารสัตว์ที่จัดกลุ่มตามปริมาณโปรตีน

กลุ่มตัวอย่างใหม่ (88 ตัวอย่าง)	CP	EE	Ash	ADF	NDF	ADL	ME	OMD
	<----- % DM ----->						(MJ/kg)	(%)
ค่าเฉลี่ย	18.66	1.92	8.87	35.76	47.85	8.93	8.05	60.91
SD	5.52	0.80	1.81	7.43	8.87	2.22	0.89	6.07
ค่าต่ำสุด	8.05	0.84	5.26	15.29	23.79	4.77	5.17	40.04
ค่าสูงสุด	36.25	4.19	14.01	54.13	66.53	14.58	9.91	72.18

เมื่อนำค่าที่จัดกลุ่มตามค่า CP มาสร้างสมการทำนายค่า ME และ OMD สามารถสร้างสมการทำนายค่าที่มี R² สูงสุดเท่ากับ 74 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีรูปแบบของสมการดังในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมการทำนายค่า ME และ OMD ของถั่วอาหารสัตว์ที่จัดกลุ่มตามปริมาณโปรตีน

	N	R ²	Sig.
ME = 5.533 + (0.145CP) + (0.103ADF) – (0.458ADL)	22	0.740	0.000
OMD = 41.674 + (1.095CP) + (0.693ADF) – (3.080ADL)	22	0.795	0.000

ME (MJ/kg), ADL (Acid detergent lignin, %DM), CP (crude protein, %DM), OMD (%)

สมการที่ใช้ทำนายค่า ME และ OMD มีตัวแปรที่เหมือนกัน คือ CP และ ADF มีค่าความสัมพันธ์เชิงบวก ส่วน ADL ค่าความสัมพันธ์เชิงลบกับ ME และ OMD ทั้งนี้เป็นที่ทราบกันแล้วว่าส่วนของโปรตีนเป็นแหล่งไนโตรเจนหลักที่จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจำเป็นต้องนำไปใช้ในการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มจำนวนประชากร ซึ่งจะมีผลให้เกิดจำนวนประชากรจุลินทรีย์ทั้งในกลุ่มที่ย่อยแป้ง โปรตีน ไขมัน และกลุ่มที่ย่อยเยื่อใย โดยเฉพาะกลุ่มที่ย่อยเยื่อใย (cellulolytic bacteria) ซึ่งมีความสำคัญยิ่งต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ช่วยในการผลิตเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายผนังเซลล์พืชส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรตให้มีขนาดโมเลกุลที่เล็กลง จึงทำให้สัตว์สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานต่อไปได้ และสอดคล้องกับ ADF ที่ให้ค่าความสัมพันธ์ในเชิงลบ เนื่องจากในส่วนของ ADF เป็นส่วนที่ประกอบด้วย cellulose กับ ลิกนิน ซึ่งส่วนของ cellulose เป็นส่วนที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายเพื่อให้สัตว์นำไปใช้เป็นพลังงานในร่างกายได้ แต่ส่วนของ ลิกนิน หรือ ADL เป็นส่วนที่ทั้งจุลินทรีย์และสัตว์ไม่สามารถย่อยสลายได้ และหากมีมากในอาหารจะมีผลไปลดการย่อยและใช้ประโยชน์ได้ของสารอาหารตัวอื่นๆ ได้ จึงมีความสัมพันธ์กับค่า ME และ OMD ในเชิงลบ (McDonald และคณะ, 1995; Ishler และคณะ, 1996)

อย่างไรก็ตามเมื่อได้สมการที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำนายค่า ME และ OMD แล้วจึงได้ทำการทดสอบความใช้ได้ของสมการ (validation) โดยนำกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มไว้สำหรับใช้เป็นกลุ่มทดสอบ (validation set) จำนวน 26 ตัวอย่าง และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่า ME และ OMD ที่วัดได้จากวิธีการวัดแก๊ส (actual value) กับค่าที่ได้จากการทำนายจากสมการที่มีค่า R^2 โดยกลุ่มที่ใช้เป็นกลุ่มทดสอบความใช้ได้ของสมการมีคุณค่าทางโภชนาการซึ่งแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการของถั่วอาหารสัตว์กลุ่มที่ใช้ทดสอบความใช้ได้ของสมการ

กลุ่มตัวอย่างทดสอบ (26 ตัวอย่าง)	CP	EE	Ash	ADF	NDF	ADL	ME	OMD
	<----- % DM ----->						(MJ/kg)	(%)
ค่าเฉลี่ย	19.64	1.82	8.87	36.55	49.14	9.78	7.68	58.57
SD	5.52	0.53	1.78	9.01	12.22	2.85	0.80	5.72
ค่าต่ำสุด	8.44	0.96	5.31	14.72	20.40	5.25	5.91	45.76
ค่าสูงสุด	32.28	2.83	13.69	55.09	70.54	14.80	8.99	69.05

จากการทดสอบความใช้ได้ของสมการโดยเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ME และ OMD ที่ได้จากการวัดแก๊ส (actual value) และค่าที่ได้จากสมการทำนาย (predicted value) โดยวิธี Paired-T- test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ให้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความใช้ได้ของสมการที่ใช้ทำนายค่า ME และ OMD

	Actual value	Predicted value	Biased	SEP	Sig.
ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME,MJ/kg)	7.68	7.67	0.013	0.444	0.941
ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OMD,%)	58.57	58.39	0.175	2.940	0.882

SEP = Standard error of prediction

จากตารางที่ 7 เมื่อทดสอบความใช้ได้ของสมการที่ใช้ทำนายค่า ME และ OMD พบว่าค่าดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และค่าความแตกต่างของสองวิธี (biased) พบว่าค่าความแตกต่างของ ME และ OMD ที่ได้จากการวัดแก๊ส และวิธีที่ได้จากสมการทำนาย มีค่าเท่ากับ 0.013 และ 0.175 จัดว่าเป็นค่าที่ต่ำ บ่งบอกถึงสมการดังกล่าวว่าสามารถใช้ทำนายค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ และค่าการย่อยได้ในระดับหนึ่ง

สรุปผลการทดลอง

จากการนำตัวอย่างถั่วอาหารสัตว์ จำนวน 13 ชนิด ที่มีอายุการตัด 45 75 และ 120 วัน รวมเป็น 130 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี พบว่ามีปริมาณโปรตีน ไขมัน แร่ ADF NDF และลิกนิน อยู่ในช่วง 12.6–29.7 1.1–3.4 6.6–12.9 22.4–48.5 29.9–60.2 4.8–12.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่า ME และ OMD อยู่ในช่วง 5.9–9.4 MJ/kg และ 45.4–70.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อนำมาทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าของส่วนประกอบทางเคมีกับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OMD) เพื่อนำมาสร้างสมการทำนายค่า ME และ OMD สามารถสร้างสมการได้ ดังนี้ $ME (MJ/kg) = 5.533 + (0.145\% CP) + (0.103\% ADF) - (0.458\% ADL)$, ($R^2=0.74$) และ $OMD(\%) = 41.674 + (1.095\% CP) + (0.693\% ADF) - (3.080\% ADL)$, ($R^2 = 0.80$) เมื่อทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการวัดแก๊ส เทียบกับค่าที่ทำนายโดยใช้สมการ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น. 193 หน้า.
- วรรณา อ่างทอง รำไพโร นามสีลี และ สุภาพร มนต์ชัยกุล. 2548. การประเมินค่าการย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารสัตว์ โดยวิธี Hohenhiem Gas Test (1) พืชอาหารสัตว์. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 145 – 159.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Washington, D.C.
- Goering, H.K and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagent, Procedures and Some Applications). Agriculture Handbook No. 379. United States Department of Agriculture. Washington, D.C. 20402, U.S.A. 20 p.
- Ishler, V., J. Heinrichs and G. Varga. 1996. From Feed to Milk: Understanding Rumen Function. available: <http://www.das.psu.edu/dcn/catnut/DAS/pdf/chonutrition.pdfletter.nsf>. January 25, 2005.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh and C.A. Morgan. 1995. Animal Nutrition. 5th Edition. Longman Scientific&Technical, New York. 607 p.
- Menke, K. H. and H. Stiengass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28: 7 –55.

การทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวฟ่างหมักสำหรับเกษตรกรรายย่อย เพื่อการจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว

พะฤทัย จันทรธิบัติ^{1/}

วัฒนาวรรณ ศรีสมพร^{2/}

วัฒนา โคตรพัฒน์^{1/}

บทคัดย่อ

จากการทดสอบเทคโนโลยีในการผลิตข้าวฟ่างหมักสำหรับเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่จังหวัดสระแก้วด้วยวิธีการหมักในถุงพลาสติกดำ ดำเนินการนำไปทดสอบกับเกษตรกรในกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์บ้านเขาดิน ต.คลองหาด อ.คลองหาด จ.สระแก้ว จำนวน 1 ราย และจากกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์บ้านปากห้วย ต.ปากห้วย อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว จำนวน 3 ราย โดยใช้ข้าวฟ่างพันธุ์ชอกกัมแดง ปลูกรายละ 1 ไร่ ตัดทำหมักที่อายุประมาณ 60 – 65 วัน โดยหันให้มีขนาด 1 – 2 นิ้ว แล้วจึงอัดให้แน่นในถุงพลาสติก มีน้ำหนักถุงละ 30 กิโลกรัม

ผลการทดสอบพบว่าเกษตรกรสามารถทำข้าวฟ่างหมักได้เฉลี่ยรายละ 150 ถุง ได้ผลผลิตน้ำหนักสดของข้าวฟ่างเฉลี่ย 4,507.5 กิโลกรัมต่อไร่ ในด้านของคุณภาพของข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรที่หมักในถุงพลาสติกดำอยู่ในเกณฑ์ชั้นคุณภาพดี โดยมีต้นทุนในการผลิตข้าวฟ่างหมักในถุงพลาสติกดำ ขนาดบรรจุ 30 กิโลกรัม พบว่ามีต้นทุนเฉลี่ยถุงละ 27.60 บาท หรือคิดเป็นต้นทุนต่อกิโลกรัมเท่ากับ 0.92 บาท และจากการทดสอบพบว่าทัศนคติและการยอมรับของเกษตรกรที่ร่วมโครงการ พบว่าข้าวฟ่างเป็นพืชที่เหมาะสมสำหรับการปลูกทำหมัก ปลูกได้ง่ายไม่ยุ่งยาก การทำหมักด้วยถุงพลาสติกมีขั้นตอนในการทำง่าย ไม่ยุ่งยาก แต่จะต้องให้ความสำคัญในกระบวนการได้อากาศออกจากถุง และเกษตรกรพอใจกับคุณภาพของข้าวฟ่างหมักที่เกษตรกรผลิตได้เป็นข้าวฟ่างหมักที่คุณภาพดี ในด้านการตลาดการจำหน่ายยังมีความต้องการอยู่มากแต่ปัญหาคือการผลิตข้าวฟ่างหมักหรือหญ้าหมักเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ซื้อไม่ต่อเนื่องและมีน้อย ในด้านการยอมรับพบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 3 ราย จากทั้งหมด 4 ราย มีความต้องการที่จะดำเนินการต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : ข้าวฟ่างหมัก เกษตรกรรายย่อย

เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:16) - 0514 - 059

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว ต.คลองไผ่เถื่อน อ.คลองหาด จ.สระแก้ว

^{2/} สถานีพัฒนาอาหารสัตว์ร้อยเอ็ด ต.สระคู อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด

Verification of technology on commercial silage making of sorghum by small farmers in Sakaew province

Kharuthai Juntipbadee^{1/} Wattanawan Srisomporn^{2/} Watana Kodpat^{1/}

Abstract

The project was aimed to study on verification of technology on commercial silage making of Sorghum by small farmers in Sakaew province. Four volunteer farmers planted Sorghum (*Sorghum bicolor*) at 1 rai/farmer. One farmer was selected from Ban Kho-Din, amphur Klonghad, Sakaew province and three farmers were selected from Ban Fak-Huy, amphur Aranyapratad, Sakaew province. The technologies for silage making to be used with farmers are: Sorghum was harvested at age of 60-65 day, cut, chopped at length of 1-2 inches, packed in plastic bag at approximately 30 kilograms in closed condition.

The result showed that each farmer had produced silage average 150 bags by average fresh yield of Sorghum 4,507.5 kilograms /rai. The quality of silage was good. The cost of silage was 27.60 baht per bag or 0.92 baht per kilogram. The investigation of attitude of the farmers, they accepted on the technology of Sorghum silage due to the process was easy and the quality was good. The farmers thought that silage could be sale if it was produced in large quantity and can supply all year round. For next year, three of four farmers will make silage for feeding their own cattle and for sale.

Keywords : sorghum silage, small farmer

Research Project No. 47(1)(47:16) – 0514 – 059

^{1/} Sakaew Animal Nutrition Research and Development Center, Sakaew Province

^{2/} Roi-et Animal Nutrition Development Station, Roi-et Province

คำนำ

การทำพืชหมักเป็นการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์อย่างหนึ่ง ซึ่งวัตถุประสงค์หลักในการถนอมพืชอาหารสัตว์ คือ เพื่อที่จะเก็บรักษาพืชอาหารสัตว์ในระยะที่เหมาะสม ทั้งในด้านคุณค่าทางโภชนาและผลผลิตที่สูง สำหรับไว้ในฤดูที่พืชอาหารสัตว์ขาดแคลน (พรชัย, 2548) เป็นการเก็บรักษาไว้ในสภาพความชื้นสูงในที่ไม่มีอากาศ ซึ่งการเก็บถนอมในลักษณะหมักนี้ สามารถอยู่ได้เป็นเวลานาน โดยส่วนประกอบต่างๆ และคุณค่าของอาหารไม่เปลี่ยนแปลง (กรมปศุสัตว์, 2548) ในการทำพืชหมักให้ได้คุณภาพที่ดีนั้นมียุทธศาสตร์หลายอย่างที่เกี่ยวข้อและมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของพืชหมัก ได้แก่ชนิดพืชที่เหมาะสม อายุพืชที่เหมาะสม ขนาดชิ้นของพืช ระดับความชื้น และสารช่วยหมัก (กรมปศุสัตว์, 2547ข) การทำพืชหมักจะมีแบคทีเรียที่ใช้ประโยชน์จากน้ำตาลในพืช และดำเนินการหมักในสภาพไร้อากาศ พืชหมักที่เกิดกระบวนการหมักที่ได้กรดแลกติก ทำให้สามารถเก็บไว้ได้นาน โดยมีการสูญเสียธาตุอาหารในพืชน้อยมาก (วิทยา และคณะ, 2547) การทำพืชหมักสามารถทำได้ดีกับพืชหลายชนิด และมีรูปแบบการหมัก หรือภาชนะบรรจุต่างๆ กันหลายแบบ เช่น แบบวาง แบบกำแพงคอนกรีต แบบหอคอย แบบบ่อหมัก แบบกองฟืน แบบม้วนก้อน แบบบรรจุในถังพลาสติก และแบบบรรจุในถุงพลาสติก เป็นต้น ซึ่งในแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียและความเหมาะสมแตกต่างกัน (กรมปศุสัตว์, 2547ข)

ข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor*) เป็นพืชตระกูลหญ้า ปลูกกันมากเป็นอันดับสี่ของโลกรองจากข้าวสาลี ข้าว และข้าวโพด มีถิ่นกำเนิดในทวีปอาฟริกา เป็นพืชที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง โดยสามารถแบ่งข้าวฟ่างตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้เป็นข้าวฟ่างเมล็ด ข้าวฟ่างหวาน หญ้าข้าวฟ่าง และข้าวฟ่างไม่กวาด เป็นต้น (วัลลิภา, 2539) สำหรับประเทศไทยข้าวฟ่างเป็นพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี จึงนิยมปลูกเป็นพืชที่สองในปลายฤดูฝน หลังการปลูกข้าวโพดหรือถั่วเหลือง มีความต้องการน้ำมากในช่วงตั้งท้องถึงดอกบาน ไม่ทนต่อน้ำท่วมขังสามารถปลูกได้ทั้งปลายฤดูฝนและต้นฤดูฝน ผลผลิตเมล็ดจะใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และในปัจจุบันมีการใช้ต้นข้าวฟ่างเป็นอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2542) พันธุ์ข้าวฟ่างที่มีการรับรองพันธุ์ได้แก่ พันธุ์เฮกการีหนัก เฮกการีเบา สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 1 และชอกกัมแดง โดยการทดสอบเทคโนโลยีในครั้งนี้ใช้ข้าวฟ่างพันธุ์ชอกกัมแดงเนื่องจากสามารถผลิตเมล็ดได้ง่าย ให้ผลผลิตต้นสดสูง เมล็ดมีปริมาณแป้งน้อยจึงถูกทำลายจากแมลงขณะเก็บรักษาน้อย จึงเหมาะสำหรับส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นพืชอาหารสัตว์และทำเสบียงสัตว์หมักเพื่อการจำหน่ายหรือเป็นเสบียงไว้ในช่วงฤดูแล้ง จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้เกษตรกรมีอาชีพเสริมจากการจำหน่ายเสบียงสัตว์และสามารถผลิตเสบียงสัตว์หมักไว้ใช้เลี้ยงสัตว์ของตนเองได้ ดังนั้นจึงทำการทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำข้าวฟ่างหมักสำหรับเกษตรกรรายย่อยเพื่อการจำหน่ายในจังหวัดสระแก้ว เพื่อการศึกษาทัศนคติ การยอมรับ และความเหมาะสมของเทคโนโลยีกับระบบการผลิตของเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การคัดเลือกเกษตรกร

คัดเลือกเกษตรกรจากกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์บ้านเขาดิน ต.คลองหาด อ.คลองหาด จ.สระแก้ว จำนวน 1 ราย และจากกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์บ้านปากห้วย ต.ปากห้วย อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว จำนวน 3 ราย รวมเป็น 4 ราย ซึ่งมีความต้องการในการปลูกข้าวฟ่างเพื่อทำถั่วหมัก โดยใช้พื้นที่ปลูกรายละเอียดประมาณ 1 ไร่ และมีความประสงค์จะเข้าร่วมโครงการและการให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์ ประกอบด้วยเกษตรกร ดังนี้

1. นายเปลิด จานสันเทียะ เลขที่ 188 ม.18 ต.คลองหาด อ.คลองหาด จ.สระแก้ว
2. นายสุพจน์ บันสวน เลขที่ 196 ม.8 ต.ปากห้วย อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
3. นางฉะลอ แก้วดอน เลขที่ 61 ม.8 ต.ปากห้วย อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
4. นางราตรี สอาดเอี่ยม เลขที่ 88 ม.8 ต.ปากห้วย อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว

2. การผลิตข้าวฟ่างหมัก

2.1 เทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหมักที่นำไปทดสอบกับเกษตรกร ได้แก่

2.1.1 วัสดุหมัก ใช้ข้าวฟ่าง สายพันธุ์ช่อกัมแดง โดยการไถเตรียมดิน และพรวนดิน ก่อนการปลูก ดำเนินการปลูกโดยการหว่านเมล็ดในแปลงที่เตรียมดินไว้แล้ว โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 3 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงปลายฤดูฝน และใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่พร้อมการปลูก ตัดเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังการปลูกที่อายุประมาณ 60-65 วัน ซึ่งเป็นช่วงอายุการตัดที่เหมาะสมทั้งในด้านการให้ผลผลิต และคุณภาพ เหมาะสำหรับการนำมาใช้ทำข้าวฟ่างหมัก

2.1.2 ขนาดของขึ้น นำข้าวฟ่างมาหั่นโดยใช้เครื่องหั่นพืชอาหารสัตว์ให้มีขนาด 1-2 นิ้ว จากนั้นนำหญ้าที่หั่นแล้วมาผึ่งเพื่อลดความชื้น จนมีความชื้นที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความชื้นขณะเก็บเกี่ยวผลผลิต

2.1.3 ภาชนะสำหรับบรรจุ ทำการหมักโดยนำข้าวฟ่างที่หั่นแล้วมาอัดให้แน่นบรรจุในถุงพลาสติกดำ ขนาด 30 x 40 นิ้ว ชั้น 2 ชั้น บรรจุลงละประมาณ 25 - 30 กิโลกรัม ไล่อากาศออกให้มากที่สุด มัดปากถุงให้แน่น เสริมแล้วจึงนำไปเก็บในที่ร่ม หรือโรงเก็บของเกษตรกร จนมีอายุการหมักนานประมาณ 1 เดือน จึงสามารถเปิดใช้งานได้

2.2 การตรวจสอบคุณภาพของข้าวฟ่างหมัก

สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวฟ่างหมักจากเกษตรกรทุกรายๆ ละ 2 ถุง โดยเก็บหลังจากดำเนินการทำหมักจนมีอายุ 1 เดือน เพื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพการหมัก ได้แก่

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ ตามวิธีประเมินคุณภาพพืชหมักทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อพืชหมัก และค่า pH (กรมปศุสัตว์, 2547ข)

2.2.2 ส่วนประกอบทางเคมี โดยการสุ่มตัวอย่างจากส่วน บน กลาง และล่าง ของถุง ข้าวฟ่างหมัก นำมาผสมให้เข้ากัน แบ่งตัวอย่างประมาณ 500 กรัม นำไปหาค่าวัตถุแห้ง โปรตีน หยาด ค่าความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณกรดแลกติก บิวทีริก อะซิติก และเยื่อใย (NDF และ ADF)

3. การประเมินผลการทดสอบ

3.1 ทำการประเมินคุณภาพของข้าวฟ่างหมักของเกษตรกร ได้แก่ คุณภาพข้าวฟ่างหมักทางกายภาพ และ ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรแต่ละราย

3.2 เมื่อเสร็จสิ้นโครงการทดสอบฯ ทำการสัมภาษณ์ ทักทาย ทักคณิศ การยอมรับของผู้ผลิต ต้นทุนการผลิต ผลตอบแทน กำลังการผลิต และความคาดหวังในการดำเนินการต่อไปในอนาคต โดยใช้แบบสัมภาษณ์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการทดสอบฯ

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ ทั้งหมด 4 ราย จากกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์บ้านเขาหิน ต.คลองหาด อ.คลองหาด จ.สระแก้ว จำนวน 1 ราย และจากกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์บ้านปากห้วย ต.ปากห้วย อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว จำนวน 3 ราย ได้เป็นสมาชิกของโครงการพัฒนาอาชีพผลิตเสบียงสัตว์เพื่อการจำหน่าย (โครงการนาห้วยฯ) ของจังหวัดสระแก้ว เกษตรกรประกอบอาชีพการทำนา ทำไร่ เป็นอาชีพหลัก อาชีพรองคือ การเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ ไก่ ไก่เนื้อ และแพะเนื้อ อายุเฉลี่ยของเกษตรกรคือ 40.3 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีสมาชิกในครอบครัวเฉลี่ย 4.3 คน แรงงานที่ใช้การเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยครอบครัวละ 1 คน และแรงงานที่ใช้ในการดำเนินการทำข้าวฟ่างหมักหมักครอบครัวละ 2 คน โดยเกษตรกรมีพื้นที่ถือครองเฉลี่ยรายละ 36 ไร่ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้สำหรับ ทำนา รองลงมาคือ ทำไร่ และใช้ปลูกพืชอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงสัตว์ ซึ่งพืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรปลูกไว้สำหรับเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ หญ้าธูปี่ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าแพงโกล่า ถั่วคาวาลเคด และมีเกษตรกร 1 รายที่เคยปลูกข้าวโพด ข้าวฟ่าง เพื่อใช้หมักไว้เลี้ยงสัตว์ จากการสอบถามพบว่าเกษตรกรทุกรายมีประสบการณ์ในการทำนาหมักจากการได้รับการฝึกอบรมจากเจ้าหน้าที่ของโครงการนาห้วยฯ

2. การผลิตข้าวฟ่างหมักของเกษตรกร

เกษตรกรทุกรายทำการปลูกข้าวฟ่างพันธุ์ช่อแก้วแดง ในพื้นที่ของตนเองรายละ 1 ไร่ โดยเกษตรกรเป็นผู้ลงทุนในการเตรียมดิน การปลูก และการจัดการแปลงด้วยตนเอง และได้รับการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างพันธุ์ช่อแก้วแดงจากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว รายละ 3 กิโลกรัมต่อการปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ โดยเกษตรกรดำเนินการปลูกด้วยวิธีการหว่านเมล็ดในช่วงปลายฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงของการปลูกในรอบที่ 2 เช่นเดียวกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (สิงหาคม-ตุลาคม 2550) เนื่องจากเกษตรกรต้องการเก็บเกี่ยวและทำเป็นเสบียงหมักในช่วงที่เข้าสู่ฤดูแล้ง เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์มีความต้องการใช้เสบียงมากทำให้ได้ราคาดีและมีตลาดที่กว้าง เกษตรกรใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมการปลูก และบางรายได้นำปุ๋ยคอกใส่ประมาณ 300 กิโลกรัม ในขณะเตรียมดินด้วย

การเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้นหลังจากการปลูกที่อายุประมาณ 60-65 วัน โดยระยะเวลาที่เหมาะสมคือช่วงที่ต้นข้าวฟ่างมีเมล็ดเป็นนํ้านมถึงแป้งอ่อน (ตุลาคม-พฤศจิกายน) เกษตรกรจะดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยการใช้เคียวเกี่ยวต้นข้าวฟ่างชิดดิน จากแปลงของตนเอง แล้วนำต้นข้าวฟ่างมาผึ่งลดความชื้นประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง หากเกี่ยวมาในช่วงเช้าของวัน หากเกี่ยวในช่วงบ่ายของวัน เกษตรกรก็จะนำไปหั่นได้เลยโดยไม่ต้องนำมาผึ่งลดความชื้น การหั่นต้นข้าวฟ่างเกษตรกรแต่ละรายจะดำเนินการหั่นด้วยตนเอง ณ ที่บ้านของตนเองโดยการใช้แรงงานภายในครอบครัวพร้อมการบรรจุถุงรายละ 3 - 4 คน ซึ่งศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้วให้การสนับสนุนเครื่องหั่นแก่เกษตรกร โดยหั่นข้าวฟ่างทั้งต้นให้มีขนาด 1 - 2 นิ้ว หลังจากนั้นเกษตรกรจะนำข้าวฟ่างที่หั่นแล้วมาอัดให้แน่นในถุงพลาสติกดำ ขนาด 30 x 40 นิ้ว ชั้น 2 ชั้น บรรจุประมาณ 30 กิโลกรัม โดยต้องพยายามไล่อากาศออกให้ได้มากที่สุด โดยการใช้การกดทับของน้ำหนักตัว จากนั้นมัดปากถุงให้แน่นด้วยเชือก แล้วนำไปกองเรียงเก็บไว้รวมกันในที่ร่มหรือในโรงเก็บ ณ บ้านเกษตรกร ซึ่งจากการทดสอบพบว่าเกษตรกรจะใช้เวลาในการทำข้าวฟ่างหมักตั้งแต่กระบวนการหั่นจนถึงการบรรจุถุง ไล่อากาศออก มัดปากถุง จะใช้เวลาในการทำถุงละประมาณ 5 - 10 นาทีต่อถุง ขึ้นอยู่กับความชำนาญในการบรรจุถุงและการไล่อากาศออกจากถุง

ผลจากการทำข้าวฟ่างหมักพบว่า เกษตรกรแต่ละรายสามารถทยอยทำข้าวฟ่างหมักรายละ 2 วัน ได้ผลผลิตน้ำหนัสดิบที่ใช้ทำข้าวฟ่างหมัก เฉลี่ยประมาณรายละ 4,500 กิโลกรัมต่อไร่ หรือประมาณรายละ 150 ถุง ขึ้นกับปริมาณของข้าวฟ่างของเกษตรกรแต่ละรายที่สามารถเก็บเกี่ยวได้จากการทดสอบพบว่าผลผลิตข้าวฟ่างของเกษตรกรมีปริมาณน้อยกว่าจำนวนที่คาดว่าจะผลิตได้ เป็นเพราะเกษตรกรปลูกข้าวฟ่างในช่วงปลายของฤดูฝน ทำให้มีการกระทบแล้งและไม่มีกรให้นํ้า เนื่องจากไม่มีแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้ และพื้นที่ๆใช้ปลูกเป็นพื้นที่ว่างที่เหลือจากการปลูกพืชอื่นๆ ที่มีคุณภาพของดินไม่ดี ทำให้ได้ผลผลิตของข้าวฟ่างที่ต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลผลิตน้ำหนักรากสดของข้าวฟ่างที่นำมาหมักของเกษตรกรแต่ละรายในพื้นที่ปลูก 1 ไร่

เกษตรกร	ผลผลิตน้ำหนักรากสด (กก.)	จำนวนถุงที่ทำหมัก
นายเพลิด	4,320	144
นายสุพจน์	4,140	138
นางฉะลอ	4,950	165
นางราตรี	4,620	154
เฉลี่ย	4,507.50	150.25

นายแสง และคณะ (2546) รายงานว่าจากการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานเพื่อใช้ทำหมัก 4 พันธุ์ ได้แก่ Hi-sugar Big sugar Sweet Soghum และสุพรรณบุรี 1 เมื่อตัดที่อายุ 60 วัน มีผลผลิตน้ำหนักรากสดเฉลี่ยของ 4 พันธุ์ เท่ากับ 6,502 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าผลผลิตของเกษตรกรที่ผลิตได้เฉลี่ย 4,507.5 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนั้นจากรายงานในงานพัฒนาเทคโนโลยีด้านพืชอาหารสัตว์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว ที่ดำเนินการทดสอบการให้ผลผลิตของข้าวฟ่าง 3 ชนิด ได้แก่ สุพรรณบุรี 1 จัมโบ้ และชอกกัมแดง ใช้พื้นที่ปลูกในศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว โดยการปลูกในช่วงแล้ง (มีนาคม 2550) แต่มีการให้น้ำจำนวน 5 ครั้ง จนถึงการตัดที่อายุ 60 วัน พบว่าข้าวฟ่างชอกกัมแดงให้ผลผลิตน้ำหนักรากสดเท่ากับ 6,539 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าผลผลิตของเกษตรกรสาเหตุเนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวฟ่างในช่วงปลายของฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม 2550) ทำให้ข้าวฟ่างมีการกระทบแล้งแต่เกษตรกรไม่มีการให้น้ำทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าการปลูกในฤดูปกติ

3. คุณภาพข้าวฟ่างหมัก

การประเมินคุณภาพข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรสามารถทำได้โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างจากถุงข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรที่เก็บไว้ โดยการสุ่มตัวอย่างจากส่วน บน กลาง และล่าง ของถุงข้าวฟ่างหมัก นำมาผสมให้เข้ากัน แบ่งตัวอย่างประมาณ 500 กรัม โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ถุง ไว้สำหรับการประเมินทางกายภาพและทางเคมี เมื่อข้าวฟ่างหมักมีอายุการหมักที่เก็บไว้นาน 1 เดือน

3.1 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพ

จากผลการประเมินลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ กลิ่น เนื้อพืชหมัก สี และ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรทั้ง 4 ราย พบว่าข้าวฟ่างหมักที่เก็บไว้นาน 1 เดือน มีลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดังแสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้ข้าวฟ่างเป็นพืชหมักจะมีลักษณะเหมาะสมต่อการทำหมัก เนื่องจากเป็นพืชที่มีปริมาณน้ำตาลสูง (water soluble carbohydrate) เพื่อเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่เกิดในระหว่างกระบวนการหมัก จึงไม่จำเป็นต้องเติมสารช่วยหมัก และมีปริมาณวัตถุแห้งที่เหมาะสมคือ ประมาณ 25-35 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2547ข)

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของข้าวฟ่างหมักที่อายุการหมักนาน 1 เดือน

เกษตรกร	ลักษณะทางกายภาพ (คะแนน)				คะแนนรวม	ผลการประเมินคุณภาพฟีดหมัก
	กลิ่น	เนื้อฟีดหมัก	สี	คะแนนของ pH		
นายเพลิด	10	4	1	6	21	ดีมาก
นายสุพจน์	10	3	2	6	21	ดีมาก
นางฉะลอ	10	4	2	6	22	ดีมาก
นางราตรี	10	4	3	6	23	ดีมาก

หมายเหตุ : ประเมินคุณภาพฟีดหมักทางกายภาพ ตามมาตรฐานของกองอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547ก)
คะแนนคุณภาพ 20-25 ดีมาก, 15-19 ดี, 6-14 ปานกลาง และ 0-5 ต่ำ

3.2 ส่วนประกอบทางเคมี

สำหรับส่วนประกอบทางเคมีในแง่คุณค่าทางโภชนา (ตารางที่ 3) ของข้าวฟ่างหมักที่อายุการหมักนาน 1 เดือน พบว่าข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรมีปริมาณวัตถุดิบแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 27.14 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 4.20 – 6.16 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 5.49 เปอร์เซ็นต์) เยื่อใย NDF มีค่าที่อยู่ระหว่าง 66.41 – 76.41 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 67.9 เปอร์เซ็นต์) และ ADF มีค่าที่อยู่ระหว่าง 39.72 – 44.45 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 42.03 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งความไม่สม่ำเสมอหรือความแตกต่างที่เกิดขึ้นในส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างหมักเป็นผลที่เกิดมาจากการจัดการ สภาพพื้นที่ การดูแลแปลงปลูก ของเกษตรกรแต่ละรายแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามข้าวฟ่างพันธุ์ช่อแก้วแดงหมักของเกษตรกร เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ ฉายแสง และคณะ (2546) ที่ทำการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานเพื่อการทำหมัก พบว่ามีเยื่อใย NDF และ ADF ไกล่เคียงกับข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Big sugar แต่สูงกว่าข้าวฟ่างพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่อายุตัดทำหมัก 60 วัน ส่วนปริมาณโปรตีนของข้าวฟ่างหมักที่เกษตรกรผลิตพบว่ามีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานดังกล่าว ส่วนตัวเลขในตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แสดงคุณค่าทางโภชนาของต้นข้าวฟ่าง (สุพรรณบุรี 1) ตัดอายุ 60 วัน มีปริมาณโปรตีน NDF และ ADF เท่ากับ 7.24 66.90 และ 40.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2547ก)

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของข้าวฟ่างหมักที่อายุการหมักนาน 1 เดือน (%ของวัตถุดิบแห้ง)

เกษตรกร	DM	CP	NDF	ADF
นายเพลิด	21.19	5.86	66.41	39.72
นายสุพจน์	28.44	6.16	71.55	41.45
นางฉะลอ	20.40	5.74	76.41	44.45
นางราตรี	38.51	4.20	75.95	42.50
ค่าเฉลี่ย	27.14	5.49	72.58	42.03

ตารางที่ 4 แสดงค่า pH และปริมาณกรดอินทรีย์ต่างๆ ของข้าวฟ่างหมักที่อายุการหมักนาน 1 เดือน (%ของวัตถุดิบแห้ง)

เกษตรกร	pH	Lactic	Acetic	Butyric
นายเพลิด	4.13	2.41	2.83	0.00
นายสุพจน์	4.00	4.30	2.11	0.67
นางฉะลอ	3.90	6.30	1.72	0.49
นางราตรี	4.00	2.70	0.40	0.12
ค่าเฉลี่ย	4.01	3.93	1.77	0.32

จากผลการประเมินคุณภาพของข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรทั้ง 4 รายทางเคมีพบว่า ข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรทุกรายที่ผลิตได้มีค่าความเป็นกรดหรือค่า pH อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทางเคมีของพืชหมักของกองอาหารสัตว์ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 3.5 – 4.2 ส่วนปริมาณกรดอินทรีย์ในข้าวฟ่างหมักของเกษตรกร พบว่ามีปริมาณกรดแลกติกในข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรอยู่ในปริมาณสูงกว่ามาตรฐาน (มาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5 – 2.5 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณกรดอะซิติกอยู่ในปริมาณสูงกว่ามาตรฐาน (มาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 – 0.8 เปอร์เซ็นต์) และมีปริมาณกรดบิวทีริกอยู่ในปริมาณสูงกว่ามาตรฐาน (มาตรฐานมีค่าน้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์) 3 ราย อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 1 ราย ดังแสดงในตารางที่ 4 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ขั้นตอนและวิธีการในการหมักของเกษตรกรแต่ละราย เช่น ขั้นตอนการบรรจุ การอัดบรรจุให้แน่น และการไล่อากาศออกก่อนมัดปากถุง ยังทำได้ไม่ดีมากนัก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาสัดส่วนกรดอินทรีย์จะพบว่าปริมาณกรดแลกติกอยู่มากที่สุด มีปริมาณกรดอะซิติกเป็นส่วนน้อย และมีปริมาณกรดบิวทีริกน้อยสุดหรือไม่ควรมี ซึ่งข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรทุกรายจะมีสัดส่วนกรดในลักษณะนี้ เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพของข้าวฟ่างหมักทางเคมีโดยใช้กรดอินทรีย์ (ตารางที่ 5) พบว่าข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรอยู่ในชั้นคุณภาพพอใช้ถึง

ชั้นคุณภาพดี และหากพิจารณาผลการรวมกับค่า pH และผลการประเมินลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ กลิ่น เนื้อพืชหมัก สีของข้าวฟ่างหมัก สามารถประเมินข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรที่หมักในถุงพลาสติกในการทดสอบครั้งนี้อยู่ในเกณฑ์ชั้นคุณภาพดี

ตารางที่ 5 แสดงการประเมินคุณภาพข้าวฟ่างหมักจากปริมาณกรดอินทรีย์ที่อายุการหมักนาน 1 เดือน

เกษตรกร	ชนิดกรด	% ของวัตถุแห้ง	% ของกรดทั้งหมด	คะแนน	ชั้นคุณภาพ
นายเพลิด	กรดแลกติก	2.41	45.99	10	ปานกลาง
	กรดอะซิติก	2.83	54.00	0	
	กรดบิวทีริก	0.00	0.00	50	
นายสุพจน์	กรดแลกติก	4.30	60.73	18	พอใช้
	กรดอะซิติก	2.11	29.80	10	
	กรดบิวทีริก	0.67	9.46	9	
นางฉะลอ	กรดแลกติก	6.30	74.03	28	ปานกลาง
	กรดอะซิติก	1.72	20.21	16	
	กรดบิวทีริก	0.49	5.76	15	
นางราตรี	กรดแลกติก	2.70	83.85	30	ดี
	กรดอะซิติก	0.40	12.42	20	
	กรดบิวทีริก	0.12	3.73	20	

หมายเหตุ : ประเมินคุณภาพพืชหมักจากปริมาณกรดอินทรีย์ ตามมาตรฐานของกองอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547) คะแนนรวมคุณภาพ 81-100 ดีมาก, 61-80 ดี, 41-60 ปานกลาง, 21-40 พอใช้ และ 0-20 ต่ำ

4. ต้นทุนการผลิต

จากการทดสอบพบว่า ต้นทุนในการปลูกข้าวฟ่างของเกษตรกรในพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 1,425 บาท ได้ผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย 4,507.5 กิโลกรัม จึงมีต้นทุนในการผลิตข้าวฟ่างเท่ากับ 0.32 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 6) ส่วนในการผลิตข้าวฟ่างหมักในถุงพลาสติกดำของเกษตรกร จะมีต้นทุนในการผลิต 27.60 บาทต่อถุง หรือมีต้นทุนในการผลิต 0.92 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 7) ซึ่งต้นทุนในการผลิตครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงต้นทุนในการผลิตหญ้าแพงโกล่าหมักในถุงพลาสติกดำของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสระบุรี รายงานว่ามีต้นทุนในการผลิต 0.86 – 1.04 บาทต่อกิโลกรัม (แพรวพรรณ และคณะ, 2551)

ตารางที่ 6 แสดงต้นทุนการผลิตในการจัดการแปลงข้าวฟ่างในพื้นที่ 1 ไร่

กิจกรรม	จำนวน (บาท/ไร่)
เตรียมดิน	600.0
ปลูกโดยหว่านเมล็ดพันธุ์	150.0
ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ (12 บาท/กก.)	300.0
ปุ๋ยคอก อัตรา 300 กก./ไร่ (1 บาท/กก.)	300.0
ค่าเมล็ดพันธุ์ 3 กก./ไร่ (25 บาท/กก.)	75.0
ต้นทุนรวม	1,425.0
ผลผลิตของข้าวฟ่างเฉลี่ย (กก.)	4,507.5
ต้นทุนการผลิตข้าวฟ่าง (บาท/กก.)	0.32

ตารางที่ 7 แสดงต้นทุนในการผลิตข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรที่ร่วมโครงการ

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาทต่อถุง)	หมายเหตุ
1. ต้นทุนการผลิตข้าวฟ่าง	10.0	ใช้ข้าวฟ่าง 30 กก. ละ 0.32 บาท
2. ค่าแรงตัดข้าวฟ่าง	3.0	ใช้แรงงาน 3 คน จำนวน 1 วัน ละ 150 บาท
3. ค่าแรงในการอัด	3.0	ใช้แรงงาน 3 คน จำนวน 1 วัน ละ 150 บาท
4. ค่าถุงพลาสติกดำ	10.8	ใช้ถุงพลาสติกดำขนาด 30 x 40 นิ้ว ใบละ 5.40 บาท
5. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการหั่น	0.8	ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 3 ลิตร
รวมต้นทุนการผลิตข้าวฟ่างหมัก 27.60 บาทต่อถุง หรือ 0.92 บาทต่อกิโลกรัม		

หมายเหตุ : ไม่รวมค่าเครื่องหนัซึ่งได้รับการสนับสนุนจากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว

ค่าแรงประเมินจากค่าเฉลี่ยจากจำนวนถุงที่ผลิตได้รายละเอียดประมาณ 150 ถุง (50 ถุง/คน/วัน)

5. การจำหน่ายข้าวฟ่างหมัก

เกษตรกรได้กำหนดราคาจำหน่ายข้าวฟ่างหมักบรรจุถุงน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม ไว้ที่ราคาถุงละ 45 บาท หรือกิโลกรัมละประมาณ 1.50 บาท ซึ่งจากการจำหน่ายในราคานี้จะได้รับผลกำไรในการจำหน่ายถุงละ 17.40 บาท หรือมีผลกำไรในการจำหน่ายกิโลกรัมละ 0.58 บาท ทั้งนี้ผลกำไรที่ได้รับขึ้นกับผลผลิตของข้าวฟ่างเป็นสำคัญ จากการทดสอบพบว่าเกษตรกรจำนวน 1 รายจากจำนวน 4 ราย คือ นายเพลิด ที่ได้จำหน่ายข้าวฟ่างหมักบรรจุถุงจำนวน 60 ถุง เป็นเงิน 2,700 บาท ให้เกษตรกรรายอื่นและส่วนหนึ่งก็เก็บไว้เป็นเสบียงสำหรับเลี้ยงโคนมของตนเอง ส่วนเกษตรกรรายอื่นๆ นั้นได้เก็บข้าวฟ่างหมักทั้งหมดไว้ใช้เลี้ยงโคเนื้อของตนเองในช่วงแล้งโดยการเสริมให้กินร่วมกับการใช้ฟางข้าวที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก จึงไม่มีการนำออกจำหน่าย

6. ทศนคติ และการยอมรับของเกษตรกรในการทำข้าวฟ่างหมัก

จากการสัมภาษณ์เกษตรกร เมื่อเสร็จสิ้นโครงการ ต่อการปลูกข้าวฟ่างพันธุ์ช่อแก้วแดงเพื่อผลิตข้าวฟ่างหมักจำหน่าย ในเรื่องของปัญหา อุปสรรค ทศนคติและการยอมรับของเกษตรกร พบว่า ทศนคติต่อชนิดพืชและการปลูก

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีข้อคิดเห็นว่าข้าวฟ่างเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำหนักรากสูง เหมาะสำหรับการปลูกทำหมักมาก ราคาเมล็ดไม่แพง ปลูกได้ง่ายโดยการไ้เมล็ดหว่านในแปลง การปลูก และการจัดการแปลงทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก คล้ายกับการปลูกข้าวโพดซึ่งเกษตรกรมีความชำนาญในการปลูก และมีเกษตรกรบางรายได้เคยปลูกข้าวฟ่างเพื่อใช้ทำหมักมาแล้วซึ่งดีกว่าการปลูกข้าวโพดที่ตัดได้เพียงครั้งเดียว แต่มีข้อด้อยเมื่อเทียบกับหญ้าคือการไ้ประโยชน์จากรอบการตัดได้เพียง 2 – 3 ครั้ง จึงต้องปลูกใหม่ทุกปี

ทศนคติต่อการทำข้าวฟ่างหมัก

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีข้อคิดเห็นว่าในการทำข้าวฟ่างหมักด้วยถุงพลาสติก มีขั้นตอนที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก สะดวกในการทำ แต่จะต้องให้ความสำคัญในกระบวนการไล่อากาศออกจากถุง และต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญ หรือเคยทำมาก่อนในการทำ การใช้ถุงพลาสติกดำชั้น 2 ชั้น เป็นภาชนะบรรจุ มีราคาค่อนข้างแพง และใช้ได้เพียงครั้งเดียว ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง และกลุ่มเกษตรกรมีเครื่องหันหญ้าเป็นของตนเอง เพราะจะได้มีสะดวกในการหันผลผลิตในการทำหมักหญ้า

ทศนคติต่อคุณภาพของข้าวฟ่างหมัก

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีข้อคิดเห็นว่าพอใจกับคุณภาพของข้าวฟ่างหมักที่เกษตรกรผลิตได้ จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพเป็นข้าวฟ่างหมักที่คุณภาพดี มีกลิ่นหอม หลังการเก็บไว้นาน 1 – 2 เดือน ทุกถุงยังมีลักษณะที่ดีไม่มีเน่าเสีย และจากการนำไปทดลองไปใช้เลี้ยงโคเนื้อพบว่ามีความชอบกิน สามารถใช้เป็นเสบียงสัตว์ในช่วงแล้งได้เป็นอย่างดี

ทศนคติต่อการจำหน่ายข้าวฟ่างหมัก

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีข้อคิดเห็นว่าในด้านการตลาดการจำหน่ายหญ้าหมักมีความต้องการอยู่มากโดยเฉพาะผู้เลี้ยงโคนมในจังหวัดสระแก้ว แต่ปัญหาคือจะต้องมีการผลิตข้าวฟ่างหมักหรือหญ้าหมักเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ซื้ออย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะช่วงฤดูแล้งตลาดมีความต้องการมาก หากมีการผลิตน้อยและไม่ต่อเนื่อง ผู้ซื้อจะไม่แน่ใจในผลผลิตที่จะจำหน่าย และไม่คุ้มต่อการขนส่ง อีกทั้งเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีการเลี้ยงสัตว์อยู่แล้วจึงต้องการใช้ข้าวฟ่างหมักที่ผลิตได้เลี้ยงสัตว์ของตนเอง เนื่องจากเข้าสู่ฤดูแล้งทำให้ขาดแคลนแหล่งอาหารหยาบ จึงมีการจำหน่ายเกิดขึ้นเพียง 1 ราย

ทัศนคติต่อการดำเนินการต่อไปในอนาคต

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 3 ราย มีความต้องการที่จะดำเนินการต่อไปในอนาคต โดยต้องการปลูกข้าวฟ่างไว้ทำหมักหรือตัดต้นสดให้สัตว์ของตนเองกิน หากได้ผลผลิตมากก็จะจำหน่ายให้เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง ส่วนเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 1 ราย ไม่ต้องการทำต่อเนื่องจากมีอาชีพหลักคือการทำนา จึงต้องใช้แรงงานในครัวเรือนไปในการทำนา

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบเทคโนโลยีในการผลิตข้าวฟ่างหมักสำหรับเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่จังหวัดสระแก้วด้วยวิธีการหมักในถุงพลาสติกดำ ได้นำไปทดสอบกับเกษตรกรในกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์บ้านเขาดิน ต.คลองหาด อ.คลองหาด จ.สระแก้ว จำนวน 1 ราย และจากกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์บ้านปากห้วย ต.ปากห้วย อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว จำนวน 3 ราย โดยใช้ข้าวฟ่างพันธุ์ช่อก้ามแดง ตัดที่อายุประมาณ 60 – 65 วัน หั่นให้มีขนาด 1 – 2 นิ้ว แล้วจึงอัดให้แน่นในถุงพลาสติก มีน้ำหนักถุงละ 30 กิโลกรัม ได้ผลการทดสอบดังนี้

1. เกษตรกรสามารถทำข้าวฟ่างหมักได้เฉลี่ยรายละ 150 ถุง ได้ผลผลิตน้ำหนักสดของข้าวฟ่างเฉลี่ยประมาณ 4,507.5 กิโลกรัมต่อไร่
2. คุณภาพของข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรทั้ง 4 ราย จากการประเมินลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ส่วนการประเมินคุณภาพของข้าวฟ่างหมักทางเคมีโดยใช้กรดอินทรีย์ พบว่าข้าวฟ่างหมักของเกษตรกรอยู่ในชั้นคุณภาพพอใช้ถึงชั้นคุณภาพดี และหากพิจารณาในภาพรวมทั้งหมักข้าวฟ่างหมัก ของเกษตรกรที่หมักในถุงพลาสติกดำอยู่ในเกณฑ์ชั้นคุณภาพดี
3. ต้นทุนในการผลิตข้าวฟ่างหมักในถุงพลาสติกดำ ขนาดบรรจุ 30 กิโลกรัม พบว่ามีต้นทุนเฉลี่ยถุงละ 27.60 บาท หรือคิดเป็นต้นทุนต่อกิโลกรัมเท่ากับ 0.92 บาท
4. ทัศนคติและการยอมรับของเกษตรกรที่ร่วมโครงการ พบว่าข้าวฟ่างเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูง เหมาะสำหรับการปลูกทำหมักมาก ราคาเมล็ดไม่แพง การปลูกและการจัดการแปลงทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก คล้ายกับการปลูกข้าวโพด การทำข้าวฟ่างหมักด้วยถุงพลาสติกมีขั้นตอนในการทำง่าย ไม่ยุ่งยาก สะดวกในการทำ แต่จะต้องให้ความสำคัญในกระบวนการไล่อากาศออกจากถุง และเกษตรกรพอใจกับคุณภาพของข้าวฟ่างหมักที่เกษตรกรผลิตได้ ที่มีลักษณะทางกายภาพเป็นข้าวฟ่างหมักที่คุณภาพดี ในด้านการตลาดการจำหน่ายยังมีความต้องการอยู่มากแต่ปัญหาคือการผลิตข้าวฟ่างหมักหรือหญ้าหมักเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ซื้อไม่ต่อเนื่องและมีน้อย ในด้านการยอมรับพบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 3 ราย จากทั้งหมด 4 ราย มีความต้องการที่จะดำเนินการต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

การทดสอบเทคโนโลยีในการผลิตหญ้าข้าวฟ่างหมักในถุงพลาสติกดำ เป็นเทคโนโลยีที่เกษตรกรรายย่อยสามารถที่จะดำเนินการทำได้โดยใช้แรงงานภายในครัวเรือน แต่เกษตรกรยังขาดอุปกรณ์เครื่องมือในการทำข้าวฟ่างหมัก เช่น เกษตรกรไม่มีเครื่องหั่นเป็นของตนเอง เนื่องจากมีราคาแพง เกษตรกรจึงไม่ลงทุนซื้อเป็นของตนเอง นอกจากนั้นแล้วควรมีการทดสอบซ้ำในเรื่องของการให้ผลผลิตของข้าวฟ่างที่ต่ำ เนื่องจากการกระทบแล้งจากการปลูกในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งหากเกษตรกรสามารถปลูกให้เร็วขึ้นในช่วงต้นของฤดูฝนก็จะไม่กระทบแล้ง ผลผลิตที่ได้จะเพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายเพลิด จานสันเทียะ เกษตรกร ต.คลองหาด อ.คลองหาด จ.สระแก้ว นายสุพจน์ บันส่วน นางฉะลอ แก้วดอน และ นางราตรี สอาดเอี่ยม เกษตรกร ต.ปากห้วย อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว ที่เข้าร่วมดำเนินการในโครงการวิจัย และได้ดำเนินการตามแผนการวิจัย งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ สระแก้ว ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547ก. ตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 37 หน้า.
- กรมปศุสัตว์. 2547ข. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักคุณภาพดี. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวง เกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.
- กรมปศุสัตว์. 2548. หญ้าหมัก. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2542. ข้าวฟ่าง. เอกสารคำแนะนำการปลูก. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 18 หน้า.
- ฉายแสง ไผ่แก้ว พิมพ์พร พลเสน และบุญชู ชมภูสอ. 2546. การทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน เพื่อผลิตหญ้าหมัก. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2546. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 205-241.
- พรชัย ล้อวิทย์. 2548. พืชอาหารสัตว์หมัก Silage. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 213 หน้า.
- แพรวพรรณ เครือมังกร สัมพันธ์ มาศโอสถ และอนุกิจ เครือมังกร. 2551. การทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตหญ้าแพงโกล่าหมักสำหรับเกษตรกรรายย่อยเพื่อการจำหน่ายในพื้นที่ จังหวัดสระบุรี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวง เกษตรและสหกรณ์. หน้า 128-150.
- วิทยา สุมาลย์ สมจิตร อินทรมณี และมาซามิ คูราโมชิ. 2547. คู่มือการเก็บสำรองพืชอาหารสัตว์. โครงการพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทยภายใต้ความร่วมมือระหว่างกรมปศุสัตว์และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น. 48 หน้า.
- วัลลิภา สุชาโต. 2539. การปลูกข้าวฟ่าง. เอกสารประกอบคำบรรยายในการฝึกอบรม โครงการส่งเสริมการปลูกข้าวฟ่าง. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. 6 หน้า.

ตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 วิธีการประเมินคุณภาพพืชหมักทางกายภาพ

	ลักษณะทางกายภาพ	คะแนน
1. กลิ่น	- หอมคล้ายกลิ่นผลไม้ดองหรือน้ำส้มสายชู	12
	- ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย	8
	- มีกลิ่นฉุนมาก และเหม็นเล็กน้อย	4
	- เหม็นเน่า หรือมีกลิ่นรา	0
2. เนื้อพืชหมัก	- แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4
	- แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย ลิ่นเป็นเมือก	2
	- แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยมาก มีสิ่งเจือปน	1
	- เละเป็นเมือก และสกปรกมาก	0
3. สี	- เหลืองอมเขียว หรือสีจาง	3
	- เขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม	2
	- น้ำตาลทอง	1
	- น้ำตาลเข้ม หรือดำ	0
4. pH	- 3.5 - 4.2	6
	- 4.4 - 4.7	4
	- 4.7 - 5.1	2
	- > 5.1	0

คะแนน	ชั้นคุณภาพ
20 – 25	ดีมาก
15 – 19	ดี
6 – 14	ปานกลาง
0 – 5	ต่ำ

ตารางผนวกที่ 2 วิธีการประเมินคุณภาพพืชหมัก จากปริมาณกรดแลกติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริก

กรดแลกติก (%ของกรด ทั้งหมด)	คะแนน	กรดอะซิติก (%ของกรด ทั้งหมด)	คะแนน	กรดบิวทีริก (%ของกรด ทั้งหมด)	คะแนน
0 – 25	0	0 – 15	20	0 – 1.5	50
25.1 – 30	2	15.1 – 20	18	1.6 – 3.0	30
30.1 – 34	4	20.1 – 24	16	3.1 – 4.0	20
34.1 – 38	6	24.1 – 28	13	4.1 – 6.0	15
38.1 – 42	8	28.1 – 32	10	6.1 – 8.0	10
42.1 – 46	10	32.1 – 36	7	8.1 – 10.0	9
46.1 – 50	12	36.1 – 40	4	10.1 – 12.0	8
50.1 – 54	14	40.1 – 45	2	12.1 – 14.0	7
54.1 – 58	16	45.1 - 50	0	14.1 – 16.0	6
58.1 – 62	18			16.1 – 18.0	4
62.1 – 66	20			18.1 – 20.0	2
66.1 – 70	24			20.1 – 30.0	0
70.1 – 75	28			30.1 – 40.0	-5
> 75	30			>40.0	-10

คะแนน	ชั้นคุณภาพ
81 – 100	ดีมาก
61 – 80	ดี
41 – 60	ปานกลาง
21 – 40	พอใช้
0 – 20	ต่ำ

การศึกษาคุณภาพและต้นทุนการผลิตของพืชหมักในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ

จีระศักดิ์ ชอบแต่ง^{1/} สมพล ไวยัญญา^{2/} วารุณี พานิชผล^{3/}

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพและต้นทุนในการผลิตหญ้าหมักเมื่อนำมาหมักในภาชนะชนิดต่างๆ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด สิ่งทดลอง คือ ภาชนะบรรจุสำหรับการทำหญ้าหมัก 5 ชนิด ได้แก่ 1) ถังพลาสติกชนิดมีฝาปิดสนิทมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว สูง 31 นิ้ว 2) ถังพลาสติกสีดำ ขนาด 35 x 50 นิ้ว และมีความหนา 0.2 มิลลิเมตร 3) ถังพลาสติกชนิดโปร่งแสง ขนาด 24 x 41 นิ้ว และมีความหนา 0.4 มิลลิเมตร 4) กระสอบพลาสติกสานที่มีถุงพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้น ขนาด 21 x 40 นิ้ว และ 5) กระสอบพลาสติกสานที่ห่อมัดชิดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้น ขนาด 21 x 36 นิ้ว ใช้เวลาในการหมักนาน 21 วัน ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อ. ท่าฉาง จ. สุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนมีนาคม 2550 – ธันวาคม 2550

ผลการทดลอง พบว่า หลังจากหมักนาน 21 วัน หญ้าหมักที่ได้จากภาชนะต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งแตกต่างกัน ($p < 0.05$) (มีค่ากระจายแคบๆ อยู่ในช่วง 21.90 – 23.18 เปอร์เซ็นต์) มีโปรตีนอยู่ในช่วง 8.65 – 9.47 เปอร์เซ็นต์ การหมักหญ้าโดยถังพลาสติกได้หญ้าหมักที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด ($p < 0.05$) (4.79) เมื่อพิจารณาการสูญเสียในรูปแบบแก๊ส พบว่า การใช้ภาชนะประเภทกระสอบพลาสติกสานมีค่าการสูญเสียมากกว่า ($p < 0.05$) ภาชนะอื่นๆ ผลการประเมินหญ้าหมักโดยใช้ลักษณะทางกายภาพ พบว่า หญ้าหมักที่ได้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดี อย่างไรก็ตาม เมื่อประเมินคุณภาพของหญ้าหมักโดยใช้ปริมาณกรดต่างๆ พบว่า หญ้าหมักที่ได้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพต่ำ หญ้าหมักมีต้นทุนการผลิตค่าภาชนะต่อ 1 กิโลกรัมวัตถุแห้ง อยู่ในช่วง 0.43 – 2.16 บาท การใช้กระสอบพลาสติกสานที่มีถุงพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้น มีต้นทุนต่ำสุด และกระสอบพลาสติกสานห่อมัดชิดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้น มีต้นทุนสูงสุดทั้งนี้เนื่องจากต้องใช้แผ่นพลาสติกบางใสหุ้มอีก 2 ชั้น

คำสำคัญ : หญ้าหมัก คุณภาพ ภาชนะ หญ้า

เลขทะเบียนวิจัย 47 (1) (47:8) – 0514 – 051

^{1/} กลุ่มวิจัยพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ราชเทวี กรุงเทพฯ

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อ. ท่าฉาง จ. สุราษฎร์ธานี

^{3/} กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ จ. ปทุมธานี

Effect of various types of silage containers on quality and cost of ensilage

Jeerasak Chobtang^{1/} Sompon Waipanya^{2/} Varunee Panichapol^{3/}

Abstract

A study on effects of various types of ensiling container on quality and production cost of Ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*) ensilage was conducted at Suratthani Animal Nutrition Research and Development Center, Suratthani province, from March 2007 to December 2007. Treatments were five types of containers, 1) plastic tanks (PT), 2) black plastic bags (BPB), 3) transperence plastic bags (TPB), 4) fertilizer gunny bags (FGB) and 5) gunny bag tightly covered by 2 thin layers of plastic sheet (FGBC). After 21 days of ensiling, the containers were opened to examine and assess the quality of ensilage.

The results show that after 21 days of ensiling, even though DM content of ensilage from various containers significantly differed ($p < 0.05$), they narrowly ranged from 21.90 to 23.18 per cent. Crude protein content of ensilage ranked from 8.65 to 9.47 per cent. The PT container provided silage with the significantly lowest ($p < 0.05$) pH (4.79). Weight losses of ensilage from gunny bag containers (FGB and FGBC) were higher than those from other containers. The ensilage quality assessment from acid quantity of various containers indicated that they were of low quality. However, when quality of ensilage from different containers was assessed by physical characteristics, the result was opposite. The result indicated that they were of good quality. The production cost per kg of dry matter of ensilage was ranged from 0.43 to 2.16 Baht. The cost was lowest for FGB and highest in FGBC container because of the additional cost of 2 thin layers of plastic sheet.

Keywords : silage, quality, container, ruzi grass

Research Project No. 47 (1) (47:8) – 0514 – 051

^{1/} Forages Research Section, Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development, Ratchatewi, Bangkok

^{2/} Suratthani Animal Nutrition Research and Development Center, Tha Chang district, Suratthani province

^{3/} Feed and Forage Analysis Section, Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development, Patumthani

คำนำ

การถนอมรักษาพืชอาหารสัตว์โดยการหมัก (ensilage) อาศัยหลักการทำให้เกิดกรดแลคติก (lactic acid) จากกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ของจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria, LAB) ในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจน (anaerobe condition) โดย LAB จะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrates, WSC) ที่มีอยู่ในพืชไปเป็นกรดแลคติก ทำให้พืชหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลง มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ประเภทที่ทำให้พืชหมักเน่าเสีย (จันทกานต์, 2545) ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของพืชหมักได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่เหลืออยู่ในภาชนะซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของ LAB ข้างลง ส่งผลให้การสังเคราะห์กรดแลคติกและการลดลงของ pH ข้างลงตามไปด้วย นอกจากนี้ความสามารถในการซึมผ่าน (permeability) ของอากาศและออกซิเจนของภาชนะที่ใช้ในการหมักก็มีผลกระทบมากเช่นกัน การใช้ภาชนะที่อากาศและออกซิเจนสามารถซึมผ่านได้มากมีผลทำให้เกิดการสูญเสียวัตถุดิบและคุณค่าทางอาหารของพืชหมักมากขึ้นด้วย (Van Soest, 1994) ภาชนะที่แตกต่างกันก็จะมีควมยากง่ายในการรีดอากาศออก ความแน่นหนาในการปิดผนึก ตลอดจนความสามารถในการซึมผ่านของอากาศแตกต่างกันซึ่งจะส่งผลให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพแตกต่างกันออกไป กรมปศุสัตว์ (2547) รายงานว่า พืชหมักที่ดีควรมีลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ ควรมีสีเขียวแกมเหลือง มีกลิ่นหอมเปรี้ยวอ่อนๆ คล้ายผลไม้ดอง เนื้อสัมผัสจะต้องไม่เมื่อย ไม่เละ เมื่อเอามืออู้นเนื้อจะไม่หลุดออก ควรมีความชื้นอยู่ระหว่าง 65 – 70 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.5 – 4.2 หากพิจารณาปริมาณกรดที่สำคัญ พืชหมักที่ดีจะต้องมีกรดแลคติก 1.5 – 2.5 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิติก 0.5 – 0.8 เปอร์เซ็นต์ และ กรดบิวทีริก น้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์

การผลิตพืชหมักเพื่อการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร แม้ว่าการผลิตพืชหมักในภาชนะขนาดเล็กจะมีต้นทุนต่อหน่วยการผลิตสูงกว่าการทำพืชหมักแบบไซโลขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีการผลิตพืชหมักโดยใช้ภาชนะขนาดเล็กซึ่งสะดวกทั้งในการผลิตและการขนส่ง (Lane, 2000) จะช่วยสนับสนุนการผลิตพืชหมักเพื่อการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ของเกษตรกรได้ดีขึ้น แต่ความแตกต่างของราคาของภาชนะและคุณสมบัติต่างๆ เช่น ขนาดบรรจุและความสะดวกในการจัดการ มีผลทำให้ต้นทุน คุณภาพและความเหมาะสมในการผลิตพืชหมักสำหรับเกษตรกรแตกต่างกันด้วย จากข้อมูลต่างๆ ข้างต้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงคุณภาพและต้นทุนการผลิตของพืชหมักในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตพืชหมักที่มีความเหมาะสม สะดวกและง่ายต่อการผลิตพืชหมักเพื่อการจำหน่ายของเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สถานที่ดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี ตำบลปากฉลุย อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนมีนาคม 2550 – ธันวาคม 2550

แผนการทดลองและสิ่งทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาความแตกต่างของภาชนะบรรจุในการทำนํ้าหมักที่มีผลต่อคุณภาพและต้นทุนในการผลิตนํ้าหมัก วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) สิ่งทดลอง คือ ภาชนะบรรจุสำหรับการทำนํ้าหมัก 5 ชนิด มี 4 ซ้ำ ได้แก่

- 1) ถังพลาสติกชนิดมีฝาปิดสนิทมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว สูง 31 นิ้ว (PT)
- 2) ถังพลาสติกสีดำ ขนาด 35 x 50 นิ้ว และมีความหนา 0.2 มิลลิเมตร (BPB)
- 3) ถังพลาสติกชนิดโปร่งแสง ขนาด 24 x 41 นิ้ว และ มีความหนา 0.4 มิลลิเมตร (TPB)
- 4) กระสอบพลาสติกสานที่มีถังพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้นขนาด 21 x 40 นิ้ว (FGB)
- 5) กระสอบพลาสติกสานที่ห่อมัดชิดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้นขนาด 21 x 36 นิ้ว (FGBC)

การจัดการแปลงนํ้าหมักและการทำพืชนํ้าหมัก

นํ้าหมักที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้จากแปลงนํ้าหมัก ที่ใช้ประโยชน์มาแล้ว 1 ปี ตัดหญ้าเพื่อปรับสภาพให้มีการงอกใหม่อย่างสม่ำเสมอ หลังจากตัดหญ้าใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อหญ้ามียาวได้ 49 วัน จึงตัดและนำมาทำหมัก โดยหั่นหญ้าด้วยเครื่องหั่นฟืชให้มีขนาดความยาวประมาณ 1-2 นิ้ว คลุกเคล้าให้เข้ากันและนำมาบรรจุลงในภาชนะชนิดต่างๆ ตามสิ่งทดลองที่กำหนด จากนั้นนำไปเก็บไว้ในที่ร่ม ใช้เวลาในการหมักนาน 21 วัน จึงเปิดภาชนะเพื่อตรวจสอบคุณภาพและสุ่มเก็บตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

การเก็บข้อมูล การคำนวณและการวิเคราะห์ทางเคมี

1. การสุ่มเก็บตัวอย่าง

1.1 สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าสดก่อนบรรจุใส่ภาชนะโดยสุ่มย่อย (sub-sampling) ให้ได้ประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

1.2 เมื่อครบกำหนดอายุการหมัก 21 วัน เปิดภาชนะเพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของนํ้าหมัก ได้แก่ กลิ่น เนื้อสัมผัสพืชนํ้าหมัก สี และสุ่มเก็บตัวอย่างนํ้าหมักจากชั้นบน กลาง และล่างของภาชนะ รวมกันให้ได้ประมาณ 1 กิโลกรัม (ตามคำแนะนำของ กรมปศุสัตว์ (2547)) เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยหลังจากสุ่มตัวอย่างได้จะ

บรรจุตัวอย่างลงในถุงพลาสติกชนิดเย็น ชั้นกัน 2 ชั้น รีดอากาศออกและปิดปากถุงพลาสติกให้แน่น จากนั้นนำไปแช่ในกล่องโฟมซึ่งมีน้ำแข็งบรรจุอยู่ทันที แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ ประเมินคุณภาพของพืชหมักโดยใช้ลักษณะทางกายภาพตามวิธีการประเมินของ กรมปศุสัตว์ (2547) (ตารางผนวกที่ 1) ประเมินคุณภาพของพืชหมักโดยใช้ปริมาณกรดแลคติก (lactic acid) กรดอะซิติก (acetic acid) และกรดบิวทิริก (butyric acid) ตามวิธีการประเมินของ กรมปศุสัตว์ (2547) (ตารางผนวกที่ 2 และ 3)

2. การคำนวณ

2.1 คำนวณการสูญเสียวัตถุดิบของหญ้าหมักในรูปแก๊ส (gaseous loss) โดยสมการ

$$\% \text{ การสูญเสีย} = \frac{\text{น้ำหนักหญ้าก่อนหมัก} - \text{น้ำหนักหญ้าหลังหมัก}}{\text{น้ำหนักหญ้าก่อนหมัก}} \times 100$$

2.2 คำนวณต้นทุนการผลิตของพืชหมัก โดยในการคำนวณคิดเฉพาะต้นทุนค่าภาชนะต่อการผลิตหญ้าหมัก 1 กิโลกรัมวัตถุดิบ

3. การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างหญ้าก่อนและหลังหมัก ได้แก่ วัตถุดิบและโปรตีนตามวิธีของ AOAC (1980) วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ของหญ้าก่อนหมักตามวิธีของ Dubois และคณะ (1956) วิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทิริกโดยใช้เครื่อง HPLC และวัดค่า pH โดยใช้เครื่อง pH meter

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ส่วนข้อมูลที่ไม่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวน เช่น ข้อมูลน้ำหนักหญ้าก่อนและหลังการหมัก คะแนนผลการประเมินทางกายภาพและเคมี และต้นทุนการผลิต แสดงเป็นค่าเฉลี่ย

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าที่ก่อนการหมัก

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าที่อายุการตัด 49 วัน ที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 1 โดยหญ้าที่มีวัตถุดิบ 23.46 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับการทำหญ้าหมัก Van Soest (1994) รายงานว่า วัตถุดิบที่เหมาะสมในการทำพืชหมักควรมีค่าอยู่ประมาณ 35

เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาระดับคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ พบว่า มีค่าอยู่ในระดับที่เหมาะสม (8.46% DM) สำหรับการหมัก Skerman และ Riveros (1990) รายงานว่า ระดับ WSC ที่เหมาะสมควรมีค่าไม่น้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ อย่างไรก็ตาม มีบางรายงานระบุว่าระดับ WSC ของพืชที่เหมาะสมสำหรับการหมักไม่ควรต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ (Bernardes และ คณะ, 2005) สำหรับระดับ WSC ของหญ้าที่ขึ้นในการทดลองนี้ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ ศศิพร และคณะ (2547) ซึ่งรายงานว่ หญ้าที่อายุการตัด 45 วัน จะมีค่า WSC เฉลี่ย 7.92 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าสดและหญ้าหมักที่หมักในภาชนะชนิดต่างๆ

	ภาชนะ บรรจุ ¹	pH	องค์ประกอบทางเคมี			เปอร์เซ็นต์กรด		
			(DM basis ยกเว้น DM)			(DM basis)		
			DM (%)	CP	WSC	lactic	acetic	butyric
หญ้าสด	-	5.18	23.46	9.50	8.46	-	-	-
หญ้าหมัก	PT	4.79 ^c	23.10 ^{ab}	9.15	-	0.31 ^b	2.77 ^b	2.61 ^{ab}
	BPB	5.13 ^a	22.43 ^{bc}	9.11	-	3.26 ^a	4.44 ^a	1.91 ^b
	TPB	4.98 ^b	23.18 ^a	9.18	-	3.27 ^a	3.81 ^{ab}	1.60 ^b
	FGB	4.88 ^{bc}	2.56 ^{abc}	8.96	-	1.35 ^b	2.86 ^b	3.45 ^a
	FGBC	4.94 ^b	21.90 ^c	8.65	-	3.42 ^a	3.81 ^b	3.26 ^a
	Significant level	*	*	ns	-	**	*	**
	SEM	0.04	0.22	0.29	-	0.37	0.27	0.36
	CV (%)	1.42	1.94	6.26	-	23.49	16.40	22.31

หมายเหตุ : ¹ PT หมายถึง ถังพลาสติกชนิดมีฝาปิดสนิท; BPB หมายถึง ถังพลาสติกสีดำ; TPB หมายถึง ถังพลาสติกโปร่งแสง; FGB หมายถึง กระสอบพลาสติกสานมีถุงพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้น และ FGBC หมายถึง กระสอบพลาสติกสานห่อมัดมัดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้น; - หมายถึง ไม่มีข้อมูล; ² น้ำหนักแห้งไม่รวมน้ำหนักภาชนะและไม่มีการเปรียบเทียบทางสถิติ; ^{abc} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน (ไม่รวมค่าจากหญ้าสด) แตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05); * = p<0.05; ** = p<0.01; ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ส่วนประกอบทางเคมีของมูลวัวที่หมัก

องค์ประกอบทางเคมีของมูลวัวที่หมักที่ได้จากภาชนะต่างๆ แสดงในตารางที่ 1 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า แม้ว่าค่าวัตถุแห้งของมูลวัวที่หมักจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ก็มีค่ากระจายแคบๆ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 21.90 – 23.18 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าค่าวัตถุแห้งของลักษณะมูลวัวที่ดี (30 – 35 เปอร์เซ็นต์) ที่รายงานโดย กรมปศุสัตว์ (2547) มูลวัวที่หมักจากภาชนะต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 8.65 – 9.15 เปอร์เซ็นต์ ลดต่ำกว่าโปรตีนจากมูลวัวสด (9.50 เปอร์เซ็นต์) เพียงเล็กน้อย ส่วนค่า pH นั้น แม้จะพบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่าอยู่ระหว่าง 4.79 – 5.13 ไม่มีมูลวัวที่หมักจากภาชนะบรรจุใดเลยที่มีค่าต่ำกว่า 4.40 ซึ่งเป็นระดับที่ Van Soest (1994) รายงานว่า จะช่วยลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ทำให้มูลวัวหมักเน่าเสีย โดยเฉพาะจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Clostridium* และ *Pseudomonas* เช่นเดียวกับรายงานของ กรมปศุสัตว์ (2547) รายงานว่า มูลวัวที่หมักที่มีลักษณะดี ควรมี pH อยู่ในช่วง 3.5 – 4.2 อย่างไรก็ตาม ค่า pH ของมูลวัวที่หมักจากการทดลองนี้มีค่าดีกว่ารายงานของ ศรีธยาและจันทกานต์ (2540) ซึ่งพบว่า การใช้ถุงพลาสติกดำเป็นภาชนะผลิตมูลวัวที่หมัก ใช้เวลาหมักนาน 30 วัน ได้มูลวัวที่หมักที่มี pH สูงถึง 5.35 และมีกรดแลคติกเพียง 0.72 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

เมื่อพิจารณาปริมาณกรดต่างๆ ของมูลวัวที่หมัก พบว่า ความแตกต่างของภาชนะที่ใช้มีผลทำให้มูลวัวมีเปอร์เซ็นต์กรดแตกต่างกัน ($p < 0.05$) การหมักมูลวัวที่ด้วยถังพลาสติกและกระสอบพลาสติกสานที่มีถุงพลาสติกข้างใน ได้มูลวัวที่หมักที่มีกรดแลคติกต่ำกว่าการใช้ถุงพลาสติกทั้ง 2 แบบ และกระสอบพลาสติกสานที่ห่อด้วยพลาสติกบางใส เมื่อพิจารณาปริมาณกรดอะซิติกและกรดบิวทีริก ผลการทดลอง พบว่า แม้ว่าความแตกต่างของภาชนะที่ใช้จะมีผลทำให้มูลวัวที่หมักมีกรดอะซิติกแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีภาชนะชนิดใดเลยที่ให้มูลวัวที่หมักที่มีปริมาณกรดอะซิติกและกรดบิวทีริกอยู่ในเกณฑ์ที่มีคะแนนประเมินตามมาตรฐานทางเคมีของพืชหมัก (0.50-0.80 เปอร์เซ็นต์และน้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ของกรมปศุสัตว์ (2547) สาเหตุน่าจะเกิดจากการที่มูลวัวที่หมักมี pH สูงกว่าระดับที่ช่วยยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Clostridium* และ *Pseudomonas* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดอะซิติกและบิวทีริก (Van Soest, 1994) จึงทำให้จุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวยังคงดำเนินกิจกรรมอยู่

น้ำหนักมูลวัวหมักและการสูญเสียหลังการหมัก

ปริมาณมูลวัวที่สามารถบรรจุได้ในภาชนะบรรจุแต่ละชนิด น้ำหนักมูลวัวหมักและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียหลังการหมักแสดงในตารางที่ 2 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ภาชนะบรรจุแต่ละชนิดสามารถบรรจุมูลวัวที่หมักได้แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดบรรจุของภาชนะนั้นๆ โดยถังพลาสติกสามารถบรรจุมูลวัวสดได้เฉลี่ย 68.20 กิโลกรัม ในขณะที่กระสอบพลาสติกสานสามารถบรรจุมูลวัวสดได้เฉลี่ยเพียง 21.52 กิโลกรัม เท่านั้น เมื่อพิจารณาการสูญเสียของมูลวัวที่หมัก พบว่า หลังจากการเปิดภาชนะหมักไม่พบว่ามีสูญเสียในรูปของของเหลว (effluence) เลย แม้ Van Soest (1994)

รายงานว่าการสูญเสียวัตถุดิบในรูปของเหลวจะเกิดขึ้นได้มากหากพืชที่นำมาหมักมีปริมาณความชื้นสูงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หญ้าที่ที่ใช้ในการทดลองนี้มีความชื้นอยู่สูง (เฉลี่ย 76.54 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่มีการสูญเสียในรูปของของเหลวเลย ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่การทดลองนี้หมักหญ้าเป็นระยะเวลาสั้นๆ เพียง 21 วัน เท่านั้น ดังนั้นการสูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้จึงเกิดจากการใช้สารอาหารในหญ้าโดยเฉพาะ WSC ของจุลินทรีย์เท่านั้น ผลการทดลอง พบว่า การใช้ถังพลาสติกและถุงพลาสติกดำมีการสูญเสียน้อยที่สุด ($p < 0.05$) ในขณะที่การใช้กระสอบพลาสติกสานทั้ง 2 แบบ มีการสูญเสียมากที่สุด ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม การสูญเสียที่เกิดจากภาชนะทุกชนิดมีอยู่ระหว่าง 1.71 – 3.19 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับที่ต่ำ Ashbell และคณะ (2001) รายงานว่าการสูญเสียพืชหมักในรูปแก๊ส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่ควรเกิน 3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด) และเมื่อคิดเป็นการสูญเสียบนฐานน้ำหนักวัตถุดิบจะมีค่าการสูญเสียน้อยอยู่ระหว่าง 3.19 – 14.57 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่ารายงานของ Pedrosa และคณะ (2005) ที่พบว่า เพียง 15 วัน ต้นอ้อยหมักมีการสูญเสียวัตถุดิบแห้งรวม (total dry matter losses) คิดเป็น 25.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Titterton และคณะ (2000) รายงานว่าการหมักหญ้าเนเปียร์ในถุงพลาสติกซึ่งสามารถบรรจุหญ้าได้ 8 กิโลกรัม (สภาพสด) มีการสูญเสียวัตถุดิบแห้งสูงถึง 19.79 เปอร์เซ็นต์ (วัตถุดิบแห้ง)

ตารางที่ 2 น้ำหนักวัตถุดิบแห้งและการสูญเสียของหญ้าที่หมักในภาชนะชนิดต่างๆ

ภาชนะ บรรจุ ¹	น้ำหนักวัตถุดิบแห้ง (กก.) ² (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		การสูญเสีย ในรูปแก๊ส (%น้ำหนักสด)
	ก่อนหมัก	หลังหมัก	
หญ้าหมัก			
PT	16.00±0.80	15.43±0.58	1.84 ^b
BPB	10.27±0.25	9.65±0.31	1.71 ^b
TPB	6.42±0.36	6.17±0.24	2.54 ^{ab}
FGB	5.00±0.33	4.66±0.30	3.04 ^a
FGBC	5.14±0.38	4.64±0.28	3.19 ^a
Significant level	-	-	*
SEM	-	-	0.28
CV (%)	-	-	22.00

หมายเหตุ : ¹ PT หมายถึง ถังพลาสติกชนิดมีฝาปิดสนิท; BPB หมายถึง ถุงพลาสติกสีดำ; TPB หมายถึง ถุงพลาสติกโปร่งแสง; FGB หมายถึง กระสอบพลาสติกสานมีถุงพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้น และ FGBC หมายถึง กระสอบพลาสติกสานห่อมัดมัดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้น; - หมายถึง ไม่มีข้อมูล ² น้ำหนักแห้งไม่รวมน้ำหนักภาชนะและไม่มีการเปรียบเทียบทางสถิติ; ^{a b c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน (ไม่รวมค่าจากหญ้าสด) แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$); * = $p < 0.05$

การประเมินคุณภาพโดยใช้ลักษณะทางกายภาพและปริมาณกรดต่างๆ ของพืชหมัก

ตารางที่ 3 และ 4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนลักษณะทางกายภาพและการประเมินคุณภาพหญ้าหมักโดยใช้ปริมาณกรดต่างๆ ซึ่งใช้เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพพืชหมักทางกายภาพของ กรมปศุสัตว์ (2547) (ตารางผนวกที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) และแบ่งชั้นคุณภาพหญ้าหมักตามตารางผนวกที่ 3 ผลการทดลอง พบว่า ผลคะแนนการประเมินคุณภาพทางกายภาพของหญ้ารัฐหมักในภาชนะทุกชนิดอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งนี้เนื่องหญ้าหมักจากภาชนะต่างๆ มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันมาก ส่วนผลค่าคะแนนผลการประเมินโดยใช้ปริมาณกรดต่างๆ พบว่า หญ้ารัฐหมักที่ได้จากภาชนะทุกชนิดมีคะแนนประเมินอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากการที่หญ้าหมักที่ได้มีปริมาณกรดที่ไม่พึงประสงค์ ได้แก่ กรดอะซิติกและกรดบิวทิริก สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก

ตารางที่ 3 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพโดยใช้ลักษณะทางกายภาพของหญ้ารัฐหมัก

ภาชนะบรรจุ ¹	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	สี	pH	คะแนนรวม	ผลการประเมิน
PT	8	4	3	2	17	ดี
BPB	8	4	3	2	17	ดี
TPB	8	4	3	2	17	ดี
FGB	8	4	3	2	17	ดี
FGBC	8	4	3	2	17	ดี

หมายเหตุ : ไม่เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ; ¹ PT หมายถึง ถังพลาสติกชนิดมีฝาปิดสนิท; BPB หมายถึง ถังพลาสติก สีดำ; TPB หมายถึง ถังพลาสติกโปร่งแสง; FGB หมายถึง กระสอบพลาสติกสานมี ถังพลาสติกบางปูอยู่ข้างใน 1 ชั้น และ FGBC หมายถึง กระสอบพลาสติกสานห่อมัดมัดด้วย พลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้น

ตารางที่ 4 ผลคะแนนการประเมินคุณภาพโดยใช้ปริมาณกรดต่างๆ ของหญ้ารัฐหมัก

ภาชนะ บรรจุ	กรดแลกติก			กรดอะซิติก			กรดบิวทิริก			ผลรวม คะแนน	ชั้น คุณภาพ
	%DM	%Total	คะแนน	%DM	%Total	คะแนน	%DM	%Total	คะแนน		
PT	0.31	5.48	0	2.77	48.68	0	2.61	45.85	-10	-10	ต่ำ
BPB	3.26	34.27	6	4.44	45.49	0	1.91	20.23	0	6	ต่ำ
TPB	3.27	34.52	6	3.81	47.59	0	1.60	17.89	4	10	ต่ำ
FGB	1.35	16.86	0	2.86	37.61	4	3.45	45.54	-10	-6	ต่ำ
FGBC	3.42	35.43	6	3.81	30.72	10	3.26	33.85	-5	11	ต่ำ

หมายเหตุ : ไม่เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ; ¹ PT หมายถึง ถังพลาสติกชนิดมีฝาปิดสนิท; BPB หมายถึง ถังพลาสติกสีดำ; TPB หมายถึง ถังพลาสติกโปร่งแสง; FGB หมายถึง กระสอบพลาสติกสานมี ถังพลาสติกบางปูอยู่ข้างใน 1 ชั้นและ FGBC หมายถึง กระสอบพลาสติกสานห่อมัดมัดด้วย พลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้น

ตารางที่ 5 ต้นทุนค่าภาชนะการผลิตห่อข้าวห่มก (สภาพวัตถุแห้ง)

ภาชนะ บรรจุ ¹	น้ำหนักห่อห่มก (กก. วัตถุแห้ง)	ผลประเมินจำนวนครั้งที่ สามารถใช้ได้ (ครั้ง)	ต้นทุนค่า ภาชนะ (บาท/ ครั้ง) ²	ต้นทุนค่าภาชนะต่อการผลิต ห่อห่มก 1 กก. (บาท/กก./ครั้ง)
PT	15.43	30	13.34	0.86
BPB	9.65	1	13.29	1.38
TPB	6.17	1	8.01	1.30
FGB	4.66	1	2.00	0.43
FGBC	4.64	1	10.00	2.16

หมายเหตุ : ไม่เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ; ¹ PT หมายถึง ถังพลาสติกชนิดมีฝาปิดสนิท; BPB หมายถึง ถังพลาสติกสีดำ; TPB หมายถึง ถังพลาสติกโปร่งแสง; FGB หมายถึง กระสอบพลาสติกสานมีถุงพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้นและ FGBC หมายถึง กระสอบพลาสติกสานห่อมัดชิดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้น; ² สำหรับภาชนะที่สามารถใช้ได้หลายครั้ง คำนวณโดยคิดค่าเสื่อมราคาต่อครั้งการผลิต

ต้นทุนการผลิตของพืชห่มก

ต้นทุนการผลิตห่อข้าวห่มกแสดงในตารางที่ 5 ผลการทดลอง พบว่า ต้นทุนการผลิตห่อข้าวห่มกต่อกิโลกรัมวัตถุแห้งต่อครั้งของการผลิตแตกต่างกันออกไปโดยมีค่าตั้งแต่ 0.43 – 2.16 บาท ความแตกต่างเกิดจากราคาภาชนะที่ใช้และการประเมินจำนวนครั้งที่สามารถใช้ได้ โดยการใช้กระสอบพลาสติกสานที่มีถุงพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้น มีต้นทุนต่ำสุด และการใช้กระสอบพลาสติกสานห่อมัดชิดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้นมีต้นทุนสูงสุดถึง 2.16 บาท ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ภาชนะดังกล่าวมีการห่อหุ้มด้วยพลาสติกบางใส 2 ชั้น อีกครั้งหนึ่งจึงทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น

สรุปผลการทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาคุณภาพและต้นทุนในการผลิตห่อข้าวห่มกโดยใช้ภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ได้แก่ ถังพลาสติกชนิดมีฝาปิดสนิทมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว สูง 31 นิ้ว (PT) ถังพลาสติกสีดำ ขนาด 35 x 50 นิ้ว และมีความหนา 0.2 มิลลิเมตร (BPB) ถังพลาสติกชนิดโปร่งแสง ขนาด 24 x 41 นิ้ว และ มีความหนา 0.4 มิลลิเมตร (TPB) กระสอบพลาสติกสานที่มีถุงพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้นขนาด 21 x 40 นิ้ว (FGB) และกระสอบพลาสติกสานที่ห่อมัดชิดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้นขนาด 21 x 36 นิ้ว (FGBC) หลังจากห่มกเป็นเวลา 21 วัน ผลการทดลองสรุปได้ว่า แม้ว่าภาชนะที่ใช้ในการทำห่อห่มกที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้ได้ห่อข้าวห่มกที่มีความเป็นกรด-ด่าง วัตถุแห้งเปอร์เซ็นต์กรดและการสูญเสีย แตกต่างกัน แต่ห่อห่มกที่ได้มีผลการประเมินโดยใช้ลักษณะทาง

กายภาพอยู่ในเกณฑ์ดี และมีผลการประเมินโดยใช้ปริมาณกรดต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมือนกัน
 หน้ําหมักมีต้นทุนการผลิตค่าภาชนะต่อ 1 กิโลกรัมวัตถุแห้งของหน้ําหมัก อยู่ในช่วง 0.43 – 2.16
 บาท โดยการใช้กระสอบพลาสติกสานที่มีถุงพลาสติกบางบุอยู่ข้างใน 1 ชั้น มีต้นทุนต่ำสุด และ
 กระสอบพลาสติกสานห่อมัดชิดด้วยพลาสติกชนิดบางใส 2 ชั้น มีต้นทุนสูงสุดทั้งนี้เนื่องจากต้องใช้
 แผ่นพลาสติกบางใสหุ้มอีก 2 ชั้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักของกองอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์.
 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 25 หน้า.
- จันทกานต์ อรณนันท. 2545. กระบวนการหมักพืชอาหารสัตว์และการปรุงแต่ง. ข่าวสารพืชอาหาร
 สัตว์ ปีที่ 7 เล่มที่ 1: 11-19.
- วารุณี พานิชผล. 2544. การใช้สารเสริมในการทำพืชอาหารสัตว์หมักในเขตร้อน. ข่าวพืชอาหารสัตว์.
 ปีที่ 6. เล่มที่ 3: 5-10.
- วารุณี พานิชผล. 2548. เทคนิคการทำพืชอาหารสัตว์หมัก. กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหาร
 สัตว์. กองอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์. 37 หน้า.
- วีระพล พูนพิพัฒน์ ไกรลาศ เขียวทอง และ กานดา นาคมนี. 2541. ระยะเวลาการเก็บรักษาที่มี
 อิทธิพลต่อคุณภาพของหน้ําเนเปียร์หมักในถุงพลาสติก. รายงานผลงานวิจัยประจำปี
 2541. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 272 – 282.
- ศรัณยา วิทยานุกาพย์นัย และ จันทกานต์ อรณนันท. 2540. คุณภาพของพืชหมักในถุงพลาสติกที่
 เติมสารช่วยหมักชนิดต่างๆ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540. กองอาหารสัตว์ กรม
 ปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 203 – 210.
- ศศิพร คุณาพงษ์กิติ จริยา บุญจรัสชะ และ สุวรรณี เกศกมลასน์. 2547. การศึกษาความสัมพันธ์
 ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้กับค่าความหวานของน้ำในต้นพืชอาหารสัตว์ที่
 อายุต่างๆ กัน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวง
 เกษตรและสหกรณ์. หน้า 380 – 398.
- AOAC. 1980. Official methods of analysis. 13th edition. Washington, D.C. USA.

- Ashbell, G., T. Kipnis, M. Titterton, Y. Hen, A. Azrieli, and Z. G. Weinberg. 2001. Examination of a technology for silage making in plastic bags. *Anim. Feed Sci. Technol.* 91: 213-222.
- Bernardes, T. F., R. A. Reis and A. L. Moerira. 2005. Fermentative and microbiological profile of Marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. *Sci Agric. (Piracicaba, Braz.)* 62: 214 – 220.
- Dubois, M, K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *J. Anal. Chem.* 28: 350-356.
- Lane, R. I. 2000. Little bag silage. In *Silage Making in the Tropics with Particular Emphasis on Smallholders* (L. 'tMannetje editor). FAO, Rome. 79 – 83.
- Pedroso, A. F., L. G. Nussio, S. F. Paziani, D. R. S. Loures, M. S. Igarasi, R. M. Coelho, I. H. Packer, J. Horii and L. H. Gomes. 2005. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugarcane silage. *Sci Agric. (Piracicaba, Braz.)* 62: 427 – 432.
- Skerman, P. J. and F. Riveros. 1990. *Tropical Grasses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Italy. 832 pp.
- Titterton, M., O. Mhere, T. Kipnis, G. Ashbell, Z. G. Weinberg and B. V. Maasdorp. 2000. Development of ensiling technology for smallholder cattle owners in Zimbabwe. In *Silage Making in the Tropics with Particular Emphasis on Smallholders* (L. 'tMannetje editor). FAO, Rome. 119 – 121.
- Van Soest, P. J. 1994. *The Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd edition. Cornell University Press. Ithaca, NY. 476 pp.

ตารางผนวกที่ 1 การประเมินคุณภาพพืชหมักทางกายภาพ (กรมปศุสัตว์, 2547)

ลักษณะทางกายภาพ		คะแนน
1.	กลิ่น	
	- หอมคล้ายกลิ่นผลไม้ดอง หรือน้ำส้มสายชู	12
	- ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย	8
	- มีกลิ่นฉุนมาก และเหม็นเล็กน้อย	4
	- เหม็นเน่า หรือมีกลิ่นรา	0
2	เนื้อสัมผัส	
	- แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน	4
	- แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย ลิ่นเป็นเมือก	2
	- แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยมาก มีสิ่งเจือปน	1
	- ละเป็นเมือกและสกปรกมาก	0
3	สี	
	- เหลืองอมเขียว หรือสีจาง	3
	- เขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม	2
	- น้ำตาลทอง	1
	- น้ำตาลเข้มหรือดำ	0
4	pH	
	- 3.6 – 4.3	6
	- 4.4 – 4.7	4
	- 4.8 – 5.1	2
	- > 5.1	0
ผลการประเมินคุณภาพ 20 -25 ดีมาก, 15-19 ดี, 6-14 ปานกลาง และ 0-5 ต่ำ		

ตารางผนวกที่ 2 การประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมี จากปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติก และ กรดบิวทีริก (กรมปศุสัตว์,2547)

กรดแลคติก (% ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดอะซิติก (% ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดบิวทีริก (% ของกรดทั้งหมด)	คะแนน
0-25	0	0-15	20	0-1.5	50
25.1-30	2	15.1-20	18	1.6-3.0	30
30.1-34	4	20.1-24	16	3.1-4.0	20
34.1-38	6	24.1-28	13	4.1-6.0	15
38.1-42	8	28.1-32	10	6.1-8.0	10
42.1-46	10	32.1-36	7	8.1-10.0	9
46.1-50	12	36.1-40	4	10.1-12.0	8
50.1-54	14	40.1-45	2	12.1-14.0	7
54.1-58	16	45.1-50	0	14.0-16.0	6
58.1-62	18			16.1-18.0	4
62.1-66	20			18.1-20.0	2
66.1-70	24			20.1-30.0	0
70.1-75	28			30.1-40.0	-5
>75	30			>40.0	-10

ตารางผนวกที่ 3 การแบ่งชั้นคุณภาพพืชหมัก

ผลรวมคะแนน	ชั้นคุณภาพ
81-100	ดีมาก
61-80	ดี
41-60	ปานกลาง
21-40	พอใช้
0-20	ต่ำ

ผลของอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและ ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินหุบกะพง

สมศักดิ์ เกาทอง^{1/} วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย^{2/} วิรัช สุขสรายุ^{3/} ปริญญา จเรรัชต์^{4/}

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงในดินร่วนปนทรายชุดดินหุบกะพง บริเวณพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลในแปลงทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2550 โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 4x3 Factorial in Randomized complete block มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 ได้แก่ อัตราปุ๋ยในโตรเจน 4 ระดับ ได้แก่ 0 40 80 และ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี ส่วนปัจจัยที่ 2 เป็นระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนมี 3 วิธี คือ ใส่ปุ๋ยในโตรเจน 3 ครั้งต่อปี แบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจนหลังตัดหญ้า 1 ครั้งต่อรอบการตัด และแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจนหลังตัดหญ้า 2 ครั้งต่อรอบการตัด ผลการทดลองพบว่า มีอิทธิพลร่วม ระหว่างอัตราปุ๋ยและระยะเวลาใส่ปุ๋ย ในโตรเจนต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย และผลผลิตโปรตีนเฉลี่ย กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราสูงสุดคือ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี โดยแบ่งใส่หลังตัดหญ้า 2 ครั้งต่อรอบการตัด หญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด 2,830 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตโปรตีนเฉลี่ยสูงสุด 353 กิโลกรัมต่อไร่ แต่หญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน 3 ครั้งต่อปี จะตอบสนองต่อปุ๋ยได้สูงสุดไม่เกิน 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี

ส่วนประกอบทางเคมีเฉลี่ย 2 ปี ของหญ้ากินนีสีม่วง พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราปุ๋ยและระยะเวลาใส่ปุ๋ยในโตรเจนต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีน กล่าวคือ การแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจน 2 ครั้งต่อรอบการตัด ในอัตราสูงสุดคือ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี มีผลทำให้โปรตีนในหญ้าเพิ่มขึ้นสูงสุด 12.50 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ยในโตรเจนมีผลทำให้ ฟอสฟอรัสลดลง ส่วนเยื่อใย ADF NDF และแคลเซียมไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับระยะเวลาการใส่ปุ๋ย ไม่มีผลทำให้ส่วนประกอบทางเคมีดังกล่าวเปลี่ยนแปลง ยกเว้นฟอสฟอรัส

คำสำคัญ : หญ้ากินนีสีม่วง ปุ๋ยในโตรเจน

เลขทะเบียนวิจัย 47(1)(47:12)-0514-074

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี

^{2/} สถานีพัฒนาอาหารสัตว์สกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร

^{3/} กลุ่มงานวิจัยพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ

^{4/} สถานีพัฒนาอาหารสัตว์หนองคาย อ.เมือง จ.หนองคาย

Effect of rate and application period of nitrogen fertilizer on yield and chemical composition of *Panicum maximum* TD58 in Hub-Kapong soil series

Somsak Poathong ^{1/} Viroj Ridruechai ^{2/} Wiruch Suksaran ^{3/} Parinya Chararachta ^{4/}

Abstract

This experiment was conducted to study the effect of nitrogen fertilizer rates and fertilizer application time on yield and chemical compositions of Purple guinea grass (*Panicum maximum* TD58) on Hub-Kapong Soil Series in Petchaburi province, during March 2005 – September 2007. The treatments were arranged in 4x3 Factorial in Randomized complete block design with 4 replications. Factor A consisted of 4 nitrogen fertilizer rates viz 0, 40, 80 and 120 Kg N/rai/year and factor B was 3 fertilizer application periods (divided into 3 time/year, 1 time/cutting interval and two times/cutting interval) The result of this experiment indicated that there was an interaction between nitrogen fertilizer rates and fertilizer application periods on average dry matter yield and protein yield of purple guinea grass. The application of nitrogen fertilizer two times/cutting interval at the highest rates of 120 Kg N/rai/year gave the highest average dry matter yield (2,830 Kg/rai/year) and gave the highest average protein yield 353 Kg/rai

For the forage chemical compositions (average 2 years) , the results showed that there was an interaction between nitrogen fertilizer rates and fertilizer application periods on percentage of protein. The application of nitrogen fertilizer two times / cutting interval at the highest rate of 120 Kg N/rai/year gave the highest percentage of protein(12.50 %). The percentage of phosphorus was decreased and there was no changes in ADF, NDF and calcium percentags.

Keywords : *Panicum maximum* TD 58, nitrogen fertilizer

Research Project No. 47(1)(47:12) – 0514 – 074

^{1/} Petchaburi Animal Nutrition Research and Development Center Petchaburi Province

^{2/} Sakol Nakorn Animal Nutrition Station, Sakol Nakorn Province

^{3/} Forage Crop Research Section, Animal Nutrition Division, DLD. Bangkok.

^{4/} Nong-kai Animal Nutrition Station, Nong-kai Province

คำนำ

หญ้ากินนีสีม่วง (Purple guinea) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Panicum maximum* TD 58 เป็นพืชอาหารสัตว์พันธุ์หนึ่งที่เหมาะสมสำหรับปลูกใช้เลี้ยงสัตว์ เป็นหญ้าอายุหลายปีเหมาะสมสำหรับปลูกในเขตร้อนบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 650 – 1,780 มิลลิเมตร (Skerman และ Riveros, 1990) เป็นหญ้าที่มีระบบรากฝอยที่ยังลึกลงในดินและมีความแข็งแรงจึงทนทานต่อความแห้งแล้งและเหยียบย่ำได้ดี แต่ไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง เจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิด ทนต่อสภาพร่มเงา และตอบสนองต่อการให้น้ำ และปุ๋ยไนโตรเจนได้ดีมาก(เชาวลิต, 2537) มีลักษณะเด่น คือ มีใบใหญ่ อ่อนนุ่ม มีสัดส่วนของใบต่อต้นสูง ขยายพันธุ์ได้ด้วยเมล็ด และเมล็ดมีความงอกสูง มีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูง และสัตว์ชอบกิน(กองอาหารสัตว์, 2538) ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมสูงถึง 3.38 ตันต่อไร่ เมื่อปลูกภายใต้สภาพดินร่วนปนทรายชุดดินหุบกะพง ในเขตพื้นที่ชลประทานของจังหวัดเพชรบุรี (ชิตและคณะ, 2538) การปลูกพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด มีปัจจัยเกี่ยวข้องของหลายประการด้วยกัน ได้แก่ พันธุกรรมของพืช และปัจจัยที่อยู่ภายนอกหรือสภาพแวดล้อม ได้แก่ แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น อากาศ ดิน และอาหารแร่ธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งมีบทบาทในการเสริมสร้างส่วนที่เจริญเติบโตของพืช เพราะช่วยให้พืชสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอ และการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่หญ้า จะทำให้หญ้ามีผลผลิตเพิ่มขึ้น(เดชาและสมจิตร, 2519; Bornemiza and Alvarado; 1974) จากรายงานผลการทดลองที่ประเทศไต้หวันของ Hus และ Hong (1993) พบว่า ความสูงของต้น จำนวนแขนง พื้นที่ใบ ผลผลิต น้ำหนักแห้ง และผลผลิตโปรตีนของหญ้านาเปียร์ แคระเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงขึ้น และให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด 38.8 ตันต่อเฮกตาร์ (6.2 ตันต่อไร่) เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1,150 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (180 กิโลกรัม N ต่อไร่) และจากรายงานของชิตและคณะ(2547) เรื่อง ผลของอัตราและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้านาเปียร์แคระในชุดดินหุบกะพง พบว่าการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลังตัดหญ้าทุกครั้ง มีผลทำให้หญ้านาเปียร์แคระตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงสุดคือ 80 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 3,987 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ สายัณห์และคณะ (2542) รายงานว่าการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรียจะช่วยเพิ่มผลผลิตและเปอร์เซ็นต์โปรตีนในหญ้าแพงโกล่า ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งละมาก ๆ ไนโตรเจนบางส่วนอาจสูญเสียไปโดยการชะล้าง และสูญเสียในรูปของแก๊ส โดยขบวนการทางชีวเคมี ทำให้ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินเนื้อหยาบ จะสูญเสียไนโตรเจนได้ง่าย ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของหญ้ากินนีสีม่วง ในดินร่วนปนทรายชุดดินหุบกะพง ซึ่งมีความสมบูรณ์ปานกลาง ด้วยการศึกษ้อัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองปลูกหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินหุบกะพงบริเวณแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนมีนาคม 2548 ถึงเดือน กันยายน 2550 โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 4×3 Factorial in Randomized Complete Block มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลองดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วยปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0 40 80 และ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี

ปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วยระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 วิธี คือ

2.1 ใส่ปุ๋ยยูเรียครึ่งหนึ่งก่อนปลูก ส่วนที่เหลือแบ่งใส่ 2 ครั้ง หลังจากการตัดหญ้าครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ครั้งต่อปี)

2.2 แบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งละเท่าๆ กันขณะปลูกและหลังจากการตัดหญ้าทุกครั้งที่ (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1 ครั้ง ต่อ รอบการตัด)

2.3 แบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งละเท่าๆ กันขณะปลูกและหลังจากการตัดหญ้าทุกครั้งที่โดยการใส่ปุ๋ยหลังตัดหญ้าแต่ละครั้งจะแบ่งใส่ปุ๋ยครึ่งหนึ่งหลังตัดหญ้า ส่วนปุ๋ยที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งจะใส่เมื่อหญ้าอายุได้ 20 วัน (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้งต่อรอบการตัด)

การเตรียมแปลง เตรียมแปลงทดลองโดยการไถพรวน ปรับระดับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ จำนวน 4 block แต่ละ block ประกอบด้วยแปลงย่อยขนาด 3×4 เมตร จำนวน 12 แปลง รวมแปลงย่อยทั้งหมด 48 แปลงย่อย

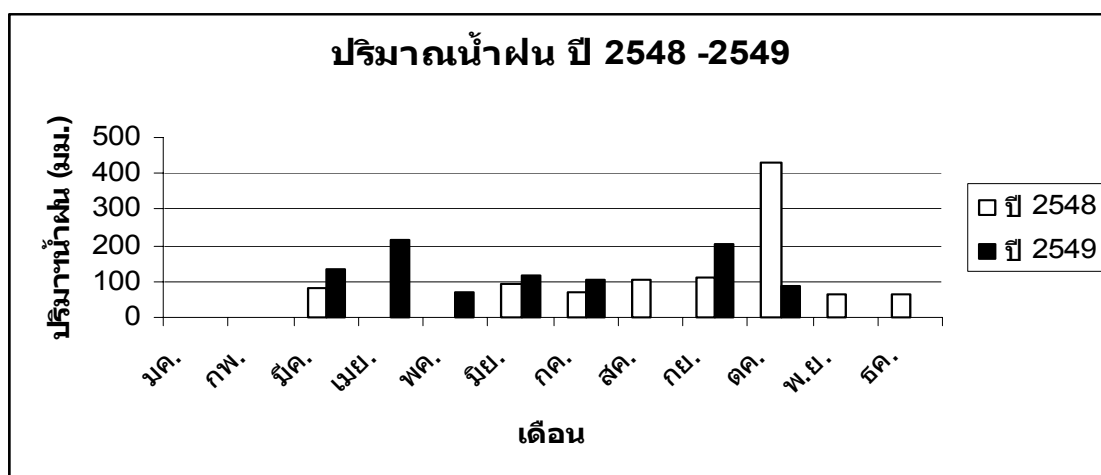
การใส่ปุ๋ยและปลูก ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปของทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต ($45\% P_2O_5$) อัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์ ($60\% K_2O$) อัตรา 20 กก K_2O ต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นเท่ากันทุกแปลงและใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย ในอัตราและระยะเวลาการใส่ที่แตกต่างกัน ตามแผนการทดลอง ส่วนการใส่ปุ๋ยในปีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีเช่นเดียวกับปีที่ 1 โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และปุ๋ยไนโตรเจนครั้งแรกตอนต้นฤดูฝน ปลูกหญ้ากินนีสีม่วงด้วยต้นกล้าจำนวน 1 ต้นต่อหลุม ใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและแถว 50×50 เซนติเมตร มีการกำจัดวัชพืชและปลูกซ่อมหลังจากปลูกหญ้าแล้ว 3 สัปดาห์

การเก็บข้อมูล เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกหญ้า เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ Available P, Exchangeable K, Ca, Mg และความเป็นกรด-ด่าง ของดิน วัดความสูงของต้นและจำนวนต้นตอกของหญ้ากินนีสีม่วงก่อนตัดหญ้าแต่ละครั้ง ทำการตัดหญ้าวัดผลผลิตทั้งแปลง ยกเว้นขอบแปลงด้านละ 1 แถว โดยตัดหญ้าสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร ตัดหญ้าครั้งแรกเมื่ออายุ 60 วัน และตัดครั้งต่อไปทุก ๆ 45 วัน ซึ่งหาผลผลิตน้ำหนักสดและสุ่มตัวอย่างหญ้าสดจำนวน 1,000 กรัม นำมาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่และบันทึกน้ำหนักแห้ง เพื่อใช้ประกอบใน

การคำนวณผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้า และส่งตัวอย่างหญ้าแห้งไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี เช่น โปรตีน Ca P ADF (Acid detergent fiber) และ NDF(Neutral detergent fiber) ของหญ้า กินนีสีม่วง สำหรับข้อมูลของผลการทดลองที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธี Analysis of variance ของ 3x4 Factorial in Randomized complete block และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดย Duncan's new multiple rang – test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การปลูกหญ้ากินนีสีม่วงในพื้นที่แปลงทดลองบริเวณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีปริมาณและการแพร่กระจายของฝนตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการทดลองในปีที่ 1 และปีที่ 2 แสดงไว้ในรูปกราฟที่ 1 จะเห็นได้ว่าการกระจายของฝนทั้ง 2 ปี มีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยในปี 2548 มีปริมาณน้ำฝนทั้งปีประมาณ 1,024.1 มิลลิเมตร และมีฝนทิ้งช่วงอยู่ 4 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนพฤษภาคม ยกเว้นเดือนมีนาคม มีฝนตกเล็กน้อยและมีฝนตกชุกช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ส่วนในปี 2549 มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 932.5 มิลลิเมตร มีฝนทิ้งช่วงที่ยาวนานกว่าปีที่ 1 มีฝนทิ้งช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือน มีนาคม และเดือน สิงหาคม และมีฝนตกหนักในเดือนกันยายนสูงถึง 203.4 มิลลิเมตร ตลอดการทดลองทั้ง 2 ปี พบว่าในปีที่ 1 มีฝนตกหนัก ในเดือนตุลาคมสูงสุด 431 มิลลิเมตร ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำฝนรวมมากกว่าปีที่ 2 ประมาณ 81.6 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 แสดงปริมาณน้ำฝนปี 2548 - 2549

คุณสมบัติของดินบริเวณพื้นที่แปลงทดลองเป็นชุดดินหุบกะพง ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือดินมีสภาพเป็นกรดอ่อน(pH=6.24) มีอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำเท่ากับ 1.17 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ค่อนข้างสูง 19.96 ppm.

มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง 63.06 ppm. มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์สูง 293.11 ppm. และ 40.32 ppm. ตามลำดับ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

ดินก่อนการทดลอง	ส่วนประกอบทางเคมีเฉลี่ยของดินก่อนทดลอง					
	pH	OM(%)	Avail P (ppm.)	Exch K (ppm.)	Exch Ca (ppm.)	Exch. Mg (ppm.)
ค่าเฉลี่ย	6.24	1.17	19.96	63.06	293.11	40.32

ความสูงของหญ้ากินนีสีม่วง

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ กันมีผลทำให้ความสูงของหญ้ากินนีสีม่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$) ทุกระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าการทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 หญ้ากินนีสีม่วงที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 40 80 และ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี มีความสูงเฉลี่ยของลำต้น สูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วงที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งเป็นไปในทางตรงกันกับความสูงเฉลี่ย 2 ปี จากการทดลองตลอด 2 ปี โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 141 เซนติเมตร ไม่แตกต่างจากหญ้ากินนีสีม่วงซึ่งมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 80 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี แต่มีความสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วงซึ่งได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้หญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเลยจะมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 119 เซนติเมตร และแตกต่างจากหญ้าที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองอิทธิพลของปุ๋ยคอกและปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินหุบกะพงของสมศักดิ์และคณะ (2546) และการทดลองผลของอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของเนเปียร์แควในชุดดินหุบกะพงของชิตและคณะ (2547)

สำหรับหญ้ากินนีสีม่วง ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วยวิธีการที่ต่างกัน คือ การใส่ปุ๋ย 3 ครั้งต่อปี การใส่ปุ๋ย 1 ครั้งต่อรอบการตัด และการใส่ปุ๋ย 2 ครั้งต่อรอบการตัด ไม่มีผลทำให้ความสูงของหญ้ากินนีสีม่วงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งในการทดลองปีที่ 1 ปีที่ 2 และเฉลี่ยทั้ง 2 ปี นอกจากนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจน และวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อความสูงของหญ้ากินนีสีม่วง

ตารางที่ 2 แสดงความสูงของหญ้ากินนีสีม่วงเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ในช่วงระยะเวลาการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน (เซนติเมตร)

สิ่งทดลอง	ความสูงของหญ้ากินนีสีม่วง		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	เฉลี่ย 2 ปี
อัตราปุ๋ย N (กก N/ไร่)			
0	155 ^b	82 ^c	119 ^c
40	168 ^a	101 ^b	135 ^b
80	171 ^a	102 ^b	137 ^{ab}
120	171 ^a	111 ^a	141 ^a
ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย N			
ใส่ 3 ครั้ง/ปี	163	98	130
แบ่งใส่ 1 ครั้ง/รอบการตัด	166	99	132
แบ่งใส่ 2 ครั้ง/รอบการตัด	170	101	136
อัตราปุ๋ย N x ระยะเวลาใส่	NS	NS	NS
CV (%)	5.3	7.2	4.4

หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวดิ่ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P > 0.05$

จำนวนต้นตอของหญ้ากินนีสีม่วง

ความสามารถในการแตกกอของหญ้ากินนีสีม่วง คิดเป็นจำนวนต้นตอ ซึ่งได้จากการนับจำนวนต้นขณะตัดหญ้าแต่ละครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 40–120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี มีผลทำให้จำนวนต้นตอของหญ้ากินนีสีม่วง เพิ่มขึ้น และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 จะเห็นว่าจำนวนต้นตอของหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 40 80 และ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี มีปริมาณจำนวนต้นตอสูงกว่า หญ้ากินนีสีม่วงซึ่งไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งในการทดลองปีที่ 1 และ 2 และเป็นไปในทำนองเดียวกันกับจำนวนต้นตอเฉลี่ย 2 ปี โดยหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 40, 80 และ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี มีจำนวนต้นตอเฉลี่ยใกล้เคียงกันเท่ากับ 39 40 และ 41 ต้นตอต่อกอ ตามลำดับ สูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วงซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งมีจำนวนต้นตอเฉลี่ยเท่ากับ 37 ต้นตอต่อกอ และแตกต่างจากหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับรายงานผลการทดลอง การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินหุบกะพง(สมศักดิ์และคณะ, 2546)

สำหรับหญ้ากินนีสีม่วง ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน คือการใส่ปุ๋ย 3 ครั้งต่อปี การใส่ปุ๋ย 1 ครั้งต่อรอบการตัด และการใส่ปุ๋ย 2 ครั้งต่อรอบการตัด ไม่มีผลทำให้จำนวนต้นตอกของหญ้ากินนีสีม่วงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการทดลองทั้ง 2 ปี และไม่พบอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจน และวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อจำนวนต้นตอกของหญ้ากินนีสีม่วง

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนต้นตอกของหญ้ากินนีสีม่วง เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ในช่วงระยะเวลาการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	จำนวนต้นตอกของหญ้ากินนีสีม่วง		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	เฉลี่ย 2 ปี
อัตราปุ๋ย N (กก N/ไร่)			
0	27 ^b	46 ^c	37 ^b
40	29 ^a	51 ^{ab}	39 ^a
80	30 ^a	50 ^b	40 ^a
120	30 ^a	52 ^a	41 ^a
ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย N			
ใส่ 3 ครั้ง/ปี	29	48	38
แบ่งใส่ 1 ครั้ง/รอบการตัด	30	51	40
แบ่งใส่ 2 ครั้ง /รอบการตัด	29	50	40
อัตราปุ๋ย N x ระยะเวลาใส่	NS	NS	NS
CV (%)	6.5	5.7	8.1

หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวดิ่ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$
 - NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P > 0.05$

ผลผลิตน้ำหนักรากของหญ้ากินนีสีม่วง

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่ละอัตราด้วยระยะเวลาการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จะมีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำหนักรากของหญ้ากินนีสีม่วงดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 จากการตัดหญ้าทดลองในปีที่ 1 จำนวน 3 ครั้ง และในปีที่ 2 ตัดหญ้าได้ 5 ครั้ง พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และระยะการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ต่อผลผลิตน้ำหนักรากเฉลี่ยของหญ้ากินนีสีม่วงในปีที่ 1 และเฉลี่ย 2 ปี ส่วนผลผลิตน้ำหนักรากเฉลี่ยของหญ้ากินนีสีม่วงปีที่ 2 ไม่ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน จากตารางที่ 4 พบว่า

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งในปีที่ 2 สูงสุด 2,336 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 80 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี และไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2,102 1,846 และ 1.165 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ครั้งต่อปี และใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1 ครั้งต่อรอบการตัด จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งในปีที่ 2 ใกล้เคียงกัน และต่ำกว่าหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้งต่อรอบการตัด

ตารางที่ 4 ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้ากินนีสีม่วงเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ด้วยระยะเวลาการใส่ปุ๋ยที่ แตกต่างกัน (กก./ไร่)

สิ่งทดลอง	ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้ากินนีสีม่วง(กก./ไร่)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	เฉลี่ย 2 ปี
อัตราปุ๋ย N (กก N/ไร่)			
0	1,681	1,165 ^d	1,424
40	2,344	1,846 ^c	2,095
80	2,534	2,102 ^b	2,318
120	2,724	2,336 ^a	2,530
ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย N			
ใส่ 3 ครั้ง/ปี	2,217	1,693 ^b	1,955
แบ่งใส่ 1 ครั้ง/รอบการตัด	2,406	1,764 ^b	2,085
แบ่งใส่ 2 ครั้ง/รอบการตัด	2,340	2,130 ^a	2,235
อัตราปุ๋ย N x ระยะเวลาใส่	*	NS	*
CV (%)	13	13.9	9

หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวดิ่ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P > 0.05$

- * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$

ตารางที่ 5 อิทธิพลร่วมของอัตราปุ๋ยและระยะเวลาใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2 ปี ของหญ้ากินนีสีม่วง (กก./ไร่)

ปุ๋ยไนโตรเจน (กก N/ไร่/ปี)	ใส่ 3 ครั้ง/ปี	ใส่ 1 ครั้ง/รอบการตัด	ใส่ 2 ครั้ง/รอบการตัด	เฉลี่ย (ปุ๋ยไนโตรเจน)
0	1,340 ^b	1,524 ^d	1,408 ^d	1,424
40	2,190 ^a	1,911 ^c	2,185 ^c	2,095
80	2,178 ^a	2,258 ^b	2,518 ^b	2,318
120	2,112 ^a	2,649 ^a	2,830 ^a	2,530
เฉลี่ย (ระยะเวลาใส่ปุ๋ย N)	1,955	2,085	2,235	2,092

หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวดัง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวเลขในแนวนอน โดย $LSD_{0.05} = 269.82$

อิทธิพลร่วมของอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้ากินนีสีม่วง พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงๆ มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อมีการแบ่งใส่ปุ๋ยหลายๆ ครั้งตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วยวิธีการใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง/ปี นั้น หญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 40–120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (2,112–2,190 กิโลกรัมต่อไร่) และสูงกว่าหญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเพียง 1,340 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วยวิธีแบ่งใส่ 1 ครั้งต่อรอบการตัด และแบ่งใส่ 2 ครั้งต่อรอบการตัด จะมีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้ากินนีสีม่วงเพิ่มขึ้นตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในทุกระดับปุ๋ยที่ใส่ เนื่องจากธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารพืชที่มีส่วนสำคัญ ในการเพิ่มผลผลิตของหญ้าชนิดต่าง ๆ (เกียรติศักดิ์และคณะ, 2545 ; ชิตและคณะ, 2539 ; วิรัชและคณะ, 2541 ; สายัณห์และคณะ, 2542) ทั้งนี้หญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงคือ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี ด้วยวิธีแบ่งใส่ 2 ครั้งต่อรอบการตัด จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด 2,830 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ซึ่งสูงกว่าวิธีการแบ่งใส่ 1 ครั้งต่อรอบการตัด และสูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ครั้งต่อปี ($P < 0.05$) สอดคล้องกับรายงานผลการทดลองของ สายัณห์และคณะ (2542) รายงานว่าหญ้าซีพีแพงโกล่าตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงๆ ได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าทยอยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนบ่อยครั้งขึ้น จะช่วยเพิ่มผลผลิตของหญ้าซีพีแพงโกล่าให้สูงขึ้นด้วย จากการทดลองครั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าการทยอยแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้บ่อยครั้งขึ้น จะไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่ำๆ คือ 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี แต่จะให้ผลเด่นชัดขึ้นถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงๆ คือตั้งแต่ 80 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี ขึ้นไป เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนเคลื่อนย้ายในดินได้ง่าย บางส่วนอาจถูกชะล้างหรือสูญหายไปในรูปแบบของแก๊ส โดยกระบวนการทางชีวเคมี (Whiteman,

1980) ดังนั้น การทยอยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งละมากๆ พืชอาจดูดไปใช้ไม่ทันจึงสูญเสียมาก การทยอยแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามระยะเวลาที่เหมาะสม จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยไนโตรเจนให้สูงขึ้น

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ด้วยระยะเวลาการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงเฉลี่ย ตลอด 2 ปี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 80 กิโลกรัม N ต่อไร่ หญ้ากินนีสีม่วงมีเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งสูงสุด 27 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้ง 26.67 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้ง 26.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะมีเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งต่ำสุด 25.18 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตามลำดับ สำหรับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ กันในระยะเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งของหญ้ากินนีสีม่วง

ตารางที่ 6 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง เฉลี่ย 2 ปี เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ส่วนประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้ง)					
	DM	CP	NDF	ADF	Ca	P
ปุ๋ยไนโตรเจน (กก N/ไร่)						
0	25.18 ^c	7.47	67.6	45.8	0.44	0.172 ^a
40	26.67 ^{ab}	8.43	69.2	45.2	0.44	0.151 ^b
80	27.00 ^a	9.87	70.7	44.1	0.49	0.155 ^b
120	26.08 ^b	11.31	71.2	45.5	0.48	0.156 ^b
ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย N						
ใส่ 3 ครั้ง/ปี	26.13	8.90	70.9	46.9	0.46	0.154 ^b
แบ่งใส่ 1 ครั้ง/รอบการตัด	26.39	9.10	70.2	44.6	0.47	0.173 ^a
แบ่งใส่ 2 ครั้ง/รอบการตัด	26.19	9.80	69.4	43.9	0.46	0.148 ^b
อัตราปุ๋ย N x ระยะเวลาใส่	NS	*	NS	NS	NS	NS
CV (%)	3.6	5.1	4.7	3.2	12	8.5

- หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$
- NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P > 0.05$
- * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$

ตารางที่ 7 แสดงอิทธิพลร่วมของอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนเฉลี่ยในหญ้ากินนีสีม่วง(%)

ปุ๋ยในโตรเจน (กก N/ไร่/ปี)	ใส่ 3 ครั้ง	ใส่ 1 ครั้ง/รอบการตัด	ใส่ 2 ครั้ง/รอบการตัด	เฉลี่ย (ปุ๋ยในโตรเจน)
0	7.58 ^c	7.70 ^c	7.14 ^d	7.47
40	8.17 ^c	8.19 ^b	8.93 ^c	8.43
80	9.14 ^b	9.81 ^b	10.66 ^b	9.87
120	10.73 ^a	10.71 ^a	12.50 ^a	11.31
เฉลี่ย (ระยะเวลาใส่ปุ๋ย N)	8.90	9.10	9.80	9.27

หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวดิ่ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$
 - เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวเลขในแนวนอน โดย $LSD_{0.05} = 0.677$

หญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 40 – 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในหญ้าใกล้เคียงกันคือ 0.151 – 0.155 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าหญ้าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยในโตรเจน (0.172 เปอร์เซ็นต์) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในระยะเวลาที่แตกต่างกัน นั้นปรากฏว่าวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจน 1 ครั้งต่อรอบการตัด หญ้ากินนีสีม่วงมีฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.173 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า ($P < 0.05$) วิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนแบบแบ่งใส่ 3 ครั้งต่อปี และแบบแบ่งใส่ 2 ครั้งต่อรอบการตัด

การใส่ปุ๋ยในโตรเจนแต่ละอัตราและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันไม่มีผลกระทบต่อแคลเซียม NDF และ ADF ในหญ้ากินนีสีม่วง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.49 เปอร์เซ็นต์ 67.6 – 71.2 เปอร์เซ็นต์ และ 44.1 – 46.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราปุ๋ยในโตรเจนและวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนต่อ CP ในหญ้ากินนีสีม่วง กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูง 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ ด้วยวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจน 2 ครั้งต่อรอบการตัด จะมีผลทำให้โปรตีนในหญ้ากินนีสีม่วงมีค่าสูงที่สุด ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกันกับหญ้าเนเปียร์แควะบริเวณพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี (ชิตและคณะ, 2546) และการใส่ปุ๋ยในโตรเจนมีผลทำให้โปรตีน ในหญ้าอื่น ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ (Burton และ Jackson, 1962; Chhead และ Akinola, 1971; French, 1957; Olsen, 1975; Whiteney และ Green, 1969; Andrade และคณะ, 1997) โดยโปรตีนในหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน 2 ครั้งต่อรอบการตัดจะเพิ่มสูงขึ้นจาก 7.14 เปอร์เซ็นต์ (ไม่ได้ใส่ปุ๋ยในโตรเจน) เป็น 8.93 10.66 และ 12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ(ตารางที่ 7) นอกจากนี้ยังพบว่าหญ้ากินนีสีม่วงที่ทยอยใส่ปุ๋ยในโตรเจน 2 ครั้งต่อรอบการตัด จะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจนแบบแบ่งใส่ 3 ครั้งต่อปี และ แบ่งใส่ 1 ครั้งต่อรอบการตัด ในทุกอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่ใส่ ($P < 0.05$)

ผลผลิตโปรตีนเฉลี่ยของหญ้ากินนีสีม่วง

ผลผลิตโปรตีนในปีที่ 1 ปีที่ 2 และผลผลิตโปรตีนเฉลี่ย 2 ปี ของหญ้ากินนีสีม่วง มีแนวโน้มว่าจะเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน และได้รับผลกระทบจากอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนเช่นกัน (ตารางที่ 8) จากตารางที่ 9 แสดงให้อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจน ต่อผลผลิตโปรตีนเฉลี่ย 2 ปี ของหญ้ากินนีสีม่วง กล่าวคือการใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราสูงขึ้น มีผลทำให้ผลผลิตโปรตีนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับในทุกระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจน อย่างไรก็ตามการแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจนให้ถี่ขึ้นจะมีส่วนช่วยให้ผลผลิตโปรตีนเฉลี่ยของหญ้ากินนีสีม่วงเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราสูงขึ้นจะยิ่งเห็นเด่นชัดขึ้น ดังจะเห็นได้จากหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราสูงสุดคือ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ จะให้ผลผลิตโปรตีนเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนถี่ขึ้น ทั้งนี้การปุ๋ยในโตรเจน 2 ครั้งต่อรอบการตัด จะให้ผลผลิตโปรตีนสูงสุด 353 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากหญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตน้ำหนักรวมมากที่สุด (ตารางที่ 5) และมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงสุด (ตารางที่ 7) ถ้าใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปีโดยวิธีแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้งต่อรอบการตัด

ตารางที่ 8 แสดงผลผลิตโปรตีนของหญ้ากินนีสีม่วงเมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราต่างๆ ด้วยวิธีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน (กก./ไร่)

สิ่งทดลอง	ผลผลิตโปรตีนของหญ้ากินนีสีม่วง		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	เฉลี่ย 2 ปี
อัตราปุ๋ย N (กก N/ไร่)			
0	124	88	106
40	197	155	176
80	255	203	227
120	330	246	288
ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย N			
ใส่ 3 ครั้ง	204	148	176
แบ่งใส่ 1 ครั้ง/รอบการตัด	220	169	194
แบ่งใส่ 2 ครั้ง/รอบการตัด	256	202	227
อัตราปุ๋ย N x ระยะเวลาใส่	*	*	*
CV (%)	12.3	16.2	10.1

- หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวนั่ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$
- NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P > 0.05$
- * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$

ตารางที่ 9 แสดงอิทธิพลร่วมของอัตราปุ๋ย และระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อผลผลิตโปรตีนของหญ้ากินนีสีม่วงเฉลี่ย 2 ปี (กก./ไร่)

ปุ๋ยในโตรเจน (กก N/ไร่/ปี)	ใส่ 3 ครั้ง	ใส่ 1 ครั้ง/รอบการตัด	ใส่ 2 ครั้ง/รอบการตัด	เฉลี่ย (ปุ๋ยในโตรเจน)
0	102 ^c	117 ^d	100 ^d	106
40	178 ^b	156 ^c	195 ^c	176
80	199 ^{ab}	221 ^b	261 ^b	227
120	227 ^a	284 ^a	353 ^a	288
เฉลี่ย (ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย N)	176	194	227	199

หมายเหตุ - ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวดัง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวเลขในแนวนอน โดย $LSD_{0.05} = 28.975$

สรุปผลการทดลอง

การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปของยูเรีย (46%N) อัตรา 0 40 80 และ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี ในช่วงระยะเวลาต่างกัน คือ ใส่ 3 ครั้งต่อปี แบ่งใส่ 1 ครั้งต่อรอบการตัด และแบ่งใส่ 2 ครั้งต่อรอบการตัด จะมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักรวม และคุณภาพของหญ้ากินนีสีม่วงในดินร่วนปนทรายชุดหุบกะพงบริเวณพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี พอสรุปได้ดังนี้

1. การทดลองนี้พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่าง อัตราปุ๋ยและระยะเวลาใส่ปุ๋ยในโตรเจนต่อผลผลิตน้ำหนักรวม และผลผลิตโปรตีนเฉลี่ย กล่าวคือ หญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน ด้วยวิธีการแบ่งใส่หลังตัดหญ้า 2 ครั้งต่อรอบการตัด จะตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนในอัตราสูงสุด คือ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี โดยให้ผลผลิตน้ำหนักรวมเฉลี่ย และให้ผลผลิตโปรตีนเฉลี่ยสูงสุด 2,830 และ 353 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

2. การใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราที่สูงขึ้น ด้วยวิธีแบ่งใส่ปุ๋ยบ่อยครั้งขึ้น มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในหญ้ากินนีสีม่วงเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยมีค่าสูงสุด 12.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี ด้วยวิธีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้งต่อรอบการตัด แต่การใส่ปุ๋ยในโตรเจนมีผลทำให้ฟอสฟอรัสลดลง ส่วนเยื่อใย ADF NDF และ Ca ในหญ้าไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับระยะเวลาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนไม่มีผลทำให้ส่วนประกอบทางเคมีดังกล่าวเปลี่ยนแปลง ยกเว้น ฟอสฟอรัส

ข้อเสนอแนะ

การใส่ปุ๋ยหมักกิ้งนี้สีม่วงในดินร่วนปนทรายชุดดินหุบกะพง หรือชุดดินอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายกัน ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่ำกว่า 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปี ควรใส่ 3 ครั้งต่อปี ซึ่งจะได้ผลใกล้เคียงกับการทยอยใส่ปุ๋ยทุกรอบการตัด แต่จะสะดวกและใช้แรงงานน้อยกว่า แต่ถ้าจะเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของหมักกิ้งนี้สีม่วงให้สูงขึ้น โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูง ควรจะแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งละเท่า ๆ กัน ขณะก่อนปลูกและหลังจากการตัดหญ้าทุกครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงตั้งแต่ 120 กิโลกรัม N ต่อไร่ต่อปีขึ้นไป ควรจะทยอยแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้ง ต่อรอบการตัด และเพื่อไม่ให้ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินลดลง จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในอัตราที่เหมาะสมด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กองอาหารสัตว์.2538.หมักกิ้งนี้สีม่วง.เอกสารทางวิชาการ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 18 หน้า.
- เกียรติศักดิ์ กล้าเอม สุมณ โปธิจันทร์ และปัญญา ธรรมศาล.2545.ผลของอัตราปุ๋ยคอกและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์แควในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2545.กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 159 – 174.
- เดชา ศิริภัทร และสมจิตร อินทรมณี.2519.ผลตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของหญ้า 5 พันธุ์.รายงานผลการทดลองพืชอาหารสัตว์ 2507-2519.กรมปศุสัตว์.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชิต ยุทธวรวิทย์ จุริรัตน์ สัจจิตานนท์ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม และพูนศรี สุกระรุจิ.2538. ความถี่ของการตัดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหมักกิ้งนี้สีม่วง รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2538. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 83-89.
- ชิต ยุทธวรวิทย์ วิรัช สุขสราญ และ สมศักดิ์ เกาทอง.2547. ผลของอัตราปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์แควในชุดดินหุบกะพง. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2547 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 79 – 102.

เชาวลิต พานิชัตตรา.2537.ผลผลิตของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและระยะเวลาการตัดครั้งแรกต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง.ปัญหาพิเศษสัตวบาล.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 41 หน้า.

สมศักดิ์ เกาทอง วีระศักดิ์ จิโนแสง และอานุกาพ เล็งสาย .2546.อิทธิพลของปุ๋ยคอกและปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินหุบกะพง. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2546 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 83 – 101.

สายนธ์ ทัดศรี นรินทร์ บำรุง และหยาง เจิ้งไฉ .2542.ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าซีพีแพงโกล่าภายใต้สภาพการจัดการแตกต่างกัน III ผลกระทบของการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน.ว.เกษตรศาสตร์(วิทย.) ปีที่ 33:303 – 309.

วิรัช สุขสรณญ จีรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์ และเถลิงศักดิ์ โนนทวงศ์ .2541.การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินอุบลบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 99 – 117.

Andrade, J.B., C.L. Justo, J.L.V. Coutinho, R.M. Peres, E. Ferra Junios, V.T. Paulino, W.Henrique, J.C. Werner and H.B. Mattos, 1997. Effect of nitrogen and potash fertilization on dry matter yield and mineral composition of Pangola grass. Proc. XVII Int. Grassld.Cong. pp. 10 – 11.

Bornemiza, E. and A. Alvarado.1974. Soil Management in Tropical America. The Soil Science Department, North Carolina State University, North Carolina. 565 p.

Burton, G.W. and J.E. Jackson. 1962. Effect of rate and frequency of apply six nitrogen sources on Coastal bermuda grass, Agron J. 54, 40 – 3.

Chheda, H.R. and J.O. Akinola. 1971. Effects of cutting frequency and level of applied nitrogen on crude protein production recovery by three *Cynodon* strains, W. Afr. J. Biol, Appl. Chem. 14:31 – 8.

French, M.H. 1957. Nutritional value of tropical grasses and fodders, Herb. Abst. 27:1 - 9.

Hsu, F.H. and K.Y. Hong .1993 Effect of nitrogen and potassium fertilizer on forage yield and quality of Dwarf napier grass. Proceeding of the XVII International Grassland Congress 1993 : 864 – 865.

- Olsen, F.J. 1975. Effect of nitrogen fertilizer on yield and protein content of *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf, *Cynodon dactylon* (L.) Pres. And *Setaria psiloides* Stapf in Uganda, trop. Agric. (Trin) 51 ; 523-9.
- Skerman, P.S. D.G. Cameron and F. Riveros. 1988. Tropical forage legumes.(second edition). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 692 p.
- Whitney, A.S. and R.E. Green. 1969. Pangola grass performance under different levels of nitrogen fertilization in Hawaii. Agron. J. 61: 577-81.

เทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในพืชอาหารสัตว์

ณัทนาถ โคตรพรหม^{1/} จริญญา บุญจรัสชะ^{1/} ศศิพร ช่อลำไย^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษาเทคนิคและวิธีการการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารโปรตีนในหญ้าข้าวสาลี ใช้หลักการและเทคนิคคัลเลอริเมทรีที่ดัดแปลงและปรับปรุงจากเอกสารอ้างอิง ซึ่งรีเอเจนต์ (reagent) ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์โปรตีน คือ สารละลายนินไฮดริน (acid ninhydrin) โดยทำการศึกษาค่าความยาวคลื่นที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ความเป็นเส้นตรง ปริมาณของรีเอเจนต์ที่ใช้ และระยะเวลาการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม ทดสอบวิธีวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนกับตัวอย่างพืชอาหารสัตว์

ผลการศึกษา พบว่า เทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในพืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสม คือ การทำปฏิกิริยากับ acid ninhydrin จำนวน 1 มิลลิลิตร เร่งปฏิกิริยาโดยการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปฏิกิริยาจะเกิดสมบูรณ์ นำไปวัดค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เทียบความเข้มข้นกับกราฟมาตรฐาน ที่ได้จากการทำ calibration curve ของสารละลายมาตรฐานในช่วง 0.1 - 10.0 mg/l ($R^2 = 0.9929$) ค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ของโปรตีนในช่วง 0.5 - 5.0 mg/100 g มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 98.23 - 98.34 เปอร์เซ็นต์ ค่าต่ำสุดของสารที่สามารถตรวจพบได้ คือ 0.58 mg/100 g และค่าต่ำสุดของสารที่สามารถตรวจหาปริมาณได้ คือ 1.00 mg/100 g สามารถใช้เป็นวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารโปรตีนในหญ้าข้าวสาลีได้

คำสำคัญ : วิธีวิเคราะห์โปรตีน พืชอาหารสัตว์

เลขทะเบียนผลงาน 52 (2) – 0214 - 032

^{1/} กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ถ.ติวานนท์ ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

Technique of proline determination in the forage

Nuttanart Khotprom^{1/}

Jariya Booncharatcha^{1/}

Sasiporn Cholumyai^{1/}

Abstract

The technique of proline determination in ruzi grass by using colorimetry was studied. For the quantitative determination of proline, numerous methods are available. The reagent, herein, was acid ninhydrin and the other parameters that were suitable for the quantitative determination of proline such as maximum absorbance, linearity, amount of reagent and optimum boiling time were showed.

The results showed that the optimal condition for determination technique of proline in ruzi grass were using sample solution 5 ml, applied acid ninhydrin reagent 1 ml and boil at 100 °C for 30 minutes to complete the reaction. The proline concentration was determined by UV-VIS Spectrophotometer at 515 nm and compared with standard calibration curve of proline in the range of 0.1 – 10.0 mg/l ($R^2 = 0.9929$). The mean recovery of proline in ruzi grass in the range of 0.5 – 5.0 mg/100g was 98.23 - 98.34 %. The Limit of Detection and Limit of Quantitation were 0.58 and 1.00 mg/100g. The results indicated that this technique were suitable for determination of proline in ruzi grass fresh.

Keywords : proline determination, forage

Technical Document No. 52 (2) – 0214 – 032

^{1/} Feed and Forage Analysis Section, Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development ,
Tiwanon Rd., Bangkadee, Pathumtani Province 12000

บทนำ

โพรลีน (proline) เป็นกรดอะมิโนในกลุ่ม aromatic ring เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้ (soluble nitrogen compound) ที่ได้จากการสังเคราะห์ glutamate และ arginine โพรลีนจะถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนและมีบางส่วนที่เคลื่อนย้ายเข้าสู่ท่อลำเลียงอาหารของพืช โพรลีนจัดเป็นสารชีวโมเลกุลกลุ่ม protective metabolites ที่นิยมนำมาใช้ในเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืชทนแล้ง โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยากับการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลภายในเซลล์พืช เนื่องจากพืชที่ทนต่อความแห้งแล้งจะมีการปรับ osmotic ภายในเซลล์ให้ต่ำลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดน้ำมาใช้ในการดำรงชีวิต ทำให้มีการสร้างและสะสมสารกลุ่ม protective metabolites เพื่อปรับค่าศักย์ (water potential) ของน้ำในเซลล์ (ลิลลี่ และคณะ, 2549) ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการปรับตัวและทนต่อการสูญเสียน้ำที่แตกต่างกัน

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารโพรลีนที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ เทคนิคทางสเปกโทรสโคปี (spectroscopy) หรือเทคนิคคัลเลอริเมทรี (colorimetry) หลักการ คือ ทำให้สารที่ต้องการวิเคราะห์เกิดสี โดยการทำปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ (reagents) แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่มีสีนั้น โดย reagents สำหรับการวิเคราะห์โพรลีน ที่นิยมใช้ คือ acid ninhydrin Schweet (1953) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนในปัสสาวะและเลือดของผู้ป่วย โดยการทำให้โพรลีนทำปฏิกิริยากับ ninhydrin ในสภาวะที่เป็นกรดและเร่งปฏิกิริยาโดยการให้ความร้อน ผลิตภัณฑ์ (product) ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาจะอยู่ในรูปสารประกอบสีแดง แต่เนื่องจากตัวอย่างทางชีวโมเลกุลมีกรดอะมิโนโปรโมมอื่น ๆ ที่สามารถเกิดผลการรบกวน (interfere) ได้ เช่น ornithine, lysine, hydroxylysine และ cysteine ซึ่งได้แก้ไขโดยการทำ nitroization Wren and Wiggall (1964) พบว่า วิธีดังกล่าวสามารถกำจัดการรบกวนจากกรดอะมิโนโปรโมมพื้นฐานเท่านั้น จึงได้เพิ่มขั้นตอนการ cleaning ตัวอย่าง โดยใช้ cation-exchange resin และสกัดสารสี (pigment) ที่เกิดขึ้นโดยใช้โทลูอีน (toluene) สำหรับการวิเคราะห์หาโพรลีนในพืชนั้น Bates และคณะ (1973) ได้นำเทคนิคการวิเคราะห์มาปรับใช้ เพื่อหาปริมาณ โพรลีนในพืช โดยการสกัดด้วย sulfosalicylic acid และให้ทำปฏิกิริยากับ acid ninhydrin ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณโพรลีนที่มีอยู่ในพืชนั้นๆ

เนื่องจากกองอาหารสัตว์มีชุดโครงการวิจัยปรับปรุงพืชอาหารสัตว์ทนแล้ง ซึ่งพืชที่ศึกษาคือหญ้ารูชี โดยใช้ปริมาณการสะสมของโพรลีนเป็นตัวประเมิน หรือตัวชี้วัดอย่างหนึ่งในการประเมินความสามารถในการทนแล้งของพืชแต่ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ ยังไม่มีวิธีการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารโพรลีน จึงจำเป็นต้องศึกษาเทคนิคและวิธีการการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสาร โพรลีนในพืชอาหารสัตว์โดยใช้หลักการและ

เทคนิคทาง colorimetry ที่ดัดแปลง และปรับปรุง เพื่อให้ได้วิธีการและเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนในพืชอาหารสัตว์ที่ถูกต้องตามหลักการ สามารถ นำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer, Model Cintral 101 Perkin Elmer
2. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
3. อ่างน้ำเย็น (ice bath)
4. เครื่อง Vortex mixer
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า (analytical balance) ชนิดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
6. Volumetric pipette ขนาด 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 ml
7. Micropipette ขนาด 20 - 2000 μ l

สารเคมี

1. โพรลีน (L - proline, $C_5H_9NO_2$) ชนิด AR grade
2. กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid, HCl) ชนิด AR grade
3. กรดฟอสฟอริก (ortho - phosphoric acid, H_3PO_4) ชนิด AR grade
4. นินไฮดริน (ninhydrin, $C_9H_6O_4$) ชนิด AR grade
5. กรดซัลโฟซาลิไซลิก (5 - sulfosalicylic acid dihydrate, $C_7H_6O_6S \cdot 2 H_2O$) ชนิด AR grade
6. โทลูอีน (toluene, $C_6H_5CH_3$) ชนิด AR grade

วิธีการทดลอง

แบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีน ซึ่งวิธีการที่ใช้ศึกษาจะปรับจากเอกสารอ้างอิง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ของห้องปฏิบัติการ การทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่ได้ โดยวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีนในพืชอาหารสัตว์ ทำการศึกษาช่วงความเข้มข้นที่ให้กราฟมาตรฐานเป็นเส้นตรง (linear range) ทดสอบความแม่นยำ (accuracy) ของวิธีการวิเคราะห์ โดยประเมินจากค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ (% recovery) ศึกษาค่า Limit of Detection (LOD) และค่า Limit of Quantitation (LOQ) ของวิธีการวิเคราะห์

การทดลองที่ 1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

1.1 การเตรียม reagents

1.1.1 3% sulfosalicylic acid (w/v) โดยชั่ง 5 - sulfosalicylic acid dihydrate 3 g ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 ml

1.1.2 6 M phosphoric acid โดยตวง phosphoric acid 85% ปริมาตร 344 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1 L

1.1.3 acid ninhydrin โดยชั่ง ninhydrin 1.25 g เติม glacial acetic acid ปริมาตร 30 ml และ 6 M phosphoric acid ปริมาตร 20 ml อุ่นให้ละลายด้วย water bath ปลอ่ยให้เย็น นำสารละลายที่ได้ไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ ประมาณ 4 องศาเซลเซียส (สารละลายควรเตรียมใหม่ทุกครั้ง)

1.1.4 stock standard proline 1000 mg/l ปริมาตร 100 ml โดยชั่ง L- proline 0.1 g ละลายและปรับปริมาตรด้วย 0.1 N HCl ให้มีปริมาตรเป็น 100 ml

1.1.5 working standard proline โดยการเจือจาง stock standard proline 1000 mg/l ปริมาตร 10 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 ml จะได้ standard proline ความเข้มข้น 100 mg/l ดูดสารละลาย standard proline ความเข้มข้น 100 mg/l ปริมาตร 0.1 0.5 1.0 2.0 5.0 และ 10.0 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 ml จะได้ standard proline ความเข้มข้น 0.1 0.5 1 2 5 และ 10 mg/l ตามลำดับ

1.2 วิธีการศึกษา

1.2.1 ศึกษาค่าความยาวคลื่น ที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max})

โดยการใช้ standard proline 5 mg/l ปริมาตร 5 ml มาเติม glacial acetic acid 5 ml และ acid ninhydrin 5 ml นำไปต้มบน water bath ที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาทันทีโดยการแช่ใน ice bath เติม toluene 10 ml ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น แล้วดูดสารละลายสีส้มเหลือง (colored product) บริเวณที่อยู่เหนือผิวของ toluene ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นตั้งแต่ 400–600 nm โดยใช้ toluene เป็น blank

1.2.2 ศึกษาปริมาณการเติม acid ninhydrin ที่เหมาะสม

ดูดสารละลาย standard proline 5 mg/l ปริมาตร 5 ml ทำการทดลอง ทำนองเดียวกับข้อ 1.2.1 แต่ทำการปรับเปลี่ยนปริมาตรการเติม acid ninhydrin เป็น 0.5 1.0 2.0 2.0 4.0 และ 5.0 ml ตามลำดับ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสงสูงสุดที่ได้จากข้อ 1.2.1

1.2.3 ศึกษาระยะเวลาการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม

ดูดสารละลาย standard proline 5 mg/l ปริมาตร 5 ml เติม acid ninhydrin ตามปริมาตรที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาในข้อ 1.2.2 ทำการทดลองทำนองเดียวกับข้อ 1.2.1 แต่ทำการปรับเปลี่ยนระยะเวลาการต้มบน water bath ที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส เป็น 15 30 45 60 และ 90 นาที ตามลำดับ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสงสูงสุดที่ได้จากข้อ 1.2.1

การทดลองที่ 2 การทดสอบวิธีวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีนในพืชอาหารสัตว์

2.1. การเตรียมตัวอย่าง

นำต้นกล้วยสุกมาสับให้ละเอียดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วบดให้ละเอียดด้วยโกร่ง ซึ่งตัวอย่างบดละเอียด 0.5 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง สกัดด้วย 3% sulfosalicylic acid จำนวน 10 มิลลิตร โดยแช่ 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง What man เบอร์ 41

2.2. ศึกษา linearity โดยการทำ calibration curve

ดูดสารละลาย standard proline ความเข้มข้น 0.1 0.5 1 2 5 และ 10 mg/l มาอย่างละ 5 ml ทำการทดลองทำนองเดียวกับข้อ 1.2.1 โดยเติม acid ninhydrin ปริมาตรที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1.2.2 ใช้เวลาในการต้มใน water bath ที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1.2.3 และนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสงสูงสุดที่ได้จากข้อ 1.2.1

2.3. ศึกษาความแม่นยำ (accuracy) โดยการหาค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ (% recovery)

นำสารละลายตัวอย่างที่ได้จากข้อ 2.1 ปริมาตร 5 ml มา spike สารละลาย standard proline ความเข้มข้น 0.5 1.0 2.0 และ 5.0 mg/l ทำการทดลองทำนองเดียวกับข้อ 1.2.1 โดยเติม acid ninhydrin ปริมาตรที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1.2.2 ใช้เวลาในการต้มใน water bath ที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1.2.3 และนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสงสูงสุดที่ได้จากข้อ 1.2.1 ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 10 ครั้ง

2.4. ศึกษาค่า Limit of Detection (LOD) และค่า Limit of Quantitation (LOQ) ของการวิเคราะห์

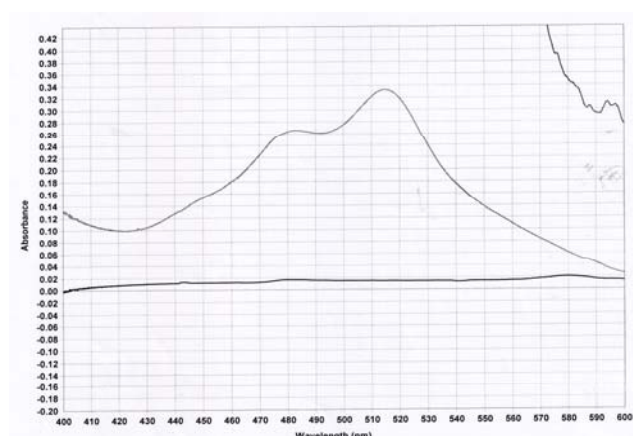
ด้วยการนำ blank reagent มาวัดสัญญาณ จำนวน 10 ครั้ง หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คำนวณค่า LOD จากค่าเฉลี่ยของ blank reagent + 3 SD และคำนวณค่า LOQ จากค่าเฉลี่ยของ blank reagent + 10 SD

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีน

1.1 ผลการศึกษาค่าความยาวคลื่น ที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ($\lambda_{\max}$)

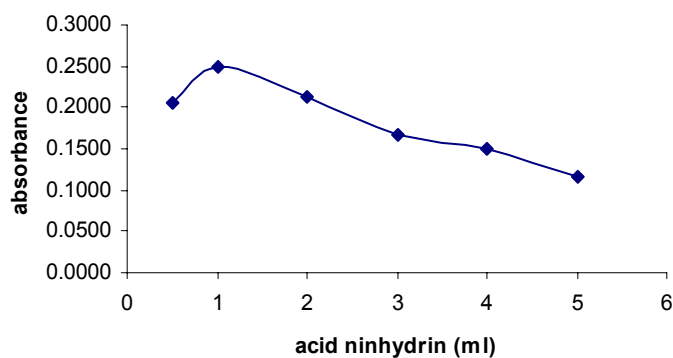
พบว่า สาร colored product ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง standard proline ความเข้มข้น 5 mg/l กับ acid ninhydrin reagent จะให้สเปกตรากการดูดกลืน (absorption spectra) และให้ค่า $\lambda_{\max}$ ที่ความยาวคลื่น 515 nm (รูปที่ 1)



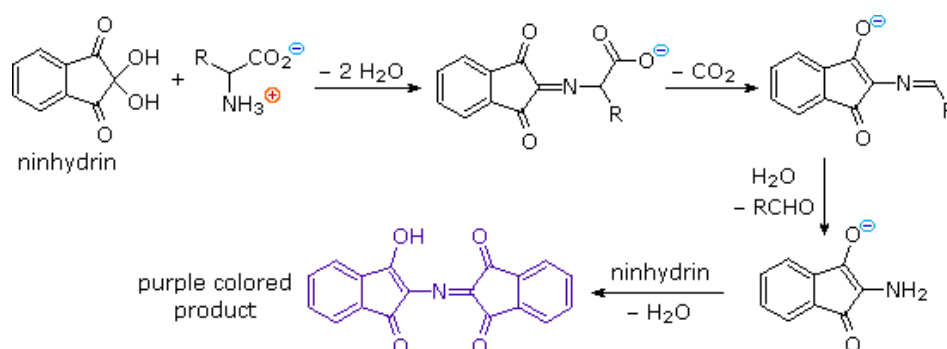
รูปที่ 1 Absorption spectra of proline colored product

1.2 ผลการศึกษาปริมาตรการเติม acid ninhydrin ที่เหมาะสม

พบว่า ปริมาตรการเติม acid ninhydrin ลงในสารละลาย standard proline ความเข้มข้น 5 mg/l จะมีผลต่อค่าการดูดกลืน ซึ่งการเติม acid ninhydrin ปริมาตร 1 ml ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (รูปที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจาก โดยทั่วไป ninhydrin สามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนปฐมภูมิ (primary amine) ที่มีหมู่อะมิโนอิสระ (free amino group; $-\text{NH}_3^+$) ได้สารสีม่วง (รูปที่ 3) ยกเว้นกรณีของโพรลีน และอนุพันธ์ของโพรลีน ซึ่งเป็น secondary amine ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ จึงให้สารสีส้มเหลืองเกิดขึ้น และจากรายงานของ Troll and Lindsley (1954) สารที่ควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยา (rate - controlling step) คือ ninhydrin's reagent



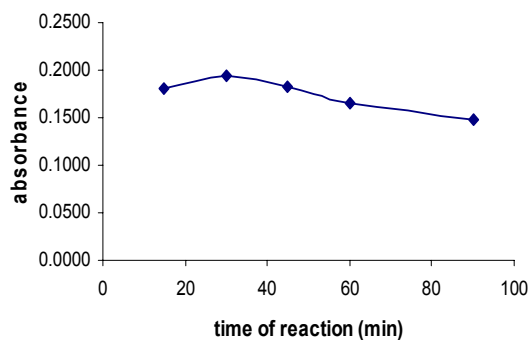
รูปที่ 2 ผลของปริมาณ ninhydrin's reagent ต่อค่าการดูดกลืนของ colored product of praline



รูปที่ 3 การเกิด colored product จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง primary amino acid กับ ninhydrin's reagent (Edward et al, 1966)

1.3 ผลการศึกษาระยะเวลาการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม

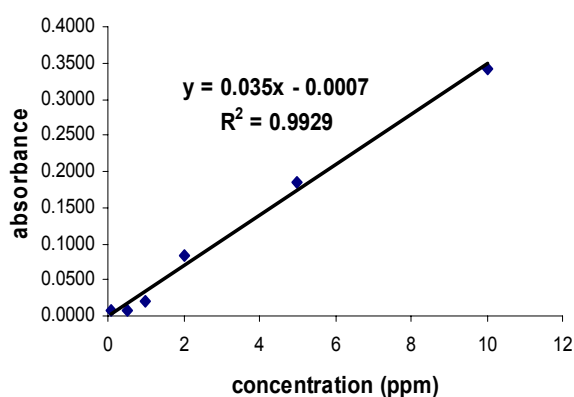
จากการนำสารละลาย standard proline ความเข้มข้น 5 mg/l ทำปฏิกิริยากับ acid ninhydrin เปรียบเทียบโดยดื่มน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส พบว่า ที่เวลา 30 นาที ปฏิกิริยาจะเกิดสมบูรณ์ ซึ่งหลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์แล้ว ต้องหยุดปฏิกิริยาทันทีโดยการแช่ใน ice bath ถ้าปฏิกิริยายังดำเนินต่อไปสารที่ได้จะค่อยๆ เปลี่ยนจากสีส้มเหลืองไปเป็นสีแดง ทำให้ค่าการดูดกลืนลดลง (รูปที่ 4) ทั้งนี้ เนื่องจากว่า การเกิด colored product ของโปรลีน จะเกิดในขั้นตอน intermediate step



รูปที่ 4 ผลของระยะเวลาการทำปฏิกิริยาระหว่าง standard proline กับ acid ninhydrin ที่ 100 °C

2. การทดสอบวิธีวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีนในพืชอาหารสัตว์

2.1 ผลการศึกษาช่วงของความเข้มข้นที่ให้กราฟมาตรฐานเป็นเส้นตรง (linear range) จากการวัดค่าการดูดกลืนแสง colored product ของสารมาตรฐานโพรลีน ความเข้มข้น 0.1 0.5 1 2 5 และ 10 mg/l ที่ความยาวคลื่น 515 nm จะได้ calibration curve ที่มีค่า correlation (R^2) เท่ากับ 0.9929 ค่า slope เท่ากับ 0.035 และค่า intercept เท่ากับ - 0.0007 (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 Calibration curve of standard proline

2.2. ผลจากการนำเทคนิคการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาทดสอบวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีน ในตัวอย่างสารละลายหญ้าที่ spike สารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 0.5 – 5.0 mg/l พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ของโพรลีน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 98.23 – 98.34 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่า mean recovery ของโพรลินที่ spike ลงไปในตัวอย่างหน้ารูชี

amount added (mg/100 g)	found (mg/100 g)	mean recovery (%)	RSD (%)
0.5	0.491	98.28	0.657
1.0	0.983	98.34	0.448
2.0	1.985	98.25	0.431
5.0	4.912	98.23	0.596

2.3 ค่าต่ำสุดของสารที่สามารถตรวจพบได้ (Limit of detection, LOD) และค่าต่ำสุดของสารที่สามารถตรวจหาปริมาณได้ (Limit of Quantitation, LOQ) ของการวิเคราะห์หาปริมาณโพรลินในพืชอาหารสัตว์ เท่ากับ 0.58 mg/100 g และ 1.00 mg/100 g (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่า LOD และ LOQ ของการวิเคราะห์ปริมาณโพรลินในตัวอย่างหน้ารูชี

ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ blank reagent 10 ซ้ำ (mg/100 g)										Mean	SD	LOD	LOQ
0.37	0.39	0.37	0.38	0.41	0.57	0.39	0.38	0.37	0.41	0.40	0.06	0.58	1.00

สรุปผลการทดลอง

เทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณโพรลินในหน้ารูชีที่เหมาะสม คือ การทำปฏิกิริยากับ acid ninhydrin จำนวน 1 ml เร่งปฏิกิริยาโดยการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปฏิกิริยาจะเกิดสมบูรณ์ นำไปวัดค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เทียบความเข้มข้นกับกราฟมาตรฐาน ที่ได้จากการทำ calibration curve ของสารละลายมาตรฐานในช่วง 0.1 – 10.0 mg/l ($R^2 = 0.9929$) ได้ค่า % mean recovery ของโพรลินในช่วง 0.5 – 5.0 mg/100 g มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 98.23 – 98.34 เปอร์เซ็นต์ ค่าต่ำสุดของสารที่สามารถตรวจพบได้ คือ 0.58 mg/100 g และค่าต่ำสุดของสารที่สามารถตรวจหาปริมาณได้ คือ 1.00 mg/100 g

วิธีการที่ได้จากการศึกษามีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโพรลินในพืชอาหารสัตว์ เป็นวิธีที่ทำได้รวดเร็วและถูกต้องตามหลักการ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์หาปริมาณสารโพรลินในพืชอาหารสัตว์ เพื่อใช้ในการสนับสนุนโครงการปรับปรุงพันธุ์พืชทนแล้ง ซึ่งใช้ปริมาณการสะสมของโพรลินเป็นตัวประเมินหรือตัวชี้วัดความสามารถในการทนแล้งของพืชต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาววารุณี พานิชผล ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์อาหารสัตว์ ที่ให้คำแนะนำและแก้ไขรายงานฉบับนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือให้งานทดลองนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ลิลลี่ กาวิตะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ และสุริยา ตันติวิวัฒน์. 2549. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 261 หน้า.
- Bates, L.S., R.P. Woldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline water stress studies. Plant Soil. 39 : 205 – 207.
- Edward, S.W., R.T. Wilbert, S.M. Howard, and T.V. B. John. 1966. Textbook of biochemistry. 4th ed. The Macmillan company, Collier-Macmillan limited. London. 1595 p.
- Schweet, R.S. 1953. The quantitative determination of proline and pipecolic acid with ninhydrin. J. Biol. Chem. 25 : 603 – 613.
- Wren, J.J. and P.H. Wiggall. 1964. An improved colorimetric method for the determination of proline in the presence of other ninhydrin - positive compounds. J. Biochem. 94 : 216 – 220.

การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดย เทคนิค ICP – OES

ศศิพร ช่อลำไย^{1/}

สังวาล วากะมะนนท์^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable calcium) และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable magnesium) ในดินโดยเทคนิค ICP-OES ดำเนินการที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ ระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึงเดือนกันยายน 2551 โดยทำการสกัดตัวอย่างดินด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตด pH 7.00 และวัดปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมโดยเครื่อง Inductively Couple Plasma – Optical Emission Spectrophotometer (ICP – OES) พบว่าแคลเซียมให้ค่า linear range ของกราฟมาตรฐานในช่วง 0 – 350 µg/ml แมกนีเซียมอยู่ในช่วง 0 – 60 µg/ml ค่า Limit of Detection และ Limit of Quantitation ของแคลเซียมเท่ากับ 2.20 และ 4.00 µg/g และของแมกนีเซียมเท่ากับ 0.45 และ 0.57 µg/g ค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ของแคลเซียมในช่วง 54 – 1,000 µg/g เท่ากับ 99.83 – 101.42 และของแมกนีเซียมในช่วง 20 – 200 µg/g เท่ากับ 97.45 – 99.28 เปอร์เซ็นต์ การใช้สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตดที่ pH 7.00 ให้ค่าปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุด และสามารถใช้เวลาในการเขย่าได้ตั้งแต่ 15 – 25 นาที วิเคราะห์นี้สามารถใช้วิเคราะห์ตัวอย่างดินที่มีปริมาณแคลเซียม 4.00 – 1,000 µg/g และใช้วิเคราะห์ดินที่มีแมกนีเซียม 0.57 – 200 µg/g ได้โดยมีความถูกต้องแม่นยำ สามารถใช้วิธีนี้เป็นวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินได้

คำสำคัญ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ICP-OES

เลขทะเบียนผลงาน 52 (2) – 0214 – 031

^{1/} กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ต.บางกะดี อ. เมือง จ.ปทุมธานี 12000

Determination of exchangeable calcium and exchange magnesium in soil by ICP – OES technique

Sasiporn Cholumyai^{1/}

Sungwan Wakamanon^{1/}

Abstract

The method for determination of exchangeable calcium and exchangeable magnesium in soil by ICP – OES technique was presented. The experiments were conducted at Feed and Forage Analysis Section, Animal Nutrition Division during October 2007 to September 2008. The samples were extracted with ammonium acetate solution pH 7.00 and detected calcium and magnesium by Inductively Couple Plasma – Optical Emission Spectrophotometer (ICP – OES). The results showed that the linearity of calcium is in the range from 0 – 350 and magnesium is in the range from 0 – 60 µg/ml. The limit of detection and limit of quantitation of calcium were 2.20 and 4.00 and magnesium were 0.45 and 0.57 µg/ml. Calcium showed the recovery at 99.83 – 101.42 % at the concentration range from 54 – 1,000 µg/g and magnesium showed at 97.45 – 99.28 % at 20 – 200 µg/g. The exchangeable calcium and exchangeable magnesium in soil could be maximum extracted with ammonium acetate solution at pH 7.00, extracted time 15 – 25 minutes could be used. The results showed that this method could be used for determining calcium in soil with accuracy and precision from 4.00 – 1,000 µg/g and magnesium in soil from 0.57 – 200 µg/g. This method was appropriated to be the standard method for soil analysis in laboratory.

Keywords : exchangeable calcium, exchangeable magnesium, ICP – OES

Technical Document No. 52 (2) – 0214 – 031

^{1/} Feed and Forage Analysis Section, Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development, Bangkadee subdistrict Amphur Muang Prathumthanee province. 12000.

บทนำ

ในการปลูกพืช ธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการคือไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม และธาตุอาหารรองที่พืชต้องการคือแคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งแม้จะเป็นธาตุรองแต่ก็จำเป็นสำหรับพืช เพราะพืชจะเจริญเติบโตได้จะต้องมีการแบ่งเซลล์ที่ส่วนยอดหรือที่ปลายราก ถ้าพืชขาดแคลเซียมส่วนยอดและรากของพืชจะไม่เจริญ ส่วนแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบถาวรของคลอโรฟิลล์ในพืชและเป็นองค์ประกอบสำคัญของโพลีโรโบโซมที่สำคัญในการสังเคราะห์โปรตีน เมื่อพืชขาดแมกนีเซียมจะทำให้กระบวนการ เมตาบอลิซึมของพืชถูกกระทบกระเทือน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

แคลเซียมในดินมีอยู่หลายรูปด้วยกัน แต่รูปที่พืชนำมาไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีคือรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) และรูปที่ละลายน้ำได้ (soluble Ca) ส่วนแมกนีเซียมในดินมีทั้งหมด 3 รูปแบบ คือรูปอนุโมลที่ไม่สามารถแลกเปลี่ยนได้ จะมีโครงสร้างโมเลกุลที่ใหญ่และซับซ้อน ซึ่งแมกนีเซียมในรูปนี้จะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทันที รูปแบบที่สองคือรูปอนุโมลที่แลกเปลี่ยนได้ และรูปแบบที่สามคือรูปแบบที่เป็นอนุโมลถูกดูดซับไว้ที่ผิวอนุภาคดิน ซึ่งรูปแบบที่สองและสามนี้เป็นแมกนีเซียมที่พืชจะนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที

การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) ในดินเป็นการหาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในรูปแบบที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ซึ่งวิธีการวิเคราะห์เดิมที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ใช้เป็นวิธีมาตรฐาน เป็นการสกัดแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตด โดยอนุโมลแอมโมเนียม (NH_4^+) จะเข้าไปแทนที่อนุโมลแคลเซียม (Ca^{2+}) และอนุโมลแมกนีเซียม (Mg^{2+}) ที่ถูกดูดซับไว้ที่ผิวของ soil colloid แล้วทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมืออะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโทรเมเตอร์หรือเครื่อง AAS (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ปัจจุบันเครื่องมือวิเคราะห์แร่ธาตุที่มีประสิทธิภาพสูงได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์แร่ธาตุในดินได้แก่เครื่อง Inductively Couple Plasma – Optical Emission Spectrophotometer (ICP – OES) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์แร่ธาตุได้ครั้งละหลายธาตุพร้อมกัน (simultaneous multielement analysis) เทคนิค ICP-OES เป็นการตรวจวัดการคายแสงของอะตอมที่ได้รับพลังงานความร้อนสูงที่ผลิตจากพลาสมา อะตอมที่ได้รับพลังงานจะเปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก และเมื่อกลับสู่สถานะพื้นจะปล่อยพลังงานออกมาจะทำให้เกิดโฟตอนเรียกว่าเกิดอะตอมมิกอิมิสชัน ซึ่งตรวจวัดได้เป็นความเข้มแสง (Intensity) เทคนิค AAS และ ICP – OES ต่างก็เป็นเทคนิคที่มีความเที่ยง ความไวสูง ค่าที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ แต่การวิเคราะห์

หาปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเทคนิค AAS มีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างก่อนการวัดด้วยเครื่อง AAS หลายขั้นตอน ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและสารเคมีมากกว่า ส่วนเทคนิค ICP – OES นั้น หลังจากการสกัดตัวอย่างไม่ต้องมีขั้นตอนการเตรียมสารละลายอีก สามารถนำไปวัดด้วยเครื่อง ICP – OES ได้เลย จึงเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วกว่า เนื่องจากกองอาหารสัตว์ได้รับเครื่องมือ ICP-OES มาไว้ใช้วิเคราะห์แร่ธาตุทั้งในอาหารสัตว์และในดิน และการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเทคนิค ICP – OES ก็ยังไม่มีวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้เป็นมาตรฐาน จึงได้ทำการศึกษาหาวิธีที่เหมาะสม และทำการตรวจยืนยันวิธีวิเคราะห์โดยศึกษาความแม่นยำ ความเที่ยง ค่า Limit of Detection ค่า Limit of Quantitation เปรียบเทียบการวิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วยเทคนิค AAS กับ ICP-OES และศึกษา Robustness และ Ruggedness ของวิธี เพื่อให้มั่นใจว่าวิธีวิเคราะห์นี้ให้ผลวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียด 0.001 กรัม
- 1.2 เครื่องเขย่า Rotary Motions Shakers, Platforms
- 1.3 Autopipet ขนาด 1,000 และ 5,000 ไมโครลิตร
- 1.4 เครื่อง Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectrophotometer (ICP – OES) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 2100 DV
- 1.5 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 2100

วิธีดำเนินการ

1. ตัวอย่างดิน ได้จากตัวอย่างดินที่ส่งเข้ามาตรวจวิเคราะห์ที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์ และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ จำนวน 60 ตัวอย่าง
2. การสกัดตัวอย่าง
นำตัวอย่างดินจำนวน 58 ตัวอย่าง ที่ผ่านการบดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรแล้ว มาชั่งน้ำหนัก 2.500 ± 0.010 กรัม ใส่ในขวดเออร์เลนเมเยอร์ขนาด 125 มิลลิตร เติมสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตด pH 7.0 เข้มข้น 1 นอร์มอล 25 มิลลิตร แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่า นาน 15 นาที ที่ความเร็วรอบประมาณ 1,700 rpm และกรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 โดยทำการกรอง 2 ครั้ง สารละลายที่ได้เก็บไว้เพื่อใช้วิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียม

3. การเตรียมตัวอย่าง spiked sample

ใช้ตัวอย่างดินที่ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แล้วด้วยเทคนิค ICP-OES จำนวน 1 ตัวอย่างและพบว่ามีแคลเซียมเท่ากับ 76.88 และมีแมกนีเซียมเท่ากับ 19.20 $\mu\text{g/g}$ นำมาชั่งน้ำหนัก 2.500 ± 0.010 กรัม ใส่ในขวดเออร์เลนเมเยอร์ขนาด 125 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด เพื่อใช้เตรียม spiked sample ให้มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมแตกต่างกัน 3 ระดับ จากนั้นในแต่ละขวดทำการเติมสารละลายมาตรฐานแคลเซียมที่เข้มข้น 1,000 $\mu\text{g/ml}$ จำนวน 135 1250 2500 ไมโครลิตร และเติมสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมที่เข้มข้น 1,000 $\mu\text{g/ml}$ จำนวน 50 500 1000 ไมโครลิตร ซึ่งจะเท่ากับในแต่ละขวดนั้นมีการเติมแคลเซียมลงไป 54 500 1000 $\mu\text{g/g}$ และมีการเติมแมกนีเซียมลงไป 20 100 200 $\mu\text{g/g}$ ตามลำดับ แล้วนำตัวอย่างดินในแต่ละขวดไปสกัดตามวิธีการในข้อ 2

4. การศึกษา linearity

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียมเข้มข้น 50 100 150 200 250 300 350 $\mu\text{g/ml}$ และสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 8 16 24 32 40 48 60 $\mu\text{g/ml}$ ในสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตด ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICP-OES โดยตรวจวัดแคลเซียมที่ความยาวคลื่น 317.933 นาโนเมตร และตรวจวัดแมกนีเซียมที่ความยาวคลื่น 285.213 นาโนเมตร ทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นละ 3 ครั้ง โดยทำต่างวัน แล้วสร้างกราฟเส้นตรงมาตรฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน กับค่าความเข้มแสง (intensity) ที่วัดได้

5. การศึกษาความแม่นยำของวิธี (Accuracy) ด้วยการหาค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ (% recovery)

ทำการเตรียมตัวอย่าง spiked sample ระดับละ 10 ซ้ำ นำมาตรวจวัดด้วยเครื่องมือ ICP-OES ทำการวิเคราะห์ 3 ครั้ง โดยทำต่างวัน เกณฑ์ยอมรับคือเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ อยู่ในช่วง 80 – 108 เปอร์เซ็นต์ (AOAC, 2550)

6. การศึกษาความเที่ยงของวิธี (Precision)

6.1 หาค่า repeatability โดยทำการเตรียมตัวอย่าง spiked sample ระดับละ 10 ซ้ำ นำมาตรวจวัดด้วยเครื่องมือ ICP-OES ทำการวิเคราะห์ภายในวันเดียวกัน เกณฑ์ยอมรับคือ ค่า HORRAT_r มีค่าไม่เกิน 2 (กนกพร และคณะ, 2546)

6.2 หาค่า Within – laboratory Reproducibility โดยทำการเตรียมตัวอย่าง spiked sample ระดับละ 10 ซ้ำ นำมาตรวจวัดด้วยเครื่องมือ ICP-OES ทำการวิเคราะห์ 3 ครั้ง โดยทำต่างวันกัน รวม 30 ซ้ำ เกณฑ์ยอมรับคือ ค่า HORRAT_r มีค่าไม่เกิน 2 (กนกพร และคณะ, 2546)

7. การศึกษา Limit of Detection (LOD)

ทำการวิเคราะห์ blank reagent ซึ่งก็คือสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตด จำนวน 25 มิลลิลิตร จำนวน 10 ขั้ว คำนวณค่า LOD ได้จากค่าเฉลี่ยของปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้ (Mean) รวมกับ 3 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (AOAC, 2550)

8. การศึกษา Limit of Quantitation (LOQ)

8.1 ทำการวิเคราะห์ blank reagent (ตามข้อ 7) จำนวน 10 ขั้ว แล้วคำนวณค่า LOQ ได้จากค่าเฉลี่ยของปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้ (Mean) รวมกับ 10 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (AOAC, 2550)

8.2 เตรียม blank reagent ขึ้นใหม่จำนวน 10 ขั้ว นำมาเติมสารละลายมาตรฐาน แคลเซียม และสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมให้มีความเข้มข้นเท่ากับค่า LOQ ที่คำนวณได้ตามข้อ 8.1 นำไปวิเคราะห์และคำนวณค่าเฉลี่ยที่วิเคราะห์ได้ ถ้าหากค่าที่วิเคราะห์ได้น้อยกว่าค่า LOQ ตามข้อ 8.1 ต้องเตรียม blank reagent ขึ้นใหม่อีกครั้งให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นและนำไปวิเคราะห์ซ้ำจนสามารถอ่านค่าได้ไม่น้อยกว่าค่าความเข้มข้นที่มีใน blank reagent ที่เตรียมนั้น

9. การศึกษาการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค ICP-OES เปรียบเทียบกับเทคนิค AAS

ใช้ตัวอย่างดินที่ผ่านการสกัดแล้วในข้อ 1 จำนวน 58 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICP-OES โดยการส่งเข้าตรวจวัดที่เครื่องได้โดยตรง และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ AAS โดยนำสารละลายที่สกัดได้มา 2 มิลลิลิตร เติมสารละลายแลนทานัมออกไซด์เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เท่ากับ 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จาก 2 วิธีด้วยสถิติ Pair – t test (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2548)

10. การศึกษา Robustness และ Ruggedness ของวิธี

Robustness และ Ruggedness เป็นคุณสมบัติที่แสดงว่าวิธีทดสอบนั้นมีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการวิเคราะห์อย่างไร (กนกพร และคณะ, 2546) ซึ่งในการปฏิบัติงานประจำวัน อาจมีการทำผิดพลาดจากที่กำหนดไว้ในคู่มือวิเคราะห์ไปบ้างโดยผู้ปฏิบัติมิได้ตั้งใจ ดังเช่น การปรับ pH ของสารละลาย คุณภูมิที่ควบคุม เป็นต้น

ในการทดลองนี้ใช้ตัวอย่างดินจำนวน 1 ตัวอย่าง นำมาทำการสกัดโดยใช้สารละลายแอมโมเนียม อะซิเตดที่ pH ต่างกัน 3 ระดับคือ 6.8 7.0 และ 7.2 ทำการสกัด pH ละ 6 ขั้ว และแต่ละ pH ใช้เวลาเขย่านาน 15 และ 25 นาที วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยสถิติ Analysis of Variance (ANOVA)

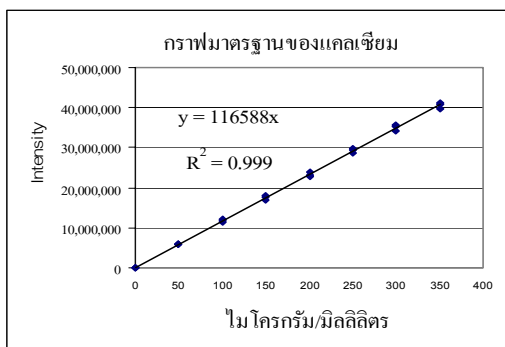
ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองหาความเหมาะสมของวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินด้วยเทคนิค ICP-OES โดยศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ จำนวน 7 ปัจจัย พบว่า

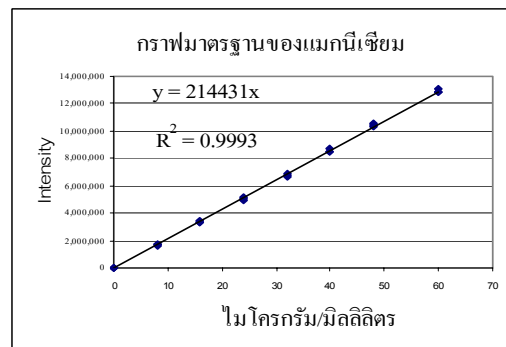
1. การศึกษา Linearity

การศึกษา Linearity เป็นการศึกษช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ค่าความเข้มแสงที่ตรวจวัดได้ด้วยเครื่อง ICP-OES แปลเป็นปริมาณโดยตรงตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคลเซียมที่ความเข้มข้น 0 – 350 µg/ml กับความเข้มแสง พบว่าได้ค่าสหสัมพันธ์ (correlation, r^2) เท่ากับ 0.9990 และค่าสหสัมพันธ์ของสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมที่ความเข้มข้น 0 – 60 µg/ml เท่ากับ 0.9993 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ทั้งสองค่ามีค่าใกล้เคียงกับ 1 มากแสดงว่า ค่าความเข้มแสงที่ตรวจวัดได้ของแคลเซียมและแมกนีเซียมแปรตามปริมาณที่เพิ่มขึ้น

จาก linear range ของแคลเซียมที่เท่ากับ 0 – 350 µg/ml และของแมกนีเซียมที่เท่ากับ 0 – 60 µg/ml เมื่อคำนวณย้อนกลับเพื่อใช้วิเคราะห์ตัวอย่างดินพบว่าสามารถใช้ linear range นี้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่มีปริมาณแคลเซียมสูงถึงประมาณ 3,500 µg/g และมีปริมาณแมกนีเซียมสูงถึงประมาณ 600 µg/g ได้ เนื่องจากในการสกัดตัวอย่างนี้ใช้สารละลายสกัด 25 มิลลิลิตร ดังนั้นจึงมี dilution factor ของการคำนวณกลับเป็นความเข้มข้นในตัวอย่างเท่ากับ 25 เท่า ทั้งนี้ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชของธาตุแคลเซียมที่จัดว่าอยู่ในระดับสูงคือ 2,001 – 4,000 ระดับปานกลางคือ 1,000 – 2,000 ระดับต่ำคือ 400 – 1,000 และระดับต่ำมากคือน้อยกว่า 400 µg/g และระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชของธาตุแมกนีเซียมที่จัดว่าอยู่ในระดับสูงคือ 366 – 975 ระดับปานกลางคือ 121 – 365 ระดับต่ำคือ 36 – 120 และระดับต่ำมากคือน้อยกว่า 36 µg/g (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)



รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานของแคลเซียม



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของแมกนีเซียม

2. การศึกษาความแม่นยำของวิธี (Accuracy)

การศึกษาความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ ทำโดยการศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ (% recovery) ของสารมาตรฐานที่เติมลงในตัวอย่าง และนำตัวอย่างไปผ่านการสกัด ในการทดลองนี้ได้เตรียม spiked sample โดยเติมแคลเซียม 54 500 1000 µg/g ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้เฉลี่ยเท่ากับ 99.83 101.42 และ 101.41 เปอร์เซ็นต์ และเติมแมกนีเซียม 20 100 200 µg/g ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้เฉลี่ยเท่ากับ 99.28 97.45 และ 98.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่ง AOAC (2550) รายงานว่าค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 80 – 108 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการวิเคราะห์ดินด้วยเทคนิค ICP-OES นี้มีความแม่นยำเพียงพอสำหรับใช้วิเคราะห์ตัวอย่างดินได้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ของแคลเซียมและแมกนีเซียม

แคลเซียมที่ เติมใน ตัวอย่าง	วันที่ วิเคราะห์	% recovery เฉลี่ยต่อ 1 วัน*	% recovery เฉลี่ยต่อ 3 วัน**	แมกนีเซียม ที่เติมใน ตัวอย่าง	วันที่ วิเคราะห์	% recovery เฉลี่ยต่อ 1 วัน*	% recovery เฉลี่ยต่อ 3 วัน**
54 µg/g	วันที่ 1	99.18		20 µg/g	วันที่ 1	102.54	
	วันที่ 2	98.77	99.83		วันที่ 2	100.11	99.28
	วันที่ 3	101.55			วันที่ 3	95.20	
500 µg/g	วันที่ 1	100.26		100 µg/g	วันที่ 1	98.38	
	วันที่ 2	104.66	101.42		วันที่ 2	100.64	97.45
	วันที่ 3	99.36			วันที่ 3	93.33	
1,000 µg/g	วันที่ 1	97.82		200 µg/g	วันที่ 1	97.84	
	วันที่ 2	104.14	101.41		วันที่ 2	100.07	98.03
	วันที่ 3	102.28			วันที่ 3	96.18	

หมายเหตุ * n = 10

** n = 30

3. การศึกษาความเที่ยงของวิธี (Precision)

การศึกษาความเที่ยงเป็นการศึกษาความแม่นยำของการวิเคราะห์ ถ้าการวิเคราะห์มีความแม่นยำมาก ค่าความแปรปรวนของการวิเคราะห์เนื่องจากการทำซ้ำ (random error) จะน้อย ค่า repeatability เป็นค่าที่บอกความแม่นยำของการวิเคราะห์ในช่วงเวลาสั้นๆ ที่สภาวะการทดลองไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ในที่นี้คือการวิเคราะห์จำนวน 10 ซ้ำใน 1 วัน ส่วนค่า Within – laboratory Reproducibility เป็นความแม่นยำของการวิเคราะห์ที่สภาวะการวิเคราะห์แตกต่างกันมาก ในที่นี้

คือการวิเคราะห์ต่างวันกัน 3 ครั้ง ซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน และในการวิเคราะห์ 3 ครั้ง มีผู้ทำการวิเคราะห์ 2 คน เกณฑ์การยอมรับว่าความเที่ยงของการวิเคราะห์นั้นๆ ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ จะพิจารณาจากค่า HORRAT คือ ค่า HORRAT ที่ได้ต้องไม่เกิน 2

จากผลการทดลอง ค่า Repeatability และ Within – laboratory Reproducibility ของ spiked sample ที่เติมแคลเซียม 54 500 1,000 µg/g มีค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.10 – 0.84 และเติมแมกนีเซียม 20 100 200 µg/g มีค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.17 – 0.48 ซึ่งทั้งสองช่วงมีค่าน้อยกว่า 2 แสดงว่าวิธีวิเคราะห์นี้มีความเที่ยง หรือมีความแตกต่างจากการทำซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ตารางที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 2 ค่า Repeatability ของการวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียม

ธาตุ	ปริมาณสารที่เติม ในตัวอย่าง (µg/g)	ค่าเฉลี่ยปริมาณ ที่อ่านได้ (µg/g)*	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	Experimented RSD _r (%)	Predicted Horwitz RSD _r (%)	HORRAT _r
แคลเซียม	54	53.77	2.64	4.91	5.80	0.84
	500	500.76	5.97	1.19	4.14	0.29
	1000	976.52	3.81	0.39	3.75	0.10
แมกนีเซียม	20	20.47	0.55	2.67	6.70	0.39
	100	98.21	0.90	0.92	5.29	0.17
	200	195.28	1.42	0.73	4.77	0.15

หมายเหตุ * n = 10

ตารางที่ 3 ค่า Within – laboratory Reproducibility ของการวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียม

ธาตุ	ปริมาณสารที่เติม ในตัวอย่าง (µg/g)	ค่าเฉลี่ยปริมาณ ที่อ่านได้ (µg/g)*	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	Experimented RSD _R (%)	Predicted Horwitz RSD _R (%)	HORRAT _R
แคลเซียม	54	53.84	2.26	4.20	8.78	0.48
	500	506.39	12.95	2.56	6.27	0.41
	1000	1004.68	30.28	2.98	5.64	0.53
แมกนีเซียม	20	19.96	0.98	4.92	10.19	0.48
	100	97.30	3.25	3.34	8.03	0.42
	200	195.71	4.57	2.34	7.23	0.32

หมายเหตุ * n = 30

Experiment RSD_r และ Experiment RSD_R เท่ากับ (SD/ค่าเฉลี่ย) x 100

Predicted Horwitz RSD_r เท่ากับ $0.66 \times 2 C^{-0.1505}$

Predicted Horwitz RSD_R เท่ากับ $2 C^{-0.1505}$

C เท่ากับ concentration ratio (1 µg/g = 1/ 1,000,000)

HORRAT เท่ากับ experimented RSD/ predicted Horwitz RSD

4. การศึกษา Limit of Detection (LOD)

Limit of Detection (LOD) หมายถึงค่าความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่น้อยที่สุดที่จะสามารถบอกได้ว่าแตกต่างจาก blank สามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้จาก blank reagent รวมกับ 3 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($LOD = \text{Mean} + 3 \text{ SD}$) ในการศึกษาพบว่าค่า LOD ของการวิเคราะห์แคลเซียมเท่ากับ 2.20 และของแมกนีเซียมเท่ากับ 0.45 $\mu\text{g/g}$ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่า LOD และ LOQ ที่ได้จากการคำนวณ ของแคลเซียมและแมกนีเซียม

ปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้จาก blank reagent 10 ซ้ำ (µg/g)										Mean	SD	LOD	LOQ	
Mg	0.39	0.42	0.39	0.40	0.40	0.40	0.42	0.42	0.42	0.41	0.01	0.45	0.55	
Ca	2.02	1.99	1.94	1.90	2.02	2.02	2.09	2.08	1.91	2.02	2.00	0.06	2.20	2.65

5. การศึกษา Limit of Quantitation (LOQ)

Limit of Quantitation (LOQ) หมายถึง ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่สามารถรายงานผลได้โดยมีความแม่นยำและความเที่ยงในระดับที่ยอมรับได้ สามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้จาก blank reagent รวมกับ 10 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($LOQ = \text{Mean} + 10 \text{ SD}$) ในการศึกษาพบว่าคำนวณค่า LOQ ของการวิเคราะห์แคลเซียมได้เท่ากับ 2.65 และของแมกนีเซียมได้เท่ากับ 0.55 $\mu\text{g/g}$

ค่า LOQ ที่ได้จากการคำนวณนี้เป็นค่าที่ได้ตามทฤษฎี จึงทำการทดสอบค่า LOQ นี้ โดยการนำ blank reagent มาเติมสารละลายมาตรฐานให้มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 2.65 $\mu\text{g/g}$ และให้มีปริมาณแมกนีเซียมเท่ากับ 0.55 $\mu\text{g/g}$ นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ พบว่าสามารถวิเคราะห์แมกนีเซียมได้เท่ากับ 0.57 $\mu\text{g/g}$ ดังนั้นการวิเคราะห์แมกนีเซียมด้วยวิธีนี้มีค่า LOQ เท่ากับ 0.57 $\mu\text{g/g}$ ส่วนแคลเซียมสามารถวิเคราะห์ได้เท่ากับ 2.45 ซึ่งต่ำกว่า 2.65 $\mu\text{g/g}$ ที่เป็นค่า LOQ ที่คำนวณได้ตามทฤษฎี จึงทำการเตรียม blank reagent อีกครั้งให้มีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นในระดับต่างๆ ที่มากกว่า 2.65 $\mu\text{g/g}$ และทำการตรวจวัดด้วยเครื่อง ICP – OES จนสามารถอ่านค่าแคลเซียมได้เท่ากับหรือสูงกว่าปริมาณแคลเซียมที่เตรียมใน blank reagent ซึ่งพบว่าเมื่อเตรียม blank reagent ให้มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 4.00 $\mu\text{g/g}$ และนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP – OES สามารถวิเคราะห์แคลเซียมได้เท่ากับ 4.00 $\mu\text{g/g}$ ดังนั้นการวิเคราะห์แคลเซียมด้วยวิธีนี้มีค่า LOQ เท่ากับ 4.00 $\mu\text{g/g}$ แสดงว่าค่าแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ต่ำที่สุดที่เครื่อง ICP – OES สามารถวิเคราะห์ได้และมีความแม่นยำเท่ากับ 4.00 และ 0.57 $\mu\text{g/g}$ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ได้เมื่อเตรียมให้มีความเข้มข้นเท่ากับ LOQ ตามตารางที่ 4

Reagent blank	ปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้ (µg/g)										Mean
เติม Mg ให้ได้ 0.55 µg/g	0.62	0.56	0.56	0.57	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	0.61	0.57
เติม Ca ให้ได้ 2.65 µg/g	2.29	2.58	2.53	2.62	2.48	2.43	2.45	2.44	2.47	2.12	2.45
เติม Ca ให้ได้ 4.00 µg/g	4.21	4.00	3.99	3.91	3.99	4.09	4.00	4.02	4.10	3.74	4.00

6. การศึกษาการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค ICP-OES เปรียบเทียบกับเทคนิค AAS

การทดลองเปรียบเทียบค่าแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างดินโดยเทคนิค ICP - OES และเทคนิค AAS ด้วยสถิติ Pair - t test นั้น ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่มีแคลเซียมในช่วง 51.31 – 1163.50 µg/g เมื่อคำนวณค่า t จากการทดลอง (t_{exp}) ได้เท่ากับ 1.78 น้อยกว่า t ทางทฤษฎี (t_{crit}) ที่เท่ากับ 2.560 ที่ $p < 0.01$ และจากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่มีแมกนีเซียมในช่วง 7.90 – 145.70 µg/g เมื่อคำนวณค่า t จากการทดลองได้เท่ากับ 2.22 น้อยกว่า t ทางทฤษฎี ที่เท่ากับ 2.560 ที่ $p < 0.01$ ถือว่าค่าที่วิเคราะห์ได้จาก 2 วิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.01$) (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2548)

เมื่อเปรียบเทียบขั้นตอนการวิเคราะห์ระหว่างเทคนิค ICP - OES กับ AAS นั้น ในการตรวจวัดโดยเทคนิค ICP-OES สามารถใช้สารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ ส่งเข้าตรวจวัด (aspirate) เข้าสู่เครื่อง ICP - OES ได้โดยตรง และเมื่อ aspirate หนึ่งครั้งสามารถอ่านค่าแคลเซียมและแมกนีเซียมได้พร้อมกัน

แต่การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS มีขั้นตอนการตรวจวัดที่ยุงยากกว่า เนื่องจากจะต้องทำการเติมสารละลายแลนทานัมออกไซด์ลงในสารละลายตัวอย่างที่สกัดเพื่อเป็น releasing agents ที่ช่วยป้องกันแอนไอออนบางชนิด เช่น อะลูมินา ซิลิเกต ที่เป็นสิ่งรบกวนการวิเคราะห์ (interference) ไม่ให้สิ่งรบกวนการวิเคราะห์เหล่านี้รวมตัวกับธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมได้เป็นสารประกอบคงตัวที่เรียกว่า refractory compound ซึ่งอาจทำให้การแตกตัวเป็นอะตอมอิสระของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมที่วิเคราะห์ได้น้อยลงกว่าเป็นจริง (แมน และ อมร, 2535) จึงทำให้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS สิ้นเปลืองเวลาและสารเคมีมากกว่า และการ aspirate สารละลายเข้าตรวจวัดนั้นสามารถตรวจวัดได้ทีละหนึ่งธาตุ (single element analysis) ถ้าต้องการวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียมจะต้องตรวจวัดธาตุทีละหนึ่งก่อน เมื่อเสร็จแล้วจึงเริ่มตรวจวัดธาตุที่สองต่อไป ทำให้ต้องใช้เวลานานขึ้นเป็นสองเท่า

7. การศึกษา Robustness และ Ruggedness ของวิธี

Robustness และ Ruggedness เป็นคุณสมบัติที่แสดงว่าวิธีทดสอบนั้นมีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการวิเคราะห์อย่างไร ในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตดที่ pH 6.80 7.00 และ 7.20 และเวลาที่ใช้ในการเขย่า 15 และ 25 นาที เนื่องจากเครื่องเขย่าที่ใช้ในการทดลองนี้ มีการตั้งเวลาเป็นแบบปุ่มหมุน ทำให้มีโอกาสดังตั้งเวลาเกิน 15 นาทีได้ จากการทดลองพบว่าในการวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียมนั้น เวลาที่ใช้ในการเขย่าเพิ่มจาก 15 เป็น 25 นาที ไม่มีผลต่อค่าที่วิเคราะห์ได้ แต่ค่า pH ของสารละลายสกัดมีผลต่อปริมาณแคลเซียมโดยที่ pH เท่ากับ 7.00 จะให้ค่าวิเคราะห์สูงสุดในขณะที่ pH 6.80 และ 7.20 ให้ผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน และมีผลต่อแมกนีเซียมคือที่ pH 7.00 ให้ค่าสูงสุด รองลงมาคือ pH 6.80 และ 7.20 ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้ ทำให้ทราบว่าในการวิเคราะห์จะต้องระวังการเตรียมสารละลายสกัดให้มี pH เท่ากับ 7.00 เท่านั้น ส่วนเวลาที่ใช้ในการเขย่าสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 15 – 25 นาที (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมเมื่อใช้เวลาที่ใช้ในการเขย่า และใช้สารละลายสกัด pH ต่างกัน

สิ่งทดลอง	แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($\mu\text{g/g}$)	แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($\mu\text{g/g}$)
pH		
6.80	127.94 ^b	1213.47 ^b
7.01	129.91 ^a	1274.86 ^a
7.20	127.57 ^b	1196.47 ^c
เวลาที่ใช้ในการเขย่า (นาที)		
15	129.75	1228.47
25	129.19	1228.16
pH x เวลาที่ใช้ในการเขย่า	NS	NS
CV (%)	0.72	1.45

หมายเหตุ - ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$, NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$

สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเทคนิค ICP – OES มีความถูกต้องและแม่นยำ linear range กราฟมาตรฐานของแคลเซียมอยู่ในช่วง 0 – 350 µg/ml และของแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 0 – 60 µg/ml ค่า LOD ของแคลเซียมและแมกนีเซียมเท่ากับ 2.20 และ 0.45 µg/g ค่า LOQ ของแคลเซียมและแมกนีเซียมเท่ากับ 4.00 และ 0.57 µg/g ค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ของแคลเซียมที่เติมในช่วง 54 – 1,000 µg/g เท่ากับ 99.83 – 101.42 และของแมกนีเซียมในช่วง 20 – 200 µg/g เท่ากับ 97.45 – 99.28 เปอร์เซ็นต์การใช้สารละลายแอมโมเนียม อะซิเตดที่ pH 7.00 ให้ค่าปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุด และสามารถใช้เวลาในการเขย่าได้ตั้งแต่ 15 – 25 นาที วิธีการวิเคราะห์นี้สามารถใช้วิเคราะห์ตัวอย่างดินที่มีปริมาณแคลเซียม 4.00 – 1,000 µg/g และใช้วิเคราะห์ดินที่มีแมกนีเซียม 0.57 – 200 µg/g ได้โดยมีความถูกต้องแม่นยำ และสามารถใช่วิธีนี้เป็นวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินได้

ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ดินด้วยเทคนิค ICP – OES มีขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ไม่ยุ่งยาก และสามารถตรวจวัดธาตุได้พร้อมกันหลายธาตุ จึงควรจะได้มีการศึกษาการวิเคราะห์ธาตุอื่นๆ ในดินทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ให้สามารถวิเคราะห์ได้พร้อมกัน และควรจะได้ลงศึกษาช่วง linear range ของกราฟมาตรฐานให้เพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้ได้กราฟมาตรฐานที่มีช่วงเหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์ตัวอย่างดินที่มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมระดับสูงได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณวราวุธ พานิชผล ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการศึกษาและแก้ไขรายงานฉบับนี้ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ของกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร อธิสุข วันทนีย์ ขำเลิศ ทิพวรรณ นิงน้อย. 2546. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการตรวจยืนยันวิธีทดสอบ (Method Validation) . สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้า ปศุสัตว์, ปทุมธานี. 43 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท ดับบลิว เจ พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด. กรุงเทพฯ. 270 หน้า.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า.
- แมน อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. 2535. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. สำนักพิมพ์ชวนพิมพ์. กรุงเทพฯ. 887 หน้า.
- สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ. 2548. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร สถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย. กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กรุงเทพฯ. 81 หน้า.
- AOAC. 2550. Single – Laboratory Validation. Available online : <http://www.aoac.org/dietsupp6/Dietary-Supplement-web-site/ValidProc.html>. Sep 3, 2008.

ทดสอบการขุนโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อคุณภาพดี

วิทยา สุมามาลย์^{1/} วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย^{1/} กาญจนา ธรรมรัตน์^{2/} วิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร^{3/}

บทคัดย่อ

การทดสอบการขุนโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อคุณภาพดีครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะการให้ผลผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ โดยใช้โคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน จำนวน 3 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 238 กิโลกรัม แบ่งการให้อาหารโคเป็น 2 ระยะ คือ ระยะต้น (เดือนที่ 1-9) ใช้หญ้าแพงโกล่าสดเป็นอาหารหยาบ และระยะสุดท้าย (เดือนที่ 10-18) ใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ เสริมด้วยปลายข้าวหมักวันละ 2 กิโลกรัม (น้ำหนักสด) ให้อาหารชั้นที่มีโปรตีนหยาบ 17 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 75 เปอร์เซ็นต์ TDN ในช่วงน้ำหนัก 200 – 400 กิโลกรัม และให้อาหารชั้นที่มีโปรตีนหยาบ 13 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 75 เปอร์เซ็นต์ TDN ในช่วงน้ำหนัก 400 – 600 กิโลกรัม ปริมาณอาหารที่ให้โคกินได้ในระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เพื่อการเจริญเติบโตเฉลี่ย 750 กรัมต่อวัน โดยโคตัวที่ 1 ขุนนาน 12 เดือน โคตัวที่ 2 ขุนนาน 15 เดือน และโคตัวที่ 3 ขุนนาน 18 เดือน

จากการทดสอบโคทั้ง 3 ตัว ใช้เวลาในการขุนเฉลี่ย 447 วัน พบว่า โคมีการตอบสนองต่อการขุนอาหารที่ดี มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดสอบเฉลี่ย 565 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 738 กรัมต่อวัน มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ย 10.85 ซึ่งโคกินอาหารได้รวมเฉลี่ย 7.91 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อวัน หรือ 1.97 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีต้นทุนการผลิตตลอดการทดสอบเฉลี่ย 34,022.83 บาท เป็นค่าอาหารเฉลี่ย 26,732.83 บาท และค่าพันธุ์โคก่อนขุนเฉลี่ย 10,710.00 บาท จากการศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อโคเมื่อสิ้นสุดการขุน พบว่า โคมีเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ย 55.12 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันแทรกเนื้อเฉลี่ย 4.0 เมื่อคำนวณรายได้โดยประเมินจากซากโคและกรดไขมันแทรกเนื้อ พบว่า มีรายได้เฉลี่ยตัวละ 49,274.12 บาท ซึ่งทำให้ได้ผลตอบแทนเฉลี่ยตัวละ 15,251.33 บาท หรือ 1,099.59 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ : การขุน โคลูกผสมทาจิมะ เนื้อคุณภาพดี

เลขทะเบียนผลงาน 52(2) – 0214 – 219

^{1/} สถานีพัฒนาอาหารสัตว์สกลนคร ต.เชียงเครือ อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

^{2/} สำนักพัฒนาการปศุสัตว์และถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมปศุสัตว์ พญาไท กรุงเทพฯ 10400

^{3/} สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

The fattening verification of crossbred Tajima steer on high quality meat production

Witthaya Sumamal^{1/} Virote Rittruechai^{1/} Kanchana Thammarat^{2/} Wisut Auekingpetch^{3/}

Abstract

The fattening verification of crossbred Tajima steer was to study on performance of high quality meat production. Three crossbred Tajima steers with 238 kilogram average initial weight was fed with different kind for roughage in two stages of period and different kind of concentrate in two stages of body weight. The amount of given feed was 2.5 percentage of body weight to promote average daily gain of cattle about 750 gram per day, Fattening period of the first, the second and the last steer were 12, 15 and 18 months respectively.

The results of this study were shown that the average final weight of steers was 565 kilogram by fattening in average 447 days to get average daily gain about 738 gram per day. Average feed intake was 7.91 kilogram (Dry matter) per day or 1.97 percentage of body weight to get average feed conversion ratio about 10.85. Average production cost was 34,022.83 baht, calculated from average feed cost about 26,732.83 baht and average cost of steers before fattening about 10,710 baht. After slaughtered all steers, it showed that the average percentage of carcass was 55.12 % with average marbling grade about 4.0. The income from fattening steer was 49,274.12 baht per head. The economic returns was 15,251.33 baht per head or 1,099.59 baht per month

Keywords : fattening, crossbred Tajima, high quality meat

Technical Document No. 52(2) – 0214 – 219

^{1/} Sakon Nakhon Animal Nutrition Development Station, Sakon Nakhon.

^{2/} Bureau of Livestock Development and Technology Transfer, Bangkok.

^{3/} Sakon Nakhon Provincial Livestock Office, Sakon Nakhon.

บทนำ

จากสถิติกรมปศุสัตว์ ในปี 2548 ประเทศไทยมีเกษตรกรเลี้ยงโคเนื้อในประเทศประมาณ 1.2 ล้านราย จำนวนโคเนื้อ 7.79 ล้านตัว พื้นที่เลี้ยงโคเนื้อส่วนใหญ่อยู่ในภาคอีสาน (ร้อยละ 52.50) ในขณะที่ประเทศไทยมีประชากร 62 ล้านคน ในปี 2549 มีการนำเข้าเนื้อโคแช่แข็งปีละ 1.58 ล้าน กิโลกรัม ส่วนใหญ่เพื่อใช้บริโภคในตลาดระดับระดับสูง

เนื้อโคที่จำหน่ายในตลาดระดับสูงมีทั้งเนื้อโคขุนที่ผลิตในประเทศและที่นำเข้าจากต่างประเทศ โดยเนื้อโคคุณภาพสูงส่วนใหญ่เป็นการขุนโคในช่วงสั้นๆ อายุสั้นๆ เพื่อให้เนื้อที่มีคุณภาพดี นุ่ม ไม่เหนียว ไม่ต้องการไขมันแทรก เป็นเนื้อที่ใช้บริโภคแบบประเทศตะวันตก เช่น ชีส เนื้อสเต็ก และอีกส่วนหนึ่งเป็นเนื้อโคที่ได้จากการขุนโคระยะยาวให้มีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Intra muscular fat หรือ marbling) มาก ใช้บริโภคแบบอาหารญี่ปุ่น เนื้อโคประเภทนี้จะมีราคาสูงมาก

การผลิตเนื้อโคขุนแบบญี่ปุ่นในประเทศญี่ปุ่นเองยังไม่เพียงพอต่อการบริโภค เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นมีพื้นที่ไม่เพียงพอในการผลิตและอาหารสัตว์มีราคาสูง จึงมีการนำเข้าจากประเทศออสเตรเลียและสหรัฐอเมริกาที่มีราคาถูกกว่า ร้านอาหารและภัตตาคารอาหารญี่ปุ่นจึงหันมาให้ความสนใจซื้อเนื้อดังกล่าวมากขึ้น ในขณะเดียวกันในประเทศไทยความนิยมในการบริโภคอาหารแบบญี่ปุ่นได้แพร่หลายและเพิ่มปริมาณมากขึ้น ทำให้มีร้านอาหารและภัตตาคารอาหารญี่ปุ่นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงมีแนวโน้มว่าจะมีการนำเข้าเนื้อโคขุนแบบญี่ปุ่นมากขึ้น

การเลี้ยงโคขุน (Wagyu steer) ของญี่ปุ่นมีความหลากหลายในวิธีการและขบวนการในการผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพเยี่ยมที่มีการแทรกของไขมันในกล้ามเนื้อมากที่สุดในโลก ซึ่งสรุปได้โดยรวมคือ ใช้โคเข้าขุนที่อายุประมาณ 10 เดือน น้ำหนักประมาณ 285 กก. ใช้เวลาขุน 18 – 19 เดือน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการขุน สูงกว่า 600 กรัมต่อวัน เล็กน้อย โดยในช่วงครึ่งแรกของระยะการขุนจะให้อาหารที่พลังงานค่อนข้างต่ำ ใช้อาหารหยาบมาก และในช่วงครึ่งหลังของระยะการขุนจะให้อาหารที่มีพลังงานสูง ซึ่งทำให้มีการสะสมไขมันในส่วนต่างๆ ของร่างกายในปริมาณสูง สำหรับภาคปฏิบัติในการขุนโคเนื้อของประเทศญี่ปุ่นมีการนวดตัวโคด้วยน้ำมันบริเวณกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ เพื่อช่วยในการกระจายการแทรกตัวของไขมันในกล้ามเนื้อ สำหรับการให้เบียร์หรืออาหารสูตรพิเศษอื่นๆ แก่โคขุนนั้น เพื่อกระตุ้นให้สัตว์อยากกินอาหารได้มากขึ้น เมื่อได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงและมีปริมาณเยื่อใยต่ำ ซึ่งช่วยป้องกันการเกิดอาการกล้ามเนื้อตึงจากการเลี้ยงขังโคในพื้นที่จำกัดหรือสัตว์ไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย และส่งผลให้ซากที่ได้มีเนื้อสีแดงสด (Bright cherry red meat) และมีไขมันสีขาวละเอียดแทรกกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างสูงของผู้บริโภคชาวญี่ปุ่น (John, 1983) ดังนั้นการจัดการให้อาหารอย่างเพียงพอและวิธีการปฏิบัติในการขุนโคจึงมีความสำคัญที่ต้องพึงให้ความสนใจ

ใส่อย่างมาก ซึ่งจะส่งผลให้โคขุนที่ได้มีสุขภาพร่างกายดี มีการเจริญเติบโตดี และมีเนื้อที่มีคุณภาพดีด้วย

ปัจจุบันศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ อยู่จำนวนหนึ่ง ดังนั้นการทดสอบครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาถึงสมรรถภาพการให้ผลผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ เพื่อเป็นแหล่งสาธิตวิธีการเลี้ยงและเป็นแนวทางในการส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงโคขุนของเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้โคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน อายุประมาณ 2.5 ปี น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 238 กิโลกรัม จำนวน 3 ตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา มีแร่ธาตุให้กินโดยอิสระ มีที่ให้ให้อาหารชั้นและอาหารหยาบ

ก่อนเข้าทดลองทำการตอนโค ฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวม ทุก 6 เดือน ฉีดวิตามิน AD₃E ทุก 3 เดือน และถ่ายพยาธิปีละครั้งให้แก่โคทุกตัว

ทำการขุนโคทั้ง 3 ตัว โดยโคตัวที่ 1 ขุนนาน 12 เดือน โคตัวที่ 2 ขุนนาน 15 เดือน และโคตัวที่ 3 ขุนนาน 18 เดือน แบ่งการให้อาหารโคเป็น 2 ระยะ คือ ระยะต้น (เดือนที่ 1-9) ให้อาหารข้นเป็นอาหารหลัก และระยะสุดท้าย (เดือนที่ 10-18) ให้อาหารข้นเป็นอาหารหลัก เสริมด้วยปลายข้าวหมักวันละ 2 กิโลกรัม (น้ำหนักสด) สำหรับการให้อาหารข้น (แสดงสูตรอาหารใน ตารางที่ 1) จะให้อาหารข้นที่มีโปรตีนหยาบ 17 % พลังงาน 75 %TDN ในช่วงน้ำหนัก 200-400 กก. และให้อาหารข้นที่มีโปรตีนหยาบ 13 % พลังงาน 75 %TDN ในช่วงน้ำหนัก 400-600 กก. โดยปริมาณอาหารที่ให้โคกินรวมแต่ละวันคิดเป็น 2.5 % ของน้ำหนักตัว เพื่อการเจริญเติบโตเฉลี่ย 750 กรัมต่อวัน (NRC, 1996)

บันทึกปริมาณอาหารที่ให้กินและเหลือในแต่ละวัน ชั่งน้ำหนักโคทุก 2 สัปดาห์ เพื่อปรับปริมาณการให้อาหาร และทำการศึกษาคุณภาพซากโคขุนเมื่อทดลองครบ 12 15 และ 18 เดือน เพื่อสรุปปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ต้นทุนการผลิตคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของโคขุน โดยการแบ่งเกรดซากโคขุนเป็นเกรดคุณภาพ (Quality grade) เน้นคุณภาพเนื้อด้านไขมันแทรก กำหนดระดับไขมันแทรก 5 ระดับ ตาม มกอช. 6001-2547

ตารางที่ 1 แสดงสูตรอาหารชั้นสำหรับขุนโค (kg, as fed basis)

ชนิดวัตถุดิบ	อาหารชั้นสูตร 1	อาหารชั้นสูตร 2
มันเส้น	64.0	74.0
รำละเอียด	21.0	18.5
กากถั่วเหลือง	18.5	11.0
ยูเรีย	2.0	2.0
ไคแคลเซียม P16	1.0	1.0
แร่ธาตุรวม	1.0	1.0
เกลือ	1.0	1.0
กำมะถัน	0.5	0.5
ปูนขาว	1.0	1.0
รวม	110.0	110.0
โปรตีนหยาบ (CP, %DM)	17.0	13.0
โภชนาที่ย่อยได้รวม (TDN, %DM)	75.3	75.4

ผลการทดสอบ

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดสอบ

จากตารางที่ 2 พบว่า อาหารชั้นสูตรที่ใช้เลี้ยงโคขุนในช่วงน้ำหนัก 200–400 กิโลกรัม มีโปรตีนหยาบ 15.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าสูตรอาหารที่คำนวณไว้ 17.0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอาหารชั้นสูตร 2 ที่ใช้เลี้ยงโคขุน ในช่วงน้ำหนัก 400–600 กิโลกรัม มีโปรตีนหยาบ 12.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าสูตรอาหารที่คำนวณไว้ 13 เปอร์เซ็นต์เล็กน้อย อาหารหยาบที่ใช้ในการทดสอบขุนโคช่วง 1–9 เดือนแรก คือ หญ้าแพงโกล่าสด อายุเฉลี่ยประมาณ 40 วัน มีโปรตีนหยาบ 11.80 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย NDF และ ADF เท่ากับ 65.60 และ 31.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดีมากตามเกณฑ์มาตรฐานทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ ที่กองอาหารสัตว์แบ่งคุณภาพพืชอาหารสัตว์แห่งชาติคุณภาพดีมากตามปริมาณโปรตีนหยาบที่อยู่ในช่วง 11.0–13.9 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์, 2547) ส่วนอาหารหยาบที่ใช้ในการทดสอบขุนโคช่วง 10–18 เดือนหลัง คือ ฟางข้าว มีโปรตีนหยาบ 3.20 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย NDF และ ADF เท่ากับ 74.10 และ 53.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับฟางข้าวที่รายงานโดยกองอาหารสัตว์ว่า มีโปรตีนหยาบ 3.17 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยหยาบเท่ากับ

35.45 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์, 2538) แต่มีคุณภาพต่ำกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ Manidool (1985) ที่รายงานว่าฟางข้าวมีโปรตีนหยาบ 3.80 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใย NDF และ ADF เท่ากับ 70.30 และ 52.90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปลายข้าวหมักที่เสริมให้โคขุนในช่วงหลังวันละ 2 กิโลกรัม นั้น มีน้ำหนักวัตถุดิบเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นน้ำหนักแห้งที่ให้โคกินเพียงวันละ 200 กรัม เท่านั้น

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารข้น อาหารหยาบ และปลายข้าวหมัก (% น้ำหนักวัตถุดิบแห้ง)

รายการ	อาหารข้น สูตร 1	อาหารข้น สูตร 2	หญ้า แพงโกลา	ฟางข้าว	ปลายข้าวหมัก
น้ำหนักวัตถุดิบแห้ง	87.08	87.06	23.20	95.00	10.00
โปรตีนหยาบ	15.45	12.55	11.80	3.20	-
เยื่อใย NDF	-	-	65.60	74.10	-
เยื่อใย ADF	-	-	31.50	53.30	-

น้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโต

จากตารางที่ 3 แสดงผลของการขุนโคลูกผสมสามสี 3 ตัว โดยโคตัวที่ 1 ขุนนาน 333 วัน มีน้ำหนักเริ่มต้น 253 กิโลกรัม น้ำหนักสุดท้าย 495 กิโลกรัม น้ำหนักเพิ่มตลอดการทดสอบ 242 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราการเจริญเติบโต 727 กรัมต่อวัน โคตัวที่ 2 ขุนนาน 444 วัน มีน้ำหนักเริ่มต้น 233 กิโลกรัม น้ำหนักสุดท้าย 611 กิโลกรัม น้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดการทดสอบ 378 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราการเจริญเติบโต 851 กรัมต่อวัน สำหรับโคตัวที่ 3 ขุนนาน 565 วัน มีน้ำหนักเริ่มต้น 228 กิโลกรัม น้ำหนักสุดท้าย 588 กิโลกรัม น้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดการทดสอบ 360 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราการเจริญเติบโต 637 กรัมต่อวัน เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยของโคทั้ง 3 ตัว พบว่า ใช้ระยะเวลาขุนเฉลี่ย 447 วัน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 238 กิโลกรัม น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 565 กิโลกรัม น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 327 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 738 กรัมต่อวัน ซึ่งใกล้เคียงกับแผนการทดสอบที่กำหนดการจัดการให้โคได้รับอาหารเพื่อการเจริญเติบโต 750 กรัมต่อวัน (NRC, 1996) แต่มีค่าต่ำกว่าการทดลองของ Calles et al. (2000) ที่ขุนโคหางิ่ว (Wagyu) นาน 343 วัน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 250 กิโลกรัม น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 700 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.32 ± 0.03 กิโลกรัมต่อวัน

หมายเหตุ	ราคาหญ้าแพงโกลาสต์ และฟางข้าว กิโลกรัมละ	1	บาท
	ราคาอาหารข้น กิโลกรัมละ	7	บาท
	ราคาปลายข้าวหมัก กิโลกรัมละ	5	บาท
	ราคาน้ำหนักโคมีชีวิตก่อนเข้าชน กิโลกรัมละ	45	บาท

ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากตารางที่ 3 พบว่า โคทั้ง 3 ตัว มีการกินอาหารได้รวมไม่แตกต่างกันมากนัก โดยโคตัวที่ 1 2 และ 3 กินอาหารได้ 7.44 8.53 และ 7.77 กิโลกรัม(น้ำหนักแห้ง)ต่อวัน ตามลำดับ หรือเฉลี่ยเท่ากับ 7.91 กิโลกรัม(น้ำหนักแห้ง)ต่อวัน โดยโคตัวที่ 1 กินอาหารรวมได้ต่ำที่สุด เนื่องจากกินอาหารหยาบรวมได้น้อยกว่าโคอีก 2 ตัว ส่วนโคตัวที่ 2 กินอาหารรวมได้มากที่สุด เนื่องจากกินอาหารข้นได้มากกว่าโคตัวอื่น อย่างไรก็ตามเมื่อคิดปริมาณอาหารที่กินเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า โคทั้ง 3 ตัว กินอาหารได้ใกล้เคียงกัน โดยโคตัวที่ 1 2 และ 3 กินได้ 1.99 2.02 และ 1.90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ หรือเฉลี่ยเท่ากับ 1.97 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยโคตัวที่ 3 มีค่าต่ำสุดสำหรับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของโคตัวที่ 1 2 และ 3 มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เท่ากับ 10.24 10.12 และ 12.19 หรือเฉลี่ยเท่ากับ 10.85 โดยโคตัวที่ 3 มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารต่ำที่สุด

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับ

จากตารางที่ 3 แสดงต้นทุนค่าอาหารที่โคตัวที่ 1 2 และ 3 ใช้ในช่วงการทดสอบการขุน โดยคิดราคาค่าหญ้าแพงโกล่าสด และฟางข้าว กิโลกรัมละ 1.00 บาท ราคาอาหารข้นที่ใช้ขุนเฉลี่ย กิโลกรัมละ 7 บาท และปลายข้าวหมักกิโลกรัมละ 5 บาท มีต้นทุนค่าอาหารรวมเฉลี่ย 26,732.83 บาท ส่วนต้นทุนค่าพันธุ์โคก่อนเข้าทดสอบ คิดจากราคาโคมีชีวิตกิโลกรัมละ 45 บาท โดยโคตัวที่ 1 2 และ 3 มีต้นทุนเท่ากับ 11,385.00 10,485.00 และ 10,260.00 บาท ตามลำดับ เฉลี่ยเท่ากับ 10,710.00 บาท คิดเป็นต้นทุนรวมค่าอาหารและค่าพันธุ์โคเท่ากับ 27,737.10 35,964.00 และ 38,367.40 บาท ในโคตัวที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ เฉลี่ยเท่ากับ 34,022.83 บาท ทั้งนี้ต้นทุนการผลิตยังไม่คิดรวมค่าแรง ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าเวชภัณฑ์และอื่นๆ สำหรับรายได้จากการขายโคขุนคิดประเมินจากคุณภาพซากโค (แสดงวิธีคิดในตารางที่ 4) พบว่า โคตัวที่ 1 2 และ 3 มีรายได้จากการขายเท่ากับ 45,520.50 50,580.00 และ 51,722.00 บาท ตามลำดับ เฉลี่ยเท่ากับ 49,274.17 บาท เมื่อหักต้นทุนการผลิตรวมออกแล้ว พบว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากการขุนโคตัวที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 17,785.40 14,616.00 และ 13,354.60 บาท ตามลำดับ เฉลี่ยเท่ากับ 15,251.33 บาท จะเห็นได้ว่าต้นทุนการผลิตโคขึ้นกับระยะเวลาการขุนที่ทำให้ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนรายได้จากการประเมินคุณภาพซากโคมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ เกรดของไขมันแทรกเนื้อ และน้ำหนักซาก ซึ่งส่งผลถึงผลตอบแทนที่ได้รับจากการขุนโคจะได้มากหรือน้อยแตกต่างกันตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อคิดจากค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ตัว พบว่าการขุนโคระยะเวลาประมาณ 15 เดือนได้ผลตอบแทนเฉลี่ยเดือนละประมาณ 1,000 บาทต่อตัว ซึ่งน่าสนใจสำหรับการขุนโคลูกผสมทาจิมะเพื่อส่งตลาดเนื้อคุณภาพสูงต่อไป เนื่องจากให้ผลตอบแทนใกล้เคียงกับโคพันธุ์ตากและโคพันธุ์กำแพงแสน ที่ได้ผลตอบแทนเฉลี่ยเดือนละประมาณ 1,000 บาทต่อตัว เช่นกัน และได้ผลตอบแทนสูงกว่าการขุนโคลูกผสมบราห์มัน ที่ให้ผลตอบแทนเฉลี่ยเดือนละประมาณ 680 บาทต่อตัว (จุฑารัตน์ และคณะ, 2550)

ตารางที่ 4 แสดงการคำนวณ รายได้จากการขายโคขุนของสหกรณ์การเลี้ยงปลุสสัตว์ กรป. กลาง
พินยงคำ จำกัด (สหกรณ์ฯ พินยงคำ)

รายการ	โคตัวที่ 1	โคตัวที่ 2	โคตัวที่ 3
น้ำหนักซาก	279	346	308
เกรดไขมันแทรกเนื้อ	4.0	3.5	4.5
ราคาเริ่มต้นตามน้ำหนักซาก (บาท/กก)	92.00	94.00	94.00
ราคาตามเกรดไขมันแทรกเนื้อ (บาท/กก)	33.50	26.00	38.50
เงินเพิ่มตามเกรดไขมันแทรกเนื้อ (บาท/กก)	14.00	10.00	14.00
รวมราคาเริ่มต้น (บาท/กก)	139.50	130.00	146.50
1. รายได้เริ่มต้นจากการขายโคขุน (บาท/ตัว)	38,920.50	44,980.00	45,122.00
2. เงินพิเศษตามเกรดไขมันแทรกเนื้อ (บาท/ตัว)	2,000.00	1,000.00	2,000.00
3. เงินพิเศษตามมาตรฐานการเลี้ยง (บาท/ตัว)	1,400.00	1,400.00	1,400.00
4. เงินพิเศษเมื่อส่งโคเข้าชำแหละ (บาท/ตัว)	200.00	200.00	200.00
5. เงินพิเศษปันผลสหกรณ์ปลายปี (บาท/ตัว)	3,000.00	3,000.00	3,000.00
รวมรายได้จากการโคขุน (1+2+3+4+5)	45,520.50	50,580.00	51,722.00

หมายเหตุ	1.	ราคาเริ่มต้นตามน้ำหนักซาก		
		น้ำหนักซาก	240-259.9 กก. ราคา	82.50 บาท/กก.
		น้ำหนักซาก	260-279.9 กก. ราคา	92.00 บาท/กก.
		น้ำหนักซาก	280-299.9 กก. ราคา	93.00 บาท/กก.
		น้ำหนักซาก	300 กก.ขึ้นไป ราคา	94.00 บาท/กก.
	2.	ราคาตามเกรดไขมันแทรกเนื้อ		
		เกรด 3.5	ราคา	26.00 บาท/กก.
		เกรด 4.0	ราคา	33.50 บาท/กก.
		เกรด 4.5	ราคา	38.50 บาท/กก.
	3.	เงินเพิ่มตามเกรดไขมันแทรกเนื้อ		
		เกรด 3.0-3.5	ได้เพิ่ม	10.00 บาท/กก.
		เกรด 4.0-4.5	ได้เพิ่ม	14.00 บาท/กก.

ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาซากโคลูกผสมทาจิมะขุน

รายการ	โคตัวที่ 1	โคตัวที่ 2	โคตัวที่ 3	เฉลี่ย
น้ำหนักมีชีวิต (กก.)	495	611	588	565
น้ำหนักซากขุน (กก.)	279	346	308	311
เปอร์เซ็นต์ซาก (%)	56.36	56.63	52.38	55.12
กรดไขมันแทรกเนื้อ	4	3.5	4.5	4
ชิ้นส่วนอื่นๆ (%)	46.63	43.37	47.62	44.88
เท้า (กก.)	8	11	8	9.0
หัว (กก.)	18	21	21	20.0
หนัง (กก.)	34	54	50	46.0
เครื่องใน (กก.)	17	19	21	19.0
ตับ (กก.)	5.1	6	5.5	5.5
ไขมัน (กก.)	25	45	37	35.7
เนื้อองเคด (กก.)	1	0.8	1.3	1.0
หาง (กก.)	2	1.5	1.6	1.7
เศษซาก(กก.)	2	4	2	2.7
ดี (กก.)	0.5	0.4	0.6	0.5
ส่วนทิ้ง (กก.)	103.4	102.3	122	109.2

การศึกษาซากโคขุนลูกผสมทาจิมะ

ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาซากโคขุน จำนวน 3 ตัว พบว่า น้ำหนักมีชีวิตของโคตัวที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 495 611 และ 588 กิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 565 กิโลกรัม คิดเป็นน้ำหนักซากขุนเท่ากับ 279 346 และ 308 กิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 311 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ซากเท่ากับ 56.36 56.63 และ 52.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.12 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า เมื่อเสร็จสิ้นการขุนแล้ว โคตัวที่ 1 ที่ขุนนาน 333 วัน มีไขมันแทรกเนื้อเกรด 4.0 โคตัวที่ 2 ที่ขุนนาน 444 วัน มีไขมันแทรกเนื้อเกรด 3.5 และโคตัวที่ 3 ที่ขุนนาน 565 วัน มีไขมันแทรกเนื้อเกรด 4.5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.0 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาซากโคหาวกิวยของ Calles et al. (2000) รายงานว่ามีเปอร์เซ็นต์ซาก 60.2 ± 0.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการทดสอบค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นโคญี่ปุ่นพันธุ์แท้ที่มีการให้ผลผลิตเนื้อสูงกว่าโคลูกผสม และเมื่อเปรียบเทียบกับซากโคพันธุ์ตาก ที่รายงานโดย จุฑารัตน์ และญานิน (2548) ว่ามีเปอร์เซ็นต์ซากขุน 63 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ซากเย็น 62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าโคลูกผสมทาจิมะในการทดสอบครั้งนี้เช่นกัน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบขุนโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน จำนวน 3 ตัว โดยใช้อาหารหยาบ 2 ชนิด คือ ให้หญ้าแพงโกล่าสดในช่วงการขุน 9 เดือนแรก และให้ฟางข้าวเสริมปลายข้าวหมัก ในช่วง 9 เดือนหลัง ให้อาหารชั้นที่มีโปรตีนหยาบสูง (17 เปอร์เซ็นต์) ในช่วงน้ำหนัก 200–400 กิโลกรัม ให้อาหารชั้นที่มีโปรตีนหยาบต่ำ (13 เปอร์เซ็นต์) ในช่วงน้ำหนัก 400–600 กิโลกรัม พอสรุปได้ดังนี้

1. โคทดสอบตอบสนองต่ออาหารที่ใช้ขุนได้ดี โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยใกล้เคียงกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ แต่มีแนวโน้มที่อัตราการเจริญเติบโตจะลดลง เมื่อใช้เวลาในการขุนนานขึ้น เนื่องจากประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารต่ำลง และปริมาณการกินอาหารได้ลดลง
2. คุณภาพซากของโคทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์ซากอยู่ในระดับปานกลาง แต่เนื้อที่ได้มีคุณภาพที่ค่อนข้างสูงคือมีระดับไขมันแทรกเนื้อเฉลี่ยถึงเกรด 4.0
3. ต้นทุนการผลิตต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้เวลาในการขุนโคนานขึ้น แต่ผลตอบแทนที่ได้รับเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ในระดับสูงใกล้เคียงกับผลตอบแทนที่ได้จากการขุนโคพันธุ์ตาก อย่างไรก็ตามผลตอบแทนที่ได้รับมีแนวโน้มลดลง เมื่อใช้เวลาในการขุนนานขึ้น

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการทดสอบครั้งนี้มีโคที่เข้าทดสอบการขุนเพียง 3 ตัว ทำให้ข้อมูลต่างๆ ที่ได้ยังไม่ค่อยแม่นยำนัก ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรหาโคให้ได้จำนวนเพียงพอตามแผนการวิจัย เพื่อให้ข้อมูลที่ได้แม่นยำขึ้น เป็นที่น่าเชื่อถือของบุคคลที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กองอาหารสัตว์. 2538. ฟางข้าว อาหารสำหรับโค-กระบือ. เอกสารคำแนะนำ. กองอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 43 หน้า.
- กองอาหารสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห้ง กองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 หน้า.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. คุณภาพเนื้อโค ภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย. บริษัทสุพีเรียฟรินดิงเฮาส์ จำกัด. 84 หน้า.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ญานิน โอภาสพัฒนกิจ และอัมรงค์ เมฆโหระ. 2550. โอกาสทางการตลาดของโคเนื้อไทย. เอกสารประกอบการประชุมกลุ่มเฉพาะเรื่อง “กลุ่มโคเนื้อ” ในการประชุมวิชาการเรื่อง “FTA: อนาคตโคเนื้อ โคขุนไทย รุ่งหรือร่วง?” ณ ห้องประชุมชั้น 2 อาคารหนังสือพิมพ์ข่าวสด. บริษัท ข่าวสด จำกัด. 75 หน้า.

Calles E, J.A., C.T. Gaskins, J.R. Busboom, S.K. Duckett, J.D. Cronrath, J.J. Reeves, and R.W. Wright Jr., 2000. Differences among Wagyu sires for USDA carcass traits and palatability attribute of cooked rib eye steaks, J. Anim. Sci. 2000. 78:1710-1715.

John W. Longworth. 1983 Beef Cattle in Japan. University of Queensland press, 1983

Manidool, C. 1985. Utilization of Tree Legumes with Crop Residues as Animal Feeds in Thailand. Relevance of Crop Residues as Animal Feeds in developing Countries. Proceeding of an International Workshop held in Khon Kaen, Thailand. November 29 – December 2. 1984. p. 249 – 272.

NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th edition. National Academy Press, Washington DC.