



รายงาน
ผลงานวิจัย
สำนักพัฒนาอาหารสัตว์
ประจำปี พ.ศ.2561

BUREAU OF ANIMAL NUTRITION DEVELOPMENT
ANNUAL RESEARCH REPORT 2018

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

DEPARTMENT OF LIVESTOCK DEVELOPMENT
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES

August 2018

สิงหาคม 2561

รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2561

จัดทำโดย

กลุ่มวิจัยและพัฒนาพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์
กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ISBN : 978-974-682-421-7

เลขที่ 91 หมู่ 4 ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

โทร 0-2501-1147-8 nutrition4@dld.go.th

คำนำ

รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2561 เล่มนี้ เป็นการรวบรวมผลงานวิจัย และผลงานทางวิชาการ ซึ่งทั้งหมดเกิดจากความมุ่งมั่น อุทิศสาหะ ของนักวิจัยทุกท่าน ตลอดจนได้รับความร่วมมือในการพิจารณากลับกรองละเอียดจากคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์และ คณะอนุกรรมการวิจัยกรมปศุสัตว์

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์อาหารสัตว์จึงขอขอบคุณ ผู้เกี่ยวข้องทั้งหลาย ที่มีส่วนทำให้หนังสือเล่มนี้ สำเร็จขึ้นมาได้ และหวังว่าผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการทั้งหมดจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย เจ้าหน้าที่ ส่งเสริมในท้องที่ เกษตรกร และผู้สนใจทั่วไปใช้เป็นแหล่งข้อมูล ความรู้ด้านอาหารสัตว์ และนำไปประยุกต์ ใช้พัฒนาการเลี้ยงสัตว์ต่อไป



(นายอิทธิพล เผ่าไพศาล)

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์

สิงหาคม 2561

สารบัญ

ผลงานวิจัย	หน้า
การวิจัยและพัฒนารูปแบบการให้อาหารเพื่อการผลิตเนื้อ (1.7) ผลของการเสริมอาหารชั้นต่อสมรรถภาพการผลิตแพะพันธุ์พื้นเมือง ในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอก ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา จรุณี คำช่วย สมศักดิ์ เกาทอง จีระศักดิ์ ชอบแต่ง เลขทะเบียนวิจัย 50(1)-(50:7)-0214-004	1-9
การวิจัยและพัฒนารูปแบบการให้อาหารแพะเพื่อการผลิตเนื้อ (1.3) ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตสำหรับแพะลูกผสมบอร์เพศผู้ หย่านมถึง 1 ปี ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา จุรีรัตน์ เงินแดง สุมน โพธิ์จันทร์ เลขทะเบียนวิจัย 50(1)-(50:03)-0214-004	10-18
ความต้องการโปรตีนและพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตของโคบราห์มัน เพศผู้ น้ำหนัก 200 กิโลกรัม ถึง 280 กิโลกรัม อิทธิพล เผ่าไพศาล ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา วุฒิพงษ์ อินทรธรรม วรณา อ่างทอง สุมน โพธิ์จันทร์ เลขทะเบียนวิจัย 52(1)-0214-043	19-38
สมรรถนะการผลิตของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะเป็นอาหารหลัก ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา ภิพบ วารินทร์สะอาด จรุณี คำช่วย จีระศักดิ์ ชอบแต่ง เลขทะเบียนวิจัย 52(1)-0214-049	39-49
การวิจัยและพัฒนาการผลิตกระถินสายพันธุ์กลาบริต้าเพื่อเป็นแหล่งโปรตีน ในอาหารสัตว์เชิงพาณิชย์ (2.3) ผลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า เกียรติศักดิ์ กล้าเอม ฆะฤทัย จันทรธิบัติ กานดา นาคมนิ แพรพรรณ ชูช่วย เลขทะเบียนวิจัย 54(1)-(54:05)-0214-015	50-60
การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตถั่วลิสงเถาแห้ง พันธุ์พลริเกรซ พันธุ์อาร์บรูก และพันธุ์อีโคเทิร์ฟ แบบประณีต จันทกานต์ อรณนันท สดุดี พงษ์เพียจันทร์ กานดา นาคมนิ สมศักดิ์ กังเอี่ยม ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา เลขทะเบียนวิจัย 54(1)-0214-021	61-79

สารบัญ (ต่อ)

ผลงานวิจัย	หน้า
วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการอาหารแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมบอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเนื้อ (1.3) การปรับปรุงคุณภาพทางปาล์มน้ำมันด้วยวิธีการหมักร่วมกับไบโกระถินสด และเปลือกสับปรดเพื่อใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมบอร์ อานุกาพ เล็งสาย สมศักดิ์ เกาทอง จีระศักดิ์ ชอบแต่ง จันทกานต์ อรณนันทน์ อรวิมล แก้วเกลี้ยง เลขทะเบียนวิจัย 55(1)-(55:05)-0214-004	80-94
การศึกษาระบบการผลิตเนื้อแกรสเฟ็ดในโคพื้นเมือง อัศวิน สายเชื้อ สุขุม สุขเกษม อภิวัฒน์ ธนารัตน์ ประภาส บุตรชา เลขทะเบียนวิจัย 55(1)-0214-014	95-116
ผลของอายุการตัดที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสม โคลน 032 ในแพะ สดุติ พงษ์เพียจันทร์ จันทกานต์ อรณนันทน์ สมพล ไวยัญญา เลขทะเบียนวิจัย 55(1)-0214-022	117-135
ผลของอายุการตัดที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้างิณมอมบาชาในแพะ สดุติ พงษ์เพียจันทร์ จันทกานต์ อรณนันทน์ สมศักดิ์ เกาทอง ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา เลขทะเบียนวิจัย 55(1)-0214-023	136-150
ผลการปล่อยโคพื้นเมืองทะเล่มีต่อเนื้อในแปลงหญ้าแพ่งไกลาต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และการสะสมคาร์บอนของดินในพื้นที่ลุ่มภาคกลาง อรวิมล แก้วเกลี้ยง คัมภีร์ ภักดีไทย อารังศักดิ์ พลบำรุง เลขทะเบียนวิจัย 57(1)-0214-021	151-175
ผลการปล่อยกระบือทะเล่มีต่อเนื้อในแปลงหญ้าแพ่งไกลาอินทรีย์ต่อคุณสมบัติดินและสมรรถนะ การเก็บกักคาร์บอนของดินในพื้นที่ดอน อัศวิน สายเชื้อ วิโรจน์ ฤทธิธำชัย บุญส่ง เลิศรัตนพงษ์ อารังศักดิ์ พลบำรุง เลขทะเบียนวิจัย 57(1)-0214-028	176-188
การประเมินการย่อยได้และค่าพลังงานที่ย่อยได้ของทางจากสำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสม อภินันท์ จินดานิรุต อภิชาติ บุญเรืองขาว ขบวน อินทรักษ์ จุรีรัตน์ เงินแดง เลขทะเบียนวิจัย 60(1)-0214-030	189-198

สารบัญ (ต่อ)

ผลงานวิชาการ	หน้า
อิทธิพลของความหนาแน่นของต้นถั่วท่าพระสไตโลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ อรวิมล แก้วเกลี้ยง อภินันท์ จินดานิรุตล อาทิตยา สุขสะเกษ ขวัญชัย ทศคร เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-002	199-211
การสำรวจวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อจัดทำปฏิทินอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงโคนม ในพื้นที่หมู่บ้านบริวารศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ฉศก วสุนธรารัตน์ อภินันท์ จินดานิรุตล ชัยวัฒน์ วัชรนาถ เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-006	212-227
โภชนะที่ย่อยได้และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดฝ้าย วรรณภา อ่างทอง ศุภกิจ สุนาโท ปฐิมา บุตรชา อรวิมล แก้วเกลี้ยง ราไพร นามสีลี วิทยา สุมาลย์ เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-021	228-239
การทดสอบการใช้อาหารผสมครบส่วนเลี้ยงแพะขุนในฟาร์มเกษตรกรจังหวัดชัยนาท คัมภีร์ ภักดีไทย วชิรวิทย์ พิชวงศ์ เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-022	240-249
ผลตอบแทนทางการเงินของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่ายของเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน คัมภีร์ ภักดีไทย เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-061	250-262
การใช้กากเมล็ดในเจอร์ในอาหารไก่ประดู่หางดำ รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ พรพิมล บุญวงศ์ เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-076	263-272
อิทธิพลของการเสริมสมุนไพร 3 ชนิดต่อสมรรถนะการผลิตและภูมิคุ้มกัน ของไก่ลูกผสมพื้นเมือง พรพิมล บุญวงศ์ รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ อานุภาพ เสี่ยงสาย สมศักดิ์ เกาทอง วัชรพงษ์ สุดดี เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-077	273-291
การจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาและลายพิมพ์ดีเอ็นเอ โดยใช้เครื่องหมาย Inter simple sequence repeat (ISSR) เกียรติศักดิ์ กล้าเอม ยาวลักษณ์ แหม่งปึง พิเชษฐ์ จันทรเป็ง เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-101	292-312

การวิจัยและพัฒนารูปแบบการให้อาหารเพื่อการผลิตเนื้อ (1.7) ผลของการเสริมอาหารชั้นต่อสมรรถภาพการผลิตแพะพันธุ์พื้นเมือง ในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอก

ศักดิ์ดา ประจักษ์บุญเจษฎา^{1/} จริญญา คำช่วย^{2/} สมศักดิ์ เกาทอง^{3/} จีระศักดิ์ ชอบแต่ง^{3/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะการผลิตของแพะพื้นเมืองไทยต่อการเสริมอาหารชั้นในระดับต่าง ๆ ในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอก ดำเนินการทดลองที่สถานีพัฒนาอาหารตรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomize Complete Block Design, RCBD) มี 4 ซ้ำ ใช้แพะพันธุ์พื้นเมืองไทยเพศผู้ อายุ 4 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 11.61 ± 3.08 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว เสริมด้วยอาหารชั้นที่มีระดับโปรตีน 14.92 เปอร์เซ็นต์ มีโภชนะย่อยได้รวม 76.54 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1 1.5 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1×1.5 เมตร แพะทุกกลุ่มกินหญ้าพลีแคทูลัมแห้งเป็นอาหารหลัก ทดลองนาน 210 วัน

ผลการทดลอง พบว่า แพะที่ได้รับการเสริมอาหารชั้น 1.5 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีปริมาณการกินอาหาร (662.30 749.57 และ 711.65 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ คิดเป็น 3.37 3.51 และ 3.58 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ) และมีอัตราการเจริญเติบโต (70.48 75.93 และ 79.29 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่สูงกว่า ($p<0.05$) แพะที่ได้รับการเสริมอาหารชั้นในระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (ปริมาณการกินได้ 503.41 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ คิดเป็น 2.90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และมีอัตราการเจริญเติบโต 53.61 กรัมต่อตัวต่อวัน) แพะทุกกลุ่มมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (9.83 9.73 10.32 และ 9.37 ตามลำดับ) และมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (754.5 904.4 761.0 และ 843.7 บาทต่อตัว) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ผลการทดลอง พบว่า การเสริมอาหารชั้นในระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีผลทำให้แพะพื้นเมืองในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอกมีสมรรถภาพการผลิตดีที่สุด

คำสำคัญ: โปรตีน อาหารชั้น สมรรถนะการผลิต แพะพันธุ์พื้นเมือง หญ้าพลีแคทูลัม

เลขทะเบียนวิจัย : 50(1)-(50:7)-0214-004

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์พิจิตร อำเภอดงเจริญ จังหวัดพิจิตร

^{3/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

Research and development of goat for meat production

(1.7) effects of concentrate supplementation on growth performance of native goats in feeding lot

Sakda Prajakboonjatsada^{1/} Jarunee Damchauly^{2/} Somsak Poathong^{3/} Jeerasak Chobtang^{3/}

Abstract

An experiment was conducted to investigate growth performance of Thai native goats reared in house (individual cages with a dimension of 1 × 1.5 m) and received different levels of concentrate supplement, at Trang Animal Nutrition Development Station, Mueang, Trang. Sixteen Thai native male goats (4 months old) with body weight (BW) of 11.60±3.08 kg were assigned to a Randomized Complete Block Design with 4 replications. Treatments were four levels of concentrate supplement (14.92% crude protein and 76.54% total digestible nutrients): 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 %BW. The experiment lasted for 210 days.

Result showed that dry matter intake (DMI) (662.3, 749.57 and 711.65 grams/head/day, equivalent to 3.37, 3.51 and 3.58 %BW, respectively) and average daily gain (ADG) (70.48, 75.93 and 79.29 grams/head/day, respectively) of goats received concentrate supplement at 1.5, 2.0 and 2.5 %BW were not different ($p>0.05$) but higher ($p<0.05$) than DMI (503.41 grams/head/day, equivalent to 2.9 %BW) and ADG (53.61 gram/head/day) of those received concentrate supplement at 1.0 %BW. Feed conversion ratios (9.83, 9.73, 10.32 and 9.37, respectively) and economic returns (754.5, 904.4, 761.0 and 843.7 Baht per head, respectively) of all goat groups did not differ ($p>0.05$). Taking into account feed cost per 1 kg BW gain, it can be concluded that concentrate supplement at 1.5 %BW leads to the most desirable overall performance of Thai native goats.

Keywords: protein, concentrate, native goat, growth performance, *Paspalum plicatulum*

Registered No. : 50(1)-(50:7)-0214-004

^{1/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hang Chat, Lampang.

^{2/} Phichit Animal Nutrition Research and Development Center, Taphan Hin, Phichit.

^{3/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathumthani.

คำนำ

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของชาวไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ชาวไทยที่นับถือศาสนาอิสลาม ซึ่งนอกจากจะนิยมใช้เนื้อเพื่อการบริโภคแล้ว แพะยังมีความเกี่ยวข้องกับพิธีกรรมทางศาสนาด้วย การเลี้ยงแพะสามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร และสามารถพัฒนาระบบการเลี้ยงให้เข้าสู่ฟาร์มมาตรฐานเพื่อผลิตเนื้อเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นอาหารฮาลาล (Halal) เพื่อการส่งออกได้อีกด้วย การเลี้ยงแพะให้ประสบผลสำเร็จนั้นนอกจากจะต้องมีพันธุ์แพะที่เหมาะสมแล้ว อาหารและการให้อาหารแพะก็เป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งส่งผลไปถึงความล้มเหลวหรือความสำเร็จในการผลิตแพะ เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับต้นทุนในการผลิตและสมรรถนะการผลิตของแพะ (Devendra and Burn, 1983) การเสริมอาหารชั้นในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของแพะดีขึ้น จากศึกษาการเสริมอาหารชั้นในของแพะลูกผสมพื้นเมืองแอ่งโคราช ที่ระดับ 2-2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จะทำให้แพะมีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยเท่ากับ 93.88 และ 102.68 กรัมต่อตัวต่อวัน ดีกว่าแพะที่เสริมอาหารชั้น ในที่ระดับ 1-1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (เยี่ยม และคณะ, 2551)

วินัย (2528) รายงานว่า การเจริญเติบโตของแพะหลังหย่านมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักคือคุณภาพและปริมาณอาหารที่ให้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาหารโปรตีน ซึ่งมีราคาแพง จากการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า ความต้องการโปรตีนสำหรับใช้เลี้ยงแพะพันธุ์พื้นเมืองที่เหมาะสมตามชนิด พันธุ์หรือช่วงอายุต่างๆ ของการเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมของไทยยังมีน้อยมาก ขบวน และจิระศักดิ์ (2551) รายงานผลการทดลองการตอบสนองต่อระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ของแพะ พบว่าแพะมีสมรรถนะการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง หรือสามารถตอบสนองเพิ่มขึ้นอีกหากเพิ่มระดับความเข้มข้นของโปรตีนหยาดในอาหารผสมเสร็จ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูลที่ สถานีพัฒนาอาหารสัตว์ตรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 - กันยายน 2550

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้น้ำหนักตัวแพะเป็นบล็อก ใช้แพะพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ไม่ตอนอายุ 3-4 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 11.04 กิโลกรัมต่อตัว จำนวน 16 ตัว แบ่งแพะทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว สุ่มให้แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหารชั้นแตกต่างกันดังนี้

- กลุ่มที่ 1 เสริมอาหารชั้น 1.0 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว
- กลุ่มที่ 2 เสริมอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว
- กลุ่มที่ 3 เสริมอาหารชั้น 2.0 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว
- กลุ่มที่ 4 เสริมอาหารชั้น 2.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ก่อนทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในและภายนอก ฉีดวิตามิน AD₃E และวัคซีนป้องกันโรคตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ ปรับสภาพสัตว์ทดลองให้คุ้นเคยกับอาหารก่อนเก็บข้อมูลประมาณ 1 สัปดาห์

สุ่มสิ่งทดลองให้แพะตามแผนการทดลอง เลี้ยงแพะในคอกทดลองแบบขังเดี่ยวขนาด 1 x 1.5 เมตร คอกละ 1 ตัว ในโรงเรือนยกพื้น มีน้ำสะอาดให้แพะกินตลอดเวลา

การเตรียมอาหารทดลอง

1. ตัดหญ้าฟลิแคทูลัมแห้ง ที่อายุ 45 วัน โดยตัดสูงจากพื้น 10 เซนติเมตร นำมาตากให้แห้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาดเท่ากัน 1-2 นิ้ว
2. ผสมอาหารข้นโดยใช้ ข้าวโพดบด และรำละเอียด เป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงาน และใช้กากถั่วเหลือง เป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีน มีพรีมิกซ์ เกลือ ไคแคลเซียมฟอสเฟต P14 และเปลือกหอยป่น เป็นแหล่งแร่ธาตุ และวิตามิน นำวัตถุดิบทั้งหมดมาผสมด้วยเครื่องผสมชนิดถังนอน ให้ได้โปรตีน 15 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

การให้อาหาร

แพะแต่ละกลุ่มจะได้รับหญ้าฟลิแคทูลัมแห้ง อายุ 45 วัน หั่นเป็นชิ้นขนาด 1-2 นิ้วเป็นอาหารหยาบเต็มที่ โดยแบ่งอาหารให้กินวันละ 4 มื้อ ในเวลา 08.30 11.00 14.30 16.30 แพะทุกกลุ่มได้รับการเสริมอาหารข้น (ตารางที่ 1) ตามแผนการทดลอง ก่อนคำนวณสูตรอาหารสัตว์ได้ส่วนผสมอย่างวัตถุดิบ วิเคราะห์หาส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมี เพื่อการปรับสูตรให้ได้โภชนะใกล้เคียงกับอาหาร ที่ต้องการโดยยึดหลักคำนวณโภชนะต่อวันที่แพะเนื้อควรได้รับตาม NRC (1981)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีจากการคำนวณของอาหารทดลอง

ส่วนประกอบ	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	ปริมาณที่ใช้ (กิโลกรัม)
ข้าวโพดบด	10.5	68.91
รำละเอียด	11.3	10
กากถั่วเหลือง 44 %	19.05	17.84
พรีมิกซ์	25	0.25
เกลือ	4.4	1
ไคแคลเซียมฟอสเฟต P14	5	1
เปลือกหอยป่น	2.5	1
รวม	11.94	100
โภชนะจากการคำนวณ (%Dry matter, DM)		
โปรตีนหยาบ		15
โภชนะย่อยได้รวม		75
เยื่อใย		4.05
แคลเซียม		0.5
ฟอสฟอรัส		0.36

- ที่มา ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส1.

การบันทึกข้อมูล

ชั่งน้ำหนักแพะทุก 14 วัน เพื่อปรับปริมาณอาหารที่กิน บันทึกปริมาณอาหารที่แพะกินได้ในแต่ละวัน โดยบันทึกปริมาณที่ให้และเหลือทุกวัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองสูตรละ 500 กรัม เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) เถ้า (Ash) NFE (Nitrogen Free extract) แคลเซียม (Ca) และฟอสฟอรัส (P) ตามวิธีของ AOAC (2000) วิเคราะห์ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1994)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของแผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's new multiple range test

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 2) พลิแคทูลัม มีวัตถุแห้ง (Dry matter ; DM) โปรตีนหยาบ (crude protein ; CP) เยื่อใย (Crude fiber ; CF) ไขมัน (Ether extract ; EE) เถ้า (ash) NFE (Nitrogen Free extract) ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) มีค่าเท่ากับ 92.33 10.08 40.36 0.64 31.97 9.27 42.98 77.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งจากองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพลิแคทูลัมถือเป็นอาหารหยาบที่มีคุณภาพดีเหมาะสมที่จะนำไปเลี้ยงแพะ ส่วนอาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง มีระดับ CP เท่ากับ 14.92 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับ ที่คำนวณไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ของอาหารทดลอง (%DM)

รายการ	อาหารข้น	หญ้าพลิแคทูลัมแห้ง
วัตถุแห้ง	86.50	92.33
โปรตีนหยาบ	14.92	10.08
เยื่อใยหยาบ	4.23	40.36
ADF	-	42.98
NDF	-	77.16
ไขมัน	4.38	0.64
เถ้า	9.73	9.27
ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก	53.21	31.97
แคลเซียม	1.26	0.68
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.47	0.16
โภชนะย่อยได้รวม ^{1/}	76.54	50.96

- วิเคราะห์โดยงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา

- ^{1/} คำนวณค่าโภชนะย่อยได้รวมจากค่าวิเคราะห์วัตถุดิบ Kearn, 1982

- อาหารหยาบ (% of DM) = $40.2625 + (0.1969 \times E8) + (0.4228 \times F8) + (1.1903 \times G8) - (0.1379 \times H8)$

- อาหารข้น (% of DM) = $2.6407 + 0.6964(CP \%) + 0.9194(NFE \%) + 1.2159(EE \%) - 0.1043(CF \%)$

ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณอาหารที่กิน แพะกลุ่มที่เสริมอาหารชั้น 1.5 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์กินอาหารทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้ง เท่ากับ 662.3 749.57 และ 711.65 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือคิดเป็น 3.37 3.51 และ 3.58 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ โดยแพะทั้ง 3 กลุ่มกินอาหารทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณวัตถุแห้งที่แพะกินได้ ใกล้เคียงกับรายงานของ Devendra and Burns (1983) รายงานว่า แพะเนื้อกินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้ประมาณ 1.9-3.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สูงกว่าที่ สุรศักดิ์ (ม.ป.ป.) รายงานว่า แพะที่เลี้ยงในเขตร้อนจะกินอาหารได้ประมาณ 2.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

สำหรับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารหรืออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio) พบว่า แพะที่ได้รับการเสริมอาหารชั้นทุกกลุ่มมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย เท่ากับ 9.83 7.73 10.32 และ 9.37 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลของการเสริมอาหารชั้นที่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทย

รายการ	ระดับการเสริมอาหารชั้น (%BW)				CV (%)
	1	1.5	2	2.5	
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	4	4	4	4	
น้ำหนักเริ่มทดลอง (กิโลกรัมต่อตัว)	11.73	11.33	12.24	11.06	6.80
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัมต่อตัว)	22.50 ^b	24.13 ^a	27.5 ^a	26 ^a	6.41
น้ำหนักเพิ่ม (กิโลกรัมต่อตัว)	10.78 ^b	14.17 ^a	15.26 ^a	15.94 ^a	12.92
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)	53.61 ^b	70.48 ^a	75.93 ^a	79.29 ^a	12.92
ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (กรัมต่อตัวต่อวัน)	503.41 ^b	662.3 ^a	749.57 ^a	711.65 ^a	8.32
- อาหารหยาบ	339.16 ^a	396.95 ^{ab}	365.83 ^{ab}	292.93 ^b	14.58
- อาหารชั้น	164.25 ^c	265.35 ^b	383.74 ^a	418.72 ^a	9.41
ปริมาณโปรตีนที่กินได้ทั้งหมด (กรัมต่อตัวต่อวัน)	58.70 ^c	79.60 ^b	94.13 ^a	92.0 ^a	7.66
- อาหารหยาบ	34.19 ^{ab}	40.01 ^a	36.88 ^{ab}	29.53 ^b	14.58
- อาหารชั้น	24.51 ^c	39.59 ^b	57.25 ^a	62.47 ^a	9.41
โภชนาการย่อยได้รวมที่กินได้ทั้งหมด (กรัมต่อตัวต่อวัน)	298.55 ^c	405.39 ^b	480.14 ^a	469.77 ^a	7.64
- อาหารหยาบ	172.83 ^{ab}	202.28 ^a	186.43 ^{ab}	149.28 ^b	14.58
- อาหารชั้น	125.72 ^c	203.10 ^b	293.71 ^a	320.49 ^a	9.41
ปริมาณการกินต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (%)	2.9 ^b	3.37 ^a	3.51 ^a	3.58 ^a	6.54
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	9.83	9.73	10.32	9.37	10.17

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างชนิดกันกำกับอยู่ในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อัตราการเจริญเติบโตของแพะ

จากตารางที่ 3 พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารชั้น 1.5 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย เท่ากับ 70.48 75.93 และ 79.29 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ตีค่ากลุ่มที่เสริมอาหารชั้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 53.61 กรัมต่อตัวต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อคำนวณปริมาณโปรตีนที่แพะได้รับ พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวได้รับโปรตีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย 94.13 และ 92 กรัมต่อตัวต่อวัน มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ได้รับเฉลี่ย 79.60 กรัมต่อตัวต่อวัน โดยแพะกลุ่มที่ให้อาหารชั้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ได้รับโปรตีนต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 58.70 กรัมต่อตัวต่อวัน สำหรับโภชนะย่อยได้รวมที่แพะได้รับ พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ได้รับไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ยเท่ากับ 480.14 และ 469.77 กรัมต่อตัวต่อวัน มากกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เฉลี่ยเท่ากับ 405.39 กรัมต่อตัวต่อวัน โดยแพะกลุ่มที่ให้อาหารชั้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ได้รับโภชนะย่อยได้ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 298.55 กรัมต่อตัวต่อวัน

แพะในการทดลองนี้มีแพะน้ำหนักเฉลี่ยตลอดการทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 19.14 ± 4.56 กิโลกรัม แพะทุกกลุ่มได้รับโภชนะเพียงพอสำหรับดำรงชีพเมื่อเปรียบเทียบกับข้อแนะนำของ NRC (1981) แพะที่เนื้อที่มีน้ำหนัก 20 กิโลกรัม มีความต้องการโภชนะเพื่อการดำรงชีพในรูปของโภชนะย่อยได้รวมและโปรตีน 267 และ 38 กรัมต่อวัน และมีความการโภชนะย่อยได้รวมและโปรตีนเพิ่มอีก 100 และ 14 กรัมต่อวัน ทุกๆการเพิ่มน้ำหนักตัว 50 กรัมต่อวัน

ตารางที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (บาทต่อตัว)

รายการ	ระดับการเสริมอาหารชั้น (%BW)				CV (%)
	1	1.5	2	2.5	
ค่าอาหารทั้งหมด	861.82 ^c	1,220.60 ^b	1,528.39 ^a	1,546.88 ^a	7.38
- ค่าอาหารชั้น ^{1/}	476.12 ^c	769.12 ^b	1,112.36 ^a	1,213.76 ^a	9.41
- ค่าอาหารหยาบ ^{2/}	385.70 ^{ab}	451.42 ^a	416.03 ^{ab}	333.13 ^b	14.58
ค่าพันธุ์สัตว์ ¹	1,758.75	1,700	1,835.63	1,659.38	6.8
ต้นทุนทั้งหมด	2,620.57 ^c	2,920.60 ^b	3,364.01 ^a	3,206.26 ^a	4.08
รายได้จากการจำหน่ายแพะ ^{3/}	3,375 ^b	3,825 ^a	4,125 ^a	4,050 ^a	6.41
ผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะ ^{3/}	754.5	904.4	761.0	843.7	24.56
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม	100.69 ^c	129.61 ^b	152.95 ^c	163.26 ^a	4.0

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างชนิดกันกำกับอยู่ในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- ^{1/} ราคาอาหารชั้น 11.94 บาทต่อกิโลกรัม

- ^{2/} ราคาอาหารหยาบ หญ้าพลิแคทูลัมแห้ง 5 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2556)

- ^{3/} ราคาแพะในท้องตลาด 150 บาทต่อกิโลกรัม

ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากตารางที่ 4 พบว่า การเสริมอาหารชั้นระดับ 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีต้นทุนค่าอาหาร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ยเท่ากับ 1,528.39 และ 1,546.88 บาทต่อตัว สูงกว่ากลุ่มที่เสริมอาหารชั้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งมีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 1,220.60 บาทต่อตัว โดยการเสริมอาหารชั้นที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาต้นทุนทั้งหมด พบว่า การเสริมอาหารชั้น

ที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนค่าอาหารชั้นเพิ่มขึ้นอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 476.12 769.12 1,112.36 และ 1,213.76 บาทต่อตัว ตามลำดับ ส่วนค่าอาหารหยาบกลุ่มที่เสริมอาหารชั้นที่ระดับ 1 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ยเท่ากับ 385.70 451.42 และ 416.03 บาทต่อตัว ตามลำดับโดยการเสริมอาหารชั้นที่ระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีต้นทุนค่าอาหารหยาบต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 333.13 บาทต่อตัว

สำหรับผลตอบแทนจากการเลี้ยงและการเสริมอาหารชั้นเลี้ยงและการเสริมอาหารชั้นที่ระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ยเท่ากับ 754.5 904.4 761.0 และ 843.7 บาทต่อตัว เมื่อพิจารณาในแง่ของต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่า การเสริมอาหารชั้นที่ระดับ 1 1.5 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีผลทำให้ต้นทุนการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อหนึ่งกิโลกรัมเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 100.69 129.61 152.95 และ 163.26 บาทต่อกิโลกรัม การเสริมอาหารชั้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีต้นทุนเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 100.69 บาทต่อกิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การเสริมอาหารชั้นที่ระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนเฉลี่ยสูงที่สุดอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ 163.26 บาทต่อกิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

จากผลศึกษาการตอบสนองด้านสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทยต่อระดับการเสริมอาหารชั้น 4 ระดับ (1 1.5 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอกต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองไทย อายุ 4 เดือน ถึง 1 ปี โดยใช้สูตรอาหารชั้นที่ระดับโปรตีน 14.92 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน (TDN) 75 เปอร์เซ็นต์ โดยแพะทุกกลุ่มได้รับหญ้าพลีแคลูลัมแห้งอายุ 45 วัน เป็นอาหารหยาบให้กินอย่างเต็มที่ สรุปผลได้ดังนี้

การเสริมด้วยอาหารชั้นที่ระดับ 1.5 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สมรรถนะการเจริญเติบโตและปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) สูงกว่าแพะที่เสริมด้วยอาหารชั้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ($p < 0.05$)

การเสริมอาหารชั้นที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แพะให้ผลตอบแทนจากการเลี้ยงดีที่สุด ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเพียงประเด็นเดียว การเสริมอาหารชั้น 1 เปอร์เซ็นต์แพะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุด ($p < 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บุคลากรของสถานีวิจัยพัฒนาอาหารสัตว์รังที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง และขอขอบคุณคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ในการตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ขบวน อินทรีย์ และ จีระศักดิ์ แซ่ลิ้ม. 2551. ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน, น. 246-257. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- วินัย ประถมภ์กาญจน์. 2528. แพะและเนื้อแพะ. วารสารสงขลานครินทร์ 7: 59-64.
- วินัย ประถมภ์กาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- เยี่ยม คงสวัสดิ์ ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา จักรพงษ์ ขานโบ และ มณฑล อ่อนโพธิ์เตี้ย. 2551. ผลของการเสริมอาหารขั้นต่อสมรรถภาพการผลิตแพะลูกผสมพื้นแอ่งโคลนุเปียนในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอก, น. 258-270. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สุรศักดิ์ คชภักดี. ม.ป.ป. การให้อาหารที่ตรงกับความต้องการของแพะ. คู่มือร่ายด้วยแพะ. หน้า 40-48.
- สมเกียรติ สายธนู พิรศักดิ์ สุทธิโยธิน และ เสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. การกระจายของประชากรแพะและลักษณะของแพะพื้นเมืองในภาคใต้. ผลงานวิจัยการผลิตแพะ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 7-11.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2559. ราคาจำหน่ายเสบียงสัตว์ของเกษตรกร. นานู้า.
http://nutrition.dld.go.th/NAYHA/seller_preserve2.htm
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 15th edition Association of Official Analytical Chemists. Virginia, USA.
- 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.
- 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. USA.
- 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.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd eds. Cornell Univ. Press, Ithaca, USA.

การวิจัยและพัฒนาการให้อาหารแพะเพื่อการผลิตเนื้อ

(1.3) ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโต สำหรับแพะลูกผสมบอร์เพศผู้หย่านมถึง 1 ปี

ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา^{1/} จุรีรัตน์ เงินแดง ^{2/} สุมณ โพธิ์จันทร์ ^{3/}

บทคัดย่อ

การทดลองศึกษาผลของระดับโปรตีนต่ออัตราการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมบอร์ช่วงอายุหย่านมถึง 1 ปี ทำการศึกษาที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอดาเกา จังหวัดนครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design, RCBD) โดยใช้แพะพันธุ์ลูกผสมบอร์ที่มีระดับสายเลือดมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเฉลี่ย 25.55 ± 6.86 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ให้อาหารผสมเสร็จ 4 สูตร ที่มีระดับโปรตีน 8 10 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์อาหารทุกสูตรมียอดโภชนะย่อยได้รวม 68 เปอร์เซ็นต์ ให้กินอย่างเต็มที่ ตลอดการทดลอง 196 วัน

ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณวัตถุดิบที่แพะกินได้ (linear, $p < 0.01$; 1,015.31 1,071.43 1,107.14 และ 1,112.25 กรัมต่อวัน ตามลำดับ) ปริมาณโปรตีนหยาบที่แพะได้รับ (linear, $p < 0.001$; 87.93 125.14 159.87 และ 171.95 กรัมต่อวัน ตามลำดับ) โดยได้รับยอดโภชนะย่อยได้รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 677.21 642.96 648.01 และ 645.88 กรัม/วัน ตามลำดับ ด้านสมรรถนะการเจริญเติบโต พบว่า แพะมีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (linear, $p < 0.001$; 43.64 48.0 49.6 และ 51.0 กิโลกรัม ตามลำดับ) มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (linear, $p < 0.001$; 17.54 22.30 23.90 และ 26.30 กิโลกรัม ตามลำดับ) มีอัตราการเจริญเติบโต (linear, $p < 0.001$; 89.48 113.76 121.94 และ 134.18 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (linear, $p < 0.01$; 11.59 9.36 9.08 และ 8.32 ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่ได้รับ

อย่างไรก็ตามสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะตอบสนองต่อระดับโปรตีนหยาบที่เพิ่มขึ้นเป็นแบบเส้นตรง ดังนั้นหากมีการศึกษาเพิ่มเติมในลักษณะนี้อีก ควรเพิ่มระดับโปรตีนหยาบ เพื่อหาการตอบสนองสูงสุดของสมรรถนะการเจริญเติบโตในแพะลูกผสมบอร์ดังกล่าวต่อไป

คำสำคัญ: โปรตีน พลังงาน สมรรถนะการเจริญเติบโต แพะลูกผสมบอร์

เลขทะเบียนวิจัย: 50(1)-(50:03)-0214-004

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

^{3/} กลุ่มพัฒนาวิชาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ราชเทวี กรุงเทพฯ

Research and development on feeding of goat for meat production

(1.3) effects of dietary protein on performance of boer crossbred goats during post-weaning 1 year of age period

Sakda Prajakboonjatsada ^{1/} Jurirat Ngendang ^{2/} Sumon Pojun ^{3/}

Abstract

The experiment on effect of dietary protein levels on growth performance of more than 75% Boer crossbred goats was conducted at Naratiwat Animal Nutrition Research and Development Center, Naratiwat province. Twenty heads, Post-weaning 4 months with initial weight of 25.55 ± 6.86 kg of goats were arranged to 4 treatments, Randomized Complete Block Design (RCBD) were used with 4 groups; each experimental unit was composed of 1 male goat. Goats were received 4 rations of TMR with 4 protein levels: 8 10 12 and 14 % in treatment 1 2 3 and 4 respectively and TDN was 68 % in every treatment; they were fed *ad libitum* for 196 days.

The results showed that dry matter intake was increased with linearity ($p < 0.01$): 1,015.31 1,071.43 1,107.14 and 1,112.25 g/day, respectively, as well as CP and TDN intake were highly increased ($p < 0.001$): 87.93 125.14 159.87 and 171.95 g/day on CP and 677.21 642.96 648.01 and 645.88 g/day on TDN, in treatment 1, 2, 3 and 4 respectively. Growth performance (final weight, body weight gain, average daily gain and feed conversion ratio) were highly significant linearity ($p < 0.001$): 43.64 48.0 49.6 and 51.0 kg; 17.54 22.30 23.90 and 26.30 kg; 89.48 113.76 121.94 and 134.18 g/head/day; 11.59 9.36 9.08 and 8.32 respectively, which were related with the increasing in CP intake.

However, growth performance was responded to dietary protein levels intake with linearity, therefore, the next experiment should have more protein levels to meet the highest respond of growth performance.

Keywords: protein, energy, growth performance, Boer crossbred goat

Registered No. : 50(1)-(50:03)-0214-004

^{1/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hang Chat, Lampang.

^{2/} Phetchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Cha-am, Phetchaburi.

^{3/} Department of Livestock Development Payathai, Bangkok.

คำนำ

เมื่อแพะได้รับโภชนาที่เหมาะสมตรงกับความต้องการของร่างกายแพะจะสามารถแสดงสมรรถนะของสายพันธุ์ออกมาอย่างเต็มประสิทธิภาพ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ ดังนั้นการผลิตอาหารสัตว์สูตรจะต้องมีความถูกต้องและแม่นยำในแง่ของระดับโภชนาที่เหมาะสมเสียก่อน ค่าความต้องการโภชนาต่างๆ เป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ เมื่อสัตว์ได้รับโภชนาหรือสารอาหารเพียงพอกับความต้องการและให้ผลผลิตได้ตามเป้าหมาย (Beever and Mould, 2000) แนวทางการผลิตสัตว์ในปัจจุบันจะมุ่งเน้นให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพในปริมาณมาก กระทั่งต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และมีต้นทุนต่ำ สามารถแข่งขันในตลาดทั้งระดับภายในและภายนอกประเทศ เป็นที่ทราบอยู่แล้วว่าเมื่อแพะได้รับโปรตีนไม่เพียงพอจะทำให้การเจริญเติบโตช้า แคระแกรน เป็นหนุ่มสาวช้า สมรรถนะการสืบพันธุ์ต่ำ และผลผลิตน้ำนมต่ำ (วินัย, 2538) ความต้องการโภชนาของสัตว์มีความต้องการแตกต่างไประหว่าง 10-30 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับ พันธุ์กรรม สภาพของสัตว์ การให้ผลผลิต สภาพแวดล้อมและอาหารและการให้อาหารสัตว์ การให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีนไม่เหมาะสมสูงกว่าความต้องการของแพะจะทำให้อาหารมีราคาแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้น อีกทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานในการขับโภชนาที่เหลือออกจากร่างกาย ความต้องการพลังงาน โปรตีน และ แร่ธาตุต่างๆ ของแพะมีความแตกต่างออกไปตามสภาพแวดล้อม พันธุ์ ช่วงอายุ และวิธีการเลี้ยงดู (NRC, 1981)

แพะสายพันธุ์บอร์เป็นแพะที่มีลักษณะโครงสร้างของร่างกายใหญ่ อายุ 1 ปี มีน้ำหนักถึง 50-70 กิโลกรัม สามารถโตเต็มที่ มีน้ำหนักถึง 90-130 กิโลกรัม โดยเฉพาะอย่างยิ่งแพะที่มีระดับสายเลือดสูงๆยังมีการศึกษาอยู่น้อย ส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูลการจัดการด้านอาหารที่อ้างอิงข้อมูลการจัดการด้านอาหารสัตว์จากต่างประเทศซึ่งมีภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมแตกต่างจากประเทศไทย จึงน่าจะมีความต้องการโภชนาที่แตกต่างออกไปด้วย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับโภชนาหลักของแพะเมื่อนำมาเลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย เพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการในการคำนวณสูตรอาหาร และวางแผนการจัดการอาหารแพะอย่างมีประสิทธิภาพสามารถเป็นอาชีพให้กับเกษตรกร นอกจากนี้ยังสามารถผลิตเนื้อเพื่อส่งโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร จึงควรศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโภชนาหลักของแพะสายพันธุ์ดังกล่าว เมื่อนำมาเลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทยแล้ว ควรจะได้รับอาหารที่มีคุณภาพอย่างไรจึงจะสามารถเจริญเติบโตได้ตามศักยภาพของสายพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส ตำบลไพรวัน อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคม 2549-กรกฎาคม 2551

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้น้ำหนักตัวแพะเป็นบล็อก ใช้แพะเนื้อลูกผสมบอร์เพศผู้หลังหย่านมระดับสายเลือดมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ อายุ 4 เดือน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 25.55 ± 6.86 กิโลกรัมต่อตัว จำนวน 20 ตัว แบ่งแพะทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว สุ่มให้แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration, TMR) แตกต่างกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหาร TMR ระดับโปรตีน 8 เปอร์เซ็นต์ TDN 68 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหาร TMR ระดับโปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์ TDN 68 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหาร TMR ระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ TDN 68 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 4 ได้รับอาหาร TMR ระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ TDN 68 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ก่อนทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในและภายนอก ฉีดวิตามิน AD₃E และวัคซีนป้องกันโรคตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ ปรับสภาพสัตว์ทดลองให้คุ้นเคยกับอาหารก่อนเก็บข้อมูลประมาณ 1 สัปดาห์ สุ่มสิ่งทดลองให้แพะตามแผนการทดลอง เลี้ยงแพะในคอกทดลองแบบขังเดี่ยวขนาด 1 x 1.5 เมตร คอกละ 1 ตัว ในโรงเรือนยกพื้น มีน้ำสะอาดให้แพะกินตลอดเวลา

การเตรียมอาหารทดลอง

เตรียมอาหาร TMR โดยใช้หญ้าชิกแนลเลื่อยแห้งที่อายุการตัด 45 วัน เป็นแหล่งอาหารหยาบ ใช้ข้าวโพดบด รำละเอียด เป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงาน ใช้กากถั่วเหลือง 44 เปอร์เซ็นต์ เป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีน และใช้แร่ธาตุ เกลือ เปลือกหอย และโดแคลเซียมฟอสเฟต 14 เป็นแหล่งแร่ธาตุ นำวัตถุดิบทั้งหมดมาผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องผสมอาหาร เพื่อใช้ประกอบสูตรอาหาร TMR โดยมีระดับโปรตีนแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 8 10 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีโภชนะย่อยได้รวม (Total Digestible protein ; TDN) 68 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

การให้อาหาร

ให้แพะได้รับอาหารในรูปของอาหาร TMR โดยมีระดับโปรตีนแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 8 10 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีโภชนะย่อยได้รวม 68 เปอร์เซ็นต์ ตามแผนการทดลอง โดยให้แพะกินอาหารอย่างเต็มที่ โดยแบ่งให้วันละ 2 เวลา ช่วงเช้าเวลา 9.00 นาฬิกา และช่วงเย็นเวลา 16.00 นาฬิกา เพื่อปรับการให้อาหารตลอดระยะเวลาการทดลอง 196 วัน

การเก็บข้อมูล การสุ่มเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ทางเคมี

1. บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหารตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยการชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลอง ทุกๆ 14 วัน และบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ และอาหารที่เหลือทุกวันตลอดการทดลอง เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

2. สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองสูตรละ 1 กิโลกรัม ทุกครั้งที่มีการผสมสูตรอาหารใหม่ หลังจากสิ้นสุดการทดลองนำตัวอย่างอาหารทดลองแต่ละสูตรมาผสมให้เข้ากัน และสุ่มย่อย (Sub-sampling) มาสูตรละ 1 กิโลกรัม เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) เถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (1984) วิเคราะห์หัตถ์นึ่งเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991) วิเคราะห์แร่ธาตุ Ca และ P โดยใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (Boss and Kenweth, 2004)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์การตอบสนองของตัวแปรตามต่างๆ ได้แก่ ปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ และพลังงานที่แพะกินได้ น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองและอัตราการเจริญเติบโต ต่อระดับโปรตีนหยาบ และพลังงานในอาหารที่เพิ่มขึ้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Polynomial Orthogonal (linear และ quadratic) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 1 แสดงสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ (กก.)	สูตรอาหาร			
	1	2**	3	4
ข้าวโพดบด	50.22	44.64	39.07	33.48
รำละเอียด	1.95	1.87	1.80	1.72
กากถั่วเหลือง 44 %	3.32	9.03	14.73	20.44
หญ้าแห้ง*	40	40	40	40
แร่ธาตุ	2.5	2.5	2.5	2.5
เกลือ	1	1	1	1
เปลือกหอย	0.84	0.80	0.76	0.73
ไคคล์เซียมฟอสเฟต P14%	0.17	0.16	0.14	0.13
รวม	100	100	100	100
โภชนาการจากการคำนวณ (%on dry basis)				
CP (%)	8	10	12	14
TDN (%)	68	68	68	68
ME (kcal/g)	2.43	2.43	2.43	2.43
EE (%)	2.63	2.47	2.32	2.16
CF (%)	13.77	13.98	14.20	14.41
ADF (%)	17.39	17.78	18.17	18.56
NDF (%)	32.73	33.06	33.39	33.72
Ca (%)	0.4	0.4	0.4	0.4
P (%)	0.25	0.25	0.25	0.25

- * หญ้าชิกนัลเลื่อย ตัดอายุ 45 วัน หั่นเป็นชิ้น ขนาด 1 เซนติเมตร

- ** คำนวณความต้องการอาหารของแพะตาม NRC, 1981

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร

จากตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการของตัวอย่างอาหาร TMR ที่ใช้เลี้ยงแพะเนื้อ พบว่า อาหารที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 สูตร มีวัตถุแห้ง ระหว่าง 90.79-91.16 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบ เฉลี่ย 8.66 11.68 14.44 และ 14.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีเยื่อใยเฉลี่ย 17.98 18.09 18.57 และ 18.90 เปอร์เซ็นต์ และ Nitrogen Free Extract (NFE) เฉลี่ย 56.76 51.34 48.11 และ 47.06 เปอร์เซ็นต์ มีระดับโปรตีนหยาบสูงกว่าที่ได้คำนวณไว้เบื้องต้นเล็กน้อยจะเห็นว่าอาหาร TMR มีระดับโปรตีนหยาบของอาหารอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปเลี้ยงแพะได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะอาหารสัตว์ที่นำไปใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องควรมีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ จึงจะมีระดับโปรตีนเพียงพอสำหรับดำรงชีพของสัตว์ (Walton, 1984) แต่หากแพะได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนหยาบต่ำกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้แพะกินอาหารลดลงและทำให้การทำงานของกระเพาะรูเมนไม่มีประสิทธิภาพ

เนื่องจากระดับโปรตีนในอาหารที่ต่ำ มีผลให้จำนวนจุลินทรีย์ลดน้อยลงไม่เพียงพอในการย่อยอาหารทำให้แพะใช้ประโยชน์จากอาหารได้ลดลงและอาจทำให้แพะได้รับโภชนาได้ไม่เพียงพอ (วินัย, 2538)

ตารางที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะ (% on dry basis)

รายการ	อาหารสูตร			
	1	2	3	4
วัตถุดิบแห้ง (%)	91.16	90.81	90.79	91.14
Crude Protein (CP) (%)	8.66	11.68	14.44	15.46
Crude fiber (CF) (%)	17.98	18.09	18.57	18.90
Fat (%)	1.66	2.73	2.43	2.28
Ash (%)	6.63	6.96	7.24	7.43
NFE (%)	55.76	51.34	48.11	47.06
ADF (%)	17.08	17.18	17.20	17.15
NDF (%)	31.18	31.28	31.21	31.18
Ca (%)	1.05	1.03	0.85	1.21
P (%)	0.33	0.33	0.39	0.41
TDN* (%)	60.67	60.01	58.53	58.07

- * Wardeh (1981) อ้างโดย Kearn (1982) ดังนี้

TDN วัตถุดิบอาหารชั้นแหล่งพลังงาน (% of DM) = $2.6407 + 0.6964(\text{CP \%}) + 0.9194(\text{NFE \%}) + 1.2159(\text{EE \%}) - 0.1043(\text{CF \%})$

TDN วัตถุดิบอาหารชั้นแหล่งโปรตีน (% of DM) = $-37.3039 + 1.3048(\text{CP \%}) + 1.3630(\text{NFE \%}) + 2.1302(\text{EE \%}) + 0.3618(\text{CF \%})$

ปริมาณอาหารที่กินได้

จากตารางที่ 3 พบว่าปริมาณอาหารเมื่อคิดเป็นวัตถุดิบที่แพะกินได้เพิ่มขึ้นตามระดับอาหารชั้นที่เสริมให้แพะ (linear, $p < 0.01$; 1,051.31 1,071.43 1,107.14 และ 1,112.25 กรัมต่อวัน ตามลำดับ) โดยวัตถุดิบที่แพะทุกกลุ่มกินได้ไม่แตกต่างกัน เฉลี่ย 2.92 %BW ใกล้เคียงกับข้อแนะนำของ NRC (1981) แนะนำไว้ว่าแพะที่มีน้ำหนัก 30 กิโลกรัม กินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบแห้งได้วันละ 2.2-3.3 %BW ส่วน Kearn, 1982 รายงานว่าแพะเนื้อต้องกินวัตถุดิบแห้งได้วันละ 3.1 %BW จึงจะเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย สำหรับ Devendra and Burn, 1983 รายงานว่าแพะเนื้อสามารถกินวัตถุดิบแห้งได้ 1.9-3.8 %BW แต่ถ้าเป็นแพะนมจะสามารถกินวัตถุดิบแห้งได้ถึง 2.8-4.9 %BW สุรศักดิ์, ม.ป.ป. รายงานว่า แพะเนื้อที่เลี้ยงในเขตร้อนจะกินอาหารประมาณ 2-3 %BW หากเป็นแพะพันธุ์ลูกผสมอาจกินวัตถุดิบแห้งได้ประมาณ 3 %BW แต่ถ้าเป็นแพะนมขนาดใหญ่ เช่น พันธุ์ซาเนน พันธุ์อัลไพน์ และพันธุ์ทอกเกนเบิร์ก สามารถกินวัตถุดิบแห้งประมาณ 3.5-4 %BW จะเห็นว่าความสามารถในการกินของแพะจะแตกต่างกันมากเนื่องจากปริมาณการกินอาหารของแพะจะขึ้นอยู่กับ พันธุ์ อุณหภูมิ ความชื้น และสภาพสิ่งแวดล้อม ชนิดและคุณภาพของอาหาร เช่น การให้อาหารหยาบที่มีคุณภาพดีจะทำให้แพะย่อยอาหารนั้นได้เร็วขึ้นจึงสามารถรับอาหารใหม่ได้มากขึ้นก็จะทำให้กินอาหารได้มากขึ้นตามไปด้วย (วินัย, 2538)

ปริมาณโภชนาที่ได้รับ

จากตารางที่ 3 พบว่าปริมาณโปรตีนหยาบ แพะได้รับเพิ่มขึ้น (linear, $p < 0.001$) ตามปริมาณอาหารชั้น ที่เสริมและอาหารหยาบที่กิน แพะได้รับโปรตีนหยาบ เฉลี่ยเท่ากับ 87.93 125.14 159.87 และ

171.95 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และได้รับโภชนะย่อยได้รวมไม่แตกต่างกัน($p>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 677.21 642.96 648.01 และ 645.88 กรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาโภชนะที่แพะได้รับในการทดลองกับความต้องการโภชนะของแพะเนื่องจากตารางอ้างอิงของ NRC (1981) แนะนำว่าแพะเนื้อน้ำหนัก 30 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตวันละ 150 กรัมต่อตัวต่อวัน ต้องได้รับโปรตีน 138 กรัมต่อตัวต่อวัน และโภชนะย่อยได้รวม 982 แคลอรีต่อวัน จึงจะเพียงพอกับความต้องการ ผลจากการทดลองครั้งนี้แพะทุกกลุ่มได้รับโปรตีนหยาดจากอาหารที่กินสูงกว่าที่ NRC แนะนำเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการโภชนะที่ระดับยกเว้นกลุ่มที่กินอาหารสูตร ที่ 1 ได้รับต่ำกว่า สำหรับยอดโภชนะย่อยได้รวมแพะทุกกลุ่มได้รับโภชนะเพียงพอต่อการดำรงชีพและเจริญเติบโต 50-100 กรัมต่อวัน ซึ่ง NRC แนะนำว่าแพะน้ำหนัก 70 กิโลกรัมมีความต้องการ TDN สำหรับดำรงชีพ 682 กรัมต่อวัน 782 กรัมต่อวันสำหรับการเจริญเติบโต 50 กรัมต่อวัน และ 882 กรัมต่อวัน สำหรับการเจริญเติบโต 100 กรัมต่อวัน แต่มีไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต 150 กรัมต่อวัน

สมรรถนะการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากตารางที่ 3 พบว่าสมรรถนะการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของแพะตอบสนองต่อการเพิ่มโปรตีนหยาดเป็นแบบเส้นตรง (linear, $p<0.001$) โดยมีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 43.64 48.0 49.6 และ 51.0 กิโลกรัมต่อตัว มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 17.54 22.30 23.9 และ 26.30 กิโลกรัมต่อตัว มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 89.48 113.76 121.94 และ 134.18 กรัมต่อตัวต่อวัน และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เฉลี่ยเท่ากับ 11.59 9.36 9.08 และ 8.32 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงสมรรถนะการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้ และปริมาณโภชนะที่ได้รับ

สิ่งที่ศึกษา	อาหาร (สูตร)				CV (%)
	1	2	3	4	
จำนวนแพะทดลอง (ตัว)	5	5	5	5	-
น้ำหนักเริ่มทดลอง (กก.)	26.1	25.7	25.7	24.7	5.59
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กก.)	43.64 ^c	48.0 ^{ab}	49.6 ^{ab}	51.0 ^a	3.99
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	17.54 ^c	22.30 ^b	23.90 ^b	26.30 ^a	7.61
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)	89.48 ^c	113.76 ^b	121.94 ^b	134.18 ^a	7.63
ปริมาณวัตถุดิบในอาหารที่กินได้ (กรัมต่อวัน)	1,015.31 ^b	1,071.43 ^{ab}	1,107.14 ^a	1,112.25 ^a	4.44
โปรตีนหยาดที่แพะได้รับ (กรัมต่อวัน)	87.93 ^c	125.14 ^b	159.87 ^a	171.95 ^a	6.46
ยอดโภชนะย่อยได้รวม (กรัมต่อวัน)	677.21	642.96	648.01	645.88	4.36
ปริมาณการกินต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว	2.91	2.90	2.94	2.93	1.13
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (FCR)	11.59 ^b	9.36 ^a	9.08 ^a	8.32 ^a	10.02

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าของระดับโปรตีนในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตสำหรับแพะลูกผสมบอร์เพศผู้หลังหย่านมถึงอายุ 1 ปี ผลของการตอบสนองของสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะเนื้อลูกผสมบอร์ต่อระดับโปรตีนหยาบ (87.93 125.14 159.87 และ 171.95 กรัมต่อวัน) ที่เพิ่มขึ้นจากการกินอาหาร สรุปได้ว่าสมรรถนะการเจริญเติบโต (น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร) มีการตอบสนองกับระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นเป็นแบบเส้นตรง (linear)

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองจะเห็นว่าผลการตอบสนองในแง่ของสมรรถนะการเจริญเติบโตต่อปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง มีความหมายว่า การตอบสนองของสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะอาจเพิ่มขึ้นได้อีกหากมีการเพิ่มปริมาณโปรตีนหยาบควรมีการศึกษาต่อเพื่อหาระดับการตอบสนองสูงสุดของแพะลูกผสมบอร์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส คุณพิสุทธิ สุขเกษม ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง ขอขอบคุณผู้อำนวยการส่วนวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 (นราธิวาส) คุณสายหยุด เพ็ชรสุข ที่กรุณาอำนวยความสะดวกและวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- วินัย ประลัมภ์กาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- สุรศักดิ์ คชภักดี. ม.ป.ป. การให้อาหารที่ตรงกับความต้องการของแพะ. คู่มือรวบด้วยแพะ. หน้า 40-48
- AOAC.1984. Official Method of Analysis. Association of official Chemists, Washington,D.C.
- Boss B.C. and F.J. Kenneth. 2004. Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. 3rd ed. Perkin-Elmer Inc., USA.
- Beever, D. E. and F. L. Mould. 2000. Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. In Given, D. I., E. R. Owen, R. F. E. Axford and H. M. Omed, eds. Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Publishing, Wallingford, UK. 15-42 p.
- Devendra, C. and Burns,S 1983. Goat Production in the Tropics. Commonwealth Agricultural. Bureaux, Farnham Royal.

- Kearl, L.C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuffs Institute. Utah State University, Logan, Utah, USA.
- National Research Council, NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. National Academy Press, Washington, DC.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.
- Walton, P.D. 1984. Production and management of cultivated forages. Reston Publishing Company, Inc. Virginia. USA.

ความต้องการโปรตีนและพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตของโคบราห์มัน เพศผู้ น้ำหนัก 200 กิโลกรัม ถึง 280 กิโลกรัม

อิทธิพล เฝ้าไพศาล^{1/} ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา^{2/} วุฒิพงษ์ อินทรธรรม^{3/} วรรณ อ่างทอง^{4/} สุนน โพธิ์จันทร์^{3/}

บทคัดย่อ

การศึกษาความต้องการโปรตีนและพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตของโคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอน เป็นการประเมินค่าความต้องการโปรตีน ด้วยการหาปริมาณโภชนะที่กิน กับสมรรถนะการเจริญเติบโต และการประเมินค่าพลังงาน ด้วยวิธีการชำแหละซากเพื่อเปรียบเทียบพลังงานที่สะสม (Comparative slaughter technique) โคททดลองเป็นโคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอน ระยะรุ่น อายุเฉลี่ย 24 เดือน น้ำหนัก 217 กิโลกรัม จำนวน 30 ตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวมีแร่ธาตุ อาหารทดลอง และน้ำให้กินตลอดการทดลอง 121 วัน ระยะปรับสัตว์ทดลอง โคททุกตัวได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งกินแบบเต็มที่ และให้อาหารชั้น ที่มีพลังงานและโปรตีนเท่ากัน (ME 8.90 MJ/kgDM และ 14.38 %CP) ให้กินได้วัตถุแห้งที่ระดับ 1.5 %BW เป็นระยะเวลา 30 วัน โคททดลองจำนวน 3 ตัว (initial group) จากทั้งหมด 30 ตัว นำมาชำแหละซาก เพื่อการสะสมองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานที่กักเก็บได้ในร่างกาย จากนั้นโค 27 ตัวที่เหลือถูกสุ่มให้ได้รับอาหารแตกต่างกัน 9 แบบ ที่ระดับ 2.6%BW สูตรอาหารประกอบด้วยโปรตีนและพลังงานระดับ ต่ำ กลาง สูง (11.11, 14.38 และ 17.63%CP) และ (7.59, 8.90 และ 10.20 MJ/kgDM) ตามแผนการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ ที่จัดปัจจัยทดลองเป็น 3x3 แฟคทอเรียล เป็นเวลา 91 วัน และนำมาชำแหละซาก พบว่าค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพ (crude protein for maintenance, CP_m) ของโคบราห์มันเท่ากับ 4.66 g/kg BW^{0.75}/d และค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (crude protein for growth, CP_g) 100 g/kg BW^{0.75}/d เท่ากับ 26.66 g/kg BW^{0.75}/d สมการทำนายค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของโคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอน ระยะรุ่น น้ำหนัก 200 ถึง 280 กิโลกรัม คือ $CPI = 0.22 \times ADG + 4.66$ ($R^2 = 0.525$, $n = 10$, $RSD = 0.29$, $P < 0.05$)

ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (Metabolizable energy for maintenance, ME_m) เท่ากับ 552.1 kJ/kg BW^{0.75}/d และค่าความต้องการพลังงาน ME for gain or growth, ME_g หรือการเพิ่มน้ำหนักตัว 100 g/kg BW^{0.75}/d เท่ากับ 3,341.10 kJ/kg BW^{0.75}/d และได้สมการทำนายค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต คือ $MEI = 27.89 \times ADG + 552.1$ ($R^2 = 0.61$, $n = 27$, $RSD = 102.26$, $P < 0.001$)

คำสำคัญ: โคบราห์มัน พลังงาน โปรตีน ความต้องการโภชนะ เทคนิคชำแหละซากเปรียบเทียบ

เลขทะเบียนวิจัย: 52(1)-0214-043

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบำก่อง จังหวัดนครราชสีมา

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

^{3/} กลุ่มพัฒนาวิชาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Protein and energy requirements for growing of male Brahman cattle from 200 to 280 kg live weight

Ittiphon Phaowphaisal^{1/} Taweesak Chernpreecha^{2/} Wutipong Intarathum^{3/}
Wanna Aungthong^{4/} Sumon Phochan^{3/}

Abstract

This study were to determine the dietary crude protein level and metabolizable energy level required for growing of Brahman cattle (from 200 to 280 kg live weight). Voluntary feed intake and growth performance method were used in Protein requirement determination. Metabolizable energy was determined with comparative slaughter technique. Thirty male Brahman cattle at 24 months of age and 217 kg body weight were used in this study. All cattle were housed in individual pens with free access to feed, fresh water and mineral block. The experiment lasted for 121 days including 30 days adaptation and 91 days of collection period. During the adaptation period, animals were offered Pangola grass hay ad libitum and concentrate (ME 8.90 MJ/kg DM and 14.38%CP) at 1.5% of body weight. Three animals were randomly selected then slaughtered after 30 days of the adaptation period to examine chemical composition accumulation and energy stored in the body. The dietary treatments comprised three levels of crude protein (11.12, 14.38 and 17.63%CP) and three levels of metabolizable energy (7.59, 8.90 and 10.20 MJ/kgDM), respectively. Twenty-seven animals remained were randomly assigned into one of nine treatment combinations according to a 3x3 factorial arrangement in a completely randomized design with three replicated for 91 day of collection period, fed dietary treatments at intake rate of 2.6% of body weight.

The results revealed that Crude protein for maintenance (CP_m) of growing Brahman cattle was 4.66 g/kg $BW^{0.75}/day$ and 26.66 g/kg $BW^{0.75}/day$ crude protein for growth 100 g/kg $BW^{0.75}/day$ (CP_g). The prediction equation of crude protein for maintenance and growth of growing Brahman cattle was $CPI = 0.22 \times ADG + 4.66$ ($R^2 = 0.525$, $n = 10$, $RSD = 0.29$, $P < 0.05$).

Metabolizable energy for maintenance (ME_m) was 552.1 kJ/kg $BW^{0.75}/day$ and 3,341.10 kJ/kg $BW^{0.75}/day$ for gain or growth 100 g/kg $BW^{0.75}/day$ (ME_g). The prediction equation of metabolizable energy for maintenance and growth of growing Brahman cattle was $MEI = 27.89 \times ADG + 552.15$ ($R^2 = 0.61$, $n = 27$, $RSD = 102.26$, $P < 0.001$).

Keywords: Brahman cattle, energy, protein, nutrient requirements, comparative slaughter technique

Registered No. : 52(1)-0214-043

^{1/} Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima

^{2/} Mukdahan Animal Nutrition Research and Development Center, Muang, Mukdahan.

^{3/} Livestock Academic Development Group, Bangkok.

^{4/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, Khonkaen.

บทนำ

โคเนื้อสายพันธุ์บราห์มันเป็นโคที่อยู่ในตระกูล *Bos indicus* ที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกว่าเป็นสายพันธุ์ที่สามารถเลี้ยงและปรับตัวได้ดีในเขตร้อนชื้น ทนโรคแมลงดูดเลือดที่มีอย่างชุกชุม นอกจากนั้นยังมีโครงร่างขนาดกลาง กรมปศุสัตว์ได้นำโคพันธุ์บราห์มันเข้ามาเพื่อปรับปรุงพันธุ์กับโคที่มีโครงร่างขนาดเล็กให้มีการพัฒนาทางพันธุกรรม การเจริญเติบโตเร็ว และมีขนาดโครงร่างที่ใหญ่ขึ้น จนปัจจุบันมีเกษตรกรเลี้ยงโคสายพันธุ์บราห์มันกันจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วประเทศ (กรมปศุสัตว์, 2554) อย่างไรก็ตามการเลี้ยงสัตว์ต้นทุนประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ยังคงเป็นค่าอาหาร ดังนั้นในการประกอบสูตรอาหารสัตว์จึงต้องให้ได้สูตรอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาครบถ้วน เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ และไม่มากเกินไปเพราะหมายถึงต้นทุนค่าอาหารที่จะเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งการประกอบสูตรอาหารจะได้คุณค่าทางโภชนาตรงตามวัตถุประสงค์ก็ต่อเมื่อ ทราบองค์ประกอบทางเคมีหรือคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ และความต้องการโภชนาของสัตว์ที่ระยะการให้ผลผลิตต่างๆ (stage of production) โดยทั่วไปสารอาหารในสูตรอาหารสำหรับสัตว์กระเพาะรวมหรือโค(ruminants) จะมุ่งความสนใจไปที่เรื่องของโภชนาหลักได้แก่พลังงานและโปรตีน เนื่องจากสัตว์กระเพาะรวมที่เจริญเติบโตแล้ว มีความสามารถในการสังเคราะห์วิตามินส่วนใหญ่ได้โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

โคเนื้อมีความต้องการพลังงาน (energy) และโปรตีน (protein) เพื่อใช้ในกิจกรรมการทำงานของร่างกาย ทั้งเพื่อการดำรงชีพ (for maintenance) และเพื่อการเจริญเติบโตหรือสร้างผลผลิต (for growth or gain) โดยร่างกายจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานในอาหารที่อยู่ในรูปเคมีเป็นพลังงานความร้อนและพลังงานกล เมื่อเกิดภาวะขาดสารอาหารพลังงานขึ้น ร่างกายจะทำหน้าที่ในการสลายพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในรูปของไกลโคเจน ไขมัน และโปรตีนที่สะสมไว้ในเนื้อเยื่อร่างกายออกมาใช้เป็นพลังงานเพื่อการดำรงชีวิต (McDonald *et al.*, 2002; นัทธมน และกฤตพล, 2550) พลังงานที่ใช้เพื่อการดำรงชีพ (net energy for maintenance, NE_m) หมายถึง ปริมาณพลังงานเคมีระดับต่ำที่สุดที่สัตว์ต้องการนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมขั้นพื้นฐานของร่างกายและมีชีวิตอยู่ได้โดยไม่ให้ผลผลิต พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมแทบอลิซึมจะถูกระบายออกจากร่างกายสัตว์ในรูปของพลังงานความร้อน (heat energy) (บุญล้อม, 2541) และพลังงานอีกส่วนหนึ่งคือพลังงานที่ใช้เพื่อการให้ผลผลิต (net energy for production, NE_p) หมายถึง พลังงานเคมีที่สัตว์นำไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อ และการเจริญเติบโต ทั้งนี้รวมถึงพลังงานที่ใช้ในการสร้างผลผลิต ได้แก่ เนื้อ นม แรงงาน และผลผลิตอื่นๆ เช่น การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ฮอร์โมนเพศ และพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนขณะตั้งท้อง ปริมาณพลังงานที่ร่างกายสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงหรือสุทธิ (net) นี้ เป็นส่วนพลังงานเคมีจากอาหารที่ถูกกักเก็บไว้ใช้ในการสร้างผลผลิตดังกล่าวข้างต้น เรียกว่า พลังงานที่ร่างกายสามารถกักเก็บได้ (energy retention, ER) (กฤตพล, 2550; McDonald *et al.*, 2002; Pond *et al.*, 2005, WTSR, 2551)

การประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อใช้ดำรงชีพและการสร้างผลผลิต ในโคเนื้อที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 3 วิธีการ (NRC, 1996) คือ (1) การทดสอบการกินอาหารแล้ววัดค่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว (long-term feeding trial) (Taylor *et al.*, 1986, 1981) (2) การวัดสมดุลพลังงานในตัวสัตว์ หรือ calorimetric method (ARC, 1980) และ (3) การชำแหละซากเพื่อเปรียบเทียบพลังงานที่สะสมในซาก หรือ comparative slaughter technique (Lofgreen, 1965; Lofgreen and Garrett, 1968) อดีตที่ผ่านมาประเทศไทยยังไม่มีคู่มือความต้องการโภชนาของสัตว์เลี้ยง โดยมากจะอ้างอิงฐานข้อมูลจากต่างประเทศ เช่น NRC ของประเทศอเมริกา ARC (ประเทศอังกฤษ) หรือ AFRC (ประเทศออสเตรเลีย)

โดยฐานข้อมูลเหล่านั้นได้จากการวิจัยจากประเทศในเขตหนาว หรือเขตอบอุ่น (temperate zone) ซึ่งมีความแตกต่างทั้งทางด้านคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ พันธุกรรมของสัตว์ ตลอดจนสภาพแวดล้อมกับประเทศไทยที่อยู่ในโซนเขตร้อน (tropical zone) ซึ่งอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในคำนวณค่าความต้องการโภชนะสำหรับการประกอบสูตรอาหารได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันในปี 2551 ได้มีการจัดทำคู่มือมาตรฐานความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย ซึ่งใช้ข้อมูลงานวิจัยโคเนื้อ และวัตถุดิบอาหารสัตว์ภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทยเป็นฐานข้อมูล โดยเกิดจากความร่วมมือระหว่าง กรมปศุสัตว์ มหาวิทยาลัย และหน่วยงานเอกชน ได้ร่วมกันสร้างตารางมาตรฐานการให้อาหารโคเนื้อของประเทศไทย โดยใช้ชื่อหนังสือ “ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย ฉบับแรก 2551” (คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, The Working Committee of Thai Feeding Standard for Ruminant (WTSR))

ถึงแม้จะมีคู่มือความต้องการโภชนะของโคเนื้อของประเทศไทยออกมาเผยแพร่ แต่ฐานข้อมูลยังคงมีจำนวนจำกัด (WTSR, 2008) จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องมีการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับความต้องการโภชนะของโคเนื้ออย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มและ/หรือพัฒนาฐานข้อมูลให้มีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้นและสอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงไปของปัจจุบัน เนื่องจากเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ที่ก้าวหน้าทำให้มีสัตว์สายพันธุ์ใหม่เกิดขึ้นตลอดเวลา รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความต้องการโปรตีนและพลังงานสำหรับการเจริญเติบโตของโคบราห์มันระยะรุ่นเพศผู้ไม่ตอน น้ำหนักตัวในช่วงระหว่าง 200-280 กิโลกรัม

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ ดำเนินการที่สถานพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ใช้โคเนื้อพันธุ์บราห์มันระยะรุ่นเพศผู้ไม่ตอน จำนวน 30 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 217 กิโลกรัม อายุ 24 เดือน โคทดลองทุกตัวได้รับการกำจัดพยาธิภายในและภายนอก ด้วย Ivermectin ร่วมกับให้วิตามินเอดีสามอี (AD₃E) ก่อนเริ่มทดลองเลี้ยงทดลองในคอกขังเดี่ยวขนาด 2 X 4 เมตร มีอาหาร แร่ธาตุก้อน และน้ำสะอาดให้กินอย่างเต็มที่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized design, CRD) จัดพรีทรีเมนต์ (treatments, T) เป็นแบบ 3 × 3 factorial มี 3 ขั้ว ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) 3 ระดับ คือ 7.59 (Low, L), 8.90 (Medium, M) และ 10.20 (High, H) MJ/kg DM

ปัจจัยที่ 2. โปรตีน (crude protein, CP) 3 ระดับ คือ 11.12 (Low, L), 14.38 (Medium, M) และ 17.63 (High, H) %CP/kg DM

โดยคำนวณค่าความต้องการโภชนะตามคำแนะนำของ WTSR (2008) กำหนดช่วงอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ของโคน้ำหนักเริ่มต้น 200 กิโลกรัม ออกเป็น 600, 900 และ 1,200 กรัมต่อวัน แล้วสุ่มโคทดลองให้ได้รับสูตรอาหารทดลอง (treatments, T) จำนวน 9 แบบ ดังนี้

T1 = ME 7.59 MJ/kg DM (39.45 MJ/d) + CP 11.12 %CP/kgDM (578.06 g CP/d) (LL)

T2 = ME 7.59 MJ/kgDM (39.45 MJ/d) + CP 14.38 %CP/kgDM (747.02 g CP/d) (LM)

T3 = ME 7.59 MJ/kgDM (39.45 MJ/d) + CP 17.63 %CP/kgDM (916.02 g CP/d) (LH)

T4 = ME 8.90 MJ/kgDM (46.25 MJ/d) + CP 11.12 %CP/kgDM (578.06 g CP/d) (ML)

T5 = ME 8.90 MJ/kgDM (46.25 MJ/d) + CP 14.38 %CP/kgDM (747.02 g CP/d) (MM)

T6 = ME 8.90 MJ/kgDM (46.25 MJ/d) + CP 17.63 %CP/kgDM (916.02 g CP/d) (MH)

T7 = ME 10.20 MJ/kgDM (53.05 MJ/d) + CP 11.12 %CP/kgDM (578.06 g CP/d) (HL)

T8 = ME 10.20 MJ/kgDM (53.05 MJ/d) + CP 14.38 %CP/kgDM (747.02 g CP/d) (HM)

T9 = ME 10.20 MJ/kgDM (53.05 MJ/d) + CP 17.63 %CP/kgDM (916.02 g CP/d) (HH)

วิธีการทดลอง

การทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1. ระยะปรับตัวทดลอง (Adaptation period) นำโคทดลองเข้าเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับคอก คนเลี้ยง และสภาพการทดลอง พร้อมกับให้ยาการจัดพยาธิภายในและภายนอกให้กับโคทุกตัวด้วย IVOMAX-F 1 mL/ 50 kgBW (1%W/V Ivermectin and 1% Benzol alcohol) ฉีดเข้าใต้ผิวหนัง และวิตามิน A, D₃, E; 5 mL/head (Alfasan, Woerden Holland) ฉีดเข้ากล้ามเนื้อสะโพก โคทุกตัวจะได้รับอาหารข้น (T5- MM) ที่ระดับ 1.5 %BW และอาหารหยาบ (หญ้าแพงโกลาแห้ง *Digitaria decumbens* hay) โดยให้กินแบบเต็มที่ (*ad libitum*) นาน 30 วัน สุ่มโคทดลองจำนวน 3 ตัว จากโคทดลองทั้งหมด 30 ตัว นำมาฆ่าชำแหละซาก เพื่อการสะสมองค์ประกอบทางเคมี และพลังงานที่กักเก็บได้ในร่างกายเป็นกลุ่มเริ่มต้น (initial group) และที่เหลือ 27 ตัว จะถูกฆ่าชำแหละซากเช่นเดียวกับกลุ่มแรก หลังการเลี้ยงผ่านไป 120 วัน

2. ระยะทดลอง (experimental period) โคทดลองแต่ละตัว จะได้รับอาหารทดลอง (dietary treatments) (ตารางที่ 1) ในช่วงเช้าและบ่าย เวลา 08.30 น และ 16.30 น. ในปริมาณคงที่ระดับ 2.6 %BW เก็บข้อมูลปริมาณอาหารให้และเหลือของโคแต่ละตัวทุกวัน เพื่อวัดปริมาณการกินได้ (feed intake)

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารให้และอาหารเหลือทุกๆ 2 สัปดาห์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร นำตัวอย่างอาหารเดียวกันจากทุกๆ 2 สัปดาห์ ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันในสัดส่วนที่เท่ากัน นำไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (DM) เถ้า (Ash) โปรตีนหยาบ (CP) ไขมัน (ether extract, EE) ตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991) ร่วมกับเครื่องวิเคราะห์เยื่อใย ANKOM²⁰⁰Fiber Analyzer Technology เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid Insoluble Ash, AIA) (Van Keulen and Young, 1977) วิเคราะห์ค่าพลังงานทั้งหมด (Gross energy) ด้วยเครื่อง IKA-Bomb calorimeter system C2000 adiabatic

สุ่มเก็บตัวอย่างมูลโคแต่ละตัวในช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง ในช่วงเช้าเวลา 08.00-10.00 น. โดยเก็บเอาส่วนของมูลที่โคขับถ่ายออกมาสดใหม่ ประมาณวันละ 200-300 กรัม ต่อตัว นาน 7 วัน นำมูลโคในแต่ละวันเก็บรักษาไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำออกมาทำละลาย (taw) แล้วทำการสุ่มแบบสัดส่วนเอาตัวอย่างมูลโคแต่ละตัว 1,000 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นดำเนินการวิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่างอาหาร เพื่อประเมินสัมประสิทธิ์การย่อยได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและพลังงาน และปริมาณมูลที่ขับถ่ายต่อวันอาศัยตัวบ่งชี้ (AIA internal marker) ตามวิธีของ วรพงษ์ และอารีรัตน์ (2551) ประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และโภชนะที่ย่อยได้ คำนวณตามวิธีของ Schneider and Platt (1975) ดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยของโภชนะ} = 100 - 100 \times \left(\frac{\% \text{ AIA ในอาหาร} \times \% \text{ โภชนะในมูล}}{\% \text{ AIA ในมูล} \times \% \text{ โภชนะในอาหาร}} \right)$$

$$\text{โภชนะที่ย่อยได้ (\%)} = \frac{(\text{โภชนะที่กิน} - \text{โภชนะที่ขับออกในมูล})}{\text{โภชนะที่กิน}} \times 100$$

$$\text{ปริมาณมูลที่ขับถ่าย (kg)} = \frac{[(\text{ปริมาณอาหารที่กิน (DM)} \times \text{ความเข้มข้นตัวบ่งชี้ในอาหาร (AIA}_{\text{feed}}\% \text{DM})]}{[(\text{ความเข้มข้นของตัวบ่งชี้ในมูล (AIA}_{\text{feces}}\% \text{DM})]}$$

ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy, DE) คำนวณจากค่าพลังงานรวมทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหารที่กินได้ (Gross energy intake, GEI) หักลบออกด้วยค่าพลังงานรวมทั้งหมดที่ขับออกมาทางมูล (Fecal energy, FE) ตามสูตรคำนวณใน Pond *et al.* (2005) ดังนี้

$$\text{Digestible energy (DE)} = \text{Gross energy intake (GEI)} - \text{Fecal energy (FE)}$$

และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) คำนวณตามสมการของ NRC (2001) ดังนี้

$$\text{Metabolizable energy (ME)} = 0.82\text{DE}$$

ชั่งน้ำหนักโคทดลองทุก 14 วัน ตลอดช่วงการทดลอง 120 วัน เพื่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของโคทดลอง และคำนวณค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน โดยใช้สมการถดถอยอย่างง่าย (Simple linear regression) ระหว่างค่าน้ำหนักตัว กับจำนวนวันของการทดลอง

$$y = a + bx$$

เมื่อ	$y = \text{body weight}$	$a = \text{intercept}$
	$b = \text{slope (ADG)}$	$x = \text{day number of fed}$

การประเมินการสะสมองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานที่กักเก็บได้ของร่างกายโคทดลอง ด้วยวิธีการฆ่าชำแหละซากเปรียบเทียบ (Comparative slaughter method, Lofgreen, 1965)

สุ่มโคทดลองจำนวน 3 ตัว จากโคทดลองทั้งหมด 30 ตัว ฆ่าชำแหละซาก เพื่อการสะสมองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานที่กักเก็บได้ในร่างกายเป็นกลุ่มเริ่มต้น (initial group) และที่เหลือ 27 ตัว จะถูกฆ่าชำแหละซากเช่นเดียวกับกลุ่มแรก หลังการเลี้ยงผ่านไป 120 วัน

ขั้นตอนการฆ่าชำแหละ เริ่มจากการอดน้ำอดอาหารโคทดลอง นาน 12 ชั่วโมง (Lofgreen, 1965) ชั่งน้ำหนักโคทดลองก่อนฆ่าชำแหละจะได้น้ำหนัก Shrunk Body Weight แล้วชำแหละเอาส่วนของ หัว แข้ง หนัง หาง เลือด และอวัยวะภายใน (internal organs) ออกให้หมด ชั่งน้ำหนักซากอุ่น (hot carcass) จากนั้นผ่าซากตามยาวของลำตัว (longitudinal of body) นำซากด้านขวามาหาความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นสัมพัทธ์ (carcass specific gravity) ในน้ำ ตามหลักการของ Archimedes' principle

$$D = m/v$$

เมื่อ	$D = \text{ความหนาแน่นของซาก (kg/m}^3\text{)}$

m = มวลของซากอุ่นที่ชั่งบนอากาศ (kg)

v = ปริมาตรของน้ำที่ล้น (kg)

แล้วนำมาคำนวณค่าการสะสมองค์ประกอบของร่างกาย (body composition) และการกักเก็บพลังงาน (energy retention) ตามสมการของ Lofgreen (1965) และ Reid *et al.* (1955) ดังนี้

สมการที่ 1 น้ำหนักซากเปล่า (Empty BW)

$$\text{Empty BW} = 31.8 + 1.45x$$

เมื่อ x = warm carcass weight in kg

สมการที่ 2 ค่าความถ่วงจำเพาะของซาก (Carcass specific gravity)

$$\text{Carcass specific gravity} = \text{carcass density} / \text{water density}$$

สมการที่ 3 Specific gravity of whole empty body = $0.9955x - 0.0013$

เมื่อ x = carcass specific gravity

สมการที่ 4 ปริมาณน้ำในร่างกาย (Percent body water)

$$\text{Percent body water} = 100[(4.008) - (3.620/y)]$$

เมื่อ y = empty body specific gravity as determined in equation 3

สมการที่ 5 เปอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย (Percent body fat)

$$\text{Percent body fat} = 337.88 + 0.2406x - 188.91 \log x$$

เมื่อ x = percent body water determined in equation 4

สมการที่ 6 เปอร์เซนต์โปรตีนในซากปราศจากไขมัน (Proteins in the fat-free dry matter)

$$\text{Percent body protein} = 80.80 - 0.00078z$$

เมื่อ P = percent protein in the fat free dry matter

z = age of the animals in days

สมการที่ 7 เปอร์เซนต์ของโปรตีนที่ปราศจากไขมันในซากเปล่า (Percent of fat free protein in the empty body)

$$P1 = [P (\text{percent fat-free dry matter})]/100$$

เมื่อ $P1$ = percent protein in the empty body

สมการที่ 8 เปอร์เซนต์ของวัตถุแห้งที่ปราศจากไขมันในซากเปล่า (Percent of fat-free dry matter in the empty body)

$$\text{Percent of fat-free dry matter in the empty body} = 100.00 - (X + Y)$$

เมื่อ X = empty body water (%)

Y = body fat (%)

สมการที่ 9 เปอร์เซนต์เถ้าในร่างกาย (Ash in fat-free dry matter (%))

$$A = 19.07 + 0.00101Z$$

เมื่อ A = ash in fat-free dry matter Z = age of animal (day)

คำนวณการกักเก็บพลังงาน (Energy retained) ใช้ค่า Caloric value;

Fat = 9367 kcal/kg of fat (Blaxter and Rook, 1953)

Protein = 5686 kcal/kg of protein (Garrett, 1958)

และการเพิ่มขึ้นของการสะสมพลังงานและโปรตีน โดยการนำข้อมูลของกลุ่มสุดท้ายหักลบออกด้วยข้อมูลเริ่มต้น (baseline 3 cattle)

การประเมินค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโต

ค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต (Protein requirement for gain) ประเมินได้จากการสร้างสมการเชิงเส้นตรงระหว่าง ค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG, g/kgBW^{0.75}/d) เป็นตัวแปรอิสระ (X) และค่าโปรตีนหยาบที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน (Crude protein intake, CPI gCP/kgBW^{0.75}/d) เป็นตัวแปรตาม (Y) และค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโต (Metabolizable energy requirement for gain, ME_g) ประเมินจากการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG, g/kgBW^{0.75}/d) เป็นตัวแปรอิสระ (X) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน (Metabolizable energy intake, MEI kJ/kgBW^{0.75}/d) เป็นตัวแปรตาม (Y) (WTSR, 2008) โดย Proc regression procedure โปรแกรม SAS (1996)

ค่าโปรตีนหยาบที่กินได้ (CP intake) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ (ME intake) ประเมินได้จากปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง (Dry matter intake, DMI) ค่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหารให้ (feed chemical composition) และอาหารเหลือ (feed refusal)

การประมวลผลข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดจากการทดลองจะนำเข้าประมวลผลและวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ โดยการวิเคราะห์หาความแปรปรวนร่วม Analysis of covariance (ANCOVA) จากน้ำหนักตัวเริ่มต้นของโคหากพบว่าน้ำหนักเริ่มต้นมีอิทธิพลต่อค่าสังเกตก็จะคงไว้ในโมเดล แต่หากไม่พบก็จะลบออกจากโมเดล และวิเคราะห์ความแปรปรวน analysis of variance (ANOVA) ด้วย PROC GLM โดยใช้โปรแกรม SAS (SAS, 1996) ตามแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ที่จัดทรีทเมนต์แบบ Factorial เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซนต์ โดยพิจารณาถึงอิทธิพลเนื่องจาก อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของระดับโปรตีนและพลังงานที่กินได้ ปัจจัยของระดับพลังงานที่กินได้ และปัจจัยของระดับโปรตีน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารทดลอง

อาหารทดลองที่ใช้ ประกอบด้วย อาหารหยาบใช้หญ้าแพงโกลา (*Digitaria decumbens*) อายุการตัดอยู่ในช่วง 45-60 วัน นำหญ้าแพงโกลาแห้งมาสับด้วยเครื่องสับ ให้มีขนาด 10-15 เซนติเมตร ก่อนนำไปเลี้ยงโคทดลอง อาหารขึ้นได้จากการผสมวัตถุดิบอาหารประกอบด้วย มันเส้น กากถั่วเหลือง

กากมะพร้าว กากเมล็ดนุ่น กากน้ำตาล ปูนขาว และแร่ธาตุผสมสำเร็จรูป ผสมตามสัดส่วนในแต่ละสูตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ส่วนประกอบของวัตถุดิบในสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองแสดงในตารางที่ 1 และ 2 พบว่า อาหารทดลองที่ผสมให้โคกิน มีค่าโปรตีนรวม (Crude protein, CP) โดยเฉลี่ย ระดับต่ำ กลาง และสูง เท่ากับ 12.96 14.43 และ 15.86 %CP และมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) โดยเฉลี่ย ระดับต่ำ กลาง และสูง เท่ากับ 11.36, 11.60 และ 12.03 MJ/kg DM ตามลำดับ ค่าโปรตีนและพลังงานที่ได้จากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่ได้ไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ อาจเกิดจากความแปรปรวนของแหล่งวัตถุดิบอาหารที่มาจากหลายแหล่ง ตลอดจนการแปรรูปที่ต่างกันทำให้ค่าโภชนะผันแปรตามคุณภาพวัตถุดิบอาหาร (McDonald *et al.*, 2002) อย่างไรก็ตาม สูตรอาหารทั้งหมดมีความเหมาะสมของค่าโปรตีนและพลังงาน ไม่ต่ำกว่าความต้องการโภชนะสำหรับเลี้ยงโคเนื้อระยะรุ่น

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลอง ทั้ง 9 สูตร^{1/}

Item	Dietary treatments								
	LE-LP	LE-MP	LE-HP	ME-LP	ME-MP	ME-HP	HE-LP	HE-MP	HE-HP
Ingredients, %									
Pangola grass	78.50	72.19	65.55	58.47	51.62	48.16	37.06	34.67	31.83
Cassava chip	1.00	1.00	1.00	21.52	20.59	16.02	42.61	39.97	37.28
Soybean meal	9.50	11.00	13.00	10.56	11.00	13.00	12.00	15.00	18.00
Coconut meal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.37	1.00	1.00	1.00
Kapok seed meal	4.55	9.36	14.00	3.00	10.35	12.00	1.88	3.92	6.44
Molasses	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Urea	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Sulfur	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Dolomite	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mixed minerals	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35

^{1/} LE = low energy, ME = medium energy, HE = high energy, LP= low protein, MP = medium protein, HP = high protein.

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี และค่าความเข้มข้นของพลังงานของสูตรอาหารทดลองทั้ง 9 สูตร^{1/}

Item	Dietary treatments								
	LE-LP	LE-MP	LE-HP	ME-LP	ME-MP	ME-HP	HE-LP	HE-MP	HE-HP
Chemical composition, %									
DM	93.0	93.4	89.6	93.3	93.4	93.3	93.6	93.1	93.0
OM	89.3	88.8	88.4	90.2	89.5	89.3	89.7	90.1	82.7
Ash	10.6	11.2	11.5	9.7	10.4	10.6	10.2	9.9	17.2
CP	13.8	14.7	15.6	12.5	12.5	15.1	12.6	16.1	16.9
EE	1.3	1.7	1.9	1.1	1.7	2.1	1.2	1.4	1.4
CF	28.2	28.4	28.5	21.4	21.4	21.6	14.8	15.4	15.4
NFE	45.9	43.9	42.2	55.0	53.8	50.4	61.0	57.0	48.8
NDF	61.8	60.3	58.1	57.0	52.0	51.5	46.5	45.4	44.3
ADF	37.1	36.6	36.0	28.7	28.6	29.5	20.7	22.1	21.2
ADL	5.3	6.0	6.5	4.0	4.9	5.6	3.0	3.4	3.5
Energy content, MJ/kg DM									
GE	16.9	17.1	17.4	16.8	16.9	17.1	16.4	17.6	17.8
DE	14.3	13.8	13.6	14.2	13.9	14.4	14.2	14.7	15.0
*ME	11.7	11.3	11.1	11.6	11.4	11.8	11.7	12.1	12.3

^{1/} LE = low energy, ME = medium energy, HE = high energy, LP= low protein, MP = medium protein HP = high protein. DM = dry matter, OM = organic matter, CP = crude protein, EE = ether extract CF = crude fiber, NFE = nitrogen free extract, NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber ADL = acid detergent lignin, GE = gross energy, DE = digestible energy, ME = metabolizable energy, *ME=DE x 0.82 (NRC, 2000)

ปริมาณกินโภชนาได้ของโคברהมัน

โคברהมันเพศผู้ระยะรุ่น กินอาหารในรูปของวัตถุดิบแห้ง (Dry matter intake, DMI) อยู่ในช่วงระหว่าง 5.60-7.17 กิโลกรัมวัตถุดิบแห้งต่อวัน คิดเป็นหน่วยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 2.45-2.60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (% body weight) ซึ่งใกล้เคียงกับระดับที่กำหนดไว้ (2.6 %BW) โคที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในระดับสูง พบว่า มีการกินได้สูงสุดกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3) และไม่พบอิทธิพลร่วม ($P>0.05$) ระหว่างระดับของโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบแห้งและอินทรีย์วัตถุ (organic matter intake, OMI)

การกินโปรตีน (Crude protein intake, CPI) ในหน่วยของกรัมต่อกิโลกรัมวัตถุดิบแห้งที่กินได้ (g/kg DMI) และกรัมต่อน้ำหนักเมทาบอลิก (g/kgBW^{0.75}) พบว่า ได้รับอิทธิพลร่วม ($P<0.05$) ระหว่างระดับของโปรตีนและพลังงาน โดยมีการกินโปรตีนอยู่ระหว่าง 12.66-15.26 g/kg DMI, 12.55-15.84 g/kg BW^{0.75}/d และกินโปรตีนได้ในหน่วยของกรัมต่อวันอยู่ระหว่าง 757.43-1037.45 g/d แต่ไม่ได้เกิดจากอิทธิพลร่วม ($P>0.05$) ระหว่างระดับโปรตีนและพลังงาน และโคกินโปรตีนได้สูงกว่าที่กำหนดไว้ 3 ระดับ (ระดับต่ำที่กำหนดไว้ 578 กลาง 747 และสูง 916 g CP/d ตามลำดับ)

การกินพลังงานที่ใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy intake, MEI) พบว่า ได้รับอิทธิพลร่วม ($P < 0.05$) ระหว่างระดับโปรตีนและพลังงาน ในหน่วยของเมกะจูลต่อวัน (MJ/d) และหน่วยกิโลจูลต่อน้ำหนักเมตาบอลิกต่อวัน ($\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$) โดยมีการกินพลังงาน MEI อยู่ระหว่าง 43.00-58.11 MJ/d และ 729.67-895.11 $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ ซึ่งการทดลองครั้งนี้พบว่า โคกินพลังงานได้เกินกว่าระดับที่ตั้งไว้ 3 ระดับ (ระดับต่ำกำหนดไว้ 39.45 กลาง 46.25 และสูง 53.05 MJ/d) เช่นเดียวกับการกินโปรตีนซึ่งเป็นไปตามปกติของสัตว์ที่อยู่ในช่วงเจริญเติบโต (growing) มีความต้องการพลังงานและโปรตีน เพื่อใช้ในการสร้างผลผลิตต่างของร่างกายเพื่อเพิ่มขนาดของโครงร่างกล้ามเนื้อและระบบสืบพันธุ์

นักวิจัยในกลุ่มของ Bach *et al.*, 2005; Schroeder and Titgeneyer, 2008 อธิบายเพิ่มเติมว่าเมื่อเสริมโปรตีนในปริมาณที่จำกัด การสะสมของโปรตีน จะเพิ่มขึ้นในลักษณะเป็นเส้นตรงเมื่อกินโปรตีนได้เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงจุดที่พลังงานเปลี่ยนเป็นตัวจำกัด สัตว์มีการตอบสนองเป็นเวลาไม่นาน หรือตอบสนองเพียงบางส่วนต่อการเสริมระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้น การเสริมพลังงานจะมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการกรดอะมิโน และการกินพลังงานได้สูงทำให้ศักยภาพของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต ส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ และอีกส่วนหนึ่งผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids, VFA) เพื่อเป็นแหล่งพลังงานหลักของสัตว์

โคบราห์มันเพศผู้มีความสามารถในการย่อยได้ (Apparent digestibility) ในรูปของ วัตถุแห้ง (DMD) อินทรีย์วัตถุ (OMD) โปรตีนหยาบ (CPD) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDFD) อยู่ในช่วงระหว่าง 53.59-60.35 %DMD, 56.48-62.78 %OMD, 61.83-72.23 % CPD และ 45.48-52.10 %NDFD ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยมีได้รับอิทธิพลร่วม ($P < 0.05$) ระหว่างระดับโปรตีนและพลังงาน

ตารางที่ 3 ผลของโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ต่อการกินได้วัตถุแห้ง โภชนะต่างๆ

Item	CP intake			ME intake			SEM	P-value ^{2/}		
	L	M	H	L	M	H		CP	ME	CPxME
Animals	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-
DMI										
kg/d	7.17	5.89	5.72	5.60 ^c	6.24 ^b	6.94 ^a	0.34	ns	*	ns
% BW	2.60	2.52	2.45	2.48	2.50	2.60	0.09	ns	ns	ns
OMI										
kg/d	6.46 ^a	5.16 ^b	5.13 ^b	5.02 ^b	5.64 ^a	6.09 ^a	0.29	*	*	ns
% BW	2.35 ^a	2.27 ^a	2.14 ^b	2.22	2.26	2.28	0.07	*	ns	ns
CPI										
g/kg DMI	12.69 ^b	13.37 ^b	15.26 ^a	13.47 ^b	12.66 ^c	15.19 ^a	0.44	*	*	*
g/d	907.62	772.60	903.91	757.43 ^b	789.24 ^b	1037.45 ^a	63.88	ns	*	ns
% BW	0.32 ^b	0.33 ^b	0.37 ^a	0.33 ^b	0.31 ^b	0.39 ^a	0.01	*	*	*
g/kg BW ^{0.75} /d	13.41	13.22	14.69	12.92 ^b	12.55 ^b	15.84 ^a	0.80	ns	*	*
NDFI										
kg/d	3.92 ^a	3.01 ^b	3.00 ^b	3.42	3.36	3.15	0.17	*	ns	ns
% BW	1.43 ^a	1.33 ^b	1.26 ^b	1.51 ^a	1.34 ^b	1.17 ^c	0.04	*	*	ns

- ^{a,b,c} Mean within rows with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

- ^{2/} ns = non-significant, * $P < 0.05$, SEM = standard error of the mean, L = low, M = medium, H = high, DMI = Dry matter intake, OMI = Organic matter intake, CPI = Crude protein intake, NDFI = neutral detergent fiber intake

ตารางที่ 4 การย่อยได้ของวัตถุดิบ โภชนะต่างๆ ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พลังงาน การขับถ่ายมูล และสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคברהมันเพศผู้ ระยะรุ่น

Item	CP intake			ME intake			SEM	P-value ^{2/}		
	L	M	H	L	M	H		CP	ME	CPxME
Apparent digestibility, %										
DMD	53.59	57.22	60.35	53.77	58.02	59.86	2.72	ns	*	*
OMD	56.48	60.27	62.78	56.49	60.97	62.58	2.48	ns	*	*
CPD	61.83	67.66	72.23	70.19	66.46	65.58	3.17	*	ns	*
NDFD	45.48	48.07	52.10	50.93	49.36	45.79	3.60	ns	ns	*
Energy intake, MJ/d										
GE intake	120.00	103.22	98.66	96.44 ^b	105.88 ^b	119.55 ^a	6.02	ns	*	ns
DE intake	62.37	57.77	64.77	52.66	61.00	71.11	5.33	ns	*	*
ME intake	51.00	47.33	53.00	43.00	50.12	58.11	4.45	ns	*	*
Energy intake, kJ/kgBW ^{0.75} /d										
GE intake	1791.38	1692.78	1680.78	1647.22 ^b	1694.00 ^b	1812.89 ^a	51.74	ns	*	ns
DE intake	945.25	986.89	1041.00	889.89	997.38	1091.67	75.16	ns	*	*
ME intake	775.13	809.11	853.56	729.67	817.75	895.11	61.62	ns	*	*
Energetic efficiency										
DE/GE	0.52	0.57	0.61	0.53	0.58	0.60	0.03	*	*	*
ME/GE	0.43	0.47	0.50	0.43	0.48	0.49	0.02	*	*	*
Fecal excretion										
kg DM/d	3.33	2.42	2.25	2.54	2.53	2.84	0.15	*	ns	*
MJ/d	57.01	40.98	38.35	43.80	42.45	48.48	3.14	*	ns	*
N, g/d	64.02	57.49	54.44	65.92	55.07	53.97	9.47	ns	ns	ns
Growth performance										
Initial live weight	240.33	197.72	213.83	207.00	221.44	223.44	30.76	ns	ns	ns
Final live weight	314.55	272.44	261.77	247.88 ^c	290.11 ^b	310.77 ^a	8.97	ns	*	ns
Mean live weight	277.44	243.13	229.75	227.44 ^c	255.77 ^b	267.11 ^a	4.48	ns	*	ns
Weight Gain	74.22	64.05	58.61	40.88 ^c	68.66 ^b	87.33 ^a	8.72	ns	*	ns
ADG g/d	948 ^a	759 ^b	688 ^b	484 ^c	820 ^b	1091 ^a	76.20	*	*	ns
Gain: Feed, g/kg	132.26	132.08	115.16	86.05	132.34	161.10	10.22	*	*	*

- ^{a,b,c} Mean within rows with different superscripts are significantly different (P<0.05)

- ^{2/}ns = non-significant, *P<0.05, SEM = standard error of the mean, L = low, M = medium, H = high, DMD = dry matter digestibility, OMD = organic matter digestibility, CPD = crude protein digestibility, NDFD = neutral detergent fiber digestibility.

สมรรถนะการเจริญเติบโตของโคบราห์มัน

โคบราห์มันมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain, ADG) อยู่ในช่วงระหว่าง 484-1091 กรัมต่อวัน โดยที่ไม่มีผลจากอิทธิพลร่วม ($P>0.05$) ระหว่างระดับโปรตีนและพลังงาน (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาแยกส่วนระหว่างกลุ่มโคที่ได้รับโปรตีน และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่า โคในกลุ่มที่ได้รับโปรตีนรวมที่ระดับต่ำ (578 g CP/d) มีค่า ADG สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 948 กรัมต่อวัน สูงกว่าโคกลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับกลาง (747 g CP/d) ที่มี ADG เท่ากับ 759 กรัมต่อวัน และระดับสูง (916 g CP/d) มี ADG เท่ากับ 688 กรัมต่อวัน โดยโคที่ได้รับโปรตีนระดับกลางและระดับสูงมีค่า ADG ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ตามลำดับ ผลครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Gleghorn *et al.* (2004) รายงานว่า เมื่อให้อาหารที่มีโปรตีนในอาหารมากกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ไม่ทำให้สมรรถนะการเจริญเติบโต หรือคุณภาพซากดีขึ้น แต่พบว่าการให้โปรตีนในอาหารที่ระดับ 13 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับโคขุนเพศผู้ตอนก่อนวัยหนุ่ม (steer) ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักซากอุนดีที่สุด

ผลการวิจัยนี้อาจสรุปได้ว่า เมื่อโคได้รับโปรตีนรวมในสูตรอาหารที่ระดับ 12.96 %CP ร่วมกับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับ 83.49 MJ/d หรือ 12.03 MJ ME/kgDM จะส่งผลทำให้โคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอนน้ำหนักตัว 200 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด

ในส่วนของระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้พบว่า โคที่ได้รับพลังงาน MEI ที่ระดับสูงมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด (1,091 g/d) รองลงมาเป็นระดับกลาง (820 g/d) และระดับต่ำ (484 g/d) ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนทางสถิติ ($P<0.05$)

อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า ค่า ADG ของโคยังไม่ถึงเกณฑ์ที่พยากรณ์ (predicted) ไว้ (ADG ที่พยากรณ์ให้โคโตได้วันละ 600, 900 และ 1,200 กรัมต่อวัน) โดยใช้สมการทำนายการเจริญเติบโตของโคบราห์มัน ที่แนะนำโดย WTSR (2008) (หน้า 71-77) แต่ก็ได้ค่า ADG ในช่วงที่ใกล้เคียง (484-1091 กรัมต่อวัน) และค่า ADG นี้ยังใกล้เคียงกับการศึกษาของ โอสธ และคณะ (2554) ที่พบว่า เมื่อให้อาหารโคบราห์มันแก่เพศผู้ที่มีโปรตีนแตกต่างกัน 4 ระดับ (11.97, 12.64, 13.31, 13.99 %CP) และพลังงาน ME ระดับเดียวกัน (8.99 MJ/kg) โคมี ADG อยู่ระหว่าง 562-930 กรัมต่อวัน

การสะสมและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และพลังงานในซากโคบราห์มัน โดยวิธีการชำแหละซากเปรียบเทียบ (Comparative slaughter technique)

ข้อมูลเริ่มต้น (Baseline data) การสะสมองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานในร่างกายของโคบราห์มันระยะรุ่น แสดงใน ตารางที่ 5 โคมีน้ำหนักตัวอดอาหาร (shrunk body weight) เฉลี่ย 254.83 กิโลกรัม น้ำหนักซากเปล่า (empty body weight) เฉลี่ย 218.37 กิโลกรัม น้ำหนักซากอุน (hot carcass weight) 128.67 กิโลกรัม มีการสะสมไขมัน โปรตีน น้ำ แร่ธาตุรวม (ash) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากเปล่า เท่ากับ 7.86, 15.73, 72.57, 19.60 ตามลำดับ และมีพลังงานที่กักเก็บในร่างกาย (energy retain, ER) เฉลี่ย 1,489.97 MJ

ตารางที่ 5 ข้อมูลเริ่มต้น (Baseline data) องค์ประกอบในร่างกายของโคบราห์มันระยะรุ่น (จำนวนโค 3 ตัว)

Item	Mean $\pm$ Standard Deviation (SD)
Shrunk body weight, SBW (kg)	254.83 $\pm$ 66.73
Empty body weight, EBW (kg)	218.37 $\pm$ 47.62
Hot carcass weight, kg	128.67 $\pm$ 32.84
Body fat, % of EBW	7.86 $\pm$ 25.04
Body protein, % of EBW	15.73 $\pm$ 3.54
Body water, % of EBW	72.57 $\pm$ 27.62
Body ash, % of EBW	19.60 $\pm$ 0.21
Energy in fat, MJ	672.74
Energy in protein, MJ	817.23
Energy retain, MJ	1,489.97

การสะสมและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และพลังงานในซากโคบราห์มัน แสดงในตารางที่ 6 พบว่า การสะสมและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และพลังงานในซากโค ไม่ได้รับอิทธิร่วม ($P>0.05$) ระหว่างระดับโปรตีนและพลังงาน แต่เมื่อพิจารณาแยกในแต่ละระดับของโปรตีนและพลังงาน พบว่า น้ำหนักตัวอดอาหาร (shrunk body weight, SBW) และน้ำหนักซากเปล่า (empty body weight, EBW) ในกลุ่มที่ได้รับพลังงานที่ระดับสูงจะมีน้ำหนัก SBW และ EBW สูงสุด ($P<0.05$) เท่ากับ 325.3 และ 296.3 kg รองลงมาเป็นระดับกลาง SBW = 288.1, EBW = 241.4 kg และระดับต่ำ SBW = 258.6, EBW = 219.7 kg ตามลำดับ และมีการเพิ่ม (gain) ของ SBW และ EBW ในโคกลุ่มที่ได้รับพลังงานระดับสูง ($P<0.05$) แต่พบว่า การสะสมไขมัน โปรตีน และแร่ธาตุรวมในร่างกายของโคกลุ่มสุดท้าย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับการสะสมพลังงาน (energy retain) ระหว่างระดับพลังงานในอาหารที่ได้รับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กลุ่มที่ได้รับพลังงานที่ระดับสูงมีการเก็บกักพลังงานเพิ่มขึ้นสูงสุด ($P<0.05$) เท่ากับ 1,604 MJ รองลงมาเป็นระดับกลาง เท่ากับ 1,289 MJ และระดับต่ำ เท่ากับ 1,072 MJ ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ผลของโปรตีนและพลังงานต่อการสะสมและการเปลี่ยนแปลงการสะสมองค์ประกอบทางเคมี และพลังงานในร่างกายของโคกลุ่มสุดท้าย

Item	CP intake			ME intake			SEM	P-value ^{4/}		
	L	M	H	L	M	H		CP	ME	CPxME
Final group										
No. of cattle	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-
Shrunk BW, kg	308.5 ^a	276.6 ^b	287 ^{ab}	258.6 ^c	288.1 ^b	325.3 ^a	7.3	*	*	ns
Empty BW, kg	271.6	236.0	249.7	219.7 ^b	241.4 ^b	296.3 ^a	7.7	ns	*	ns
HCW, kg	159.0	128.3	137.5	118.8	137.9	165.8	11.6	ns	*	ns
DM % of EBW	23.1	22.9	22.4	22.9	22.8	22.5	0.4	ns	ns	ns
Fat, % of EBW	14.3	16.0	23.1	17.4	15.1	22.1	2.8	ns	ns	ns
Protein, % of EBW	18.5	18.3	17.9	18.4	18.2	18.1	0.3	ns	ns	ns
Water, %EBW	74.4	64.8	54.4	59.5	65.6	68.3	8.5	ns	ns	ns
Ash, %EBW	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	-	ns	ns	ns
Energy retain in fat, MJ	1754	1700	1766	1595	1730	1925	71.2	ns	ns	ns
Energy retain in protein, MJ	1065	1032	1072	968 ^b	1050 ^{ab}	1169 ^a	43.24	ns	*	ns
Total energy retain in carcass, MJ	505.6	494.2	519.9	483.5 ^b	508.5 ^{ab}	532.2 ^a	7.2	ns	*	ns
Empty body performance										
Shrunk BW gain	53.6	21.8	32.1	3.84 ^c	33.34 ^b	70.5 ^a	7.3	ns	*	ns
Empty BW gain	53.2	17.6	31.4	1.33 ^b	23.0 ^b	77.9 ^a	7.7	ns	*	ns
Fat gain	6.4	8.1	15.3	9.5	7.2	14.2	2.8	ns	ns	ns
Protein gain	2.8	2.6	2.2	2.7	2.5	2.3	0.3	ns	ns	ns
Ash gain	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	-	ns	ns	ns
Energy in fat gain (MJ)	1081	1027	1093	921 ^b	1056 ^{ab}	1252 ^a	71.2	ns	*	ns
Energy in protein gain (MJ)	247	215	254	150 ^b	232 ^{ab}	351 ^a	43.2	ns	*	ns
Total energy retain gain (MJ)	1328	1243	1348	1072 ^b	1289 ^{ab}	1604 ^a	114.4	ns	*	ns

- ^{4/}ns = non-significant, *P<0.05, SEM = standard error of the mean, L = low, M = medium, H = high, HCW = hot carcass weight, DM = dry matter, EBW = empty body weight

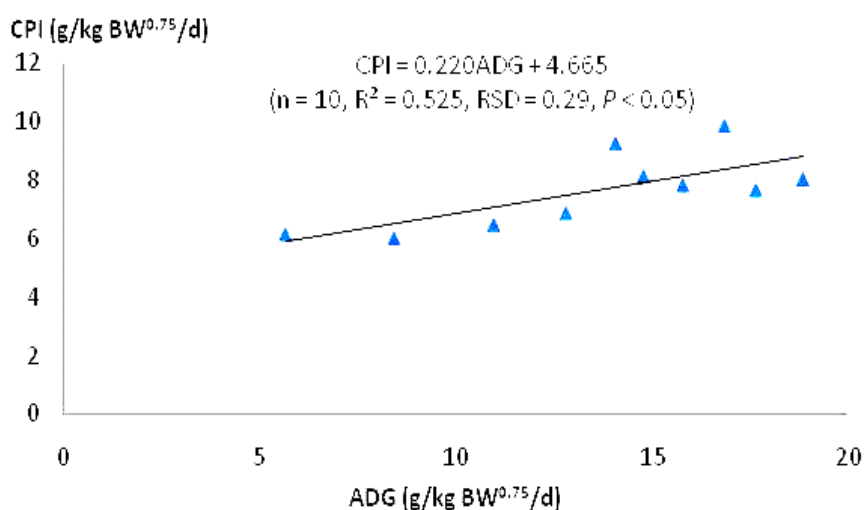
ความต้องการโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของโคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอน ระยะรุ่น ในช่วงน้ำหนัก 200 ถึง 280 กิโลกรัม

การประเมินค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (for maintenance) และการเจริญเติบโต (for growth) ความต้องการโปรตีนได้จากการสร้างสมการเส้นตรงระหว่าง ค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG, g/kgBW^{0.75}/d) เป็นตัวแปรอิสระ (X) และค่าโปรตีนที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน (Crude protein intake, CPI gCP/kgBW^{0.75}/d) เป็นตัวแปรตาม (Y) และความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ จากค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG, g/kgBW^{0.75}/d) เป็นตัวแปรอิสระ (X) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน (Metabolizable energy intake, MEI kJ/kgBW^{0.75}/d) เป็นตัวแปรตาม (Y) (WTSR, 2008) โดย Proc regression procedure โปรแกรม SAS (1996)

จากข้อมูลในช่วงการเลี้ยงทดลอง (feeding trial) พบว่า โคบราห์มันมีความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพ (crude protein for maintenance, CP_m) เท่ากับ 4.66 g/kg BW^{0.75}/d และมีความ

ต้องการโปรตีนเพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัว (crude protein for growth, CP_g) $100 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ เท่ากับ $26.66 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ มีค่า CP_m ใกล้กับ WTSR (2008) ที่รายงานไว้ โคสายพันธุ์ บราห์มันมี CP_m เท่ากับ $4.52 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ และมีความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตหรือการเพิ่มน้ำหนักตัว $100 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ เท่ากับ $60.52 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ (WTSR, 2008) จะเห็นว่า ค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตของงานวิจัยครั้งนี้ มีค่าน้อยกว่า WTSR สาเหตุอาจมาจากจำนวนของชุดข้อมูลครั้งนี้มีน้อย (ใช้ได้ 10 ชุดข้อมูลจาก 27 ชุดข้อมูล ซึ่งต่างกับ WTSR ที่มีชุดข้อมูลงานวิจัยถึง 73 ชุด) แต่เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการนำเข้าประมวลผล จะมีขั้นตอนตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วย Proc Correlation และการกระจายของข้อมูลด้วย Proc Univariate procedure เพื่อตรวจสอบชุดข้อมูลที่มีความผิดปกติ (outlier) ในส่วนของค่า extremes (ค่าสูงสุด-ต่ำสุด) ของข้อมูลก่อนทำการวิเคราะห์ถดถอย Proc regression ด้วยโปรแกรม SAS และอีกหนึ่งสาเหตุอาจเป็นผลจากที่รายงานของ WTSR เกิดจากการวิเคราะห์ห่อภิณ (meta analysis) ซึ่งไม่ได้มีการคัดกรองในเรื่องของเพศโค

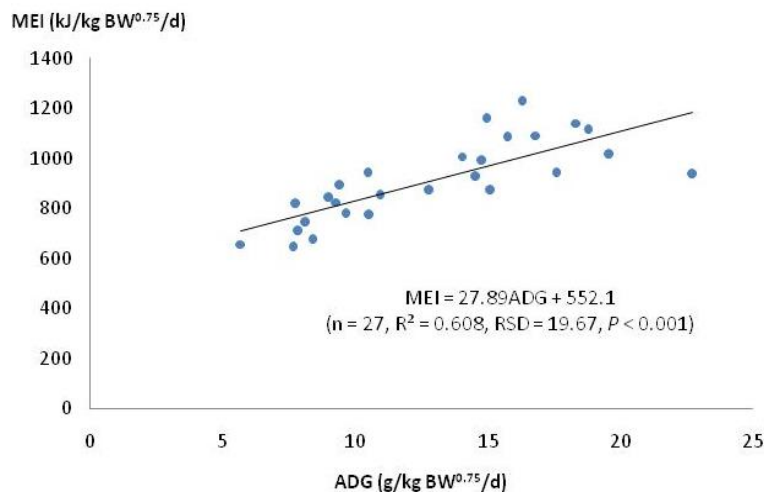
อย่างไรก็ดี จำนวนชุดข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความต้องการโปรตีนของโคบราห์มันครั้งนี้มีค่า 10 ชุด ซึ่งถือว่ามีความเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติ และมีความน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาจากค่า R^2 เท่ากับ 0.525 นั้นบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินได้ของโปรตีน และอัตราการเจริญเติบโตของโคบราห์มันมีความสัมพันธ์กัน 52.5 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน รูปที่ 1 และได้สมการทำนายค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของโคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอนระยะรุ่น ที่มีน้ำหนักตัวระหว่าง 200 ถึง 280 กิโลกรัม คือ $CPI = 0.22 \times ADG + 4.66$ ($R^2 = 0.525$, $n = 10$, $RSD = 0.29$, $P < 0.05$)



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG, $\text{g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$) กับค่าโปรตีนที่กินได้ (CPI, $\text{g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$) ของโคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอนระยะรุ่น น้ำหนักตัว 200 ถึง 280 กิโลกรัม

ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของโคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอนระยะรุ่น ในการทดลองครั้งนี้ ค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (Metabolizable energy for maintenance, ME_m) เท่ากับ $552.1 \text{ kJ/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ และค่าความต้องการพลังงาน ME for gain or

growth, ME_g หรือเพื่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว $100 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ เท่ากับ $3,341.10 \text{ kJ/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ มีค่าสูงกว่าของ WTSR (200) และงานของ Ferrell and Jenkins (1998) รายงานว่า โค브ราห์มันมีค่า ME_m เท่ากับ 486 และ $488 \text{ kJ/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ ผลวิจัยครั้งนี้ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่โคกินได้ และอัตราการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กัน 60.8% ($R^2 = 0.608$) ดังแสดงในรูปภาพที่ 2 และได้สมการทำนายค่าความต้องการ ME for growth เท่ากับ $MEI = 27.89 \times ADG + 552.1$ ($R^2 = 0.61, n = 27, RSD = 102.26, P < 0.001$)



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ (MEI, $\text{kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$) และค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG, $\text{g/kgBW}^{0.75}/\text{d}$) ของโคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอน ระยะรุ่น น้ำหนัก 200 ถึง 280 กิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ พบว่า โคบราห์มันมีการกินได้ในรูปของวัตถุแห้ง (Dry matter intake, DMI) มีค่า DMI อยู่ในช่วงระหว่าง 5.60-7.17 กิโลกรัมต่อวัน กินโปรตีนหยาบ (Crude protein intake, CPI) ได้ในช่วง $12.55\text{-}15.84 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ หรือกินโปรตีนได้ออยู่ระหว่าง $757.43\text{-}1037.4 \text{ g/d}$ กินพลังงานที่ใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy intake, MEI) อยู่ระหว่าง $43.00\text{-}58.11 \text{ MJ/d}$ และ $729.67\text{-}895.11 \text{ kJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ

ความสามารถในการย่อยได้ (Apparent digestibility) ในรูปของ วัตถุแห้ง (DMD) อินทรีย์วัตถุ (OMD) โปรตีนหยาบ (CPD) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDFD) อยู่ในช่วงระหว่าง $53.59\text{-}60.35 \%$ DMD, $56.48\text{-}62.78 \%$ OMD, $61.83\text{-}72.23 \%$ CPD และ $45.48\text{-}52.10 \%$ NDFD ตามลำดับ

การเพิ่มขึ้น (gain) ในส่วนของ SBW และ EBW มีค่าสูงสุด เมื่อได้รับพลังงานที่ระดับ 12.03 MJ/kg DM ร่วมกับโปรตีนระดับ 12.96% CP ในสูตรอาหาร แต่การสะสมองค์ประกอบทางเคมี (ไขมัน โปรตีน แร่ธาตุรวม) ไม่มีความแตกต่างกัน

โคบราห์มันเพศผู้ไม่ตอน ระยะรุ่น น้ำหนักตัว 200 ถึง 280 กิโลกรัม มีความต้องการโปรตีนสำหรับการดำรงชีพ เท่ากับ $4.66 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ และการเจริญเติบโต $100 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{d}$ เท่ากับ 26.66

g/kg BW^{0.75}/d และต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต 100 g/kg BW^{0.75}/d เท่ากับ 552.1 kJ/kg BW^{0.75}/d และ 3,341.10 kJ/kg BW^{0.75}/d ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2554. โคพันธุ์บราห์มัน. กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. ค้นเมื่อ 11 มิถุนายน 2554, จาก http://www.dld.go.th/breeding/b/Ready/Br_breed.html.
- กฤตพล สมมาตย์. 2550. โภชนพลังงานศาสตร์ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นัทธมน ตั้งจิตวัฒนาชัย และกฤตพล สมมาตย์. 2553. ผลของระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ต่อคุณภาพซากในโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย. ว.แก่นเกษตร. 38 (ฉบับพิเศษ): 120-124.
- บุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรพงษ์ สุริยภัทร และอารีรัตน์ ลุนผา. 2551. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- โอสธ นาคสกุล ศุภชัย อุดชาชน อธิพิล เผ่าไพศาล ศศิธร เจาะจง วรรณภา อ่างทอง และรำไพโร นามสีลี. 2554. ความต้องการโปรตีนและพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตของโคบราห์มันพันธุ์แท้เพศผู้ในช่วงน้ำหนักตัว 250 กิโลกรัม ถึง 350 กิโลกรัม. น. 1-25. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2554. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. Official method of analysis. 15th Edition. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, Arlington press; 1990.
- Agricultural Research Council. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.
- Bach, A., S. Calsamiglia and M. D. Stem. 2005. Nitrogen Metabolism in the Rumen. J. Dairy Sci. 88(E. Suppl.):E9-E21.
- Blaxter, K. L., and J. A. F. Rook. 1953. The heat of combustion of the tissues of cattle in relation to their chemical composition. Br. J. Nutr. 7:83 – 91.
- Ferrell, C. L. and T. G. Jenkins. 1998. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate during the finishing period: Angus, Boran, Brahman and Tuli sires. J. Anim. Sci. 76: 647-657.
- Garrett, W. N. 1958. The comparative energy requirement of sheep and cattle for maintenance and gain. PhD Diss. Univ. California, Davis.

- Gleghorn, J. F., N. A. Elama, 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 finishing beef steers. *J. Anim. Sci.* 82:2705-2717.
- Lofgreen, G.P. 1965. A comparative slaughter technique for determining net energy values with beef cattle. In: Blaxter, K. L. (ed) *Energy Metabolism*. EAAP Publication No. 11. Academic Press, London, pp. 309-317.
- Lofgreen, G. P., and W. N. Garrett. 1968. A system of expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27:793-806.
- McDonald P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh and C. A. Morgan. 2002. *Animal nutrition*. 6th Edition. New York: Pearson Education Ltd.
- National Research Council. 1996. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- National Research Council. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Pond, W.G., D. C. Church, K. R. Pond and P. A. Schoknecht. 2005. *Basic animal nutrition and feeding*. 5th edition. New York: John Wiley & Sons.
- Reid. J. T., G. H. Wellington and H. O. Dunn. 1955. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. The New York Artificial Breeders' Cooperative, Inc., Ithaca, New York.
- SAS. SAS user's guide: Statistics, Version 6.12th Edition. North Carolina: SAS Institute Inc; 1996.
- Schneider, B.H. and W.P. Flatt. 1975. The evaluation of feeding through digestibility experiments. p. 169 Univ. Georgia Press, Athens.
- Schroeder, G. F., and E. c. Titgemeyer. 2008. Interaction between protein and energy supply on protein utilization in growing cattle: A Rev. *Livest. Sci.* 114:1-10. 2434.
- Taylor, C. S., and G. B. Young. 1986. Equilibrium weight in relation to feed intake and genotype in twin cattle. *Anima. Prod.* 10:393-412.
- Taylor, C. S., H. G. Turner, and G. B. Young. 1981. Genetic control of equilibrium maintenance efficiency in cattle. *Anima. Prod.* 33:179-194.
- Taylor, C. S., R. B., Theissen and J. Murray. 1986. Inter-breed relationship of maintenance efficiency to milk yield in cattle. *Anima. Prod.* 43:37-61.

- The Working Committee of Thai Feeding Standard for Ruminant (WTSR). 2008. Nutrient requirements of Beef cattle in Thailand. Department of livestock development ministry of agriculture and cooperatives.
- Van Keulen, J., and B. A. Young. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44:282-7.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and Non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-97.

สมรรถนะการผลิตของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะเป็นอาหารหลัก

ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา^{1/} ภิพบ วารินทร์สะอาด^{2/} จรุณี คำช่วย^{3/} จีระศักดิ์ ชอบแต่ง^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะการผลิตของแพะพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง (*Caganus cajan*) เปรียบเทียบกับหญ้าชิกแนลเลื่อยแห้ง (*Brachiaria humidicola*) และหญ้าพลิแคทุล์แห้ง (*Paspalum plicatulum*) ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block design, RCBD) มี 6 ซ้ำ ใช้แพะพันธุ์พื้นเมืองไทย เพศผู้ อายุ 6 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 14.73 ± 1.56 กิโลกรัม จำนวน 18 ตัว ทดลองนาน 180 วัน

ผลการทดลอง พบว่าปริมาณการกินได้ของแพะทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (691.15, 664.19 และ 633.82 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม แพะที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้งเป็นอาหารหลักมีอัตราการเจริญเติบโต (87.33 กรัมต่อตัวต่อวัน) สูงกว่า ($p<0.05$) แพะที่เลี้ยงด้วยหญ้าชิกแนลเลื่อยและหญ้าพลิแคทุล์ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (69.28 และ 63.07 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของแพะทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (79.52, 75.52 และ 79.45 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แต่แพะที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้งมีผลตอบแทน (640.7 บาทต่อตัว) มากกว่า ($p<0.05$) แพะที่เลี้ยงด้วยหญ้าชิกแนลเลื่อยแห้งและหญ้าพลิแคทุล์ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (581.8 และ 478.4 บาทต่อตัว ตามลำดับ)

คำสำคัญ: สมรรถนะการผลิต แพะพื้นเมือง ถั่วมะแฮะ หญ้าพลิแคทุล์ หญ้าชิกแนลเลื่อย

เลขทะเบียนวิจัย: 52(1)-0214-049

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ตรัง อำเภอสรีบรรพต จังหวัดพัทลุง

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์พิจิตร อำเภอดงเจริญ จังหวัดพิจิตร

^{4/} กลุ่มวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

Productivity of indigenous goats fed *Caganus cajan* as a sole roughage source

Sakda Prajakboonjatsada^{1/} Pipob Varinsaard^{2/} Jarunee Damchaui^{3/} Jeerasak Chobtang^{4/}

Abstract

An experiment was carried out to determine growth performance of Thai native goats received *Caganus cajan* hay (CC), compared with *Brachiaria humidicola* hay (BH) and *Paspalum plicatulum* hay (PP), at Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center, Takbai, Narathiwat. An experimental design was a Randomized Complete Block Design with 6 replications. Animals were 18 Thai native male goats (6 months old) with body weight (BW) of 14.73 ± 1.56 kg, allocated to three treatments (3 roughage sources). The experiment lasted for 180 days.

Results showed that dry matter intake (691.15, 664.19 and 633.82 kg/head/day, respectively) of all goat groups did not differ ($p>0.05$). However, growth performance of goats received CC hay (87.33 grams/head/day) was greater ($p<0.05$) than those received BH hay and PP hay (69.28 and 63.07 grams/head/day, respectively), where growth performance of the latter two groups did not differ ($p>0.05$). Feed cost per 1 kg BW gain (79.52, 75.52 and 79.45 Baht) of all groups did not differ ($p>0.05$). Nevertheless, an economic return of goats received CC hay (640.7 Baht per head) was greater ($p<0.05$) than those received BH hay and PP hay (581.8 and 478.4 Baht per head, respectively).

Keywords: native goat, growth performance, *Caganus Cajan*, *Brachiaria humidicola*, *Paspalum plicatulum*

Registered No.: 52(1)-0214-049

^{1/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hang Chat, Lampang.

^{2/} Phatthalung Animal Nutrition Research and Development Center, Si Banphot, Phatthalung.

^{3/} Phichit Animal Nutrition Research and Development Center, Taphan Hin, Phichit.

^{4/} Research and Development of Animal Feed Group, Bureau of Animal Nutrition Development
Muang, Pathumthani.

คำนำ

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิถีชีวิตของชาวไทยที่นับถือศาสนาอิสลามเพราะนอกจากใช้เนื้อเพื่อการบริโภคแล้ว แพะยังเกี่ยวข้องกับพิธีกรรมทางศาสนาด้วย การเลี้ยงแพะสามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร และสามารถพัฒนาระบบการเลี้ยงให้เข้าสู่ระบบฟาร์มมาตรฐานเพื่อผลิตเนื้อเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นอาหารฮาลาล (Halal) เพื่อการส่งออกได้อีกด้วยการเลี้ยงแพะให้ประสบผลสำเร็จนั้นนอกจากจะต้องมีพันธุ์แพะที่เหมาะสมแล้ว อาหารและการให้อาหารแพะก็เป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งส่งผลไปถึงความล้มเหลวหรือความสำเร็จในการผลิตแพะ เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับต้นทุนในการผลิตและสมรรถนะการผลิตของแพะ (Devendra and Burn, 1983) อาหารหยาบเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก การให้อาหารหยาบคุณภาพดีเลี้ยงแพะให้เพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพ จึงเป็นแนวทางหนึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการเลี้ยงแพะของเกษตรกร

ถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) เป็นพืชตระกูลถั่ว อายุข้ามปี มีลักษณะเป็นทรงพุ่ม เจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แม้กระทั่งดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำ และทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี ถั่วมะแฮะอายุ 90-120 วัน ให้ผลผลิตใบเฉลี่ย 98.5 กิโลกรัมต่อไร่ (วิลลรัตน์และธนิต, 2539) ส่วนของใบมีโปรตีน 21.1-24.6 เปอร์เซ็นต์ (อภิชัย และคณะ, 2532; ปราโมชและคณะ, 2532 และ พิมพาพรและคณะ, 2543) มีเยื่อใยผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และพลังงาน (Total digestible nutrients, TDN) เท่ากับ 34.72 61.10 12.46 และ 39.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (พิมพาพรและคณะ, 2543)

หญ้าชิกแนลเลื่อย (*Brachiaria humidicola*) เป็นพืชค้ำปีและมีไหลแผ่ขยายไปบนพื้นดิน (Stoloniferous หรือ Rhizomatous perennial) มีถิ่นกำเนิดอัฟริกาตะวันออกและใต้ ขยายพันธุ์โดยใช้ไหลและเหง้า เจริญเติบโตคลุมวัชพืชได้เร็วมาก ทนร่มเงาในสวนไม้ยืนต้น จึงใช้ปลูกคลุมดินและปล่อยสัตว์แทะเล็ม สามารถปรับตัวได้ดีในดินที่มีการระบายน้ำเลวและดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนต่อการแทะเล็มของสัตว์แบบ heavy grazing ได้ดี (t Mannetje และ Jones, 1992) ในแง่ของผลผลิตของหญ้าชิกแนลเลื่อยที่ปลูกในดินทรายชุดบ้านทอน (Ban Thon Series: Bh) โดยทดลองการใช้ปุ๋ยคอก 4 ตัน ร่วมกับไนโตรเจน 40 กิโลกรัมไนโตรเจน จะได้ผลผลิตน้ำหนัสด 6,215 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (พิสุทธิและคณะ, 2543)

หญ้าพลิแคทูลัม (*Paspalum plicatulum*) เป็นหญ้าพื้นเมืองของอเมริกาเหนือ อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ นำเข้ามาในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2507 เป็นหญ้าประเภทกอ มีอายุหลายปี ลำต้นอาจสูงถึง 120 เซนติเมตร ใบไม่มีขน ช่อดอกเป็นแบบ spike like raceme ในหนึ่งกิโลกรัมมีเมล็ด 836,000 เมล็ด หญ้าพลิแคทูลัมสามารถปรับตัวเจริญเติบโตในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 760-1,000 มิลลิเมตรต่อปี และเจริญเติบโตได้ดีในดินหลายชนิดรวมทั้งดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนทานต่อความแห้งแล้งและสภาพน้ำท่วมขังได้ดี (สายัณห์, 2548) หญ้าพลิแคทูลัมเหมาะ สำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ ในรูปหญ้าสด หญ้าแห้งหรือหญ้าหมักผลผลิตน้ำหนักรวม 1.5-2.5 ตันต่อไร่ต่อ ปี มีโปรตีน 7-8 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2549)

หญ้าอาหารสัตว์ทั้งสองชนิดเป็นที่นิยมปลูกในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ดังนั้น การนำพืชอาหารสัตว์ทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบกับถั่วมะแฮะเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการจัดการอาหารและลดต้นทุนค่าอาหารเลี้ยงแพะต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส ตำบลไพรวัน อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคม 2552-มีนาคม 2553

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้น้ำหนักตัวแพะเป็นบล็อก ใช้แพะเนื้อพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ อายุ 6 เดือน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 14.73 ± 1.56 กิโลกรัมต่อตัว จำนวน 18 ตัว แบ่งแพะทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว สุ่มให้แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหารหยาดหลัก แตกต่างกันดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ได้รับถั่วมะแฮะแห้ง
- กลุ่มที่ 2 ได้รับหญ้าชิกแนลเลื่อยแห้ง
- กลุ่มที่ 3 ได้รับหญ้าพลิแคทุ้มแห้ง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ก่อนทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในและภายนอก ฉีดวิตามิน AD_3E และวัคซีนป้องกันโรคตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ ปรับสภาพสัตว์ทดลองให้คุ้นเคยกับอาหารก่อนเก็บข้อมูลประมาณ 1 สัปดาห์ สุ่มสิ่งทดลองให้แพะตามแผนการทดลอง เลี้ยงแพะในคอกทดลองแบบขังเดี่ยวขนาด 1×1.5 เมตร คอกละ 1 ตัว ในโรงเรือนยกพื้น มีน้ำสะอาดให้แพะกินตลอดเวลา

การเตรียมอาหารทดลอง

1. อาหารหยาดถั่วมะแฮะแห้ง หญ้าชิกแนลเลื่อยแห้ง และหญ้าพลิแคทุ้มแห้ง อายุการตัด 90 และ 45 วัน ถั่วมะแฮะตัดสูงจากพื้น 100 เซนติเมตร นำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 1-2 นิ้ว แล้วจึงนำไปตากแดดบนลานตากประมาณ 2-3 วัน สำหรับหญ้าทั้งสองชนิด ตัดสูงจากพื้น 10 เซนติเมตร นำตากให้แห้งก่อนแล้วจึงนำมาหั่นขนาดเท่ากัน 1-2 นิ้ว
2. อาหารข้นที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ผสมด้วยเครื่องผสมชนิดถังนอน

การให้อาหาร

แพะแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารหยาดแตกต่างตามแผนการทดลองอย่างเต็มที่ โดยแบ่งอาหารให้กินวันละ 4 มื้อ ในเวลา 08.30 11.00 14.30 16.30 แพะทุกกลุ่มได้รับการเสริมอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (ตารางที่ 1) ก่อนคำนวณสูตรอาหารสัตว์ได้สุ่มตัวอย่างวัตถุดิบ วิเคราะห์หาส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมี เพื่อการปรับสูตรให้ได้โภชนะใกล้เคียงกับอาหาร ที่ต้องการโดยยึดหลักคำนวณโภชนะต่อวันที่แพะเนื้อควรได้รับตาม NRC (1981)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีจากการคำนวณของอาหารทดลอง

ส่วนประกอบ	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	ปริมาณที่ใช้ (กิโลกรัม)
ข้าวโพดบด	10.5	65.25
กากถั่วเหลือง 44 %	19.05	16.89
รำละเอียด	11.3	8.43
แร่ธาตุ	25	2.5
เกลือ	4.4	2
ไคแคลเซียมฟอสเฟต p14	5	3.93
เปลือกหอย	2.5	1
รวม	11.45	100
โภชนาการจากการคำนวณ (%Dry matter, DM)		
โปรตีนหยาบ		16
โภชนะย่อยได้รวม		75
แคลเซียม		1.5
ฟอสฟอรัส		0.80

- ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส1.

การบันทึกข้อมูล

ชั่งน้ำหนักแพะทุก 14 วัน เพื่อปรับปริมาณอาหารที่กิน บันทึกปริมาณอาหารที่แพะกินได้ในแต่ละวันโดยบันทึกปริมาณที่ให้และเหลือทุกวัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองสูตรละ 500 กรัม เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) เถ้า (Ash) NFE (Nitrogen Free extract) แคลเซียม (Ca) และฟอสฟอรัส (P) ตามวิธีของ AOAC (2000) วิเคราะห์ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1994)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design, RCBD และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's new multiple range test

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 2) ผลวิเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง มีส่วนประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ของอาหารที่ใช้เลี้ยง อาหารหารชั้นมีวัตถุแห้งเท่ากับ 86.50 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนมีค่าเท่ากับ 15.92 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับที่คำนวณไว้ ส่วนอาหารหยาบถั่วมะและหญ้าพลีแคทูลัม มีวัตถุแห้ง 93.52 และ 92.33 เปอร์เซ็นต์ ระดับโปรตีน 14.01 และ 10.08 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบคุณภาพดี สำหรับหญ้าชิกแนลเลื้อย มีวัตถุแห้ง 94.75 เปอร์เซ็นต์

ระดับโปรตีน 7.21 เปอร์เซ็นต์ เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพปานกลาง ทั้งสามชนิดมีความเหมาะสมนำไปเลี้ยงแพะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ของอาหารทดลอง (%DM)

รายการ	อาหารชั้น	ถั่วมะแฮะ	หญ้าชิกแนลเลื่อย	หญ้าฟลิแคทุลัม
วัตถุดิบแห้ง	86.50	93.52	94.75	92.33
โปรตีนรวม	15.92	14.01	7.21	10.08
เยื่อใยรวม	4.23	38.56	30.24	40.36
ADF	-	37.63	35.07	42.98
NDF	-	60.14	68.46	77.16
ไขมัน	4.38	3.54	1.42	0.64
เถ้า	9.73	3.96	5.42	9.27
ไนโตรเจนฟรีแเอ็กแทรก	53.21	33.15	55.71	31.97
แคลเซียม	1.26	0.80	0.35	0.68
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.47	0.18	0.38	0.16
โภชนะย่อยได้รวม ²	76.54	67.34	62.76	50.96

- วิเคราะห์โดยงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส

- คำนวณค่าโภชนะย่อยได้รวม (Kearl, 1982)

$$\text{อาหารหยาบ (\% DM)} = 40.2625 + (0.1969 \times \text{E8}) + (0.4228 \times \text{F8}) + (1.1903 \times \text{G8}) - (0.1379 \times \text{H8})$$

$$\text{อาหารชั้น (\% DM)} = 2.6407 + 0.6964(\text{CP \%}) + 0.9194(\text{NFE \%}) + 1.2159(\text{EE \%}) - 0.1043(\text{CF \%})$$

ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณอาหารที่กินเมื่อคิดเป็นวัตถุดิบแห้งของแพะทั้งสามกลุ่ม คือ ถั่วมะแฮะ หญ้าชิกแนลเลื่อย และหญ้าฟลิแคทุลัม เฉลี่ยเท่ากับ 691.15 664.19 และ 633.82 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 3.05 3.17 และ 3.12 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ โดยที่แพะทั้งสามกลุ่มกินอาหารได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งปริมาณวัตถุดิบแห้งที่แพะกินได้สอดคล้องกับรายงานของ Devendra and Burns (1983) รายงานว่า แพะเนื้อกินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบแห้งได้ประมาณ 1.9-3.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สูงกว่าที่สุรศักดิ์ (ม.ป.ป.) รายงานว่าแพะที่เลี้ยงในเขตร้อนจะกินอาหารได้ประมาณ 2.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว การที่แพะสามารถกินอาหารได้ค่อนข้างมากเนื่องจากอาหารหยาบมีคุณภาพค่อนข้างดี โปรตีนสูง 7.21-14.01 เปอร์เซ็นต์ การให้อาหารหยาบที่มีคุณภาพดีจะทำให้แพะย่อยอาหารนั้นได้เร็วขึ้นจึงสามารถรับอาหารใหม่ได้มากขึ้นก็จะทำให้กินอาหารได้มากขึ้นตามไปด้วย (วินัย, 2538) สำหรับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (Feed conversion ratio) แพะกลุ่มที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหลักมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เฉลี่ยเท่ากับ 7.94 ดีกว่าแพะกินหญ้าชิกแนลเลื่อยและหญ้าฟลิแคทุลัมเป็นอาหารหลักเฉลี่ย 9.87 และ 10.26 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่แพะทั้งสองกลุ่มมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

อัตราการเจริญเติบโตของแพะ

จากตารางที่ 3 พบว่า แพะกลุ่มที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาดหลักมีอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain, ADG) เฉลี่ยเท่ากับ 87.33 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่ากลุ่มที่กินหญ้าชิกแนลเลื้อยและหญ้าพลีแคลทูลัมเป็นอาหารหยาดหลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 69.28 และ 63.07 กรัมต่อตัวต่อวัน แพะทั้งสองกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้แพะพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโต 63.07-87.33 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่ารายงานของปริญญาและคณะ (2549) ที่เลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 15 กิโลกรัม ด้วยหญ้าแพงโกลาสดเต็มที่เสริมด้วยอาหารข้นระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 54 กรัมต่อตัวต่อวัน ใกล้เคียงกับการศึกษาของศักดิ์ดาและคณะ (ยังไม่ตีพิมพ์) แพะพื้นเมืองเพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโต การเสริมอาหารข้นที่ระดับ 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 53.61 70.48 75.93 และ 79.29 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ

ปริมาณโภชนาที่แพะได้รับ

ปริมาณระดับโภชนาที่แพะได้รับ พบว่า แพะกลุ่มที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาดหลักได้รับโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 100.94 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่าแพะที่กินหญ้าชิกแนลเลื้อยและหญ้าพลีแคลทูลัมเป็นอาหารหยาดหลัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 65.14 และ 74.92 กรัมต่อตัวต่อวัน

โภชนะย่อยได้รวม (TDN) แพะกลุ่มที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาดหลักได้รับ TDN เฉลี่ยเท่ากับ 486.23 กรัมต่อตัวต่อวัน มากกว่าแพะที่กินหญ้าชิกแนลเลื้อยและหญ้าพลีแคลทูลัมเป็นอาหารหยาดหลัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ได้รับ TDN เฉลี่ยเท่ากับ 444.14 และ 371.32 กรัมต่อตัวต่อวัน โดยแพะที่กินหญ้าพลีแคลทูลัมได้รับโภชนะย่อยได้รวม (TDN) ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

NRC (1981) แนะนำว่าแพะเนื้อน้ำหนัก 20 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตวันละ 100 กรัมต่อตัวต่อวัน ต้องได้รับโปรตีน 56 กรัมต่อตัวต่อวัน และโภชนะย่อยได้รวม 467 กรัมต่อวัน จึงจะเพียงพอกับความ ต้องการ จากการทดลองครั้งนี้แพะทุกกลุ่มได้รับโปรตีนหยาดจากอาหารที่กินสูงกว่าคำแนะนำ สำหรับโภชนะย่อยได้รวมแพะที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาดหลักได้รับโภชนะย่อยได้รวมเฉลี่ย 486.23 กรัม ซึ่งเพียงพอกับความ ต้องการ ส่วนแพะที่กินหญ้าชิกแนลเลื้อยและหญ้าพลีแคลทูลัมได้รับต่ำกว่าคำแนะนำของ NRC

ตารางที่ 3 สมรรถนะการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ ของแพะพื้นเมือง

รายการ	ชนิดของอาหารหยาบ			CV (%)
	ถั่วมะแฮะ	หญ้าชิกแนล เลื่อย	หญ้าพลิแค ทุ้ม	
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	6	6	6	-
น้ำหนักเริ่มทดลอง (กิโลกรัมต่อตัว)	14.80	14.70	14.65	2.33
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัมต่อตัว)	32 ^a	26.5 ^b	27 ^b	8.91
น้ำหนักเพิ่ม (กิโลกรัมต่อตัว)	15.72 ^a	12.47 ^b	11.35 ^b	19.01
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)	87.33 ^a	69.28 ^b	63.07 ^b	19.01
ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (กรัมต่อตัวต่อวัน)	691.15	664.19	633.82	6.98
- อาหารหยาบ	475.85	466.16	475.85	6.93
- อาหารข้น	215.3 ^a	198.03 ^{ab}	188.93 ^b	8.03
ปริมาณโปรตีนที่กินได้ทั้งหมด (กรัมต่อตัวต่อวัน)	100.94 ^a	65.14 ^{ab}	74.92 ^b	6.29
- อาหารหยาบ	66.67	33.61	44.85	5.79
- อาหารข้น	34.28	31.53	30.08	8.03
โภชนาการย่อยได้รวมที่กินได้ทั้งหมด (กรัม/ตัว/วัน)	486.23 ^a	444.14 ^b	371.32 ^c	7.14
- อาหารหยาบ	320.44 ^a	292.56 ^b	226.72 ^b	7.01
- อาหารข้น	164.78 ^a	151.58 ^b	144.60 ^c	8.03
ปริมาณการกินต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (%)	3.05 ^b	3.17 ^a	3.12 ^{ab}	2.62
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	7.94 ^a	9.87 ^b	10.26 ^b	16.10

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างชนิดกันกำกับอยู่ในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากตารางที่ 4 พบว่า แพะกลุ่มที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาบหลักมีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 1,245.69 บาทต่อตัว สูงกว่า แพะที่กินหญ้าชิกแนลเลื่อยและหญ้าพลิแคทุ้ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีต้นทุนค่าอาหาร เฉลี่ยเท่ากับ 914.64 และ 883.81 บาทต่อตัว ทั้งสองกลุ่มมีต้นทุนค่าอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่า แพะที่กินอาหารหยาบทุกกลุ่มมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 79.52, 75.52 และ 79.45 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ สำหรับผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาบหลัก มีผลตอบแทนเฉลี่ยเท่ากับ 640.7 บาทต่อตัว สูงกว่ากลุ่มที่กินหญ้าชิกแนลเลื่อยและหญ้าพลิแคทุ้มเป็นอาหารหยาบหลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 581.8 และ 478.4 บาทต่อตัว โดยแพะทั้งสองกลุ่มมีผลตอบแทนจากการเลี้ยงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (บาทต่อตัว)

รายการ	อาหารหยาบหลัก			CV (%)
	ถั่วมะแฮะ	หญ้าชิกแนลเลื่อย	หญ้าพลีแคทุ้ม	
ค่าอาหารทั้งหมด	1,245.69 ^a	914.64 ^b	883.81 ^b	6.73
- ค่าอาหารชั้น ^{1/}	512.99 ^a	471.85 ^b	450.14 ^b	8.03
- ค่าอาหารหยาบ ^{2/}	732.70 ^a	442.79 ^b	433.66 ^b	6.10
ค่าพันธุ์สัตว์ ^{3/}	1,776	1,764	1,761	2.33
ต้นทุนทั้งหมด	3,021.69 ^a	2,678.64 ^b	2,644.81 ^b	3.14
รายได้จากการจำหน่ายแพะ ^{3/}	3,662.4 ^a	3,260.4 ^b	3,123.2 ^b	8.91
ผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะ ^{3/}	640.7 ^a	581.8 ^b	478.4 ^b	15.78
ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว	79.52	75.52	79.45	14.94
1 กิโลกรัม				

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างชนิดกันกำกับอยู่ในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- ^{1/} ราคาอาหารชั้น 11.94 บาทต่อกิโลกรัม

- ^{2/} ราคาอาหารหยาบ ถั่วมะแฮะราคา 8 บาทต่อกิโลกรัม หญ้าชิกแนลเลื่อยและหญ้าพลีแคทุ้มแห้งราคา 5 บาทต่อกิโลกรัม ที่มา สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ 2559

- ^{3/} ราคาแพะในท้องตลาด 120 บาทต่อกิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

จากผลศึกษาการตอบสนองการผลิตของแพะพื้นเมืองไทย ที่เลี้ยงด้วยถั่วมะแฮะแห้ง หรือหญ้าชิกแนลเลื่อย หรือหญ้าพลีแคทุ้มแห้ง เป็นอาหารหยาบหลักเสริมอาหารชั้นที่ระดับโปรตีน 15.92 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน (TDN) 75 เปอร์เซ็นต์ 1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว พอสรุปได้ดังนี้

1. แพะพื้นเมืองที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาบหลัก มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดเฉลี่ย 87.33 กรัมต่อตัวต่อวัน โดยแพะที่กินหญ้าชิกแนลเลื่อยและหญ้าพลีแคทุ้ม มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ย 69.28 และ 63.07 กรัมต่อตัวต่อวัน และการกินวัตถุดิบแห้งของแพะที่กินอาหารหยาบทุกกลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ย 691.15 664.19 และ 633.82 กรัมต่อตัวต่อวัน

2. ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ยเท่ากับ 79.52 75.52 และ 79.45 บาทต่อกิโลกรัม

3. แพะพื้นเมืองที่กินถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาบหลัก ผลตอบแทนจากการเลี้ยงดีที่สุดเฉลี่ย 640.7 กรัมต่อตัวต่อวัน โดยแพะที่กินหญ้าชิกแนลเลื่อยและหญ้าพลีแคทุ้ม ผลตอบแทนจากการเลี้ยงไม่แตกต่างกันเฉลี่ย 581.8 และ 478.4 กรัมต่อตัวต่อวัน

4. การใช้ถั่วมะแฮะเป็นอาหารหยาบหลักทำให้แพะพื้นเมืองในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอก มีสมรรถนะการผลิตดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้อำนวยการและบุคลากรของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ราธิวาสที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ในการตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ขบวน อินทรีย์ และจีระศักดิ์ แซ่ลิ่ม. 2551. ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน, น. 246-257. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ปริญญญา จเรรัชต์ และสมศักดิ์ เกาทอง. 2549. การศึกษาการขุนแพะเนื้อด้วยหญ้าแพงโกลารวมกับอาหารขน, น. 304-314. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2549. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- พิสุทธิ สุขเกษม สดิต มั่งมีชัย และภิรมย์ บัวแก้ว. 2547. การใช้ถั่วพำพระสโตไลเลี้ยงแพะเนื้อ, น. 230-241. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2547. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- พิสุทธิ สุขเกษม กมลทิพย์ คำคงเพชร และภิรมย์ บัวแก้ว. 2543. การตอบสนองต่อปุ๋ยคอกและปุ๋ยไนโตรเจนของหญ้าชิกแนลเลื้อย, น 35-50. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2543. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วินัย ประถมพิทักษ์. 2528. แพะและเนื้อแพะ. วารสารสงขลานครินทร์ 7: 59-64.
- วินัย ประถมพิทักษ์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ศักดิ์ ประจักษ์บุญเจษฎา จารุณี คำช่วย สมศักดิ์ เกาทอง จีระศักดิ์ ชอบแต่ง และภิรมย์ บัวแก้ว. ยังไม่ตีพิมพ์. ผลของการเสริมอาหารขึ้นต่อสมรรถภาพการผลิตแพะพันธุ์พื้นเมืองในสภาพการเลี้ยงแบบขังคอก.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2548. หญ้าอาหารสัตว์และหญ้าพื้นเมืองในประเทศไทย. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สมเกียรติ สายธนู พิรศักดิ์ สุทธิโยธิน และเสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. การกระจายของประชากรแพะและลักษณะของแพะพื้นเมืองในภาคใต้. ผลงานวิจัยการผลิตแพะ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 7-11.
- สุรศักดิ์ คชภักดี. ม.ป.ป. การให้อาหารที่ตรงกับความต้องการของแพะ. คู่มือรวบด้วยแพะ. หน้า 40-48.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559 ราคาจำหน่ายเสบียงสัตว์ของเกษตรกรนาหญ้า. ที่มา http://nutrition.dld.go.th/NAYHA/seller_preserve2.htm.

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th edition Association of Official Analytical Chemists. Virginia, USA.
- 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.
- 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.
- 't Mannetje, L. and R.M.Jones. 1992. Plant Resources of South - East Asia. No. 4 Forages.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd eds. Cornell Univ. Press, Ithaca, USA.

**การวิจัยและพัฒนาการผลิตกระถินสายพันธุ์กลาบริต้าเพื่อเป็นแหล่งโปรตีน
ในอาหารสัตว์เชิงพาณิชย์ (2.3) ผลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิต
และส่วนประกอบทางเคมีกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า**

เกียรติศักดิ์ กล้าเอม^{1/} ษะฤทัย จันทธิติ^{2/} กานดา นาคมน^{3/} แพรวพรรณ ชูช่วย^{3/}

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า 34/92 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนเมษายน 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2557 โดยวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) มี 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส 4 ระดับ คือ 0 10 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลกระทบต่อผลผลิตเฉลี่ย 3 ปี โดยการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 10 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 4,002 3,946 4,020 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ที่มีผลผลิตน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 3,626 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ($p < 0.05$) ขณะที่องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าวัตถุแห้ง โปรตีน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และ ลิกนิน ไม่ได้รับผลกระทบจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส

คำสำคัญ: กระถิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส

เลขทะเบียนวิจัย: 54(1)-(54:05)-0214-015

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา

Research and development of *Leucaena leucocephala* subsp. glabrata
production as protein source in commercial feed (2.3) Effect of
phosphorus fertilizer rate on forage yield and chemical composition of
Leucaena leucocephala subsp. glabrata

Kiatissak Klum-em^{1/} Karuthai Juntipbadee^{2/} Ganda Nakamanee^{3/}
Phrawphan Chuchuy^{3/}

Abstract

This experiment was conducted to study the effect of phosphorus fertilizer rate on forage yield and chemical composition of *Leucaena leucocephala* subsp. Glabrata 34/92 at Nakorn Ratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pak Chong, Nakornrachasima during April 2011 to March 2014. Treatments were arranged in randomized complete block design consisted of 0, 10, 20 and 30 kg P₂O₅/rai/year fertilizer application. The results showed that the average dry matter yield was significantly increased under 10, 20 and 30 kg P₂O₅/rai/year fertilizer application compared with non-phosphorus fertilizer application (4,002, 3,946, 4,020 and 3,626 kg/rai/year respectively). In term of chemical composition, the dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and acid detergent lignin were not affected by applications of phosphorus fertilizer.

Keywords: leuceana, phosphorus

Registered No.: 54(1)-(54:05)-0214-015

^{1/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Prathumthani.

^{2/} Sakaeo Animal Nutrition Research and Development Center, Khong Had, Sakaeo.

^{3/} Nakornrachasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pak Chong, Nakornrachasima.

คำนำ

ปัจจุบันมีการนำกระถินมาใช้เลี้ยงสัตว์ทั้งในรูปตัดให้กินสด หรือในรูปกระถินแห้ง โดยใช้เป็นแหล่งโปรตีน นิยมใช้ในรูปกระถินป่นเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารสัตว์ ทำให้มีการปลูกกระถินเพื่อจำหน่าย เพราะกระถินในธรรมชาติหาได้น้อยลง อีกทั้งส่วนใหญ่ใช้พันธุ์ Cunningham ซึ่งมีข้อเสียคือไม่ต้านทานเพลี้ยไค้ฟ้า และให้ผลผลิตต่ำ

กระถิน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Leucaena leucocephala* เป็นพืชวงศ์ถั่วที่มีการเจริญเติบโตเร็ว เป็นพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนสูง สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนได้ทั้งในสัตว์เคี้ยวเอื้อง และสัตว์กระเพาะเดียว นอกจากนี้กระถินยังสามารถตรึงไนโตรเจน ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ด้วย (Hussian et al., 1991) กระถินเจริญเติบโตได้ดีในดินกรดมีรายงานว่า การขาดฟอสฟอรัส และพิษของอลูมิเนียม มีผลต่อการเจริญเติบโตของกระถินในดินกรด (Koffa and Tokunori, 1987 ; Newton and Paulino 1990) กระถินสายพันธุ์กลabraด้า 34/92 เป็นสายพันธุ์ที่ต้านทานเพลี้ยไค้ฟ้า (*Heteropsilla cubana*) (ฉายแสง และคณะ, 2548) ให้ผลผลิตสูง แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการแปลงกระถินสายพันธุ์นี้ยังมีอยู่น้อยมาก การจัดการที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์นั้นจะรวมถึงการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มผลผลิต และใช้ประโยชน์จากปุ๋ยที่ใส่อย่างมีประสิทธิภาพ ธาตุอาหารหลักที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยเฉพาะพืชวงศ์ถั่ว ฟอสฟอรัสมีความสำคัญอย่างยิ่ง เป็นธาตุที่ช่วยในการสังเคราะห์แสงสร้างแป้งและน้ำตาล ช่วยเสริมสร้างลำต้นพืช ช่วยในการแตกแขนงของราก และการแตกกิ่งก้านของพืช นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชดูดธาตุไนโตรเจนได้ดีขึ้น ดังนั้นเมื่อพืชขาดธาตุฟอสฟอรัสก็จะมีอาการแคระแกร็นเป็นครั้งแรก ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่างๆ ที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีกระถินสายพันธุ์กลabraด้า 34/92 เพื่อหาอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการผลิตกระถินสายพันธุ์กลabraด้า 34/92 ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร และผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนเมษายน 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2557 วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) มี 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส 4 ระดับ คือ

1. ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส
2. ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี
3. ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี
4. ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี

การเตรียมแปลงทดลอง ทำการไถตะไกรพรวน ปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ และเตรียมแปลงทดลองขนาด 3x4 เมตร จำนวน 16 แปลง ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยรองพื้นด้วยปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 % K_2O) ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่

การปลูก ปลูกกระถินสายพันธุ์กลabraด้า 34/92 ด้วยต้นกล้าที่มีอายุ 1 เดือน ในเดือนพฤษภาคม 2554 ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 25 เซนติเมตร และระหว่างแถว 50 เซนติเมตร

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ใส่ปุ๋ยในรูปปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟส (40 % P_2O_5) โดยปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยภายหลังย้ายกล้าปลูก ตามอัตราที่ระบุไว้ในสิ่งทดลอง ปีที่ 2 และปีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราเดียวกันกับปีที่ 1

การตัด ปีที่ 1 ตัดครั้งแรกหลังจากย้ายกล้าปลูกในแปลงแล้ว 6 เดือน หลังจากนั้นตัดทุก 12 สัปดาห์ (3 เดือน) ซึ่งสามารถตัดได้ 3 ครั้ง (รวมตัดครั้งแรก) โดยปีที่ 2 และ 3 สามารถตัดได้ 4 ครั้งต่อปี โดยตัดสูงจากพื้นดิน 50 เซนติเมตร ทุกครั้งก่อนตัดทำการสุมตัวอย่าง 3 ต้นวัดความสูงต้นจากพื้นดินถึงปลายยอดสูงที่สุด เก็บตัวอย่างกระถินโดยการตัดแถวคลุมออกด้านละ 1 แถว ชั่งวัดผลผลิตน้ำหนักสดใบและลำต้น (กิ่งก้านเล็ก) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

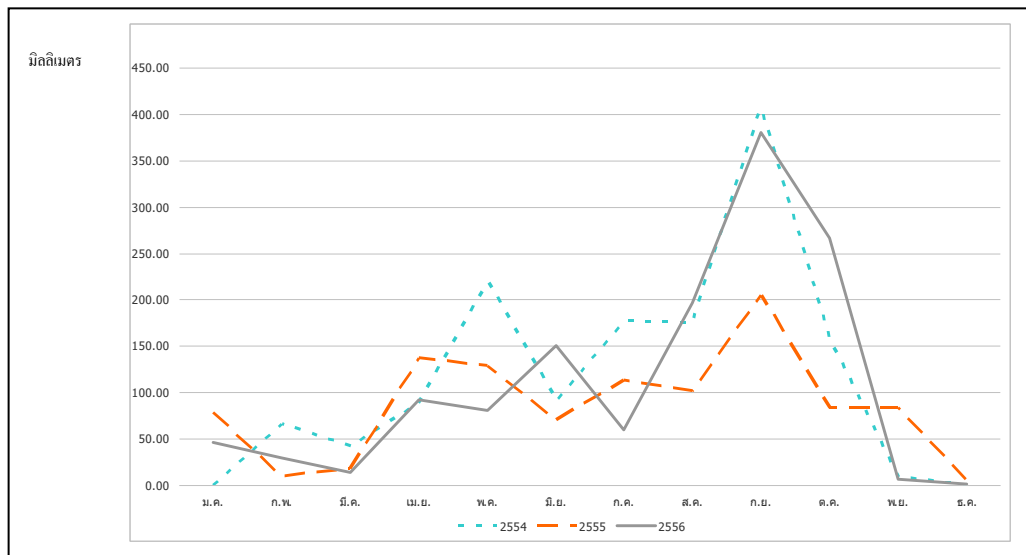
การเก็บข้อมูล เก็บข้อมูลสภาพปริมาณน้ำฝน เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่าง (pH) อินทรีย์วัตถุ (OM) ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (available P) โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) สุ่มเก็บตัวอย่างกระถิน 1,000 กรัม นำไปแยกส่วนใบและลำต้น (กิ่งก้านเล็ก) นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิทแล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง เพื่อนำไปคำนวณหาผลผลิตน้ำหนักแห้งและสัดส่วนใบต่อลำต้นต่อไป และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุดิบแห้ง (dry matter, DM) โปรตีน (crude protein, CP) ตามวิธีของ AOAC (2000) ค่า detergent fiber ได้แก่ ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) ลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ randomized complete block design และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณน้ำฝน

การทดลองครั้งนี้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบางขัน จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 3 ปี ระหว่างการทดลองมีค่าเท่ากับ 1,260.1 มิลลิเมตรต่อปี ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย 5 ปีย้อนหลัง 1,282.3 มิลลิเมตรต่อปี (ปี 2549-2553) โดยปีที่ 1 (ปี 2554) มีปริมาณน้ำฝนรวมสูงสุด 1,428.3 มิลลิเมตร ปีที่ 2 (ปี 2555) มีปริมาณน้ำฝนรวมต่ำสุด 1,030.1 มิลลิเมตร และปีที่ 3 (ปี 2556) มีปริมาณน้ำฝนรวม 1,322.0 มิลลิเมตรโดยในแต่ละปีจะมีฝนตกชุกในช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม จากปริมาณน้ำฝนดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเหมาะสมในการปลูกกระถิน ซึ่งสามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 750 มิลลิเมตรขึ้นไป (Skerman *et al.*, 1988)



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนระหว่างการทดลอง ในปี พ.ศ. 2554-2556
ที่มา : สถานีอุตุนิยมวิทยา นครราชสีมา (กลุ่มงานอากาศเกษตรปากช่อง)

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง พื้นที่เป็นชุดดินปากช่อง พบว่า มีค่า pH 6.3 อินทรีย์วัตถุร้อยละ 3.36 ฟอสฟอรัส 14.00 mg/kg และโพแทสเซียม 18 mg/kg (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่า ดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย อินทรีย์วัตถุระดับสูง (ร้อยละ 2.5-4.5) ธาตุอาหารฟอสฟอรัสระดับปานกลาง (6-15 mg/kg) และธาตุอาหารโพแทสเซียมระดับต่ำมาก (< 30 mg/kg) เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานการประเมินความอุดมสมบูรณ์ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองที่มีระดับโพแทสเซียมในดินระดับต่ำมาก จึงได้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K₂O) ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่รองพื้นก่อนปลูก อย่างไรก็ตามหลังการทดลอง พบว่า ดินมีค่า pH 6.5-6.7 อินทรีย์วัตถุร้อยละ 3.31-3.75 ฟอสฟอรัส 10.60-92.53 mg/kg และโพแทสเซียม 177.00-217.10 mg/kg แสดงให้เห็นว่าค่า pH และอินทรีย์วัตถุหลังการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับก่อนการทดลอง ในขณะที่ระดับฟอสฟอรัสในดินลดลงในแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และเพิ่มขึ้นในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ส่วนระดับโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้นทุกแปลงหลังการทดลอง น่าจะเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามสิ่งทดลอง และการใส่ปุ๋ยรองพื้นด้วยปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งจะถูกตรึงโดยอนุภาคดินเหนียวร่วมกับธาตุอื่น เช่น เหล็ก และอะลูมิเนียม จึงส่งผลให้ดินหลังการทดลองมีระดับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าระดับโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มลดลงในแปลงที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการช่วยให้พืชดูดธาตุอาหารพืชอื่นๆ ไปใช้ได้มากขึ้น

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

	pH	อินทรีย์วัตถุ (%)	ฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์ (mg/kg)	โพแทสเซียมที่ แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)
<u>ก่อนการทดลอง</u>	6.3	3.36	14.00	18.00
<u>หลังการทดลอง</u>				
ไม่ใส่ปุ๋ย P	6.5	3.68	10.60	217.10
ใส่ปุ๋ย 10 กก.P ₂ O ₅ /ไร่	6.7	3.31	55.41	217.10
ใส่ปุ๋ย 20 กก.P ₂ O ₅ /ไร่	6.6	3.75	63.85	177.00
ใส่ปุ๋ย 30 กก.P ₂ O ₅ /ไร่	6.7	3.73	92.53	186.10

การเจริญเติบโตด้านความสูงและผลผลิต

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่างกันไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า 34/92 โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยอัตรา 10 20 และ 30 กิโลกรัม P₂O₅ ต่อไร่ มีความสูงเฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 228.50 231.74 และ 237.37 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีความสูงเฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 224.37 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่า แปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีแนวโน้มทำให้ความสูงของต้นกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า 34/92 สูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส โดยมีความสูงเพิ่มขึ้นร้อยละ 2-5 ในขณะที่รายงานของ Ezenwa (1994) พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในระยะแรกของการเจริญเติบโตช่วยให้กระถินมีความสูงเพิ่มขึ้นร้อยละ 14 เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส นอกจากนี้ยังพบว่า การตัดครั้งแรกที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ความสูงของกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า 34/92 มีค่ามากกว่า 300 เซนติเมตร ในขณะที่การตัดทุก 3 เดือน หรือ 12 สัปดาห์หลังตัดครั้งแรก พบว่า ความสูงของกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า 34/92 ในปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 มีค่าระหว่าง 217.75-246.85 เซนติเมตรใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2 อิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีต่อความสูงของต้นกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า 34/92

สิ่งทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)				เฉลี่ย 3 ปี ^{1/}
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3		
	(ตัดครั้ง แรก)	(ตัดครั้งที่ 2-3)	(ตัดครั้งที่ 4-7)	(ตัดครั้งที่ 8-11)	
ไม่ใส่ปุ๋ย P	328.25	230.60	224.75	217.75	224.37
ใส่ปุ๋ย 10 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	328.75	229.25	237.25	219.00	228.50
ใส่ปุ๋ย 20 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	332.50	233.45	235.25	226.50	231.74
ใส่ปุ๋ย 30 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	352.75	246.85	242.25	223.00	237.37
CV (%)	4.46	14.97	4.78	4.14	6.13

- ตัวเลขที่มีอักษรเดียวกันกำกับในแถวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

- ^{1/} ไม่ได้นำค่าความสูงที่ตัดครั้งแรกมาคิดคำนวณ

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่างกันมีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 พบว่า การใส่ปุ๋ย 10 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 3 ปี มีค่าเท่ากับ 4,002 3,946 4,020 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งผลผลิตน้ำหนักแห้ง 3,626 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และผลผลิตน้ำหนักแห้งของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 ปีที่ 3 แปลงที่ใส่ปุ๋ย 10 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งมากกว่าแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ในขณะที่ปีที่ 1 และ 2 การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 สอดคล้องกับรายงานของ Radrizzani *et al.* (2010) พบว่า พื้นที่ปลูกกระถินเป็นเวลายาวนาน 3-14 ปี จะแสดงข้อจำกัดการให้ผลผลิตลดลงเนื่องจากการขาดธาตุอาหารพืช และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับ 16 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ช่วยส่งเสริมทำให้ผลผลิตของกระถินเพิ่มขึ้นได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะในพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำที่มีระดับฟอสฟอรัสในดิน 5-10 mg/kg นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัวยังช่วยทำให้การตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นด้วย จากรายงานของ Brandon *et al.* (1997) และ Burle *et al.* (2003) กล่าวว่า กระถินมีความต้องการฟอสฟอรัส สำหรับการเจริญเติบโตและการตรึงไนโตรเจน โดยเฉพาะดินที่มีระดับฟอสฟอรัสในดิน 7-27 mg/kg (Brandon and Shelton, 1997) นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับรายงานของญานิศา และคณะ (2558) พบว่า การตัดกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 ที่อายุการตัด 12 สัปดาห์ ที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2 ปี 4,079.06 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

ตารางที่ 3 อิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92

สิ่งทดลอง	ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่)			เฉลี่ย 3 ปี
	ปีที่ 1 (ตัดครั้ง 1-3)	ปีที่ 2 (ตัดครั้ง 4-7)	ปีที่ 3 (ตัดครั้ง 8-11)	
ไม่ใส่ปุ๋ย P	2,974	4,311	3,596 ^b	3,626 ^b
ใส่ปุ๋ย 10 กก. P_2O_5 /ไร่	3,253	4,457	4,111 ^a	4,002 ^a
ใส่ปุ๋ย 20 กก. P_2O_5 /ไร่	3,280	4,444	4,124 ^a	3,946 ^a
ใส่ปุ๋ย 30 กก. P_2O_5 /ไร่	3,081	4,669	4,374 ^a	4,020 ^a
CV (%)	8.78	6.59	4.55	3.55

- ตัวเลขที่มีอักษรเดียวกันกำกับในแถวตั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาสัดส่วนใบต่อลำต้น พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่างกันไม่มีผลกระทบต่อสัดส่วนใบต่อลำต้นของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 เฉลี่ย 3 ปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.75-0.78 ในขณะที่ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.55-0.57 0.69-0.78 และ 1.00-1.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยจะเห็นได้ว่า ปีที่ 2 และ 3 จะมีสัดส่วนใบต่อลำต้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากอายุของการตัด ซึ่งพบว่าการตัดทุก 12 สัปดาห์ ทำให้มีผลผลิตส่วนของใบในปีที่ 2 และ 3 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ผลผลิตส่วนของลำต้นลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ 1 ซึ่งรวมผลผลิตจากการตัดครั้งแรกที่อายุ 6 เดือน (24 สัปดาห์) เข้าด้วยกัน ซึ่งมีสัดส่วนของใบน้อยกว่าการตัดทุก 12 สัปดาห์ สอดคล้องกับรายงานของ Ali *et al.* (2014) พบว่า กระถินที่ตัดทุก 120 วัน (17 สัปดาห์) มีสัดส่วนใบต่อลำต้นเท่ากับ 0.5-1.2

ตารางที่ 4 อิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีต่อสัดส่วนใบต่อลำต้นของกระถินสายพันธุ์กลาบราด้า 34/92

สิ่งทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย 3 ปี
ไม่ใส่ปุ๋ย P	0.57	0.69	1.03	0.78
ใส่ปุ๋ย 10 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	0.56	0.73	1.02	0.75
ใส่ปุ๋ย 20 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	0.55	0.76	1.00	0.77
ใส่ปุ๋ย 30 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	0.57	0.78	1.05	0.78
CV (%)	5.58	4.47	3.55	3.71

ส่วนประกอบทางเคมี

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่างกันไม่มีผลกระทบต่อส่วนประกอบทางเคมีของกระถินสายพันธุ์กลาบราด้า 34/92

ปีที่ 1 พบว่า มีค่าวัตถุแห้ง โปรตีน NDF ADF และ ADL ร้อยละ 31.46-33.99 14.72-15.10 42.68-42.75 35.52-36.54 และ 9.13-10.93 ตามลำดับ

ปีที่ 2 พบว่า มีค่าวัตถุแห้ง โปรตีน NDF ADF และ ADL ร้อยละ 34.22-36.24 14.75-15.75 40.01-41.24 35.05-35.86 และ 7.50-9.18 ตามลำดับ

ปีที่ 3 พบว่า มีค่าวัตถุแห้ง โปรตีน NDF ADF และ ADL ร้อยละ 36.11-38.31 16.92-17.82 36.11-38.31 34.26-34.74 และ 7.92-8.37 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 อิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีต่อส่วนประกอบทางเคมีของกระถินสายพันธุ์กลาบราด้า 34/92

สิ่งทดลอง	ส่วนประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)				
	DM	CP	NDF	ADF	ADL
ปีที่ 1					
ไม่ใส่ปุ๋ย P	31.46	14.85	42.75	36.22	9.13
ใส่ปุ๋ย 10 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	32.41	14.72	42.68	36.54	10.93
ใส่ปุ๋ย 20 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	33.99	15.10	42.71	35.70	10.59
ใส่ปุ๋ย 30 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	32.82	14.95	42.75	35.52	9.76
CV (%)	4.71	2.34	5.63	7.19	14.96
ปีที่ 2					
ไม่ใส่ปุ๋ย P	34.22	15.65	41.05	35.29	8.46
ใส่ปุ๋ย 10 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	34.90	14.75	41.24	35.86	9.18
ใส่ปุ๋ย 20 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	36.24	15.75	40.01	35.05	7.92
ใส่ปุ๋ย 30 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	35.31	15.70	41.02	35.10	7.50
CV (%)	4.21	4.67	2.29	4.63	7.20
ปีที่ 3					
ไม่ใส่ปุ๋ย P	36.11	17.80	40.24	34.74	8.07
ใส่ปุ๋ย 10 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	36.90	16.92	40.63	34.69	8.13
ใส่ปุ๋ย 20 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	38.31	17.82	40.20	34.60	8.37
ใส่ปุ๋ย 30 กก. P ₂ O ₅ /ไร่	37.33	17.80	40.17	34.26	7.92
CV (%)	3.83	3.46	3.21	4.92	6.54

จากผลการทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับรายงานของญานิศา และคณะ (2558) พบว่า การตัดกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 ที่อายุการตัด 12 สัปดาห์ มีค่าวัตถุแห้ง โปรตีน NDF และADF 35.76 15.92 42.18 และ 36.65 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าในปีที่ 3 ระดับโปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งแนวโน้มเนื่องมาจากสัดส่วนใบต่อลำต้นของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 ในปีที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 4) ซึ่งระดับโปรตีนของใบกระถินจะมีค่ามากกว่าส่วนของลำต้นจากรายงานของ Abdulrazak *et al.* (2006) Nasrullah *et al.* (2003) เฉลา และคณะ (2535) พบว่า ใบกระถินมีโปรตีนร้อยละ 24.40-26.02

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 ในชุดดินปากช่อง ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา สรุปได้ดังนี้

1. การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 10 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมเฉลี่ย 3 ปี มากกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส
2. การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 10 20 และ 30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ไม่มีผลกระทบต่อส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าวัตถุแห้ง โปรตีน NDF ADF และ ADL

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองครั้งนี้การปลูกกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า 34/92 ในพื้นที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง ที่มีระดับฟอสฟอรัสในดินต่ำกว่า 15 mg/kg ควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ต่อปี หรือใส่ปุ๋ยในรูปปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟส (0-40-0) 25 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี หรือ ทรูปเบิลซูเปอร์ฟอสเฟส (0-46-0) 21 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราที่เหมาะสมช่วยทำให้เพิ่มผลผลิตของกระถินและเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ฉายแสง ไผ่แก้ว ศศิธร ถิ่นนคร กานดา นาคมนิ และศรัณยา วรจิราณิช. 2548. การทดสอบคัดเลือกพันธุ์กระถินเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์. น. 28-47. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2548. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เฉลา พัทธ์สินสุข จริยา บุญจรัสชะ และจิรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์. 2535. การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์. รายงานผลงานวิจัย กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- ญาณิศา รัชดาภรณ์ สมศักดิ์ เกาทอง กานดา นาคมนี เฉลา พิทักษ์สินสุข และอานูภาพ เสี่ยงสาย. 2558. การวิจัยและพัฒนาการผลิตกระถินสายพันธุ์กลาบราต้าเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนใน อาหารสัตว์เชิงพาณิชย์ (2.2) ผลของอายุการตัดและความสูงของการตัดต่อการผลิตใบกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า, น. 99-109. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Washington DC, USA.
- Abdulrazak, S.A., R.K. Kahindi and R.W. Muinga. 2006. Effect of madras thorn, *Leucaena* and *Gliricidia* supplementation on feed intake, digestibility and growth of goats fed *Panicum* hay. *Livestock Res. Rural Development*. 18 (9). <http://www.lrrd.org/lrrd18/9/abdu18124.htm>. (accessed: February 3, 2018)
- Ali, A., L. Abdullah, P.D.M.H. Karti, M.A. Chozin and D.A. Astuti. 2014. Production and nutritive value of *Indiofera zollingeriana* and *Leucaena leucocephala* in peatland. *Animal Production*. 16 (3): 156-164.
- Brandon, N.J. and H.M. Shelton. 1997. Factors affecting the early growth of *Leucaena leucocephala*. 1. Effect of nitrogen, phosphorus, lime and irrigation at three sites in south-east Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 37: 27-34.
- Brandon, N.J., H.M. Shelton and D.M. Peck. 1997. Factors affecting the early growth of *Leucaena leucocephala*. 2. Importance of arbuscular mycorrhizal fungi, grass competition and phosphorus application on yield and nodulation of *Leucaena* in pots. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 37: 35-43.
- Burle S.T.M., H.M. Shelton and S.A. Dalzell. 2003. Nitrogen cycling in degraded *Leucaena leucocephala*-*Brachiaria decumbens* pastures on an acid infertile soil in south-east Queensland, Australia. *Tropical Grasslands*. 37:119-128.
- Ezenwa, I. 1994. Early growth of *Leucaena* at different levels of sulfur and phosphorus application. *Communications in soil Science and Plant Analysis*. 25: 2639-2648.
- Hussian, A., A. Jabar, F.A. Chughtai and G. Rasul. 1991. Effect of phosphorus fertilization on growth of *Leucaena leucocephala* (Lam.) De wit. *Leucaena Research Reports*. 8: 86-88.
- Koffa, S.N. and M. Tokunori. 1987. Effect of pH and aluminium toxicity on growth of four strain of *Leucaena leucocephala* (Lam.) De wit. *Leucaena Research Reports*. 8: 58-62.
- Nasrullah, M. Niimi, R. Akashi and O. Kawamura. 2003. Nutritive evaluation of forage plants grown in South Sulawesi, Indonesia. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 16 (5): 693-701.

- Newton, D.E.L.C. and V.T. Paulino. 1990. Effects of liming and phosphorus application on growth, mineral composition, and nodulation of *Leucaena*. *Leucaena Research Reports*.11: 39-41.
- Radrizzani, A., H.M. Shelton and S.A. Dalzell. 2010. Response of *Leucaena leucocephala* pastures to phosphorus and sulfur application in Queensland. *Animal Production Science*. 50: 961-975.
- Skerman, P.J., D.G. Cameron and F. Riveros. 1988. Tropical forage legumes. 2nd ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 692 p.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตถั่วลิสงเถาแห้ง พันธุ์ฟลอริเกรซ พันธุ์อาร์บรูก และพันธุ์อีโคเทิร์ฟ แบบประณีต

จันทกานต์ อรณนันท^{1/} สดุดี พงษ์เพียจันทร์^{2/} กานดา นาคมนิ^{3/} สมศักดิ์ กังเอี่ยม^{1/}
ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา^{4/}

บทคัดย่อ

ถั่วอาหารสัตว์แห่งนี้มีความสำคัญต่อการเลี้ยงสัตว์เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหาร คือ โปรตีนสูง จึงได้ดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตถั่วลิสงเถาแห้งแบบประณีต วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) สิ่งทดลอง คือ ถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ฟลอริเกรซ พันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ มี 5 ซ้ำ ดำเนินการทดลอง 2 ปี ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2556 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

ผลการทดลอง พบว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์อีโคเทิร์ฟให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อรอบการตัดเฉลี่ย 2 ปี สูงสุดเท่ากับ 548.17 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อปี สูงสุดเท่ากับ 3,138.44 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับพันธุ์อาร์บรูกที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 526.30 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรอบการตัด และ 2,925.18 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่สูงกว่าพันธุ์ฟลอริเกรซที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำสุด เท่ากับ 418.81 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรอบการตัด และ 2,376.57 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูกและฟลอริเกรซ มีค่าโปรตีน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ลิกนินและการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งเฉลี่ย อยู่ในช่วง 16.42-17.17 40.29-41.98 32.67-34.43 4.23-4.43 และ 75.41-75.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟที่มีค่าเท่ากับ 15.12 43.82 35.82 4.76 และ 73.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การผลิตถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์ มีต้นทุนในการผลิตประกอบด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรเท่ากัน คือ 14,916.10 บาทต่อไร่ต่อปี เมื่อจำหน่ายตามคุณภาพ คือ ค่าโปรตีนมากกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ ราคา กิโลกรัมละ 8 บาท และค่าโปรตีนต่ำกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ ราคา กิโลกรัมละ 5 บาท ทำให้ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูก มีผลตอบแทนในปีที่ 1 และ 2 สูงสุดเท่ากับ 3,891.10 และ 13,079.90 บาทต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือพันธุ์ฟลอริเกรซที่มีผลตอบแทนเท่ากับ 695.10 และ 7,497.50 บาทต่อไร่ต่อปี ขณะที่พันธุ์อีโคเทิร์ฟ มีผลตอบแทนในปีที่ 1 ติดลบ เท่ากับ -198.00 บาท ส่วนในปีที่ 2 มีผลตอบแทนเท่ากับ 2,048.90 บาทต่อไร่ต่อปี จึงสรุปได้ว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูกและฟลอริเกรซมีความเหมาะสมในการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อผลิตเป็นถั่วอาหารสัตว์แห้งสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์หรือเพื่อการจำหน่ายต่อไป

คำสำคัญ : ถั่วลิสงเถาฟลอริเกรซ ถั่วลิสงเถาอาร์บรูก ถั่วลิสงเถาอีโคเทิร์ฟ ผลตอบแทน

เลขทะเบียนวิจัย: 54(1)-0214-021

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

A study on production cost and profit for intensive hay making of Florigraze, Arbrook and Ecoturf Rhizoma peanut (*Arachis glabrata*)

Jantakarn Arananant^{1/} Sadudee Pongpeachan^{2/} Ganda Nakamanee^{3/}

Somsak Kongeeam^{4/} Sakda Prajalboonjatsada^{2/}

Abstract

Since legume hay had high protein and very important for livestock, there for production cost and profit for rhizome peanut hay making intensively was studied in 2 years during October 2011-September 2013 at Petchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Petchaburi province. The treatments were 3 cultivars of rhizoma peanut -*Arachis glabrata*- cv. Florigraze, *A. glabrata* cv. Arbrook and *A. glabrata* cv. Ecoturf with 5 replications in Randomized complete block design (RCBD).

The result showed that Ecoturf gave the highest dry matter yield/rai/cut and dry matter yield/rai/year - 548.17 and 3,138.44 kg - which was not statistically significant to Arbrook- 526.30 kg./rai/cut and 2,925.18 kg./rai/year, respectively. Florigraze had the lowest dry matter yield- 418.81 and 2,376.57 kg./rai/year. For nutritive value, Arbrook and Florigraze were higher than Ecoturf. They had crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin and In vitro dry matter digestibility in a range of 16.42-17.17, 40.29-41.98, 32.67-34.43, 4.23-4.43 and 75.41-75.62%, respectively while Ecoturf had 15.12, 43.82, 35.82, 4.76 and 73.40% respectively. Production cost including fix cost and variable cost of 3 cultivars were the same, it was 14,916.10 bahts/rai/year. Due to price of legume hay were 8 and 5 bahts for >16% and <16% crude protein content, respectively, Arbrook gave the highest profit in the first and second year, 3,891.10 and 13,079.90 bahts/rai/year while Florigraze gave 695.10 and 7,497.50 bahts/rai/year. Ecoturf gave -198.00 bahts/rai/year in the first year and increased to 2,048.90 bahts/rai/year in the second year. In conclusion, Arbrook and Florigraze were suitable and should be promoted to farmer for hay production for their livestock and market.

Keywords: *Arachis glabrata* cv. Florigraze, *A. glabrata* cv. Arbrook, *A. glabrata* cv. Ecoturf, profit

Registered No. : 54(1)-0214-021

^{1/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Prathumthani.

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

^{3/} Nakornratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pak Chong, Nakornratchasima.

^{4/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hangchat, Lampang.

คำนำ

การผลิตเสบียงสัตว์ในรูปของพืชแห้งมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อเก็บรักษาพืชอาหารสัตว์ไว้ให้สัตว์กินในยามขาดแคลนและเพื่อการจำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ซึ่งการผลิตถั่วอาหารสัตว์แห้งเป็นหนึ่งในแนวทางในการผลิตพืชอาหารสัตว์แห้งที่มีคุณภาพสูง ที่ผ่านมาสำนักรักพัฒนาอาหารสัตว์ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกถั่วคาวาลเคด (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) เพื่อผลิตเป็นถั่วอาหารสัตว์แห้งจำหน่าย แต่ต้องเลิกปลูกไปเนื่องจากการระบาดของโรคที่เกิดจากไวรัส ทำให้ต้องหาถั่วอาหารสัตว์พันธุ์ใหม่ทดแทน โดยพบว่า ทีมมหาวิทยาลัยฟลอริดา รัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา มีการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ ได้แก่ ถั่วลิสงเถาฟลอริเกรซ (*Arachis glabrata* cv. Florigrase) ถั่วลิสงเถาอาร์บรูก (*A. glabrata* cv. Arbrook) และถั่วลิสงเถาอีโคเทิร์ฟ (*A. glabrata* cv. Ecoturf) เป็นถั่วอาหารสัตว์แห้งจำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์นี้เป็นพืชเขตร้อน มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้เป็นพืชหลายปี มีลำต้นใต้ดิน(เหง้า ; rhizome) จำนวนมาก โดยพันธุ์ฟลอริเกรซถูก release ในปี 1978 โดย USDA และมหาวิทยาลัยฟลอริดา เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นค่อนข้างตั้ง ไม่แตกกิ่ง สูง 15-45 เซนติเมตร ใบเป็นใบประกอบแบบ 4 ใบย่อย ลักษณะใบค่อนข้างยาวและแคบ มีผลผลิตน้ำหนักร่วงต่อการตัด 363.2-544.8 กิโลกรัมต่อไร่ (Newman, 2011 และ Prine *et al.*, 2007) เมื่อตัดที่อายุ 30 วัน และ 60 วัน มีค่าโปรตีน 21.2 และ 16.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Venuto *et al.*, 1999) จากการที่ศศิธร และคณะ (2545) ได้ศึกษาผลผลิตและคุณภาพของถั่วลิสงเถา 11 สายพันธุ์ในปี 2540-2543 เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ใหม่ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยสำหรับผลิตเป็นถั่วอาหารสัตว์แห้ง โดยเมื่อตัดทุก 60 วัน (6 ครั้งต่อปี) ที่ระดับสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร พบว่า ถั่วลิสงเถาฟลอริเกรซเมื่อทำแห้งส่วนของใบจะร่วงจากเถาน้อย มีโปรตีนเฉลี่ย 17.23 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตดีทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งรวมทั้งในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละปี โดยมีผลผลิตน้ำหนักร่วงเฉลี่ย 2,012 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เมื่อนำไปเลี้ยงแพะพันธุ์ซาแนน พันธุ์อัลไพน์ พันธุ์ทอกเกนเบอร์ก และนูเบียน พบว่า กลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วลิสงเถาฟลอริเกรซจะมีการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อดีกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยถั่วอัลฟัลฟา (*Medicago sativa*) อย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบและค่าการย่อยได้ของเยื่อใยชนิดต่างๆ สูงกว่าถั่วอัลฟัลฟาด้วย (Gelaye *et al.*, 1990) ส่วนพันธุ์อาร์บรูก (PI 262817) ถูก release ในปี 1986 โดยมหาวิทยาลัยฟลอริดาเช่นกัน มีลักษณะลำต้นหนาและตั้งตรง ส่วนเหง้ามีขนาดใหญ่ทำให้สามารถมีการเจริญได้เร็วเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูใบไม้ผลิ ปรับตัวได้ดีในดินทรายลึกและทนแล้งดีกว่าพันธุ์ฟลอริเกรซ จึงเป็นพันธุ์ที่แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ที่เป็นดินทรายระบายน้ำดี (Prine *et al.*, 1986 ; Tropical Forages, 2017) สำหรับพันธุ์อีโคเทิร์ฟ (PI658529) ถูก release โดยมหาวิทยาลัยฟลอริดาในปี 2008 เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตและคลุมพื้นที่ได้เร็ว มีจำนวนดอกต่อพื้นที่มากกว่าพันธุ์ฟลอริเกรซและอาร์บรูก จึงนิยมใช้ในการตกแต่งภูมิทัศน์ขณะเดียวกันก็สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ด้วย (Prine *et al.*, 2010) ถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์นี้ มีการปลูกอยู่ในแปลงรวบรวมพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิต คุณค่าทางโภชนาการ ต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตถั่วลิสงเถาแห้งในประเทศไทยมาก่อนว่าพันธุ์ใดมีความเหมาะสมมากที่สุด ดังนั้น จึงได้ดำเนินการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลดังกล่าวสำหรับใช้ประกอบการตัดสินใจถึงความเป็นไปได้ก่อนที่จะขยายผลในระดับเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนตุลาคม 2554-เดือนกันยายน 2556 รวม 2 ปี วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) มี 3 สิ่งทดลอง คือ ถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ฟลอริเกรซ พันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ มี 5 ซ้ำ

การปลูกและการจัดการแปลง

1. เตรียมดินโดยการไถพรวนปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ แบ่งแปลงทดลองออกเป็น 5 blocks แต่ละ block ประกอบด้วยแปลงย่อย ขนาดกว้างxยาว 5x5 เมตร จำนวน 3 แปลง รวมแปลงย่อยทั้งหมด 15 แปลง
2. ถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์ ปลูกด้วยวิธีเดียวกัน คือ ใช้กล้าพันธุ์ อายุ 30 วัน จำนวน 1 ต้นต่อหลุม ระยะห่างระหว่างแถวxต้น เท่ากับ 25x25 เซนติเมตร กลบดินให้แน่น ในช่วงแล้งให้น้ำ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ตัดถั่วครั้งแรกที่อายุ 120 วัน และตัดทุก 60 วัน ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิตลอดการทดลอง
2. เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองเพื่อวิเคราะห์หา pH ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถันที่แลกเปลี่ยนได้
3. วัดความสูงของถั่วโดยวัดจากเหนือดินถึงปลายยอดโดยไม่รวบใบ 3 จุด นับจำนวนแขนงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยใช้ quadrat ขนาด 0.25x0.25 เมตร จำนวน 3 จุด วัดผลผลิตน้ำหนักแห้งหลังตัดปรับและตัดครั้งต่อไป โดยใช้ quadrat ขนาด 1 ตารางเมตร สุ่ม 3 จุด แต่ละจุดชั่งน้ำหนักสดแล้วสุ่มแปลงละ 1 กิโลกรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักเพื่อคำนวณหาผลผลิตน้ำหนักผลผลิตแห้งของถั่ว
4. บันทึกลักษณะทางกายภาพของถั่วแห้ง ได้แก่ สี กลิ่น ความอ่อนนุ่ม (กองอาหารสัตว์, 2547)
5. นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วไปบดให้ละเอียดขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการตามวิธีการใน AOAC (2000) ได้แก่ ความชื้น โดยการอบด้วยตู้อบชนิด force-air oven ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง โปรตีน (Crude protein, CP) วิเคราะห์ด้วยการหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl แล้วคูณด้วยแฟกเตอร์ 6.25 ถ้า โดยการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง เยื่อใยชนิดลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber; ADF) และแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ฟอสฟอรัส (P) และกำมะถัน (S) ด้วยเครื่อง ICP ส่วนผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber; NDF) วิเคราะห์โดยใช้ sodium sulfite และ alpha amylase ตามวิธีที่ 5.1 ของ Undersander (1993) และค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (In vitro dry matter digestibility; IVDMD) วิเคราะห์โดยวิธี nylon bag (Nylon bag technique) ตามวิธีของ Orskov *et al.* (1980)
6. บันทึกต้นทุนผลตอบแทน โดย
 - 6.1 ต้นทุน (บาทต่อไร่ต่อปี) ประกอบด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเตรียมดิน ค่าท่อนพันธุ์ ค่าอุปกรณ์ให้น้ำ และค่าปลูก นำมารวมกันแล้วและจากการที่แปลงมีอายุการใช้งานขั้นต่ำ 10 ปีขึ้นไป จึงหารเฉลี่ย 10 ปี ส่วนต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าปุ๋ย ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย ค่าน้ำมันสูบน้ำ ค่าจ้างรดน้ำกำจัดวัชพืช ค่าจ้างเก็บเกี่ยวและทำแห้ง (เมื่อเป็นแปลงผลิตขนาดใหญ่)
 - 6.2 รายได้ (บาทต่อไร่ต่อปี) คำนวณจากผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ได้อverageของแต่ละปี แล้วคูณด้วยราคาตามคุณภาพโปรตีนของสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2560)
 - 6.3 ผลตอบแทน (บาทต่อไร่ต่อปี) คำนวณโดยนำรายได้ หักลบกับต้นทุน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

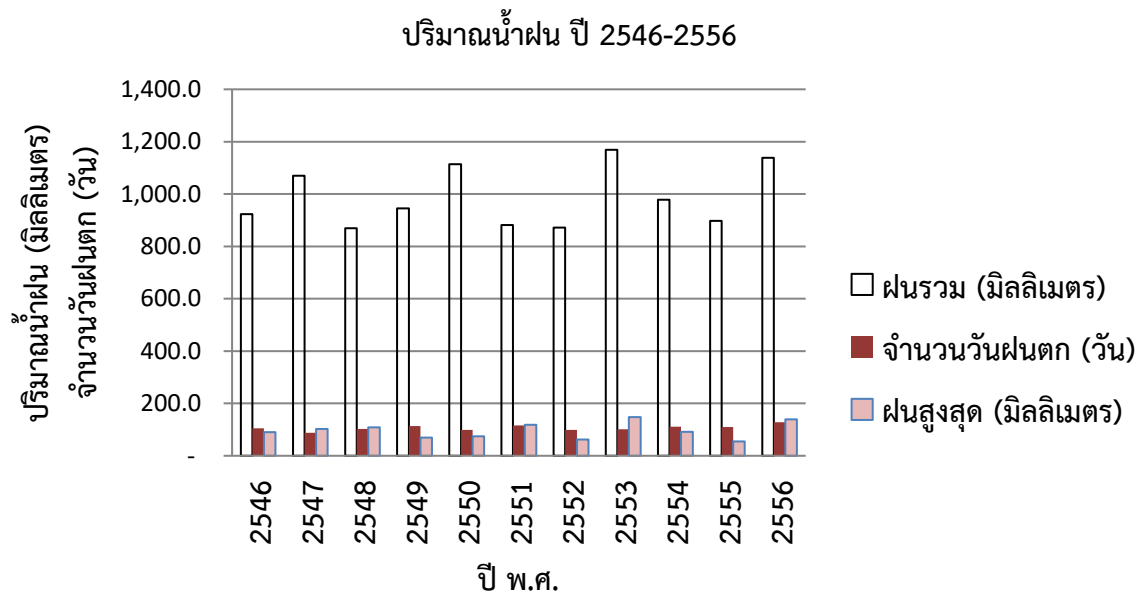
นำข้อมูลผลผลิตและคุณค่าทางอาหารที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี Analysis of variance ของ RCBD และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

สถานที่ทำการทดลอง : ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี และกลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ จังหวัดปทุมธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

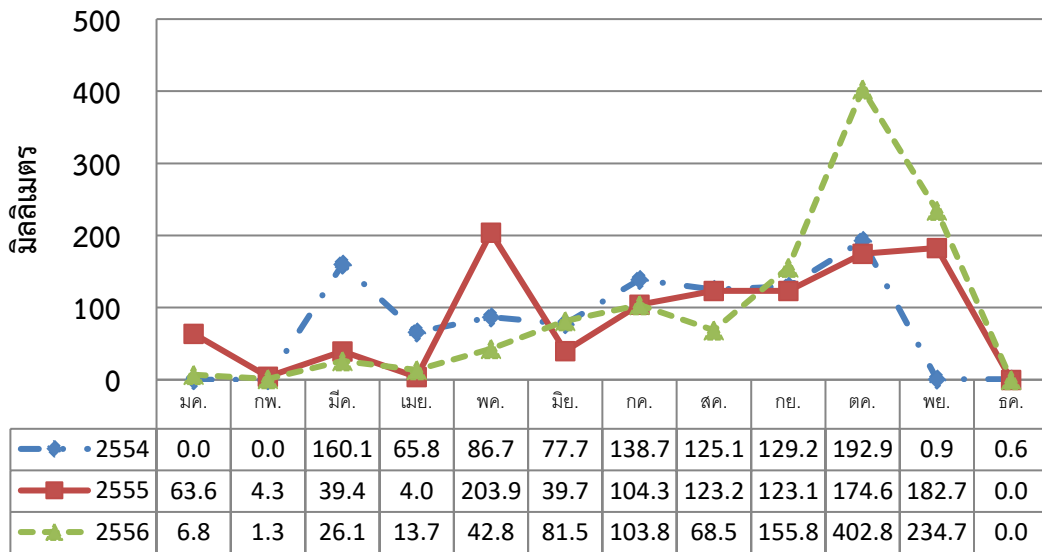
สภาพอากาศ และปริมาณน้ำฝน

จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาระหว่างปี พ.ศ. 2546-2556 พบว่า พื้นที่จังหวัดเพชรบุรีมีจำนวนวันฝนตก 88-128 วัน ปริมาณน้ำฝนรวม 800-1200 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนสูงสุด 50-148 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1) โดยในช่วงฤดูแล้ง เริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคม-กลางเดือนพฤษภาคม ของปี พ.ศ. 2554-2556 พบว่า มีปริมาณน้ำฝนรวม 227.4 294.0 และ 282.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ และปริมาณน้ำฝนรวมสูงจะมากในทุกๆ 3 ปี (ภาพที่ 1) จากนั้นปริมาณจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเข้าสู่ฤดูฝน คือ ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ที่มีปริมาณน้ำฝนรวม 750.3 768.8 และ 855.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ (กลุ่มภูมิอากาศ, 2558)



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝน (รายปี) ที่จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2546-2556

ปริมาณน้ำฝนปี 2554-2556



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน (รายเดือน) ที่จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2554-2556

คุณภาพดิน

ก่อนปลูกได้เก็บตัวอย่างดินแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ที่มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย จำนวน 4 จุด ที่ระดับความลึก 0-6 นิ้ว เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.22 ทำให้พืชสามารถดูดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากดินไปใช้ประโยชน์ได้ 89 52 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ฝ่ายชุมชน และผู้ด้อยโอกาส, มปป.) มีธาตุอาหารพืช ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ โพแทสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน แคลเซียม เท่ากับ 13.84 82.64 80.30 168.82 และ 595.15 ppm. ตามลำดับ มีอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 1.19 เปอร์เซ็นต์ จัดว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงใส่ปุ๋ยยิปซัม (กำมะถัน 5 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยทริบเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (45% P_2O_5) อัตรา 12 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น ก่อนปลูกถั่ว

ลักษณะทางการเกษตร

ความสูง

จากการวัดความสูงของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ ที่อายุทุก 60 วัน (ตารางที่ 1) พบว่า ในช่วงแล้ง ช่วงฝนและค่าเฉลี่ยทั้งปีของปีที่ 1 พันธุ์โอเคเทิร์ฟ มีความสูงมากที่สุด คือ 22.28 35.78 และ 29.03 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ฟลอริเกรสและพันธุ์อาร์บรูก ที่มีความสูงในช่วงแล้ง 11.46 12.03 เซนติเมตร ช่วงฝน 26.42 27.46 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยทั้งปี 18.94 และ 19.75 เซนติเมตร ตามลำดับ ในปีที่ 2 พันธุ์โอเคเทิร์ฟยังคงมีความสูงมากที่สุด ในช่วงแล้ง ช่วงฝนและค่าเฉลี่ยทั้งปี คือ 30.15 42.60 และ 35.13 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยทั้งปีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ฟลอริเกรส แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์อาร์บรูก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 27.35 และ 31.08 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูงที่เพิ่มขึ้นในปีที่ 2 ของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ ของการทดลองนี้ พบในทำนองเดียวกันกับรายงานของ Anderson and Knox (2015) เมื่อปลูกถั่วลิสงเถา

พันธุ์ฟลอริเกรซ พันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ ที่ Gainesville รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปีที่ 1 พบว่า มีความสูง 15.9 24.8 และ 11.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และในปีที่ 2 มีความสูงเพิ่มขึ้นเป็น 26.3 34.8 และ 25.1 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพันธุ์อาร์บรูกมีความสูงมากกว่าพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ และเมื่อปลูกที่ Quincy พบว่า พันธุ์อีโคเทิร์ฟมีความสูงมากกว่าพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อาร์บรูกในปีที่ 2 คือ 31.8 29.2 และ 26.6 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความสูงเพิ่มมากขึ้นในปีที่ 3 โดยที่พันธุ์อาร์บรูกมีความสูงมากกว่าพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ คือ 44.4 37.6 และ 35.2 เซนติเมตร ตามลำดับ

ส่วนความสูงเฉลี่ย 2 ปี ทั้งในช่วงแล้ง ช่วงฝนและค่าเฉลี่ยทั้งปีของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ พบว่า พันธุ์อีโคเทิร์ฟมีความสูงมากที่สุด คือ 26.21 39.19 และ 31.80 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก ที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 22.76 และ 24.90 เซนติเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Prine *et al.* (2010) ที่รายงานว่าถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก มีความสูงเท่ากับ 31.50 และ 30.48 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกับพันธุ์อีโคเทิร์ฟ ที่มีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 34.04 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 1 ความสูง จำนวนแขนงต่อตารางเมตรและผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อรอบการตัดของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์

	ปีที่ 1				ปีที่ 2				เฉลี่ย 2 ปี			
	ฟลอริเกรซ	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV	ฟลอริเกรซ	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV	ฟลอริเกรซ	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV
ความสูง (เซนติเมตร)												
ช่วงแล้ง	11.46 ^b	12.03 ^b	22.28 ^a	35.67	23.80 ^b	28.58 ^a	30.15 ^a	13.46	17.63 ^b	20.30 ^b	26.21 ^a	19.05
ช่วงฝน	26.42 ^b	27.46 ^b	35.78 ^a	18.67	32.68 ^b	34.84 ^b	42.60 ^a	15.03	29.55 ^b	31.15 ^b	39.19 ^a	16.07
เฉลี่ยทั้งปี	18.94 ^b	19.75 ^b	29.03 ^a	23.63	27.35 ^b	31.08 ^{ab}	35.13 ^a	13.44	22.76 ^b	24.90 ^b	31.80 ^a	17.22
จำนวนแขนงต่อตารางเมตร												
ช่วงแล้ง	651	840	755	20.85	1,609	1,521	1,298	14.84	1,130	1,181	1,026	11.24
ช่วงฝน	1,433 ^a	1,626 ^a	1,063 ^b	21.37	1,738 ^a	2,063 ^a	1,099 ^b	28.47	1,585 ^a	1,845 ^a	1,081 ^b	24.56
เฉลี่ยทั้งปี	1,042 ^b	1,233 ^a	909 ^b	18.45	1,661 ^a	1,738 ^a	1,218 ^b	18.29	1,323 ^a	1,463 ^a	1,050 ^b	16.99
ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่)												
ต่อรอบการตัด												
ช่วงแล้ง	198.63 ^b	258.73 ^b	379.05 ^a	32.26	425.02	505.28	435.29	16.25	311.82 ^b	382.01 ^a	407.17 ^a	14.44
ช่วงฝน	530.03	624.28	636.31	14.52	521.54 ^b	716.92 ^a	742.03 ^a	20.37	525.79 ^b	670.60 ^a	689.17 ^a	16.97
เฉลี่ยทั้งปี	364.33 ^b	441.50 ^{ab}	507.68 ^a	18.17	473.28 ^b	611.10 ^a	588.66 ^a	14.50	418.81 ^b	526.30 ^a	548.17 ^a	15.16
รวมทั้งปี	1,951.37 ^c	2,350.93 ^b	2,943.59 ^a	22.54	2,801.73 ^b	3,499.46 ^a	3,333.27 ^a	13.02	2,376.57 ^b	2,925.18 ^a	3,138.44 ^a	22.29

- ^{abc} ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT (p<0.05)

จำนวนแขนงต่อตารางเมตร

จำนวนแขนงต่อตารางเมตรในช่วงแล้งปีที่ 1 ของถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่ในช่วงฝนถั่วลิสงเถาพันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก มีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 1,433 และ 1,626 แขนงต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟที่มี 1,063 แขนงต่อตารางเมตร เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้งปี พบว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูก มีจำนวนสูงสุด คือ 1,233 แขนงต่อตารางเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ ในปีที่ 2 จำนวนแขนงต่อตารางเมตรในช่วงแล้งของถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกับปีที่ 1 แต่ในช่วงฝนถั่วลิสงเถาพันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก มีจำนวนเท่ากับ 1,661 และ 1,738 สูงกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟที่มีจำนวน 1,218 แขนงต่อตารางเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำความสูงในปีที่ 1 และ 2 มาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ในช่วงแล้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในช่วงฝน พันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก มีจำนวนแขนงไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อีโคเทิร์ฟ โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 1,323 1,463 และ 1,050 แขนงต่อตารางเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับ *Interrante et al.* (2011) ที่รายงานไว้ว่า พันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก มีจำนวน 23 และ 28 แขนงต่อต้น ตามลำดับ และเมื่อปลูกร่วมกับหญ้าบาเฮีย พบว่า พันธุ์พลริเกรซมีจำนวน 79 แขนงต่อตารางเมตร ขณะที่พันธุ์อีโคเทิร์ฟมีจำนวน 66 แขนงต่อตารางเมตร (*Mulienix et al.*, 2014) การที่ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูก มีจำนวนแขนงต่อพื้นที่มากกว่าพันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ เป็นเพราะพันธุ์อาร์บรูก มีเหง้าขนาดใหญ่กว่า อีกทั้งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทรายและทนแล้งได้ดีกว่าพันธุ์พลริเกรซ (*Prine et al.*, 1990) ส่วนพันธุ์อีโคเทิร์ฟมีจำนวนแขนงต่อตารางเมตรน้อยที่สุด เนื่องจากเหง้าใต้ดิน (ground cover) เจริญได้ช้ามาก (*Anderson*, 2013)

ผลผลิตน้ำหนักแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อการตัด ในปีที่ 1 ช่วงแล้ง พบว่า พันธุ์อีโคเทิร์ฟให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อการตัดสูงสุด เท่ากับ 379.05 กิโลกรัม แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อาร์บรูกที่มีค่าเท่ากับ 198.63 และ 258.73 กิโลกรัมต่อไร่ต่อการตัด ตามลำดับ ส่วนในช่วงฝนผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากพันธุ์อีโคเทิร์ฟถึงจะมีจำนวนแขนงต่อตารางเมตรน้อยที่สุดแต่มีความสูงของลำต้นมากที่สุด ขณะที่พันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อาร์บรูกมีจำนวนแขนงต่อตารางเมตรมากที่สุด แต่มีลำต้นเตี้ยกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟ การตัดในปีที่ 2 ช่วงแล้ง พบว่า ถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์มีผลผลิตน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 425.02-505.28 กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง แต่ในช่วงฝนและค่าเฉลี่ยทั้งปี พันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน คือ 716.92 611.10 และ 742.03 588.66 กิโลกรัม ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์พลริเกรซที่มีค่า เท่ากับ 521.54 และ 473.28 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากความสูงและจำนวนแขนงต่อตารางเมตร ส่งผลให้ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟมีผลผลิตน้ำหนักแห้งในช่วงแล้ง ช่วงฝนและเฉลี่ยทั้งปีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกับพันธุ์พลริเกรซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์อาร์บรูกพันธุ์อีโคเทิร์ฟ และพันธุ์พลริเกรซ มีค่าเฉลี่ย 2 ปี เท่ากับ 526.30 548.17 และ 418.81 กิโลกรัมต่อไร่ต่อการตัดตามลำดับ ขณะที่ *Valencia et al.* (1997) พบว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์พลริเกรซและพันธุ์อาร์บรูกตัดที่อายุ 6 สัปดาห์มีผลผลิต 366.08 และ 339.04 กิโลกรัมต่อไร่ต่อการตัด ตามลำดับ

ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อปี ในปีที่ 1 พบว่า พันธุ์อีโคเทิร์ฟให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด เท่ากับ 2,943.6 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือพันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์พลริเกรซ ที่มีผลผลิต 2,350.93 และ 1,951.37 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่ในปีที่ 2 พันธุ์อาร์บรูกให้ผลผลิตสูงสุดไม่แตกต่างจากพันธุ์อีโคเทิร์ฟที่มีผลผลิต 3,499.46 และ 3,333.27 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ เมื่อเฉลี่ย 2 ปี พบว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ พันธุ์อีโคเทิร์ฟที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3,138.44 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ไม่แตกต่างจากพันธุ์อาร์บรูกที่ให้ผลผลิต 2,925.18 กิโลกรัมต่อไร่

ต่อปี โดยที่พันธุ์พลอริเกรซให้ผลผลิตต่ำสุด เท่ากับ 2,376.57 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่เมื่อศึกษาจากรายงานต่างๆ พบว่า การให้ผลผลิตของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์นี้ มีความแปรปรวนเมื่อต่างพื้นที่ เช่น เมื่อศึกษาผลผลิตของถั่วลิสงเถา พันธุ์พลอริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก ในดินร่วนปนทราย ที่มีค่าความเป็นกรดต่าง 7.4 พบว่า ในปีที่ 1 พันธุ์พลอริเกรซ และพันธุ์อาร์บรูก ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2,050 และ 2,620 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในปีที่ 3 ให้ผลผลิต 2,240 และ 1,900 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Butler *et al.*, 2006) ขณะที่เมื่อศึกษาที่รัฐฟลอริดา โดยไม่มีการให้น้ำในช่วงแล้งที่ The Range Cattle Research and Education Center, Ona (RERC Ona.) พบว่า ถั่วลิสงเถา พันธุ์พลอริเกรซ พันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ มีผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 4 ปี เท่ากับ 1,728.0 1,760 และ 1,680 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ และเมื่อทดลองที่ Plant Science Research and Education unit, Citra (PSREU Citra) ระหว่างปี 2003-2006 มีค่าเฉลี่ย 4 ปี เท่ากับ 1,450.44 1,944.00 และ 1,414.80 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ส่วนที่ North Florida Research and Education center, Marianna (NFREC Marianna) มีค่าเฉลี่ย 5 ปี เท่ากับ 1,696 2,192 และ 1,328 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Prine *et al.*, 2010)

องค์ประกอบทางเคมี

วัตถุแห้ง จากตารางที่ 2 ค่าวัตถุแห้งของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ ในช่วงแล้งและช่วงฝนของปีที่ 1 และ ปีที่ 2 รวมทั้งค่าเฉลี่ยทั้งปี และค่าเฉลี่ย 2 ปี พบว่า พันธุ์พลอริเกรซมีค่าวัตถุแห้งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์อีโคเทิร์ฟ โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งปีจากข้อมูล 2 ปี เท่ากับ 25.77 และ 26.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างจากพันธุ์อาร์บรูก ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.83 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โปรตีน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยในช่วงแล้งและช่วงฝน รวมทั้งค่าเฉลี่ยทั้งปีจากข้อมูล 2 ปี พบว่า ถั่วลิสงเถา พันธุ์อาร์บรูกกับพันธุ์พลอริเกรซ มีค่าโปรตีนไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าโปรตีนเฉลี่ยทั้งปีจากข้อมูล 2 ปี เท่ากับ 17.17 และ 16.42 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อีโคเทิร์ฟที่มีค่าโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 15.12 เปอร์เซ็นต์

เยื่อใยชนิดต่างๆ ในช่วงแล้งของปีที่ 1 ปีที่ 2 ค่าเฉลี่ยช่วงแล้ง 2 ปี รวมทั้งค่าเฉลี่ยทั้งปีของปีที่ 1 ปีที่ 2 และค่าเฉลี่ยทั้งปีจากข้อมูล 2 ปี พบว่า ค่าผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสของถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์อีโคเทิร์ฟมีค่าเฉลี่ยทั้งปีจากข้อมูล 2 ปี สูงสุด เท่ากับ 43.82 และ 35.82 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟมีค่าผนังเซลล์เฉลี่ยเท่ากับ 41.98 และ 40.29 เปอร์เซ็นต์ และค่าลิกโนเซลลูโลสเฉลี่ยเท่ากับ 34.43 และ 32.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าลิกนิน พบว่า ในถั่วลิสงพันธุ์อาร์บรูกกับพลอริเกรซมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อีโคเทิร์ฟที่มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.76 เปอร์เซ็นต์

ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างในปีที่ 1 เท่านั้น เมื่อเรียงลำดับพันธุ์ ถั่วลิสงเถาที่ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงไปหาค่าต่ำ พบว่า พันธุ์อาร์บรูกมีค่าเท่ากับ 75.62 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ พันธุ์พลอริเกรซ มีค่าเท่ากับ 75.41 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์อีโคเทิร์ฟมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 73.40 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของมนัสนันท์และคณะ (2558) ที่รายงานว่า เมื่อศึกษาอัตราการย่อยสลายของวัตถุแห้ง ของอินทรีย์วัตถุและของโปรตีนในถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ ดังกล่าวโดยการใช้ถุงในถ่อนในโคนมเจาะกระเพาะที่ 72 ชั่วโมง พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน โดยพันธุ์อาร์บรูกมีค่าเท่ากับ 79.62 79.62 และ 97.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือพันธุ์พลอริเกรซ มีค่าเท่ากับ 78.38 78.03 และ 97.28 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์อีโคเทิร์ฟ มีค่าเท่ากับ 77.05 76.57 และ 96.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่ออัตราการย่อยได้ คือ ลิกนิน ซึ่งเป็นเยื่อใยชนิดที่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ และพันธุ์อีโคเทิร์ฟเป็นพันธุ์ที่มีค่าลิกนินสูงสุด

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์

คุณค่าทางโภชนา	ปีที่ 1				ปีที่ 2				เฉลี่ย 2 ปี				
	%	ฟลอริเกรช	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV	ฟลอริเกรช	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV	ฟลอริเกรช	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV
ช่วงแล้ง													
วัตถุแห้ง		26.58	26.92	29.76	8.81	25.22 ^a	23.11 ^b	25.65 ^a	6.45	25.92 ^{ab}	25.02 ^b	27.70 ^a	6.34
โปรตีน		17.58 ^a	18.08 ^a	15.33 ^b	8.42	17.07 ^b	17.72 ^a	15.41 ^c	6.30	17.33 ^a	17.90 ^a	15.37 ^b	7.21
ผนังเซลล์		34.21 ^b	35.88 ^b	39.09 ^a	6.93	38.55 ^c	40.04 ^b	43.01 ^a	6.02	36.38 ^c	38.46 ^b	41.05 ^a	5.48
ลิกโนเซลลูโลส		29.99 ^b	30.85 ^b	34.19 ^a	6.57	29.20 ^c	32.41 ^b	33.13 ^a	5.25	29.60 ^c	31.63 ^b	33.66 ^a	5.75
ลิกนิน		2.28 ^b	2.42 ^b	2.81 ^a	6.57	4.65 ^b	5.01 ^{ab}	5.45 ^a	10.78	3.47 ^b	3.71 ^b	4.13 ^a	9.44
เถ้า		11.34 ^b	12.95 ^a	11.29 ^b	8.02	10.78	11.23	10.76	4.15	11.06 ^b	12.09 ^a	11.02 ^b	5.19
Ca		1.76	1.99	1.86	9.44	1.57	1.85	1.68	14.87	1.66	1.92	1.77	11.55
P		0.23 ^b	0.24 ^b	0.28 ^a	10.62	0.22 ^b	0.22 ^b	0.26 ^a	11.77	0.23 ^b	0.23 ^b	0.27 ^a	10.73
Mg		0.59	0.59	0.57	8.92	0.49	0.53	0.50	10.43	0.54	0.56	0.54	8.44
K		1.42 ^{ab}	1.42 ^{ab}	1.58 ^a	19.02	1.32	1.48	1.49	12.15	1.23	1.45	1.54	14.27
S		0.24 ^b	0.33 ^a	0.37 ^a	20.49	0.29 ^c	0.36 ^b	0.41 ^a	19.69	0.27 ^c	0.35 ^b	0.39 ^a	18.07
วัตถุแห้ง		27.32 ^a	23.03 ^b	26.48 ^a	8.75	23.97	22.24	24.08	6.02	25.64 ^a	22.63 ^b	25.28 ^a	7.01
โปรตีน		15.76 ^b	17.01 ^a	15.28 ^b	6.72	15.28	15.89	14.46	6.43	15.52 ^{ab}	16.45 ^a	14.87 ^b	6.17
ผนังเซลล์		41.60	43.37	43.84	3.91	36.46	37.91	39.39	5.21	44.20	45.50	46.58	4.15
ลิกโนเซลลูโลส		35.04	36.57	36.57	3.80	46.81	47.64	49.33	3.70	35.75	37.24	37.98	3.48
ลิกนิน		2.66 ^b	2.88 ^{ab}	2.99 ^a	7.72	7.32	7.41	7.80	5.88	4.99	5.15	5.39	5.95
เถ้า		9.33 ^c	10.57 ^a	10.03 ^b	6.31	9.14	9.53	9.14	4.71	9.23 ^b	10.05 ^a	9.59 ^b	4.88
Ca		1.54	1.75	1.58	13.47	1.41	1.57	1.40	12.09	1.47	1.66	1.49	11.10
P		0.22 ^c	0.24 ^b	0.26 ^a	8.74	0.24	0.24	0.25	7.07	0.23 ^b	0.24 ^{ab}	0.26 ^a	6.12
Mg		0.52 ^b	0.58 ^a	0.51 ^b	8.20	0.46	0.52	0.47	9.09	0.49 ^b	0.55 ^a	0.49 ^b	7.95
K		1.83	2.09	2.18	11.53	1.21	1.14	1.36	23.03	1.52	1.61	1.77	13.47
S		0.19 ^b	0.25 ^a	0.26 ^a	15.02	0.27 ^b	0.30 ^{ab}	0.32 ^a	11.50	0.23 ^b	0.27 ^a	0.29 ^a	10.62

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คุณค่าทางโภชนา		เฉลี่ยปีที่ 1				เฉลี่ยปีที่ 2				เฉลี่ย 2 ปี			
%	ฟลอริเกรซ	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV	ฟลอริเกรซ	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV	ฟลอริเกรซ	อาร์บรูก	อีโคเทิร์ฟ	%CV	
ค่าเฉลี่ยทั้งปี													
วัตถุดิบ	26.95 ^a	24.98 ^b	28.12 ^a	6.32	24.59 ^a	22.67 ^b	24.86 ^a	5.39	25.77 ^a	23.83 ^b	26.49 ^a	5.87	
โปรตีน	16.67 ^b	17.54 ^a	15.30 ^c	7.02	16.17 ^a	16.81 ^a	14.93 ^b	5.81	16.42 ^a	17.17 ^a	15.12 ^b	5.95	
ผนังเซลล์	37.90 ^c	39.63 ^b	41.47 ^a	4.56	42.68 ^b	44.34 ^b	46.16 ^a	6.48	40.29 ^c	41.98 ^b	43.82 ^a	4.22	
ลิกโนเซลลูโลส	32.52 ^b	33.71 ^b	35.38 ^a	4.69	32.83 ^c	35.16 ^b	36.26 ^a	3.87	32.67 ^c	34.43 ^b	35.82 ^a	4.11	
ลิกนิน	2.47 ^b	2.65 ^b	2.90 ^a	8.61	5.99	6.21	6.62	11.85	4.23 ^b	4.43 ^b	4.76 ^a	6.82	
ค่าการย่อยได้ของ	75.41	75.62	73.40	3.59	-	-	-	-	-	-	-		
วัตถุดิบ*													
ถั่ว	10.33 ^b	11.76 ^a	10.66 ^b	6.38	9.96	10.38	9.95	3.97	10.15 ^b	11.07 ^a	10.30 ^b	3.95	
Ca	1.65	1.87	1.72	10.91	1.49 ^b	1.71 ^a	1.54 ^b	7.35	1.57	1.79	1.63	11.10	
P	0.23 ^c	0.24 ^b	0.27 ^a	8.71	0.23 ^b	0.23 ^b	0.25 ^a	6.41	0.23 ^b	0.24 ^b	0.26 ^a	6.66	
Mg	0.55	0.59	0.55	7.67	0.48	0.53	0.49	8.68	0.52	0.56	0.52	8.07	
K	1.48 ^b	1.75 ^{ab}	1.88 ^a	14.29	1.27	1.31	1.43	14.52	1.37	1.53	1.65	11.31	
S	0.22 ^b	0.29 ^a	0.31 ^a	17.27	0.28 ^c	0.33 ^b	0.36 ^a	15.02	0.25 ^c	0.31 ^b	0.34 ^a	13.75	

- * ดำเนินการวิเคราะห์เฉพาะในปีที่ 1 เท่านั้น

- abc ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างชนิดกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT (P<0.05)

เถาและแร่ธาตุต่างๆ จากตารางที่ 2 ในปีที่ 1 ทั้งช่วงแล้ง ช่วงฝนและค่าเฉลี่ยทั้งปี รวมทั้งเฉลี่ยทั้งปีจากข้อมูล 2 ปีพบว่า พันธุ์อาร์บรูกมีปริมาณเถาสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์ฟลอริเกรซและอีโคเทิร์ฟ แต่ในปีที่ 2 กลับพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณแร่ธาตุ พบว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์อีโคเทิร์ฟมีธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและกำมะถันสูงกว่าพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก ทั้งนี้เนื่องจากธาตุฟอสฟอรัส มีหน้าที่ช่วยทำให้ลำต้นแข็งแรง ไม่ล้มง่าย อีกทั้งช่วยให้รากดูดธาตุโพแทสเซียมจากดินมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ซึ่งจากการสังเกต พบว่า พันธุ์อีโคเทิร์ฟมีลักษณะลำต้นใหญ่และแข็งแรงกว่าถั่วลิสงเถาอีก 2 พันธุ์ นอกจากนี้ธาตุกำมะถันซึ่งเป็นธาตุรองแต่มีความจำเป็นต่อการสร้างโปรตีนในพืช รวมทั้งเป็นส่วนประกอบของสารระเหยที่มีกลิ่นเฉพาะตัว (นิรนาม, มปป.)

ค่าโปรตีน NDF และ ADF ของถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซ ตัดที่อายุ 60 วัน ในการทดลองนี้ พบว่าใกล้เคียงกับรายงานของ Redfearn *et al.* (1998) และ Venuto *et al.* (1999) ที่มีค่าเท่ากับ 16.2 52.1 และ 37.6 เปอร์เซ็นต์ และ 18.0 42.3 และ 32.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์อาร์บรูกมีค่าเท่ากับ 15.4 44.5 และ 34.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังใกล้เคียงกับที่ Prine *et al.* (2007) ได้รายงานคุณค่าทางโภชนาของถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซ พันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟ เมื่อทดสอบที่ NFREC Marianna ในปี 2006 ว่า มีค่าโปรตีน 18 17 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ADF 34 40 และ 34 เปอร์เซ็นต์ NDF 45 51 และ 43 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 8 9 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เถา 10 11 และ 11 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 2.2 2.1 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.3 0.3 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบที่ PSREU Citra พบว่า มีค่าโปรตีนไม่แตกต่างกัน โดยพันธุ์อีโคเทิร์ฟมีโปรตีนต่ำสุดเท่ากับ 14.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก มีค่าเท่ากับ 15.2 และ 15.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ทดสอบที่ RCREU Ona. พบว่า พันธุ์อีโคเทิร์ฟมีค่าโปรตีนสูงสุด เท่ากับ 19.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก มีค่าเท่ากับ 16.3 และ 14.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อนำส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าโปรตีนหยาบ ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสมาประเมินตามเกณฑ์ของสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2559) พบว่า ถั่วลิสงเถาทั้งพันธุ์อาร์บรูกและฟลอริเกรซ มีคุณภาพระดับปานกลาง ขณะที่พันธุ์อีโคเทิร์ฟเป็นถั่วแห่งคุณภาพต่ำ และเมื่อนำไปเทียบกับมาตรฐานชั้นคุณภาพของถั่วอัลฟัลฟาแห้ง พบว่า ถั่วลิสงเถาทั้งพันธุ์อาร์บรูกและฟลอริเกรซ มีคุณภาพระดับพอใช้ (fair) ขณะที่พันธุ์อีโคเทิร์ฟเป็นถั่วแห่งคุณภาพระดับใช้ประโยชน์ได้ (utility) (Cash and Dixon, 2003)

ลักษณะทางกายภาพ

เมื่อนำตัวอย่างถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซ พันธุ์อาร์บรูกและพันธุ์อีโคเทิร์ฟอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ มาประเมินลักษณะทางกายภาพตามเกณฑ์ของกองอาหารสัตว์ (2547) พบว่า ถั่วลิสงเถาทั้ง 3 พันธุ์ ส่วนใบมีสีเขียวติดอยู่กับลำต้น ไม่หลุดร่วง มีกลิ่นหอมมาก เนื่องจากมีน้ำมันหอมระเหยชนิด 1-octen-3-ol (mushroom alcohol), β -linalool และ 4-vinylguaiacol (Constanza *et al.*, 2015) โดยเฉพาะ β -linalool พบว่า มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ต้านการอักเสบ ต้านออกซิเดชัน โดยน้ำมันหอมระเหยหรือสารเทอร์พินที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ โดยผ่านกลไกการสลายผนังเซลล์ ส่งผลต่อการควบคุมการส่งผ่านสารเข้าออกเซลล์ ทำให้เกิดการรั่วไหลสารภายในเซลล์เช่น โปรตีน โพแทสเซียม กรดนิวคลีอิก ATP และเอนไซม์ต่างๆ รวมทั้งกลไกการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญและการมีชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร, 2560) ส่วนความอ่อนนุ่ม ถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซและพันธุ์อาร์บรูก เมื่อใส่มือแล้วกำดู รู้สึกนุ่มมือมากกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟ เนื่องจากมีขนาดลำต้นเล็กกว่าและมีความเป็นเนื้อไม้้น้อยกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟ ดังแสดงด้วยภาพในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์

พันธุ์	ก่อนตัด	หลังอบ			
		ลักษณะ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
ฟลอริเกรซ			เขียว	หอม	ส่วนลำต้น แข็ง เล็กน้อย
อาร์บรูก			เขียว	หอม	ส่วนลำต้น แข็ง เล็กน้อย
อีโคเทิร์ฟ			เขียว	หอม	ส่วนลำต้น แข็งปาน กลาง

ตารางที่ 4 ต้นทุนการผลิตถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2
1. ต้นทุนคงที่ (บาทต่อไร่)	2,204.10	2,204.10
1.1 ค่าอุปกรณ์ให้น้ำ (ใช้งานได้ 5 ปี)	3,000.00	-
เฉลี่ยต่อปี	600	600
1.2 ค่าเตรียมดิน	500.00	-
1.3 ค่าท่อนพันธุ์ถั่ว ถูกละ 1 บาท จำนวน 14,641 ถู	14,641.00	-
1.4 ค่าปลูก 3 วันๆละ 300 บาท	900.00	-
รวม 1.2-1.4 (ใช้งานได้ 10 ปี)	16,041.00	-
ต้นทุนสร้างแปลงถั่วใช้งานได้ 10 ปี ต้นทุนต่อปี	1,604.10	1,604.10
2. ต้นทุนผันแปร	12,712.00	12,712.00
2.1 ค่าปุ๋ยรองพื้น สูตร 16-46-0 อัตรา 12 กก./ๆละ 18 บาท และปุ๋ยยิปซั่ม อัตรา 32 กก./ๆละ 3 บาท	312.00	312.00
2.2 ค่าใส่ปุ๋ย 6 ครั้งๆละ 300 บาท	1,800.00	1,800.00
2.3 ค่าน้ำมันสูบน้ำ 8 ครั้งๆละ 100 บาท	800.00	800.00
2.4 ค่าจ้างรดน้ำ ครั้งละ 50 บาท	1,400.00	1,400.00
2.5 ค่ากำจัดวัชพืช วันละ 300 บาท จำนวน 10 วัน	3,000.00	3,000.00
2.6 ค่าจ้างเก็บเกี่ยวและทำแห้ง 6 ครั้งๆละ 900 บาท	5,400.00	5,400.00
3. รวมต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อไร่ต่อปี)	14,916.10	14,916.10
4. ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)		
4.1 ถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซ	1,951.40	2,801.70
4.2 ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูก	2,350.90	3,499.50
4.3 ถั่วลิสงเถาพันธุ์อีโคเทียร์	2,943.60	3,333.30
5. รายได้ (บาทต่อไร่ต่อปี)		
5.1 ถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซ	15,611.20	22,413.60
5.2 ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูก	18,807.20	27,996.00
5.3 ถั่วลิสงเถาพันธุ์อีโคเทียร์	14,718.00	16,665.00
6. ผลตอบแทน (บาทต่อไร่ต่อปี)		
6.1 ถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซ	695.10	7,497.50
6.2 ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูก	3,891.10	13,079.90
6.3 ถั่วลิสงเถาพันธุ์อีโคเทียร์	-198.10	1,748.90

- *ราคาจำหน่าย โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 16 ของน้ำหนักแห้ง ราคา กก. ละ 8 บาท โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนักแห้ง ราคา กก. ละ 5 บาท (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2560)

ต้นทุนการผลิต

จากตารางที่ 4 การสร้างแปลงถั่วลิสงเถา 3 พันธุ์ มีต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเตรียมดิน ค่าพันธุ์ถั่วและค่าปลูกเท่ากัน คือ 16,041.00 บาท ซึ่งจากข้อมูลในวารสาร Hay&Forage Grower ที่กล่าวถึงความท้าทายและโอกาสในการปลูกถั่วลิสงเถาไว้ว่า ในการปลูกถั่วลิสงเถาซึ่งเป็นพืชที่มีอายุยืนยาว หากมีการจัดการแปลงที่ดี จะมีความคงทนได้มากกว่า 30 ปี เนื่องจากเป็นพืชที่มีการปรับตัวได้ดีและสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ประโยชน์ได้ จึงมีต้นทุนในการผลิตต่ำ (Dubeux, 2016) และจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุพรรณบุรี พบว่า แปลงถั่วลิสงเถาพันธุ์ฟลอริเกรซที่ทางศูนย์ฯ ใช้ประโยชน์อยู่ในปัจจุบันมีอายุ 20 ปี ดังนั้น ในการทดลองนี้ จึงประเมินต้นทุนคงที่จากอายุการใช้งานของแปลง 10 ปี มีค่าเท่ากับ 1,604.10 บาทต่อไร่ต่อปี ส่วนอุปกรณ์ให้น้ำจะมีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี มีค่าเฉลี่ย 600 บาทต่อปี ทำให้ต้นทุนคงที่ต่อปีรวมเท่ากับ 2,204.10 บาท และเมื่อรวมกับต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดการแปลงและเก็บเกี่ยวจะมีต้นทุนรวมทั้งสิ้น เท่ากับ 14,916.10 บาทต่อไร่ต่อปี เมื่อนำผลผลิตและคุณภาพที่ได้มาคำนวณเป็นผลตอบแทนต่อไร่ พบว่า ทั้งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูกให้ผลตอบแทนสูงสุด เท่ากับ 3,891.10 และ 13,079.90 บาทต่อไร่ต่อปี เนื่องจากมีผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่สูงสุด รวมทั้งคุณภาพดี มีค่าโปรตีนมากกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สามารถจำหน่ายได้ราคา 8 บาทต่อกิโลกรัมตามประกาศของสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2560) ขณะที่พันธุ์ฟลอริเกรซให้ผลตอบแทนรองลงมา เท่ากับ 695.10 และ 7,497.50 บาทต่อไร่ต่อปี และพันธุ์อีโคเทิร์ฟที่มีผลผลิตน้ำหนักแห้งใกล้เคียงกับพันธุ์อาร์บรูก แต่เนื่องจากค่าโปรตีนไม่ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ ทำให้จำหน่ายได้ในราคา 5 บาทต่อกิโลกรัม ส่งผลให้ผลตอบแทนในปีที่ 1 ติดลบ เท่ากับ -198.00 บาท แต่ในปีที่ 2 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นทำให้มีผลตอบแทน 1,748.90 บาทต่อไร่ต่อปี

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูก อีโคเทิร์ฟ และฟลอริเกรซ ในดินชุดเพชรบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2554-2556 สามารถสรุปได้ว่า ถั่วลิสงเถาพันธุ์อาร์บรูก และฟลอริเกรซ เป็นพันธุ์ที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์หรือผลิตเป็นถั่วอาหารสัตว์แห้งเพื่อการจำหน่าย เนื่องจากให้ผลผลิตดี มีค่าโปรตีนและการย่อยได้ของวัตถุดิบสูงกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟ มีค่านั่งเซลล์ ลิกโนเซลลูโลสและลิกนินต่ำกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟ และให้ผลตอบแทนต่อไร่ต่อปีสูงกว่าพันธุ์อีโคเทิร์ฟ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากถั่วลิสงเถาโดยทั่วไปจะมีการเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ค่อนข้างช้า และต้องการน้ำหลังการปลูก ดังนั้น ควรปลูกช่วงต้นฤดูฝน โดยถ้าปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะชำในถุงดำควรปลูกกระยะห่างระหว่างหลุมและแถว ไม่เกิน 25x25 เซนติเมตร แต่ถ้าปลูกด้วยส่วนเหง้า ให้ใช้เหง้าที่สมบูรณ์และมีอายุเหมาะสม ทำร่องห่างกันประมาณ 20 เซนติเมตร วางเหง้าเรียงตามยาวของร่อง เอาดินกลบ หมั่นกำจัดวัชพืชในช่วงแรก จะทำให้การเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ได้เร็วขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และคนงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี ที่ช่วยในการจัดทำแปลงและดูแลแปลงทดลองเป็นอย่างดี ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ จังหวัดปทุมธานี และศูนย์วิจัยพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จังหวัดขอนแก่น ที่ช่วยในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนา

เอกสารอ้างอิง

- กองอาหารสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห้ง. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กลุ่มภูมิอากาศ. 2558. สถิติปริมาณน้ำฝน อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. สำนักพัฒนาอู่ศูนย์นิคมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. แหล่งที่มา : <https://www.tmd.go.th/services/services.php>. 15 สิงหาคม 2558.
- นิรนาม. มปป. ธาตุอาหารพืช. แหล่งที่มา: <http://www.siamchemi.com/%E0%B8%98%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%B8%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B8%8A/>. 14 กุมภาพันธ์ 2561.
- ฝ่ายชุมชนและผู้ด้นโอกาส. มปป. ปฏิบัติการกับค่า pHหรือความเป็นกรด-ด่าง. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). แหล่งที่มา: <http://www.clinictech.most.go.th/online/filemanager/fileclinic/F1/files/poster%20OK.pdf>. 14 กุมภาพันธ์ 2561.
- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี วรางคณา กิจพิพิธ ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา และ อณัญญา ปานทอง. 2558. องค์ประกอบของกรดอะมิโน การย่อยได้ของโภชนาการปรากฏ และการใช้ประโยชน์ได้ ของใบถั่วลิสงเถาในอาหารไก่ไข่. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 32(2) : 36-49.
- ศศิธร ถิ่นนคร กานดา นาคมนิ ฉายแสง ไผ่แก้ว และ อำนาจ ปัญญาปฐ. 2545. การศึกษาถั่วลิสงเถาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ (5) ผลผลิตพืชอาหารสัตว์และคุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสงเถา 11 สายพันธุ์, น. 112-126. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2545. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2560. สาร linalool. ถาม-ตอบ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. แหล่งที่มา : <http://medplant.mahidol.ac.th/user/reply.asp?id=6541>. 24 มกราคม 2561.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2559. คู่มือการปฏิบัติงาน ปีงบประมาณ 2559: การแปลผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ. แหล่งที่มา : <http://nutrition.dld.go.th/nutrition/images/feedstuff/interpret1.pdf>. 24 มกราคม 2561.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2560. การกำหนดราคาจำหน่ายพันธุ์พืชอาหารสัตว์และเสบียงสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : <http://nutrition.dld.go.th/nutrition/images/law/law17032560.pdf>. 23 มกราคม 2560.

- Anderson, B.D. 2013. Ornamental groundcover characteristics of rhizome peanut (*Arachis glabrata* Benth.) in sun and shade. Thesis to Master degree graduate school University of Florida.
- Anderson, B.D. and Gary W. Knox. 2015. Ornamental groundcover characteristics of rhizome peanut (*Arachis glabrata* Benth.): Shade affects height but not cover. *HortScience*. 50(7): 952-956.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of official Analysis Chemists, Inc. Washington, D.C, USA.
- Butler, T.J., W.R. Ocumpaugh, M.A. Sanderson, R.L. Reed and J.P. Muir. 2006. Evaluation of rhizome peanut genotypes for adaptation in Texas. *Agron. J.* 98: 1589-1593.
- Cash, D. and P. Dixon. 2003. New hay quality guidelines. MSU Extension Service. Available source: <http://animalrange.montana.edu/documents/extension/hayqualityguidelines.pdf>. February 14, 2018.
- Constanza, K., S. Tallury, J. Whaley, T.Sanders and L. Dean. 2015. Chemical composition of the essential oils from leaves of edible (*Arachis hypogaea* L.) and perennial (*Arachis glabrata* Benth.) peanut plants(Abstract). *J. of essential oil bearing plants*. 18(3): 605-612. Available source: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0972060X.2014.961039>. November 24, 2017.
- Dubeux, J. 2016. Perennial peanut provides opportunities and challenges. *Hay&Forage Grower*. Available source: <https://hayandforage.com/print-article-552-permanent.html>. February 14, 2018.
- Gelaye, E., E. A. Amoah, and P. Guthrie. 1990. Performance of yearling goats fed alfalfa and Florigraze rhizome peanut hay. *Small Rumin. Res.* 3:353-361.
- Interrante, S.M., J.P. Muir, M.A. Islam, A.L. Maas, W.F. Anderson and T.J. Butler. 2011. Establishment , agronomic characteristics, and dry matter yield of rhizome peanut genotypes in cool environments. *Crop Sci.* 51: 2256-2261.
- Mulienix, M.K., L.E. Sollenberger, A.R. Blount, J.M.B. Vendramini, M.L. Silveira and M.S. Castillo. 2014. Growth habit of rhizome peanut affects establishment and spread when strip planted in bahiagrass pastures. *Crop Sci.*: 2886-2892.
- Newman Yoana. 2011. Perennial peanut ‘Queen of the south’. *Progressive Forage*. Available source: <https://www.progressiveforage.com/forage-types/other-forage/perennial-peanut-queen-of-the-south>. November 24, 2017.
- Orskov, E.R, G.W. Reid and M.Kay. 1980. Prediction of intake by cattle from degradation Characteristic of roughages. *Anim. Prod, Sci.* 46: 29-34.

- Prine, G.M., A.R. Blount, E.C. French, M.W. Williams and K.H. Quesenberry. 2007. Release of experimental perennial peanut germplasm and cultivars for the southern U.S. Available source: <http://www.perennialpeanuthay.org/documents/final-cultivar-release-6-11-08.pdf>. November 24, 2017.
- Prine, G.M., Edwin C. French (deceased), Ann R. Blount, Mary J. Williams and Kenneth H. Quesenberry. 2010. Registration of Arblick and Ecoturf Rhizoma Peanut Germplasms for Ornamental or Forage Use. J. of Plant Registrations. 4(2): 145-148.
- Prine, G.M., L.S. Dunavin, R.I. Glennon and R.D. Roush. 1990. Registration of 'Arbrook' rhizome peanut. Crop Science. 30(3): 743-744.
- Prine, G.M., L.S. Dunavin, R.J. Glennon, and R.D. Roush. 1986. Arbrook rhizoma peanut-a perennial forage legume. Circ. S-332. Fla. Agric. Exp. Stn., Gainesville.
- Redfearn, D.D., B.C. Venuto and W.D. Pitma. 1998. Forage quality response of rhizome perennial peanut to harvest frequency. Agronomy Abstracts. ASA, Madison. WI.
- Tropical Forages. 2017. *Arachis glabrata*. Available source: http://www.tropicalforages.info/key/forages/Media/Html/entities/arachis_glabrata.htm. November 24, 2017.
- Undersander, D. 1993. Using digestible NDF to determine forage quality. Manitoba Forage Marketers Conference, April 9th, 2003, Winnipeg. Available source: <http://mbfc.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2012/07/7-3-7-Understanding-RFQ-Dan-Undersander-U.of-Wisc.pdf>, February 14, 2013.
- Valencia, E., A. Sotomeyer-Rios and S. Torres-Cardona. 1997. Establishment and effect of cutting interval on yield and nutritive value of rhizome perennial peanut in northwestern Puerto Rico. J. Agric. Univ. P.R. 81 (1-2): 19-30.
- Venuto B.C., W.D. Pitman, D.D. Redfearn and E.K. Twidwell. 1999. Rhizoma Peanut: A New Forage Option for Louisiana. Louisiana State University Agricultural Center, USA. Available source: <http://www.lsuagcenter.com/~media/system/0/4/4/a/044afc42af1d304f775db33382f010b8/rc136rhizoma.pdf>. November 24, 2017.

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการอาหารแพะเนื้อพันธุ์ลูกผสมบอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเนื้อ (1.3) การปรับปรุงคุณภาพทางปาล์มน้ำมันด้วยวิธีการหมักร่วมกับใบกระถินสด และเปลือกสับปะรดเพื่อใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมบอร์

อานูภาพ เสี่ยงสาย^{1/} สมศักดิ์ เกาทอง^{1/} จีระศักดิ์ ขอบแต่ง^{1/}
จันทกานต์ อรณนันท^{1/} อรวิมล แก้วเกลี้ยง^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ทางปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกระถินสด และเปลือกสับปะรด เพื่อใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมบอร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของระดับทางปาล์มน้ำมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพการหมัก วางแผนการทดลองแบบ 4x4 Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คืออาหารหยาบหมักจำนวน 4 สูตร ที่มีทางปาล์มเป็นส่วนประกอบ 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการเก็บรักษาอาหารหยาบหมัก 4 ระยะ คือ 21 28 35 และ 42 วัน ตามลำดับมี 4 ซ้ำ ผลการทดลอง พบว่าอาหารหยาบหมักทั้ง 4 สูตร สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 42 วัน โดยวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ และไขมัน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ที่ระยะการหมักที่นานขึ้น แต่มีค่าแตกต่างกัน ($p<0.05$) ตามระดับทางปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับค่า CF ADF NDF และ ADL มีค่าสูงขึ้นตามระดับทางปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย พบว่าค่า Acetate และ Butyrate มีค่าค่อนข้างสูง ส่วนค่า Lactate มีค่าค่อนข้างต่ำ การให้คะแนนตัดสินคุณภาพอาหารหยาบหมัก พบว่าอาหารหยาบหมักสูตรที่ 3 และ 4 ที่อายุการเก็บรักษาที่ 21 วัน มีคะแนนอยู่ในระดับเดียวกันคือ 21-40 คะแนน จัดเป็นอาหารหยาบหมักคุณภาพพอใช้

การทดลองที่ 2 การศึกษาการกินได้ และการย่อยได้ของอาหารหยาบหมักที่มีสัดส่วนทางปาล์มน้ำมันแตกต่างกัน โดยใช้แพะเนื้อลูกผสมบอร์ เพศผู้ อายุประมาณ 8 เดือน จำนวน 16 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 19.88 กิโลกรัมต่อตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ อาหารหยาบหมักที่มีส่วนประกอบของทางปาล์มน้ำมันที่ระดับ 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงแพะทดลองในกรงหาค่าการย่อยได้ (metabolism cage) ใช้เวลาการทดลอง 21 วัน ประกอบด้วยระยะปรับตัว (adaptation period) 14 วัน และระยะทดลอง (experimental period) 7 วัน ให้แพะได้รับอาหารทดลองแบบเต็มที่ (*ad libitum*) และเสริมอาหารชั้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ผลการทดลองพบว่า แพะกินอาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 ได้ $41.41 \text{ g/kgBW}^{0.75}$ สูงกว่า ($p<0.05$) สูตรที่ 2 และ 3 และ 4 ส่วนอาหารหยาบหมักสูตรที่ 3 แพะกินได้ต่ำสุดเท่ากับ $38.18 \text{ g/kgBW}^{0.75}$ ส่วนการย่อยได้ของอาหารหยาบหมักทั้ง 4 สูตร มีค่าการย่อยได้ของ DM CP EE CF NDF ADF ADL และ Ash ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ : ทางปาล์มน้ำมัน ใบกระถิน เปลือกสับปะรด การหมัก

เลขทะเบียนวิจัย : 55(1)-(55:05)-0214-004

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

Research and technological development on feeding management of Boer crossbred goat for improving efficiency of meat production

(1.3) Improvement of oil palm frond by ensiled with leucaena leaf and pineapple peels for Boer crossbred goat production

Arnupap Sengsai^{1/} Somsak Poathong^{2/} Jeerasak Chobtang^{3/}
Juntakarn Orananon^{2/} Ornvimol Kaeokliang^{4/}

Abstract

The objective was to study the effect of oil palm frond ensilaged with leucaena and pineapple peel fed crossbred Boer goat. The study was divided into 2 experiments as following;

Experiment 1 to study the using of varied level of ensiled roughage on chemical composition and fermentation process. The experiment design was 4x4 Factorial in Completely Randomized Design, consisted with 2 factors; 1) ensiled roughage which varied levels of oil palm frond 30, 40, 50 and 60 percentage and 2) stocking time at 21, 28, 35 and 42 days. Each group consisted with 4 replications and they were sampled at different stocking period, then the samples were kept at 4°C until chemical analyzed such as dry matter, protein, fat, fiber, ADF, NDF, ADL volatile fatty acid and pH.

Experiment 2 to study the effect of varied levels of oil palm frond in ensiled roughage on feed intake of Boer goat. 16 eight months old male crossbred Boer which had body weight approximately 19.88 kg were used. The experiment design was Randomized Complete Block Design, consisted with 4 treatments which varied levels of oil palm frond 30, 40, 50 and 60 percentages. The animals were kept in metabolic cage. The experimental period was 21 days; adaptation period 14 days and 7 days of testing period. During testing period the goats were fed experimental diet *ad libitum* and concentrated feed about 0.5% of body weight. They were fed 2 time daily at 08.00 and 16.00 hrs during as same as adaptation period.

The result revealed that storage time of all ensiled roughage contained oil palm frond 30, 40, 50 and 60 percentages was 42 days, there was no statistically different of moisture, protein and fat content ($p>0.05$). However, the moisture and nutrients content were significantly different by the increasing of stocking time and levels of oil palm frond ($p<0.05$) particularly CF, ADF, NDF and ADL. Regarding volatile fatty acid, acetate and butyrate were slightly higher, but lactate tended to be lower. However, Flieg point of the ensiled roughage contained palm frond 50 and 60 percentages at 21 days was 21-40, classified to be enough. Experiment 2 the goats were given ensiled roughage contained palm frond 30 percentages showed highest feed intake 41.41 g/kgBW^{0.75}, while those group were fed ensiled roughage contained palm frond 60 percentages consumed lowest feed intake 38.18 g/kgBW^{0.75} ($p<0.05$). DM, CP, EE, CF, NDF, ADF, ADL and Ash digestibility did not significant different among the treatment groups ($p>0.05$)

Keywords: oil palm frond, leucaena leaf, pineapple peels, ensiling

Registered No.: 55(1)-(55:05)-0214-004

^{1/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Patumthani.

^{2/} Ruminant Feeding Standard Research And Development Center, Muang, Khon Khean.

คำนำ

ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์มีแนวทางแก้ไขได้หลายแนวทาง การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้มากขึ้น ก็สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ และเมื่อพิจารณาเฉพาะภาคใต้ของประเทศไทยแล้ว พบว่าแนวทางแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์สำหรับใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้ทางปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ ทั้งนี้เนื่องจากในเขตภาคใต้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันขึ้นเรื่อยๆ กล่าวคือในปี 2553 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 3.6 ล้านไร่ ในจำนวนนี้ประมาณ 3.2 ล้านไร่ เป็นปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของไทย และรัฐบาลมีนโยบายที่จะเพิ่มพื้นที่ปลูกขึ้นอีกปีละ 400,000 ไร่ โดยมีเป้าหมายจะให้พื้นที่ปลูกจำนวน 10 ล้านไร่ในปี 2572 (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2558) ในช่วงระหว่างที่ปาล์มเจริญเติบโตและให้ผลผลิต จะมีการสลับใบแก่ทิ้งจากต้นประมาณ 15 ทาง (ธีระ, 2547) ถึง 18 ทางต่อต้นต่อปี (วิชัย, 2546) ซึ่งแต่ละทางมีน้ำหนักประมาณ 15-20 กิโลกรัม (Wan Zahari *et al.*, 2005) ซึ่งปกติเกษตรกรจะใช้ทางปาล์มคลุมดิน แต่ถ้าหากสามารถนำส่วนดังกล่าวมาพัฒนาเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องก็จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ และแก้ไขปัญหการขาดแคลนอาหารหยาบได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามทางปาล์มน้ำมันเป็นอาหารหยาบที่มีโปรตีนต่ำ ประมาณ 2-6 เปอร์เซ็นต์ (Abu Hasson, 1995) แต่มีเยื่อใยสูงถึง 38.5 เปอร์เซ็นต์ และมีความเคี้ยวต่ำเฉลี่ย 40 เปอร์เซ็นต์ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของทางปาล์มน้ำมันก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ ทั้งนี้เพื่อให้สัตว์กินได้มากขึ้นและมีการย่อยได้เพิ่มขึ้น ปัจจุบันเกษตรกรในพื้นที่นิยมนำทางปาล์มน้ำมันสดมาหั่นด้วยเครื่องหั่นหญ้าสดให้มีขนาด 2-3 เซนติเมตร ก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ หรือเกษตรกรบางรายใช้วิธีนำทางปาล์มน้ำมันทั้งทางมาวางให้สัตว์เลือกกินเฉพาะใบ แต่ข้อเสียก็คือเกษตรกรจะต้องเสียเวลารวบรวมและหั่นทางปาล์มน้ำมันทุกวัน การเก็บทางปาล์มน้ำมันในรูปทางปาล์มแห้งไว้ใช้เลี้ยงสัตว์ จะลดความน่ากินของทางปาล์มน้ำมัน ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหานี้ก็คือการเก็บทางปาล์มน้ำมันในรูปทางปาล์มน้ำมันหมักน่าจะเป็นวิธีการเก็บถนอมทางปาล์มน้ำมันไว้ให้สัตว์กินในระยะยาว ซึ่งสามารถแก้ปัญหาแรงงานในการรวบรวมทางปาล์มน้ำมันเพื่อนำมาหั่นและใช้ในรูปทางปาล์มน้ำมันสดในแต่ละวันได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวของทางปาล์มน้ำมันซึ่งมีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะโปรตีนและการย่อยต่ำ นอกจากนี้ยังมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Water soluble carbohydrate, WSC) ค่อนข้างต่ำ ไม่เหมาะสมสำหรับเก็บถนอมไว้ในรูปทางปาล์มน้ำมันหมัก การใช้เปลือกสับประรดซึ่งมีน้ำตาลสูงถึง 42 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้เป็นสารเสริมในการหมัก มีผลทำให้พืชหมักมีปริมาณกรดแลคติกสูงขึ้นและทำให้ระดับกรด-ด่างต่ำลงและลดปริมาณการเกิดกรดอะซิติกและกรดบิวทิริก ที่ไม่ต้องการในกระบวนการหมักเพื่อทำให้พืชหมักที่ได้มีคุณภาพดีและมีความน่ากิน เนื่องจากทางปาล์มน้ำมันมีคุณค่าทางอาหารต่ำ การปรับปรุงด้วยการใช้พืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่วหมักร่วมกับทางปาล์มน้ำมันจึงเป็นวิธีหนึ่ง ที่จะช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีน รวมทั้งปรับปรุงโภชนาการอื่น ๆ ในพืชหมักให้ดีขึ้น (Jones *et al.*, 1976) ซึ่งกระถินเป็นพืชอาหารสัตว์ที่หาได้ง่าย ราคาถูก และมีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูง จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อปรับปรุงทางปาล์มน้ำมันซึ่งมีคุณค่าทางอาหารต่ำได้เป็นอย่างดี แต่การใช้กระถินจะมีค่าความต้านทานความเป็นกรด (Buffering capacity, BC) สูง เป็นผลให้การลดลงของระดับ กรด-ด่าง ช้าลง ซึ่งจะได้พืชหมักที่มีคุณภาพต่ำลง จึงมีความจำเป็นต้องใช้สารเสริมเพื่อเพิ่มปริมาณ WSC เพื่อช่วยในกระบวนการหมัก พืชหมักที่ได้จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีคุณภาพที่ดีขึ้น ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการใช้ทางปาล์มน้ำมันสดหมักร่วมกับเปลือกสับประรด และกระถินสดเพื่อศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสมและมีคุณค่าทางโภชนาการและการย่อยได้ที่เหมาะสม สำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมเบอร์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม 2554-กันยายน 2555 โดยวิธีดำเนินการ แบ่งเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของระดับทางปาล์มน้ำมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพการหมัก

วางแผนการทดลองแบบ 4x4 Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คืออาหารหยาบหมัก ที่มีทางปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบ 4 ระดับ คือ 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการเก็บรักษาอาหารหยาบหมัก 4 ระยะ คือ 21 28 35 และ 42 วัน ตามลำดับ ในแต่ละสิ่งทดลองมี 4 ซ้ำ รวมหน่วยทดลองทั้งหมด 64 หน่วยทดลอง

การเตรียมอาหารหยาบหมัก

นำทางปาล์มน้ำมันทั้งทางที่ได้จากการตัดแต่งใบล่าง โดยทำการตัดส่วนก้านที่มีหนามออก มาหั่นด้วยเครื่องย่อยกิ่งไม้ให้มีขนาด 3-5 เซนติเมตร กระถินใช้กระถินที่มีอายุประมาณ 3 เดือน เลือกกิ่งก้านที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร นำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 3-5 เซนติเมตร ส่วนเปลือกสับปะรดใช้เปลือกสับปะรดปนที่ซื้อจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรด นำวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มาผสมตามสัดส่วนที่ได้จากการคำนวณ (ตารางที่ 1) โดยใช้แรงงานคน ทำการชั่งวัตถุดิบตามสัดส่วน เพื่อผสมให้ได้อาหารหยาบหมักครั้งละ 2 กิโลกรัม นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติก ไล่อากาศออกให้หมดแล้วมัดปากถุงป้องกันไม่ให้อากาศเข้า จะได้อาหารหยาบหมักสุตรละ 16 ถุง รวม 64 ถุง เก็บไว้ในอาคารที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก เพื่อรอเก็บตัวอย่างตามช่วงเวลาที่กำหนด

การเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบหมักตามเวลาที่กำหนด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างส่วนหนึ่ง นำไปวัดความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของพืชหมักตามวิธีของ Bal *et al.*(1997) อ้างโดยสมสุข (2544) โดยใช้พืชหมัก 50 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโถปั่น เป็นเวลา 30 วินาที แล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำน้ำที่กรองได้ไปวัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter และนำน้ำส่วนที่เหลือมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ (กรดแลกติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริก) โดยวิธีการกลั่นตามวิธีที่เรียบเรียงโดยบุญล้อม และบุญเสริม (2527) ประเมินคุณภาพพืชหมักทางเคมี โดยให้ระดับคะแนนตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพพืชหมักสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักหลังการอบ แล้วคำนวณค่าวัตถุแห้ง นำตัวอย่างที่อบแล้วไปบดให้ละเอียด ขนาด 1 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) อินทรีย์วัตถุ (Organic matter, OM) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) เถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (2000) วิเคราะห์ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารหยาบหมักที่มีทางปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบระดับต่างๆ กัน

ชนิดวัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
1. ทางปาล์มน้ำมัน	30	40	50	60
2. กระถิน	42	32	21	11
3. เปลือกสับปะรด	28	28	29	29
องค์ประกอบทางเคมี				
วัตถุแห้ง (DM)	31.98	31.88	31.54	31.44
โปรตีน (CP)	13.18	11.33	9.31	7.46
ADF	47.81	48.50	49.16	51.85
NDF	61.43	63.65	65.05	66.28

- หมายเหตุ: ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส.1

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีทั้งหมด ได้แก่ ปริมาณ DM CP CF EE Ash NFE ADF NDF ADL pH และ Volatile fatty acid (VFA) มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

การทดลองที่ 2 การศึกษาการกินได้และการย่อยได้ของอาหารหยาบหมักที่มีสัดส่วนทางปาล์มน้ำมันแตกต่างกัน

สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้แพะเนื้อลูกผสมเบอร์ เพศผู้ อายุประมาณ 8 เดือน จำนวน 16 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 19.88 กิโลกรัมต่อตัว ก่อนเริ่มการทดลอง 2 สัปดาห์ นำมาถ่ายพยาธิภายนอกและภายใน ฉีดวัคซีนป้องกันโรคตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ และวิตามิน A D₃ E ช่วงการทดลองนำแพะมาเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว และฝึกให้มีความคุ้นเคยกับคอกทดลองก่อนเก็บข้อมูล

การเตรียมอาหารหยาบหมักและการให้อาหาร

นำทางปาล์มน้ำมันทั้งทางที่ได้จากการตัดแต่งใบล่าง โดยทำการตัดส่วนก้านที่มีหนามออก นำมาหั่นด้วยเครื่องย่อยกิ่งไม้ให้มีขนาด 3-5 เซนติเมตร กระถินใช้กระถินที่มีอายุประมาณ 3 เดือน เลือกกิ่งก้านที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร นำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 3-5 เซนติเมตร เปลือกสับปะรดใช้เปลือกสับปะรดปนที่ซื้อจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรด นำวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มาผสมตามสัดส่วนที่ได้จากการคำนวณ (ตารางที่ 1) โดยใช้เครื่องผสมอาหารสัตว์ เมื่อวัตถุดิบแต่ละชนิดคลุกเคล้าเข้ากันดีแล้ว บรรจุลงในถังพลาสติกชนิดมีฝา-lock ขนาดบรรจุ 30 ลิตร อัดให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกให้มากที่สุดปิดฝาให้สนิทเก็บไว้ในอาคารที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก ทั้งไว้ 21 วัน จึงนำไปใช้เลี้ยงแพะทดลอง สำหรับอาหารชั้นที่ใช้ประกอบด้วยข้าวโพดบด มันเส้น กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (ตารางที่ 2) โดยมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบ 12.17 เปอร์เซ็นต์ และ TDN 67.95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลอง (% as fed basis)

ส่วนประกอบ	จำนวน (กก.)
ข้าวโพดบด	11.00
กากถั่วเหลือง (44%)	13.00
กากปาล์มเนื้อใน	30.00
มันเส้น	44.50
เกลือ	1.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.50
องค์ประกอบทางเคมี (%)	
วัตถุแห้ง (DM)	85.60
โปรตีน (CP)	12.17
โภชนะย่อยได้รวมทั้งหมด (TDN)	67.95
ADF	15.18
NDF	23.21

- หมายเหตุ: ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส.1

การวางแผนการทดลอง วิธีการทดลอง และการบันทึกข้อมูล

การจัดสัตว์เข้าทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Design, RCBD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ อาหารหยাবหมักที่มีส่วนประกอบของทางปาล์มน้ำมันในระดับต่างๆ กัน (ตารางที่ 1) เลี้ยงแพะทดลองในกรงหาค่าการย่อยได้ (metabolism cage) ใช้เวลาการทดลอง 21 วัน ประกอบด้วยระยะปรับตัว (adaptation period) 14 วัน และระยะทดลอง (experimental period) 7 วัน โดยในระยะปรับตัวให้แพะได้รับทางปาล์มน้ำมันหมักตามกลุ่มการทดลองแบบเต็มที่ (*ad libitum*) และเสริมอาหารชั้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้าเวลา 08.00 น. และช่วงบ่ายเวลา 16.00 น. ส่วนระยะทดลองให้แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนระยะปรับตัว

บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหารหยাবหมัก และอาหารชั้นตลอดระยะเวลาการทดลอง บันทึกอาหารที่ให้ อาหารที่เหลือ และปริมาณมูลแพะในแต่ละวัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารก่อนนำไปเลี้ยงแพะ อาหารเหลือและมูลแพะในแต่ละวัน ใส่ในถุงพลาสติกชนิดเย็น แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ทันที หลังจากสิ้นสุดการทดลอง นำตัวอย่างอาหารที่ให้แพะกิน อาหารที่เหลือ และ มูลแพะมาสุ่มย่อย (sub-sampling) ให้ได้ตัวอย่างประมาณ 1 กิโลกรัม แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่มีอุณหภูมิ -21 องศาเซลเซียส ทันที เพื่อรอการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์ทางเคมี

นำตัวอย่างอาหารหยাবหมัก อาหารเหลือ และมูลแพะ ไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำไปบดให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตัวอย่างอาหาร และ มูล ตามวิธีต่างๆ ได้แก่ วิเคราะห์ Proximate analysis เช่น วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) อินทรีย์วัตถุ (Organic matter, OM) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใย (Crude fiber, CF) เถ้า (Ash) ตามวิธีการของ AOAC (2000)

วิเคราะห์ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของระดับทางปาล์มน้ำมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพการหมัก องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมัก

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมักทั้ง 4 สูตร แสดงไว้ในตารางที่ 3 พบว่าอาหารหยาบหมักมีวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 28.1–32.1 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบอยู่ระหว่าง 7.8–13.1 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ NDF และ ADF อยู่ระหว่าง 60.1–65.8 และ 46.7–50.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับที่คำนวณไว้ในตารางที่ 1 ส่วนอาหารชั้นมีส่วนประกอบทางเคมี เช่น วัตถุแห้ง โปรตีน NDF และ ADF เท่ากับ 86.40 12.10 25.40 และ 15.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้ในตารางที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากการเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพ และมีการส่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ ส่งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีก่อนนำมาประกอบสูตรอาหาร

วัตถุแห้ง (Dry matter)

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมักที่มีทางปาล์มเป็นส่วนประกอบที่ระดับต่างๆ กัน ตามสูตรอาหาร (สูตร 1 สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 ตามลำดับ) ที่ระยะเวลาการหมัก (21 28 35 และ 42 วัน ตามลำดับ) แสดงไว้ในตารางที่ 4 จากการเก็บตัวอย่างของอาหารหยาบหมัก ที่ระยะเวลาการหมักต่างๆ กันมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของอาหารหยาบหมัก ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.05$) โดยที่เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเพิ่มสูงขึ้นตามสูตรอาหาร (สูตร 1 สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 ตามลำดับ) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.01$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ในสูตรอาหารที่ 1-4 มีสัดส่วนของทางปาล์มเป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารสูงขึ้นตามสูตรอาหาร ซึ่งทางปาล์มเป็นอาหารหยาบที่มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูง ในขณะที่กระถิน เป็นอาหารหยาบที่มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งต่ำกว่าทางปาล์ม มีสัดส่วนลดลงตามลำดับ (สูตร 1- สูตร 4) จึงเป็นสาเหตุให้เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเพิ่มขึ้นตามสูตรอาหาร

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารชั้นและอาหารหยาบหมักที่มีทางปาล์มเป็นส่วนประกอบระดับต่างๆ กัน (% โดยวัตถุแห้ง)

ส่วนประกอบทางเคมี	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	อาหารชั้น
วัตถุแห้ง (DM)	28.1	30.0	30.8	32.1	86.40
โปรตีน (CP)	13.1	10.6	8.4	7.8	12.10
ไขมัน (EE)	1.8	1.7	1.6	1.5	4.40
เยื่อใย (CF)	34.3	35.2	36.0	37.9	13.70
เถ้า (Ash)	7.7	7.3	7.3	7.0	5.40
Neutral detergent fiber (NDF)	60.1	62.3	64.9	65.8	25.40
Acid detergent fiber (ADF)	46.7	47.6	49.5	50.5	15.10
Acid detergent lignin (ADL)	14.2	15.9	16.5	16.9	3.80

โปรตีน (Crude protein)

เปอร์เซ็นต์โปรตีนของอาหารหยาบหมัก จากตารางที่ 4 พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.01$) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ในสูตรอาหารที่ 1-4 มีสัดส่วนของกระถินเป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารลดลงตามสูตรอาหาร ซึ่งกระถินเป็นอาหารหยาบที่มีโปรตีนสูง ในขณะที่ทางปาล์ม เป็นอาหารหยาบที่มีโปรตีนต่ำกว่ากระถิน มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นตามลำดับ (สูตร 1- สูตร 4) จึงเป็นสาเหตุให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนลดลงตามสูตรอาหาร

ไขมัน (Fat)

เปอร์เซ็นต์ไขมันของอาหารหยาบหมัก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงตามสูตรอาหาร (สูตร 1- สูตร 4) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.05$) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า สูตรอาหารที่ 1-4 มีสัดส่วนของกระถินเป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารลดลงตามสูตรอาหาร ซึ่งกระถินเป็นอาหารหยาบที่มีไขมันสูงกว่าทางปาล์ม จึงเป็นสาเหตุให้เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงตามสูตรอาหาร

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมัก 4 สูตร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ กัน (% โดย น้ำหนักแห้ง)

เปอร์เซ็นต์ วัตถุดิบ	อายุการเก็บรักษา 21 วัน				อายุการเก็บรักษา 28 วัน				อายุการเก็บรักษา 35 วัน				อายุการเก็บรักษา 42 วัน				%CV	P-value		
	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร		อายุหมัก	สูตร	อายุหมัก*สูตร
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
วัตถุดิบ	26.7	27.3	28.3	31.0	26.1	30.0	31.1	32.6	27.5	28.9	29.0	30.2	28.2	29.9	30.6	31.6	7.80	0.1716	0.0204	0.0013
โปรตีน	12.8	11.5	9.6	9.1	11.8	11.5	10.4	9.4	12.3	11.1	9.4	8.9	11.1	11.2	10.1	8.9	5.77	0.4275	0.0001	0.0351
ไขมัน	2.1	1.9	1.9	1.8	2.1	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	8.03	0.3216	0.0230	0.0149
เยื่อใย	35.3	35.3	35.3	38.3	33.8	35.3	37.1	38.3	33.1	35.1	35.3	36.6	32.7	33.3	35.6	36.8	5.05	0.0007	0.0379	0.0328
เถ้า	8.8	9.1	8.9	9.1	9.3	9.5	9.4	9.7	9.1	9.4	9.7	9.4	9.3	9.6	9.3	9.7	4.33	0.0034	0.1004	0.7765
ADF	48.1	47.1	47.1	47.0	40.9	46.8	49.0	49.9	52.7	50.9	49.6	47.7	45.5	47.8	48.4	49.8	4.26	0.0037	0.0001	0.0001
NDF	60.9	62.4	62.4	64.1	57.2	60.9	62.4	63.7	62.5	64.1	64.3	66.4	60.1	61.1	67.1	67.2	2.66	0.0001	0.0001	0.0004
ADL	14.1	13.4	13.8	14.9	14.0	14.5	14.4	13.8	13.7	16.3	16.2	15.2	13.1	16.2	15.6	15.9	5.81	0.0001	0.0001	0.0004
pH	4.5	4.4	4.8	4.5	4.5	4.3	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.2	4.4	4.4	4.3	2.46	0.0001	0.0108	0.0041

ตารางที่ 5 ปริมาณ VFA_s ของอาหารหยาบหมัก 4 สูตร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ กัน (% โดย น้ำหนักแห้ง)

เปอร์เซ็นต์ วัตถุดิบ	อายุการเก็บรักษา 21 วัน				อายุการเก็บรักษา 28 วัน				อายุการเก็บรักษา 35 วัน				อายุการเก็บรักษา 42 วัน				%CV	P-value		
	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร	สูตร		อายุหมัก	สูตร	อายุหมัก*สูตร
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Lactate	0.59	0.32	1.04	1.24	0.23	0.22	0.23	0.49	0.16	0.20	0.17	0.25	0.05	0.06	0.08	0.10	24.89	0.0001	0.0001	0.0001
Acetate	3.33	3.47	2.86	2.10	3.13	3.16	3.28	3.32	3.78	3.41	3.28	1.23	3.90	3.73	3.73	4.42	17.17	0.8216	0.0001	0.0710
Butyrate	1.42	1.16	1.05	0.77	1.13	1.52	1.12	1.23	1.59	1.24	1.26	1.29	1.60	1.44	1.44	1.53	24.52	0.0952	0.0065	0.2456
Flieg point	17.5	20	23.8	31.3	17.5	15.0	20.0	17.5	15.0	16.3	16.3	13.0	12.5	15	13.8	16.3	9.80	0.2716	0.0304	0.4563

เยื่อใย (Crude fiber)

เปอร์เซ็นต์เยื่อใยของอาหารหยาบหมัก มีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.01$) และระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.05$) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์เยื่อใยเพิ่มขึ้นตามสูตรอาหาร และเปอร์เซ็นต์เยื่อใยลดลงตามระยะเวลาการหมัก

Neutral detergent fiber (NDF)

เปอร์เซ็นต์ NDF ของอาหารหยาบหมัก มีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.01$) และระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.05$) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์ NDF เพิ่มขึ้นตามสูตรอาหาร แต่มีผลค่อนข้างแปรปรวนตามระยะเวลาการหมักที่นานขึ้น

Acid detergent fiber (ADF)

เปอร์เซ็นต์ ADF ของอาหารหยาบหมัก มีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.05$) และระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.05$) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์ ADF เพิ่มขึ้นตามสูตรอาหาร แต่มีผลค่อนข้างแปรปรวนตามระยะเวลาการหมักที่นานขึ้น

Acid detergent lignin (ADL)

เปอร์เซ็นต์ ADL ของอาหารหยาบหมัก มีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.05$) และระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.05$) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์ ADL มีผลค่อนข้างแปรปรวนตามระยะเวลาการหมักที่นานขึ้น และระหว่างสูตรอาหาร

ความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่าง จากตารางที่ 4 พบว่าความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารหยาบหมัก มีความแตกต่างระหว่างอายุการหมัก ($p<0.01$) และระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.01$) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$)

ตารางที่ 6 อิทธิพลร่วมระหว่างอายุการเก็บรักษา และอาหารหยาบหมักสูตรต่างๆ ต่อความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารหยาบหมัก

อายุการเก็บรักษา (วัน)	อาหารหยาบหมัก			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
21	4.50 ^{bc}	4.52 ^c	4.42 ^{abc}	4.27 ^a
28	4.47 ^{bc}	4.49 ^{bc}	4.37 ^{abc}	4.40 ^{abc}
35	4.80 ^d	4.50 ^{bc}	4.42 ^{abc}	4.37 ^{abc}
42	4.55 ^c	4.48 ^{bc}	4.42 ^{abc}	4.27 ^a

ระดับความเป็นกรด-ด่าง ในพืชหมักเป็นปัจจัยที่สำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของพืชหมัก ถ้าพืชหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ต่ำกว่า 4.2 จะทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ทุกชนิด ซึ่งทำให้เกิดความคงสภาพของพืชหมัก จากตารางที่ 6 พบว่าความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารหยาบหมักสูตรที่ 4 ที่อายุการเก็บรักษา 42 วัน มีค่าเท่ากับ 4.27 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับอาหารหยาบหมักที่อายุการเก็บรักษาที่อายุ 21 28 และ 35 วัน และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับอาหารหยาบหมักสูตรที่ 3 ที่ทุกๆ อายุการเก็บรักษา แต่ต่ำกว่า ($p<0.05$) อาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 และ 2 ทั้งนี้เนื่องจากอาหารหยาบหมักสูตรที่ 3 และ 4 มีกระดุมเป็นส่วนประกอบอยู่ต่ำกว่าอาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 และ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลอง

ของนิรันดร์ (2558) ศึกษาผลของการหมักหญ้าซิกแนลเลียร์ร่วมกับกระถินต่อคุณภาพของพืชหมัก พบว่าหญ้าซิกแนลเลียร์ที่หมักร่วมกับกระถินที่ระดับ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.81 3.92 4.04 และ 4.28 ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่างที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของกระถินที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-ด่างของกระถิน (Muck, 2003) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้การทำพืชหมักยากขึ้น โดยทำให้การลดลงของความเป็นกรด-ด่างในพืชหมักช้าลง

ปริมาณ VFAs ของอาหารหยาบหมัก ตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ปริมาณ VFAs ของอาหารหยาบหมัก ตามระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 42 วัน (ตารางที่ 4) พบว่าปริมาณ lactate ของอาหารหยาบหมัก มีความแตกต่างระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.05$) และระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.05$) และมีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$)

ตารางที่ 7 อิทธิพลร่วมระหว่างอายุการเก็บรักษา และอาหารหยาบหมักสูตรต่างๆ ต่อปริมาณกรด lactate ของ อาหารหยาบหมัก

อายุการเก็บรักษา	อาหารหยาบหมัก			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
21	0.59 ^c	0.32 ^d	1.24 ^a	
28	0.23 ^{def}	0.22 ^{defg}	0.23 ^{def}	0.49 ^c
35	0.16 ^{efgh}	0.20 ^{defg}	0.17 ^{efgh}	0.25 ^{de}
42	0.05 ^h	0.06 ^h	0.08 ^{gh}	0.10 ^{gh}

จากตารางที่ 7 ปริมาณของกรด lactate ของอาหารหยาบหมักสูตรที่ 4 ที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน เท่ากับ 1.24 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่า ($p<0.05$) อาหารหยาบหมักสูตรที่ 4 ที่อายุการเก็บรักษา 28 35 และ 42 วัน และ สูงกว่า ($p<0.05$) อาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 2 และ 3 ที่ทุกๆ อายุการเก็บรักษา

ปริมาณ acetate ของอาหารหยาบหมักไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.01$) และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p<0.05$) ส่วนปริมาณ butyrate ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาการหมัก ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันระหว่างสูตรอาหาร ($p<0.01$) และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่าง ระยะเวลาการหมัก และสูตรอาหาร ($p>0.05$) โดยปริมาณ butyrate เพิ่มขึ้นตามสูตรอาหาร

เมื่อนำปริมาณ VFAs ของอาหารหยาบหมัก มาคิดคะแนนตัดสินคุณภาพของอาหารหยาบหมัก โดยวิธีการของ Flieg อ้างโดย Woolford (1984) ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดความน่ากินของอาหารหยาบหมัก จากตารางที่ 5 พบว่าอาหารหยาบหมักสูตรที่ 3 และ 4 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 21 วัน มีคะแนนอยู่ในระดับเดียวกันคือ 21-40 ซึ่งมีคะแนนอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนอาหารหยาบหมักสูตรอื่นๆ ที่อายุการเก็บรักษา ที่นานขึ้น มีคะแนนต่ำกว่า 20 จัดเป็นอาหารหยาบที่มีความน่ากินค่อนข้างต่ำ

การทดลองที่ 2 การศึกษาการกินได้และการย่อยได้ของอาหารหยาบหมักที่มีสัดส่วนทางปาล์มแตกต่างกัน ปริมาณการกินได้ของอาหาร

ปริมาณการกินอาหารของแพะลูกผสมบอร์ ที่เลี้ยงด้วยอาหารหยาบหมักและมีส่วนประกอบของทางปาล์มไขมันระดับต่างๆ กัน (ตารางที่ 1) และเสริมด้วยอาหารข้น พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบหมัก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยแพะลูกผสมบอร์ที่ได้รับอาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 2 3 และ 4 ซึ่งมีส่วนประกอบของทางปาล์มเท่ากับ 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กินอาหารหยาบหมักได้เท่ากับ 389.75 375.25 368.75 และ 361.25 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) แต่เมื่อคิดเป็นปริมาณอาหารที่กินได้เป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่าแพะกินอาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 ได้เท่ากับ 1.95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สูงกว่า ($p<0.05$) อาหารหยาบหมักสูตรที่ 2 3 และ 4 ซึ่งแพะกินได้เท่ากับ 1.87 1.84 และ 1.80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 มีทางปาล์มเป็นส่วนประกอบ 30 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าสูตรที่ 2 3 และ 4 ซึ่งมีส่วนประกอบของทางปาล์ม 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทางปาล์มโดยทั่วไปจะมีเยื่อใยสูง และการย่อยได้ต่ำ ดังนั้นในอาหารหยาบหมักที่มีทางปาล์มเป็นส่วนประกอบอยู่สูงจะทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินได้ (DM basis)

ปริมาณอาหารที่กิน	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	p-value	CV (%)
วัตถุดิบที่กินได้						
อาหารหยาบหมัก						
g/d	389.75	375.25	368.75	361.25	0.3079	5.44
%BW	1.95 ^a	1.87 ^b	1.84 ^c	1.80 ^d	0.0001	0.88
g/kgBW ^{0.75}	41.41 ^a	39.67 ^b	38.98 ^{bc}	38.18 ^c	0.0009	1.84
อาหารข้น						
g/d	100	100	100	100	1.0000	4.56
%BW	0.50	0.50	0.50	0.50	-	0.00
g/kgBW ^{0.75}	10.63	10.58	10.58	10.58	0.9787	1.90
รวมอาหารที่กินได้ทั้งหมด						
g/d	489.75	475.25	468.75	461.25	0.4499	5.19
%BW	2.46 ^a	2.37 ^b	2.34 ^c	2.30 ^d	0.0001	0.70
g/kgBW ^{0.75}	52.03 ^a	50.25 ^b	49.55 ^{bc}	48.76 ^c	0.0009	1.46

เมื่อคำนวณหาปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบหมักของแพะบนฐานกรัมวัตถุดิบต่อกิโลกรัม น้ำหนักเมทาบอลิกต่อตัวต่อวัน พบว่าอาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 แพะกินได้เท่ากับ 41.41 g/kgBW^{0.75} สูงกว่า ($p<0.05$) อาหารหยาบหมักสูตรที่ 2 3 และ 4 ซึ่งแพะกินได้เท่ากับ 39.67 38.98 และ 38.18 g/kgBW^{0.75} ตามลำดับ แต่เมื่อคิดปริมาณอาหารที่แพะกินได้ทั้งหมด (ตารางที่ 8) บนฐานกรัมวัตถุดิบต่อกิโลกรัม น้ำหนักเมทาบอลิกต่อตัวต่อวัน พบว่าแพะกินอาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 ร่วมกับอาหารข้นได้เท่ากับ 52.03 g/kgBW^{0.75} สูงกว่า ($p<0.05$) อาหารหยาบหมักสูตรที่ 2 3 และ 4 ร่วมกับอาหารข้น ซึ่งแพะกินได้เท่ากับ 50.25 49.55 และ 48.76 g/kgBW^{0.75} ตามลำดับ หากสังเกตจากปริมาณวัตถุดิบที่แพะกินได้ อาจกล่าวได้ว่าแพะทุกกลุ่มกินอาหารได้เป็นปกติ ใกล้เคียงกับรายงานของ Pralomkarn และคณะ (1995) ซึ่งพบว่าแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียกินวัตถุดิบได้ 44.2-47.0 g/kgBW^{0.75} และหากให้แพะกินอาหารแบบเต็ม (*ad libitum*) แพะจะกินอาหารได้สูงถึง 54.2 g/kgBW^{0.75}

สัมประสิทธิ์การย่อยได้

การย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับอาหารหยาบหมักทั้ง 4 สูตร และเสริมด้วยอาหารข้น แสดงไว้ในตารางที่ 9 ผลการทดลองพบว่าแพะที่เลี้ยงด้วยอาหารหยาบหมักทั้ง 4 สูตร และเสริมด้วยอาหารข้น มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ DM CP EE CF NDF ADF และ ADL ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) การย่อยได้ของโปรตีนของอาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 2 3 และ 4 (ตารางที่ 6) มีค่าเท่ากับ 60.14 59.77 58.79 และ

60.14 ตามลำดับ สอดคล้องกับ การทดลองของ ประดิษฐ์ และคณะ (2551) ศึกษาปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของทางปาล์มน้ำมันสด และทางปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลและยูเรียระดับต่างๆ พบว่าการย่อยได้ของโปรตีนในแพะเนื้อที่ได้รับทางปาล์มน้ำมันสดมีค่าเท่ากับ 55.02 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าอาหารหยาบหมักทั้ง 4 สูตร ทั้งนี้เนื่องจากทางปาล์มน้ำมันสดมีโปรตีน 5.30 เปอร์เซ็นต์ แต่อาหารหยาบหมักทั้ง 4 สูตรมีโปรตีน 7.80-13.10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้รับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจากอาหารที่ได้รับ ส่งผลให้กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนเกิดได้ดีขึ้น

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (%) ในแพะที่เลี้ยงด้วยอาหารหยาบหมัก

โภชนะที่ย่อยได้	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	p-value	CV (%)
วัตถุดิบแห้ง (DM)	71.52	71.42	71.31	70.00	0.89	4.38
โปรตีนหยาบ (CP)	60.14	59.77	58.79	60.14	0.99	9.27
ไขมัน (EE)	85.32	84.62	85.16	78.47	0.08	5.82
เยื่อใยหยาบ (CF)	31.17	30.00	29.53	28.85	0.28	4.51
ผนังเซลล์ (NDF)	70.42	68.58	69.04	68.25	0.85	4.81
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	72.45	68.48	69.28	68.50	0.72	10.74
ลิกนิน (ADL)	58.14	57.25	55.11	54.50	0.72	10.72

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพทางปาล์มน้ำมันด้วยวิธีการหมักร่วมกับใบกระถินสดและเปลือกสับปรดเพื่อใช้เลี้ยงแพะลูกผสมบอร์ พอสรุปได้ดังนี้

1. อาหารหยาบหมักที่มีทางปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบ 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 42 วัน โดยเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ โปรตีนหยาบ และไขมัน มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่มีค่าแตกต่างกันระหว่างสูตรอาหารตามระดับทางปาล์มที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาการให้คะแนนตัดสินคุณภาพอาหารหยาบหมักที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน พบว่าอาหารหยาบหมักสูตรที่ 3 และ 4 มีคะแนนอยู่ในระดับเดียวกันคือ 21-40 คะแนน จัดเป็นอาหารหยาบหมักคุณภาพพอใช้
2. อาหารหยาบหมักสูตรที่ 1 มีโปรตีนหยาบ เท่ากับ 13.1 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณการกินได้เท่ากับ 41.41 g/kgBW^{0.75} สูงกว่าอาหารหมักสูตรอื่นๆ ส่วนการย่อยได้ของอาหารหยาบหมักทั้ง 4 สูตร มีค่าการย่อยได้ของ DM CP EE CF NDF ADF ADL และ Ash ไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ เอกสมุทรเมษฐ. 2547. ทบทวนและบันทึกเรื่องราวเกี่ยวกับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันไทย. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน. 5(3):2-5.
- บุญล้อม ชิวอิสระกุล และ บุญเสริม ชิวอิสระกุล. 2527. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่.
- โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารสัตว์ราคาต่ำสุด (กอส.). 2550. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม โดย นายโอสธนาศสกุล กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. มิถุนายน 2550.

- ประดิษฐ์ อาจชมพู ศิริศักดิ์ บริรักษ์ธนกุล เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ สมจิตร ถนอมวงศ์วัฒนะ และสมพร จันทระ. 2551. การพัฒนาทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับแพะ เอกสารประกอบ สัมมนาวิชาการการพัฒนาอาชีพการเลี้ยงแพะอย่างยั่งยืน งานแพะแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ณ สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช 23 เมษายน 2551.
- วิชัย ปานสมุทร วิทยา พงศ์พลฤทธิ์ และ ชวน อินตะรังสี. 2546. ปาล์มน้ำมัน ส่วนพัฒนาพลังงาน 2 สำนัก พัฒนาพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน.
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2558. ปาล์มน้ำมันพืชเศรษฐกิจที่น่าจับตามอง. ผู้จัดการออนไลน์. แหล่งข้อมูล: [http://www.manager.co.th/Business/View News.aspx?NewsID](http://www.manager.co.th/Business/View%20News.aspx?NewsID), 26 สิงหาคม 2558.
- สมสุข ทองดี. 2544. การผลิตหญ้าหมักคุณภาพสูง. การประเมินคุณค่าทางโภชนาและความต้องการ พลังงานและโปรตีนของโคนมลูกผสมขาวดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. คณะเกษตรศาสตร์. สาขาสัตวศาสตร์.
- Abu Hassan, O. and M. Ishida. 1995. Utilization of oil palm trunks and fronds. In Proc. 1st Int. Symp on Integration of Livestock to Oil Palm Prod. Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 129-138.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis Association of Official Analysis Chemists, Inc. Washington, D.C., USA.
- Bal, M. A., J. R. Coors and R. D. Shaver. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cow on intake, digestion and milk production. J. Dairy. Sci. 80:2497-2503.
- Flieg, O. 1938. A key for evaluation of silage samples. Futterb. Garfutterber. 1:112-128 cited by Woolford, M.K. 1984. The silage fermentation. Microbiological Series, vol. 14. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.
- Jone, B. A., R. D. Hartfield and R. E. Muck. 1992. Effect of fermentation and bacterial inoculation on lucern cell walls. J. Sci. Food Agric 60:147-157.
- Pralomkarn, W., S. Kochapakdee, S. Saithanoo and S. Choldumrongkul. 1995. Energy and protein utilization for maintenance and growth of Thai native and Anglo-Nubian x Thai native male weaner goats. Small Rum. Res. 16: 13-20.
- 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.
- Wan Zahari, M.W., J. Sato, S. Furuichi, A. R. Azizan and M. Yunus. 2005. Recent development on the processing and utilization of complete feed based on oil palm fronds (OPF) for ruminant feeding in Malaysia. Pp 125-129. In. R. Tanaka and L.H. Cheng (eds.). Lignocellulose : Material for the Future from the Tropics. Proceedings of 3th USM-JIRCAS Joint International Symposium 9-11 March 2004, Penang, Malaysia.
- Woolford, M.K. 1984. The silage fermentation New York Basel. Marcel Dekker.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แสดงคะแนนตัดสินคุณภาพอาหารหมักโดยความสัมพันธ์ของกรดไขมันระเหยได้

Lactate (%)	Flieg point	Acetate (%)	Flieg point	Butyrate (%)	Flieg point
0.0-20.0	0.0	0.0-20.0	25.0	0.0-1.5	50.0-45.0
20.1-25.0	2.5	20.1-24.0	23.0	1.6-3.0	38.0
25.1-30.0	5.0	24.1-28.0	21.0	3.1-4.0	37.0
30.1-34.0	7.0	28.1-32.0	19.0	4.1-6.0	34.0
34.1-38.0	9.0	32.1-36.0	17.0	6.1-8.0	32.0
38.1-42.0	11.0	36.1-40.0	15.0	8.1-10.0	30.0
42.1-46.0	13.0	40.1-45.0	12.5	10.1-12.0	28.0
46.1-50.0	15.0	45.1-50.0	10.0	12.1-14.0	26.0
50.1-54.0	17.0	50.1-55.0	7.5	14.1-16.0	24.0
54.1-58.0	19.0	55.1-60.0	5.0	16.1-18.0	22.0
58.1-62.0	21.0			18.1-20.0	20.0
62.1-70.0	23.0			20.1-25.0	15.0
>75.0	25.0			25.1-30.0	10.0
				30.1-40.0	5.0
				>40.0	0.0

- หมายเหตุ คะแนน : มากกว่า 80 ดีมาก

61 – 80 ดี

41 – 60 ปานกลาง

21 – 40 พอใช้

น้อยกว่า 20 เลว

การศึกษาระบบการผลิตเนื้อแรมสเฟ็ดในโคพื้นเมือง

อัศวิน สายเชื้อ^{1/} สุขุม สุขเกษม^{2/} อภิวัฒน์ ธนารัตน์^{3/} ประภาส บุตรชา^{4/}

บทคัดย่อ

การศึกษาระบบการผลิตเนื้อแรมสเฟ็ดในโคพื้นเมือง ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การเลี้ยงแม่โคพื้นเมืองในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเพื่อการผลิตลูก และการทดลองที่ 2 การเลี้ยงโคพื้นเมืองเพศผู้ในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเพื่อผลิตเนื้อแรมสเฟ็ด ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์อุดรธานี อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2558

ผลการทดลองที่ 1 พบว่า จากการเลี้ยงแม่โคพื้นเมืองในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เป็นเวลา 3 ปี แม่โคสามารถให้ผลผลิตลูกเกิดอัตราร้อยละ 87.97 ต่อปี มีต้นทุนการผลิตลูกโคเฉลี่ยเท่ากับ 2,881.14 บาทต่อตัว และเมื่อจำหน่ายลูกโคที่มีอายุ 1 ปี จะมีรายได้เฉลี่ยเท่ากับ 6,925.60 บาทต่อตัว ส่วนการทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ Group comparison มี 2 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 เลี้ยงปล่อยโคแพะเล็ม อัตรา 0.6 ตัวต่อไร่ และกลุ่มที่ 2 เลี้ยงปล่อยโคแพะเล็มอัตรา 0.8 ตัวต่อไร่ ใช้โคพื้นเมืองอายุ 1 ปี กลุ่มละ 6 ตัว มีระยะเวลาการทดลอง 365 วัน พบว่า โคกลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 102.83 ± 11.91 กิโลกรัมต่อตัว และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 281.72 ± 37.91 กรัมต่อตัวต่อวัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับการเลี้ยงโคกลุ่มที่ 2 ที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 87.58 ± 12.46 กิโลกรัมต่อตัว และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 239.94 ± 27.45 กรัมต่อตัวต่อวัน และพบว่า เปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็นของโคทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 48.14 ± 0.93 47.90 ± 0.87 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และ 47.04 ± 0.77 45.77 ± 0.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่า โคกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 41.12 ± 2.38 และ 48.95 ± 7.58 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และพบว่าโคกลุ่มที่ 1 มีกำไรสุทธิจากการจำหน่ายโคมีชีวิตสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ $9,651.40 \pm 610.67$ และ $8,607.53 \pm 1,018.40$ บาทต่อตัวต่อปี ตามลำดับ ผลการเลี้ยงโคพื้นเมืองเพศผู้ในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีแบบปล่อยแพะเล็มหมุนเวียน

คำสำคัญ : โคพื้นเมือง พืชอาหารสัตว์ เนื้อแรมสเฟ็ด คุณภาพเนื้อ

เลขทะเบียนวิจัย : 55(1)-0214-014

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมะนัง จังหวัดปทุมธานี

^{3/} สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดลำพูน อำเภอมะนัง จังหวัดลำพูน

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์อุดรธานี อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี

A study on grass-fed beef production systems of native cattle

Autsawin Saichuer^{1/} Sukum Sukasem^{2/} Apiwat Thanarat^{3/} Prapas BudCha^{4/}

Abstract

The study of grass-fed beef production system for Thai native cattle was conducted at Udon Thani animal nutrition research and development center, Kut Chap District, Udon Thani Province, during October 2011 to February 2015. This study was divided in 2 experiments which aim to study the effect of raising cows on good quality pasture on calve production (experiment 1) and the effect of grazing male cattle on good quality pasture on grass-fed beef production (experiment 2).

The results of experiment 1 showed that after raising cows on good quality pasture for 3 years, the average of calve production was 87.97 %/year with 2,881.14 baht/calve of cost production. The income from 1 year old calf sale was 6,925.60 baht/head.

For the experiment 2, group comparison was used in this experiment which had 2 groups. Group 1 and group 2 were grazing rate in 0.6 and 0.8 cattle per rai, respectively. Each group consisted of 6 male 1 year old cattle. After raising in 365 days on good quality pasture, average of weight gain and average diary gain (ADG) in group 1 were 102.83±11.91 Kg/head and 281.72±37.91 g/head/day, respectively, which significant difference ($P<0.05$) and higher than group 2 that had 87.58±12.46 Kg/head and 239.94±27.45 g/head/day, respectively. Hot and cold carcass of male cattle from group 1 and group 2 were 48.14±0.93, 47.90±0.87 and 47.04±0.77, 45.77±0.71%, respectively, which had not significant difference. Feed cost/kg of weight gain in Group 2 was 48.95±7.58 baht and higher than Group 1, 41.12±2.38 bath. Profit from sale of live male cattle from group 1 and group 2 were 9,651.40±610.67 and 8,607.53±1,018.40 bath/cattle/year, respectively. There was a significant different of feed cost but no significant of the profit.

Keywords : native cattle, pasture, grass-fed beef, beef quality

Registered No. : 55(1)-0214-014

^{1/} Nakhon Ratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima.

^{2/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang , Pathum Thani.

^{3/} Lumphun Provincial Livestock Office, Muang, lumphun.

^{4/} Udon Thani Nutrition Research and Development Center, Kut Chap, Udon Thani.

คำนำ

โคพื้นเมืองจัดเป็นโคเนื้อพื้นฐานที่สำคัญของประเทศไทย เพราะมีความทนทานต่ออากาศร้อน ทนต่อโรคพยาธิและแมลงรบกวน หากินเก่งและให้ลูกสม่ำเสมอทุกปี (ศรเทพ, 2548) จากสถิติปศุสัตว์ในปี 2560 พบว่า มีประชากรโคเนื้อทั้งหมด 4,876,228 ตัว และมีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อทั้งหมด 792,148 ครัวเรือน คิดเป็นโคพื้นเมือง จำนวน 2,813,223 ตัว (ร้อยละ 57.69) ของประชากรโคเนื้อทั้งหมด และมีจำนวนครัวเรือน ที่เลี้ยงโคพื้นเมือง 515,717 ครัวเรือน (ร้อยละ 65.10) ของจำนวนครัวเรือนที่เลี้ยงโคเนื้อทั้งหมด (กรมปศุสัตว์, 2560)

ปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อโดยปล่อยให้โคแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์จะเป็นวิธีเลี้ยงโคเนื้อที่เกษตรกรยอมรับและปฏิบัติมากขึ้น แต่ก็ยังคงประสบปัญหาขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ทั้งในแง่ของปริมาณ และคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ เกษตรกรไม่มีการจัดการระบบการใช้ประโยชน์จากแปลงพืชอาหารสัตว์ที่มีอยู่อย่างเหมาะสมทั้งในด้านการปล่อยแทะเล็มและการทำเสปียงสัตว์คุณภาพดีสำรองไว้ในช่วงฤดูแล้ง ทำให้โคได้รับอาหารขาดคุณภาพต่ำจึงส่งผลให้โคมีสมรรถนะการผลิตที่ต่ำและให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ไม่แน่นอน จากการศึกษาการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมอเมริกันบราห์มันเพศผู้ น้ำหนักตัวประมาณ 220 กิโลกรัม แบบปล่อยแทะเล็มหมุนเวียนในแปลงหญ้ารัฐผสมถั่วไมยรา ที่อัตราแทะเล็ม 1 ตัวต่อไร่ พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 322 กรัมต่อตัวต่อวัน (วิระพล และคณะ, 2545) และการเลี้ยงโคพื้นเมืองสายอีสานเพศผู้ตอน น้ำหนักเริ่มต้น 171 กิโลกรัม แบบปล่อยแทะเล็มหมุนเวียนในแปลงหญ้ากินีสีม่วงและร่วมกับปล่อยแทะเล็มแปลงถั่วพาราสไตโล ในอัตรา 0.66 ตัวต่อไร่ นาน 2 ปี พบว่าโคมีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยเท่ากับ 261.00 กรัมต่อตัวต่อวัน ในขณะที่การปล่อยโคพื้นเมืองแทะเล็มในแปลงหญ้ากินีสีม่วงเพียงอย่างเดียว พบว่า โคพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตเพียง 252.17 กรัมต่อตัวต่อวัน (วิโรจน์ และคณะ, 2555) ในการเพิ่มสมรรถนะการผลิตโคพื้นเมืองโดยใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดีโดยการปลูกสร้างแปลงหญ้าผสมถั่วอาหารสัตว์น่าจะเป็นระบบการเลี้ยงโคพื้นเมืองที่ยั่งยืนและมีความเหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อยมากกว่าระบบอื่น เนื่องจากการปลูกหญ้าผสมถั่วจะทำให้สัตว์ได้รับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการเจริญเติบโตมากกว่าการปล่อยให้สัตว์แทะเล็มในแปลงหญ้าเพียงอย่างเดียว

นอกจากนั้น การบริโภคเนื้อโคที่มีการเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์อย่างเดียวโดยไม่เสริมอาหารข้น (grass-fed-beef) มีแนวโน้มว่าตลาดโลกเริ่มให้ความนิยมเพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งประเทศไทยได้มีการพัฒนาการผลิตเนื้อโคจากพืชอาหารสัตว์มาอย่างต่อเนื่องและพร้อมจะเป็นผู้นำด้านการผลิตในภูมิภาค ทั้งนี้ อารังศักดิ์และจิระวัชร (2548) รายงานว่าแปลงพืชอาหารสัตว์เป็นทรัพยากรอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงโคเนื้อที่มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด โดยเฉพาะหากปรับปรุงแปลงหญ้าให้มีคุณภาพดีและมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของสัตว์ตลอดทั้งปี การเลี้ยงโคเนื้อด้วยพืชอาหารสัตว์อย่างเดียวโดยไม่ใช้อาหารข้นและไม่ใช้อาหารเสริมหรือสารเร่งการเจริญเติบโต จะทำให้โคมีการเจริญเติบโตในสภาพที่เป็นธรรมชาติและสามารถผลิตเนื้อที่มีคุณภาพพิเศษ ได้แก่ เนื้อมีไขมันต่ำ ไตรกลีเซอไรด์ต่ำ คอเลสเตอรอลต่ำ ขณะที่ปริมาณ กรดไขมัน CLA (conjugated linoleic acid) และกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 ในเนื้อสูง ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (สัญญาชัย, 2551) ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตเนื้อแกลสเฟ็ดในโคพื้นเมืองโดยการปล่อยแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ ตลอดจนต้นทุนและผลตอบแทน

การผลิตโค และนำไปสู่การสร้างระบบการผลิตโคพื้นเมืองที่เหมาะสม ยั่งยืน และสามารถนำองค์ความรู้ และนวัตกรรมใหม่ที่เหมาะสมไปถ่ายทอดสู่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการศึกษาการเลี้ยงโคพื้นเมืองภายใต้ระบบการปล่อยแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์อุดรธานี อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 ดังนี้

การทดลองที่ 1 : การเลี้ยงแม่โคพื้นเมืองในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเพื่อผลิตลูก

การเตรียมสัตว์ทดลอง : ใช้โคพื้นเมืองเพศเมียสายอีสาน อายุประมาณ 2 ปี ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์อุดรธานี โดยสุ่มเลือกแม่โคจากฝูงที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จำนวน 20 ตัว และใช้โคพื้นเมืองเพศผู้สายอีสาน อายุประมาณ 3 ปี เพื่อเป็นพ่อพันธุ์คุมฝูง จำนวน 1 ตัว ก่อนการทดลองดำเนินการฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย ฉีดยาถ่ายพยาธิภายใน พ่นยากำจัดพยาธิภายนอก ฉีดวิตามินเอดีวีอี เก็บตัวอย่างมูลสัตว์ตรวจหาไข่พยาธิ และตรวจโรคที่สำคัญตามโปรแกรมปรับปรุงสุขภาพสัตว์ประจำปี

การจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์

1. ปลุกหญ้าธูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) จำนวน 30 ไร่ โดยการไถและไถพรวนเพื่อปรับสภาพพื้นที่ให้ราบเรียบ และให้ดินละเอียด ร่วนซุยเหมาะที่จะหว่านเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ก่อนการปลุกหญ้าและถั่วจะใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น ปลุกหญ้าธูซี่และถั่วท่าพระสไตโล (ต้นฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม) โดยใช้วิธีหว่านเมล็ดอัตราชนิดละ 2 กิโลกรัมต่อไร่ (รวม 4 กิโลกรัม) ให้ทั่วแปลง

2. หลังจากปลุกพืชอาหารสัตว์แล้ว 60 วัน ทำการตัดปรับสภาพแปลงโดยตัดสูงจากผิวดิน ประมาณ 15 เซนติเมตร และนำผลผลิตพืชอาหารสัตว์ที่ตัดปรับมาผลิตหญ้าแห้งเป็นเสบียงสัตว์สำรองสำหรับเลี้ยงสัตว์ในช่วงขาดแคลน

3. แบ่งแปลงหญ้าออกเป็น 3 แปลงย่อยๆ ละ 10 ไร่ โดยใช้รั้วไฟฟ้ากั้นระหว่างแปลง เมื่อหญ้าอายุครบ 60 วัน ทำการตัดปรับแปลงหญ้าแต่ละแปลงย่อย ห่างกัน 10 วัน จนครบ 3 แปลงย่อย

4. การจัดการดูแลรักษาแปลงหญ้า มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปล่อยโคแทะเล็ม เพื่อให้พืชอาหารสัตว์เจริญเติบโตได้ทันสำหรับใช้ในการแทะเล็มต่อไป ไม่มีการให้น้ำแต่อาศัยน้ำฝน

การจัดการให้อาหารโคพื้นเมือง

1. การปล่อยโคแทะเล็มแปลงหญ้า ปล่อยโคเข้าแทะเล็มแปลงย่อยที่ 1 เป็นเวลา 20 วัน ต่อจากนั้นปล่อยเข้าแทะเล็มแปลงที่ 2 และ 3 แบบหมุนเวียน (rotational grazing) ซึ่งจะทำให้โคได้แทะเล็มแปลงหญ้าที่อายุประมาณ 30-40 วัน ใช้ระยะเวลาเลี้ยงแม่โคแทะเล็มในแปลงหญ้านาน 3 ปี โดยปล่อยโคเข้าแทะเล็มแปลงหญ้าในระยะเวลา 08.00-16.30 นาฬิกา ภายในแปลงหญ้า มีคอกพักโค น้ำสะอาด และแร่ธาตุก้อนแขวนไว้ให้โคเลียกินตลอดการทดลอง

2. ในช่วงที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ โดยเฉพาะในช่วงแล้ง มีการเสริมหญ้าแห้งที่เตรียมไว้ ทั้งนี้เพื่อให้โคมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ

การเก็บบันทึกข้อมูล

1. สุ่มตัดวัดผลผลิตพืชอาหารสัตว์ในแต่ละแปลงทุกครึ่งก่อนและหลังปล่อยโคแพะเล็ม โดยใช้กรอบสี่เหลี่ยมขนาด 1 ตารางเมตร (1x1 เมตร) สุ่มในแปลงๆ ละ 4 จุด เปรียบเทียบกับพืชอาหารสัตว์ที่ไม่ถูกแพะเล็มภายในกรอบถาวร (permanent cages) ที่ขนาดเท่ากัน จากนั้นนำพืชอาหารสัตว์ที่สุ่มตัดวัดผลผลิตประมาณ 1,000 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่แล้วนำมาบดให้ละเอียด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง (dry matter) และโปรตีนหยาบ (crude protein) ตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์เยื่อใย ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber) และลิกนิน (acid detergent lignin) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

2. บันทึกสมรรถนะการผลิตของแม่โค ได้แก่ จำนวนลูกโคเกิด และจำนวนลูกโคที่รอดตาย

3. บันทึกน้ำหนักลูกโคทุกเดือน เพื่อวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของลูกโคเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ชั่งน้ำหนักแรกเกิด (birth weight) น้ำหนักหย่านม (weaned weight) อายุ 6 เดือน และน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (yearly weight)

4. บันทึกต้นทุนในการเลี้ยงแม่โคพื้นเมืองเพื่อผลิตลูก และนำมาวิเคราะห์หาต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยจำแนกเป็น (1) ต้นทุนคงที่ (fixed cost) ประกอบด้วย ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดินของตนเอง ค่าเสื่อมราคาโรงเรือน และค่าเสื่อมราคาแม่พันธุ์โคเนื้อ และ (2) ต้นทุนผันแปร (variable cost) ประกอบด้วย ค่าปุ๋ยคอก ค่าปุ๋ยเคมี ค่าอาหารหยาบ ค่ายาและเวชภัณฑ์ ค่าอาหารแร่ธาตุและวิตามิน ค่าแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้สมการวิเคราะห์ตามวิธีของ ขวลิต และคณะ (2555) ดังนี้

(1) ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดินตนเอง = (ค่าเช่าที่ดินต่อไร่ต่อปี x จำนวนไร่) - (ค่าเสียภาษีที่ดิน (1%) x จำนวนไร่)

(2) ค่าเสื่อมราคาโรงเรือน = (มูลค่าก่อสร้าง) / (อายุการใช้งาน 15 ปี)

(3) ค่าเสื่อมราคาแม่พันธุ์โคเนื้อ = (มูลค่าแม่โคซื้อเข้า) / (ช่วงเวลาการให้ผลผลิตที่ 8 ปี)

(4) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน = (ต้นทุนที่เป็นเงินสด) x (อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ร้อยละ 0.42)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการจดบันทึกเช่น อัตราการเจริญพันธุ์ สมรรถนะการผลิต ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ มาคำนวณผลทางสถิติ โดยใช้ค่าร้อยละ และค่ามัธยฐานเลขคณิต เป็นต้น

การทดลองที่ 2 : การเลี้ยงโคพื้นเมืองเพศผู้ในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์อุดรธานี อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 โดยใช้โคพื้นเมืองเพศผู้สายอีสาน อายุเฉลี่ย 1 ปี น้ำหนักประมาณ 128 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว แบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว ตามแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (Group Comparison) โคทุกกลุ่มเลี้ยงแบบปล่อยแพะเล็มแปลงหญ้าผสมถั่วอัตราต่างๆ กัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เลี้ยงปล่อยโคแพะเล็ม อัตรา 0.6 ตัวต่อไร่ (ใช้พื้นที่ 1.66 ไร่ต่อตัว)

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงปล่อยโคแพะเล็ม อัตรา 0.8 ตัวต่อไร่ (ใช้พื้นที่ 1.25 ไร่ต่อตัว)

การจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์

1. ปลูกหญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) ร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) จำนวน 17.5 ไร่ โดยการไถและไถพรวนเพื่อปรับสภาพพื้นที่ให้ราบเรียบ และให้ดินละเอียด

ร่วนซุยเหมาะที่จะหว่านเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ก่อนการปลูกหญ้าและถั่วจะใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น ปลูกหญ้ารูซี่และถั่วท่าพระสไตโล (ต้นฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม) โดยใช้วิธีหว่านเมล็ดอัตราชนิดละ 2 กิโลกรัมต่อไร่ (รวม 4 กิโลกรัม) ให้ทั่วแปลง

2. หลังจากปลูกพืชอาหารสัตว์แล้ว 60 วัน ทำการตัดปรับสภาพแปลงโดยตัดสูงจากผิวดิน ประมาณ 15 เซนติเมตร และนำผลผลิตพืชอาหารสัตว์ที่ตัดปรับมาผลิตหญ้าแห้งเป็นเสบียงสัตว์สำรอง สำหรับเลี้ยงสัตว์ในช่วงขาดแคลน

3. แบ่งแปลงหญ้าออกเป็น 2 แปลง โดยใช้รั้วไฟฟ้ากั้นระหว่างแปลง

3.1 แปลงที่ 1 จำนวนพื้นที่ 10 ไร่ แบ่งออกเป็น 6 แปลงๆ ละ 1.66 ไร่ แต่ละแปลง แบ่งออกเป็น 3 แปลงย่อย (ปล่อยโคแทะเล็มแบบหมุนเวียนจำนวน 1 ตัว)

3.2 แปลงที่ 2 จำนวนพื้นที่ 7.5 ไร่ แบ่งออกเป็น 6 แปลงๆ ละ 1.25 ไร่ แต่ละแปลง แบ่งออกเป็น 3 แปลงย่อย (ปล่อยโคแทะเล็มแบบหมุนเวียนจำนวน 1 ตัว)

เมื่อหญ้าแต่ละแปลงอายุครบ 60 วัน ทำการตัดปรับแปลงหญ้าแต่ละแปลงย่อย ห่างกัน 10 วัน จนครบ 3 แปลงย่อย

4. การจัดการดูแลรักษาแปลงหญ้า มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปล่อย โคแทะเล็ม เพื่อให้พืชอาหารสัตว์เจริญเติบโตได้ทันสำหรับใช้ในการแทะเล็มรอบต่อไป ไม่มีการให้น้ำ แต่อาศัยน้ำฝน

การจัดการให้อาหารโคพื้นเมือง

1. การปล่อยโคแทะเล็มแปลงหญ้า ปล่อยโคเข้าแทะเล็มแปลงหญ้าแต่ละแปลงย่อยๆ ละ 1 ตัว เป็นเวลา 20 วัน ต่อจากนั้นปล่อยโคเข้าแทะเล็มแปลงย่อยที่ 2 และ 3 แบบหมุนเวียน (rotational grazing) ซึ่งจะทำให้โคได้แทะเล็มแปลงหญ้าที่อายุประมาณ 30-40 วัน โดยปล่อยโคเข้าแทะเล็มแปลงหญ้า ในช่วงเวลา 08.00-18.00 นาฬิกา ภายในแปลงหญ้า มีคอกพักโคขนาด 2 X 3 เมตร น้ำสะอาด และ แร่ธาตุก้อนแขวนไว้ให้โคเลียกินตลอดการทดลอง

2. ในช่วงที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ โดยเฉพาะในช่วงแล้ง มีการเสริมหญ้าแห้งที่เตรียมไว้ในอัตรา 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทั้งนี้เพื่อให้โคมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ

การบันทึกข้อมูล

1. ชั่งน้ำหนักโคทดลองทุกตัว ก่อนเริ่มต้นทดลอง และชั่งน้ำหนักทุกๆ 1 เดือน จนสิ้นสุดการทดลอง

2. ประเมินผลผลิตและปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่สัตว์กินได้แต่ละรอบการแทะเล็ม โดยตัด วัดผลผลิตพืชอาหารสัตว์ก่อนปล่อยและหลังการปล่อยสัตว์แทะเล็มในแต่ละแปลง โดยใช้กรอบสี่เหลี่ยมขนาด 1x1 เมตร (1 ตารางเมตร) เปรียบเทียบกับพืชอาหารสัตว์ที่ไม่ถูกแทะเล็มภายในกรอบถาวร (permanent cages) ทุกรอบการแทะเล็ม และนำตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่สุ่มตัดแต่ละรอบส่งวิเคราะห์คุณภาพ นำตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่สุ่มตัดวัดผลผลิต ประมาณ 1,000 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ แล้วนำมาบดให้ละเอียด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า วัตถุแห้ง (dry matter) และโปรตีนหยาบ (crude protein) ตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์เยื่อใย ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber) และลิกนิน (acid detergent lignin) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

3. บันทึกปริมาณหญ้าแห้งที่เสริมให้โคกินแต่ละตัว

4. จัดบันทึกค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงโคพื้นเมือง เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การศึกษาคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อแรมสเฟ็ด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองส่งโคทั้งหมดศึกษาซากในโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน ที่อำเภอเขียงยืน จังหวัดมหาสารคาม เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคทดลอง ดังนี้

1. การศึกษาคุณภาพซาก (carcass quality) ประเมินค่าเปอร์เซ็นต์ซาก ได้แก่ น้ำหนักซากก่อนฆ่า น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ซากเย็น ประเมินน้ำหนัก เนื้อแดง เนื้อสะโพก เนื้อสันนอก เนื้อสันใน เนื้อเสื่อร้องไห้ เนื้อพันท้อง เนื้อแดงขาหน้า-ขาหลัง เนื้อซี่โครง เนื้อแดงรวม และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง

2. การศึกษาคุณภาพเนื้อ (meat quality) ตามวิธีแนะนำโดย สัตยชัย (2551) ดังต่อไปนี้

- **วัดค่า pH** : การวัดค่า pH ใช้ pH – meter วัดในช่วงแรกที่สัตว์ตาย คือ นาฬิกาที่ 45 เรียกค่า pH1 และวัดค่า pH สุดท้ายในช่วง 48 ชั่วโมงหลังจากที่โคตาย เรียกค่า pHu ค่า pH1 เกี่ยวข้องกับโอกาสเกิด PSE ของเนื้อ โดยค่า pH1 < 5.8 เป็นค่าวิกฤตแสดงว่าเนื้อมีโอกาสเกิด PSE สูง ส่วนค่า pHu > 6 เป็นค่าวิกฤตแสดงโอกาสเกิด DFD ปกติอุณหภูมิที่กล้ามเนื้อมีค่าประมาณ 37 องศาเซลเซียส เมื่อวัดค่า pH1 และมีค่าประมาณ 2 องศาเซลเซียส เมื่อวัดค่า pHu โดยอุณหภูมิซากโคจะลดลงเมื่อแช่ซากนานขึ้น การวัดค่า pH ในเนื้อ ใช้ pH electrode แทรกตรงๆเข้าไปในกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงซี่ที่ 13 และ 14 โดยแทงลึกประมาณ 4 เซนติเมตร

- **การวัดค่าสีเนื้อ** : ผลการวัดสีเนื้อแสดงค่า 3 ค่า คือ L^* a^* b^* โดย

L^* หมายถึง ค่าความสว่างของสี (lightness)

a^* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดง (redness)

b^* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness)

ค่า L^* สูงแสดงว่าเนื้อมีสีสดสว่าง ขณะที่ค่า L^* ต่ำแสดงว่าเนื้อมีสีเข้ม ค่า a^* สูงขึ้นแสดงว่าเนื้อมีสีแดงมาก และค่า b^* สูงแสดงว่าเนื้อมีสีเหลืองมาก

การวัดสีของเนื้อ สามารถวัดได้หลังสัตว์ตาย 24-48 ชั่วโมง โดยวัดสีของกล้ามเนื้อสันนอก (Longissimus dorsi) ตัดชิ้นเนื้อมีความหนา 1.5-2.5 เซนติเมตร นำชิ้นเนื้อที่ตัดแล้วใส่ในภาชนะเข้าตู้เย็นอุณหภูมิ 7-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาวัดสีด้วยเครื่องวัดสี (Fotometer, CIELAB หรือ Minolta Chroma Meter) โดยวัด 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย สีของเนื้อโค เกิดจากโปรตีนสี 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ myoglobin และ haemoglobin ซึ่งมีธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบ สีของเนื้อโคขนาดใหญ่โดยทั่วไปมีสีแดงสดเหมือนผลเชอร์รี่ (cherry red) ส่วนเนื้อลูกโคมีสีชมพูอมน้ำตาล (brownish pink)

- **ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force Value)** ความนุ่มของเนื้อนอกจากจะวัดจากการตรวจชิมแล้ว สามารถวัดได้จากเครื่องวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force device; Warner Blatzler) โดยนำเนื้อที่ทำให้สุกแล้วมาเจาะตามความยาวเส้นใยกล้ามเนื้อ ให้ได้เนื้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 เซนติเมตร แล้วนำไปตัดโดยใช้ความเร็ว 2 มิลลิเมตรต่อวินาที วัดค่าแรงตัดมีหน่วยเป็นนิวตัน (1 นิวตัน = 0.10197 แรงกิโลกรัม)

3. ศึกษาองค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อโค

- **วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อ** โดยคัดเลือกเนื้อสันนอก หาเปอร์เซ็นต์โปรตีน ความชื้น และไขมัน โดยวิธี proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (1990)

- **วิเคราะห์ส่วนประกอบของคอเลสเตอรอล (cholesterol) และไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)** โดยใช้ Spectrophotometer

- วิเคราะห์กรดไขมัน (fatty acids) จำแนกชนิดและปริมาณกรดไขมันในเนื้อสันนอก ประเมินปริมาณกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยใช้ Gas chromatography

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลสมรรถนะการผลิตของโคพื้นเมือง ได้แก่ น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ ต้นทุนและผลตอบแทน เมื่อสิ้นสุดการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยวิธี Student T-test

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การเลี้ยงแม่โคพื้นเมืองในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเพื่อการผลิตลูก ผลผลิตพืชอาหารสัตว์

การทดลองเลี้ยงโคพื้นเมืองในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเพื่อผลิตลูกภายใต้ระบบการเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มหมุนเวียน ในพื้นที่ 30 ไร่ ปริมาณผลผลิตพืชอาหารสัตว์คิดเป็นน้ำหนักแห้ง ในปีที่ 1 เท่ากับ 2,220 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สามารถใช้ประโยชน์ปล่อยโคพื้นเมืองแทะเล็มได้อย่างเพียงพอตลอดทั้งปี แต่ในปีที่ 2 และปีที่ 3 ผลผลิตพืชอาหารสัตว์มีปริมาณลดลง เฉลี่ยเท่ากับ 2,060 และ 1,620 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ สามารถใช้ประโยชน์ปล่อยโคแทะเล็มได้เพียง 314 และ 265 วัน ตามลำดับ เนื่องจากจำนวนโคพื้นเมืองเพิ่มขึ้นและแปลงพืชอาหารสัตว์ถูกเหยียบย่ำทำให้ปริมาณผลผลิตมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของโค จึงต้องเสริมหญ้าแห้งให้โคในปีที่ 2 จำนวน 472.85 กิโลกรัมต่อปี และในปีที่ 3 จำนวน 927.15 กิโลกรัมต่อปี (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลผลิตและคุณภาพของแปลงพืชอาหารสัตว์

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย
พื้นที่, ไร่	30	30	30	30
ผลผลิตพืชอาหารสัตว์ กก./ไร่/ปี	2,220	2,060	1,620	1,967
ระยะเวลาปล่อยโคแทะเล็ม, วัน/ปี	365	314	265	314.67
ระยะเวลาเสริมเสบียงสัตว์, วัน/ปี	-	51	100	50.33
ปริมาณหญ้าแห้งที่เสริม, กก./ปี	-	472.85	927.15	466.67
จำนวนโคปล่อยแทะเล็ม, ตัว	37	37	36	36.67
- พ่อแม่พันธุ์, ตัว	21	20	19	20.00
- ลูกโค, ตัว	16	17	17	16.67
ส่วนประกอบทางเคมี (%)				
- วัตถุแห้ง (DM)	30.32	29.17	30.08	29.85
- โปรตีนหยาบ (CP)	9.61	8.74	8.55	8.97
- ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	38.38	37.33	37.10	37.60
- ผนังเซลล์ (NDF)	66.60	65.65	65.59	65.94
- แคลเซียม (Ca)	0.27	0.24	0.33	0.28
- ฟอสฟอรัส (P)	0.41	0.38	0.35	0.38

คุณภาพแปลงพืชอาหารสัตว์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ในแปลงเพาะเลี้ยงตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า มีค่าวัตุแห่ง โปรตีนหยาบ ลิกโนเซลลูโลส ผนังเซลล์ แคลเซียม และ ฟอสฟอรัส เฉลี่ยเท่ากับ 29.85 8.97 37.60 65.94 0.28 และ 0.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแปลงพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จัดเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี (จินดา และคณะ, มปป.) เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์เลี้ยงสัตว์

สมรรถนะการผลิตแม่โคพื้นเมือง

จากตารางที่ 2 แสดงสมรรถนะการผลิตของแม่โคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยเพาะเลี้ยงในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีตลอดระยะเวลาการทดลอง 3 ปี พบว่า การเลี้ยงแม่โคเพื่อผลิตลูก เฉลี่ย 19 ตัวต่อปี สามารถให้ผลผลิตลูกเกิดเฉลี่ยเท่ากับ 16.67 ตัวต่อปี (หรือแม่โค 1 ตัวสามารถให้ลูกได้เฉลี่ย 0.87 ตัวต่อปี) มีอัตราการรอดชีวิตของลูกโคเฉลี่ยเท่ากับ 16.33 ตัวต่อปี เมื่อคิดเป็นอัตราการเกิดลูกโค พบว่า มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 87.97 ต่อปี ซึ่งสูงกว่าการทดลองของ ชำนาญและคณะ (2548) รายงานว่าจากการจัดการเลี้ยงดูโคขาวลำพูน ณ สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์พะเยา แม่โคมีอัตราการเกิดลูก เฉลี่ยร้อยละ 79 ต่อปี

ตารางที่ 2 สมรรถนะการผลิตของแม่โคพื้นเมือง

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ค่าเฉลี่ย
พื้นที่เพาะเลี้ยง, ไร่	30	30	30	30.00
โคพ่อพันธุ์, ตัว	1	1	1	1.00
โคแม่พันธุ์, ตัว	20	19	18	19.00
น้ำหนักโคพ่อแม่พันธุ์ เฉลี่ย, กก.	159	192	206	185.67
สมรรถนะการผลิตแม่โค				
- ลูกเกิด, ตัว	16	17	17	16.67
- ลูกเกิดมีชีวิตรอด, ตัว	16	16	17	16.33
- ลูกตาย, ตัว	0	1	0	0.33
- อัตราการเกิด, %	80.00	89.47	94.44	87.97
- อัตราการตาย, %	0.00	5.88	0.00	1.75

สมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกโคพื้นเมือง

จากตารางที่ 3 สมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมีย ตลอดการทดลอง 3 ปี พบว่าลูกโคมีน้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม และน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 15.91 66.45 และ 125.92 กิโลกรัมต่อตัวตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโต ในช่วงแรกเกิด-หย่านม เฉลี่ยเท่ากับ 280.81 กรัมต่อตัวต่อวัน ในช่วงหย่านม-อายุ 1 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 330.36 กรัมต่อตัวต่อวัน และในช่วงแรกเกิด-อายุ 1 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 301.40 กรัมต่อตัวต่อวัน ใกล้เคียงกับ กรมปศุสัตว์ (2561) และสุวิข (2558) รายงานว่า โคพื้นเมืองสายอีสาน มีน้ำหนักตัวแรกเกิดเฉลี่ยเท่ากับ 15-17 กิโลกรัม ขณะที่ วินิจ และคณะ (2551) อ้างโดย ประมวล, (2555) รายงานว่า โคพื้นเมืองภาคใต้มีน้ำหนักหย่านมที่อายุ 200 วัน เท่ากับ 73.81 กิโลกรัม น้ำหนักเมื่อเมื่ออายุ 400 วัน เท่ากับ 94.66 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม เฉลี่ย 240.84 กรัมต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตในช่วง 200-400 วัน เท่ากับ 200.15 กรัมต่อวัน ส่วนโคพื้นเมืองภาคกลางเพศผู้ ช่วงอายุหลังหย่านมมีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยเท่ากับ 198 กรัมต่อวัน

และเพศเมีย มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 155 กรัมต่อวัน และมีน้ำหนักเมื่อหย่านม (8 เดือน) เฉลี่ยเท่ากับ 112.20 กิโลกรัม (ศรเทพ, 2548)

ตารางที่ 3 สมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกโคพื้นเมือง อายุแรกเกิด-อายุ 1 ปี

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1) น้ำหนักลูกโค, กก.				
แรกเกิด				
- เมีย	15.32	15.38	15.56	15.42
- ผู้	16.29	16.34	16.54	16.39
- เฉลี่ย เมีย/ผู้	15.81	15.86	16.05	15.91
หย่านม				
- เมีย	63.10	62.71	62.69	62.83
- ผู้	71.00	70.06	69.15	70.07
- เฉลี่ย เมีย/ผู้	67.05	66.39	65.92	66.45
อายุ 1 ปี				
- เมีย	120.70	120.55	121.25	120.83
- ผู้	131.00	130.71	131.29	131.00
- เฉลี่ย เมีย/ผู้	125.85	125.63	126.77	125.92
2) อัตราการเจริญเติบโตลูกโค, กรัม/วัน				
แรกเกิด-หย่านม				
- เมีย	265.44	262.94	261.83	263.41
- ผู้	303.94	298.44	292.28	298.22
- เฉลี่ย เมีย/ผู้	284.69	280.69	277.06	280.81
หย่านม-อายุ 1 ปี				
- เมีย	320.00	321.33	325.33	322.22
- ผู้	333.33	336.94	345.22	338.50
- เฉลี่ย เมีย/ผู้	326.67	329.14	335.28	330.36
แรกเกิด-อายุ 1 ปี				
- เมีย	288.71	288.14	289.56	288.80
- ผู้	314.27	313.34	314.38	314.00
- เฉลี่ย เมีย/ผู้	301.49	300.74	301.97	301.40

ต้นทุนการผลิตของแม่โคพื้นเมืองที่เลี้ยงในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเพื่อการผลิตลูก

จากการวิเคราะห์หาต้นทุนการผลิตของแม่โคพื้นเมืองภายใต้ระบบการเลี้ยงปล่อยแทะเล็ม หมุนเวียนในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเพื่อการผลิตลูก (ตารางที่ 4) โดยจำแนกเป็นต้นทุนคงที่และ ต้นทุนผันแปร ตลอดระยะเวลาการทดลองนาน 3 ปี พบว่า มีต้นทุนการผลิตที่ไม่เป็นเงินสด เฉลี่ยเท่ากับ 158,355.27 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 76.86 มีต้นทุนที่เป็นเงินสด เฉลี่ยเท่ากับ 47,683.33 บาท คิดเป็น ร้อยละ 23.14 ซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่ที่ไม่เป็นเงินสดมาจากค่าแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 47.83 ของต้นทุน

ทั้งหมด รองลงมาเป็นค่าเสื่อมราคาพันธุ์สัตว์ คิดเป็นร้อยละ 11.65 ของต้นทุนทั้งหมด เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตในส่วนของต้นทุนคงที่ พบว่า ค่าเสื่อมราคาพันธุ์สัตว์จะมีมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 24,000 บาทต่อปี รองลงมาเป็นค่าเสียโอกาสเงินลงทุน และค่าเสื่อมราคาที่ดิน เฉลี่ยเท่ากับ 20,027.00 และ 12,000.00 บาทต่อปีตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2549) ที่มีค่าเสียโอกาสแม่พันธุ์สูงสุดในต้นทุนคงที่ เนื่องจากที่ดินมีราคาสูงขึ้นและเกษตรกรนิยมมาปลูกพืชเศรษฐกิจกันมากขึ้น ประกอบกับพื้นที่สาธารณะสำหรับใช้เลี้ยงโคลดน้อยลงเป็นต้น และในส่วน of ต้นทุนผันแปร (ที่เป็นเงินสด) พบว่า มีต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 29,000 บาทต่อปี (หรือ 966.66 บาทต่อไร่) คิดเป็นร้อยละ 14.08 รองลงมาเป็นต้นทุนค่าอาหารหยาบ เฉลี่ยเท่ากับ 7,000 บาทต่อปี และคิดเป็นต้นทุนการผลิตต่อแม่โค 1 ตัว เฉลี่ยเท่ากับ 2,370.98 บาท ถ้าหากมีการจำหน่ายลูกโคอายุ 1 ปี ในราคากิโลกรัมละ 55 บาท (ราคาตามท้องตลาดในปี 2557) จะมีรายได้จากการจำหน่ายลูกโค เฉลี่ยเท่ากับ 6,925.60 บาทต่อตัว

จากการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตลูกของแม่โคพื้นเมืองตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า มีต้นทุนการผลิตต่อการเลี้ยงแม่โค 1 ตัว รวมเท่ากับ 10,292.39 บาทต่อตัว คิดเป็นต้นทุนที่เป็นเงินสดเท่ากับ 2,370.98 บาทต่อตัว และต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด เท่ากับ 7,921.40 บาทต่อตัว ส่วนต้นทุนการผลิตต่อลูกโค 1 ตัว รวมเท่ากับ 12,400.21 บาทต่อตัว คิดเป็นต้นทุนที่เป็นเงินสด เท่ากับ 2,881.74 บาทต่อตัว และต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด เท่ากับ 9,518.47 บาทต่อตัว ถ้ามีการจำหน่ายลูกโคที่อายุ 1 ปี จะมีรายได้จากการจำหน่ายลูกโคพื้นเมือง เท่ากับ 113,095.05 บาทต่อปี เมื่อหักต้นทุนที่เป็นเงินสดแล้ว พบว่า จะมีกำไรสุทธิที่เป็นเงินสด เท่ากับ 65,411.72 บาทต่อปี

ตารางที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแม่โคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแพะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์ คุณภาพดีเพื่อการผลิตลูก

ข้อมูล	ต้นทุนการผลิต			
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)				
ค่าเสื่อมราคาที่ดิน	-	12,000.00	12,000.00	5.82
ค่าเสื่อมราคาโรงเรือน	-	3,178.27	3,178.27	1.54
ค่าเสื่อมราคาพันธุ์สัตว์	-	24,000.00	24,000.00	11.65
ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์	-	600.00	600.00	0.29
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	-	20,027.00	20,027.00	9.72
รวมต้นทุนคงที่	-	59,805.27	59,805.27	29.03
ต้นทุนผันแปร (บาท/ปี)				
ค่าปุ๋ยคอก	5,000.00	-	5,000.00	2.43
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร (15-15-15)	6,000.00	-	6,000.00	2.91
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร (46-0-0)	18,000.00	-	18,000.00	8.74
ค่าอาหารหยาบ	7,000.00	-	7,000.00	3.40
ค่าอาหารแร่ธาตุและวิตามิน	2,283.33	-	2,283.33	1.11
ค่าเวชภัณฑ์และบริการสุขภาพ	4,000.00	-	4,000.00	1.94
ค่าแรงงาน (ตนเอง)	-	98,550.00	98,550.00	47.83
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	3,000.00	-	3,000.00	1.46
ค่าสาธารณูปโภค	2,400.00	-	2,400.00	1.16
รวมต้นทุนผันแปร	47,683.33	98,550.00	146,233.33	70.97

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อมูล	ต้นทุนการผลิต			
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	ร้อยละ
รวมต้นทุนทั้งหมด, บาท/ปี	47,683.33	158,355.27	206,038.60	-
ต้นทุนเฉลี่ยต่อแม่โค, บาท/ตัว	2,370.98	7,921.40	10,292.39	-
ต้นทุนเฉลี่ยต่อการผลิตลูกโค, บาท/ตัว	2,881.74	9,518.47	12,400.21	-
รายได้จำหน่ายลูกโคอายุ 1 ปี (16.33 ตัว)	113,095.05	-	113,095.05	-
รายได้จำหน่ายลูกโคอายุ 1 ปี, บาท/ตัว	6,925.60	-	6,925.60	-
กำไรสุทธิ, บาท/ปี	-	-	-92,943.55	-
กำไรที่เป็นเงินสดสุทธิ, บาท/ปี	65,411.72	-	-	-

- (1) ค่าเช่าที่ดิน 400 บาท/ไร่/ปี (2) ค่าโรงเรือน 50,000 บาท (3) ราคาแม่พันธุ์โคเนื้อ 9,600 บาท/ตัว (4) ค่าอุปกรณ์ซื้อไฟฟ้า 3,000 บาท (5) ค่าปุ๋ยคอก 0.50 บาท/กก. (6) ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ราคา 12 บาท/กก. (7) ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ราคา 10 บาท/กก. (8) ค่าหญ้าแห้ง 5 บาท/กก. (9) ค่าแร่ธาตุก้อนตัวละ 2 ก้อน/ปี ราคา 50 บาท/ก้อน (10) ค่าเวชภัณฑ์ ตัวละ 200 บาทต่อปี (11) ค่าแรงขั้นต่ำ 270 บาท/วัน (12) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 100 บาท/ไร่ และ (13) ค่าไฟฟ้าเดือนละ 200 บาท (14) จำหน่ายโคเนื้ออายุ 1 ปี ราคา 55 บาท/กก.

การทดลองที่ 2 การเลี้ยงโคพื้นเมืองเพศผู้ในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี ปริมาณผลผลิตและคุณภาพพืชอาหารสัตว์

ปริมาณผลผลิตพืชอาหารสัตว์คิดเป็นน้ำหนักแห้งของกลุ่มที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ $2,159 \pm 135.85$ กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ $1,970 \pm 122.15$ กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตลอดการทดลองปริมาณผลผลิตพืชอาหารสัตว์ของทั้ง 2 กลุ่ม มีไม่เพียงพอสำหรับปล่อยโคแทะเล็มได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากการปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มในแปลงนั้น พืชอาหารสัตว์จะถูกเหยียบย่ำทำให้การมีแตกกอตั้งตัวได้ช้าผลผลิตที่ได้จึงไม่เพียงพอต่อการแทะเล็มในช่วงฤดูแล้ง จึงจำเป็นต้องเสริมหญ้าแห้งเพื่อให้โคได้กินอาหารที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

จากตารางที่ 5 แสดงผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ DM CP ADF และ NDF ของแปลงทดลองกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.32 9.61 38.38 และ 62.60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.16 9.57 37.21 และ 63.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพืชอาหารสัตว์ในการทดลองนี้มีโปรตีนหยาบมากกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดีเหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง (จินดา และคณะ, มปป.)

ตารางที่ 5 ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	P-value
ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กก./ไร่/ปี)	2,159±135.85	1,970±122.15	0.025
ส่วนประกอบทางเคมี (%)			
- วัตถุแห้ง (DM)	88.32±0.53	88.16±0.36	0.576
- โปรตีนหยาบ (CP)	9.61±0.44	9.57±0.44	0.879
- ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	38.38±0.75	37.21±0.71	0.569
- ผนังเซลล์ (NDF)	62.60±0.61	63.47±0.72	0.063

ปริมาณการกินได้

การประเมินการกินได้ของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีแบบปล่อยแทะเล็มหมุนเวียนตลอดระยะเวลาการทดลอง 365 วัน ของโคกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีปริมาณอาหารที่กินได้รวมทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้ง เฉลี่ยเท่ากับ 5.11 ± 0.56 และ 4.67 ± 0.47 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ คิดเป็นการกินได้จากการแทะเล็ม เฉลี่ยเท่ากับ 3.59 ± 0.36 และ 3.07 ± 0.23 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และการกินได้จากการเสริมหญ้าแห้ง เฉลี่ยเท่ากับ 1.52 ± 0.24 และ 1.60 ± 0.25 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ การกินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 ± 0.19 และ 2.73 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (แสดงในตารางที่ 6) จากผลการทดลองนี้ พบว่าปริมาณวัตถุแห้งจากอาหารที่โคสามารถกินได้ต่อวันมีปริมาณใกล้เคียงกับรายงานความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย ระบุว่าโคพื้นเมืองที่มีน้ำหนักตัว 150 และ 200 กิโลกรัม มีความต้องการปริมาณวัตถุแห้งจากอาหารที่กิน เท่ากับ 3.75 และ 5.20 กิโลกรัมต่อวัน (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) ในขณะที่ปริมาณการกินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม มีค่าสูงกว่า รายงานของ Kearn (1982) ระบุว่า โคเนื้อเพศผู้ตอน (Steer) น้ำหนัก 250 300 และ 350 กิโลกรัม ที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 250 กรัมต่อวัน ต้องการวัตถุแห้ง 2.1 2.0 และ 1.9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ

สมรรถนะการผลิตของโคพื้นเมือง

จากการทดลองเลี้ยงโคพื้นเมืองเพศผู้แบบปล่อยแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์ที่อัตราการแทะเล็มต่างกันตลอดระยะเวลาการทดลอง 365 วัน พบว่า โคกลุ่มที่ 1 ที่อัตราการแทะเล็ม 0.6 ตัวต่อไร่ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 102.83 ± 11.91 กิโลกรัมต่อตัว และอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยเท่ากับ 281.72 ± 37.91 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 ที่อัตราการแทะเล็ม 0.8 ตัวต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 87.58 ± 12.46 กิโลกรัมต่อตัว และมีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยเท่ากับ 239.94 ± 27.45 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 สมรรถนะการผลิตโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแพะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	P-value
จำนวนโค, ตัว	6	6	-
ระยะเวลาเลี้ยง, วัน	365	365	-
น้ำหนักเริ่มการทดลอง เฉลี่ย, กก./ตัว	128.50±4.18	127.33±5.95	0.907
น้ำหนักสิ้นสุดทดลอง เฉลี่ย, กก./ตัว	231.33±16.02	214.91±17.66	0.096
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เฉลี่ย, กก./ตัว	102.83±11.91	87.58±12.46	0.030
อัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ย, กรัม/ตัว/วัน	281.72±37.91	239.94±27.45	0.029
ปริมาณอาหารที่กินวัตถุดิบ เฉลี่ย, กก./ตัว/วัน	5.11±0.56	4.67±0.47	0.179
- แพะเล็ม	3.59±0.36	3.07±0.23	0.096
- เสริมหญ้าแห้ง	1.52±0.24	1.60±0.25	0.435
- คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว เฉลี่ย, %	2.83±0.19	2.73±0.12	0.282
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ เฉลี่ย, กก./ตัว/วัน	3.61±0.42	3.26±0.33	0.139
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (FCR)	18.16±1.12	19.94±0.79	0.009

จากผลการทดลองนี้ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของโคทดลองมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของ วิโรจน์และคณะ (2555) รายงานว่า การเลี้ยงโคพื้นเมืองเพศผู้ จำนวน 6 ตัว แบบปล่อยแพะเล็มในแปลงหญ้ากินีสีม่วง จำนวน 6 ไร่ กับแปลงถั่วพาราเซตโล จำนวน 3 ไร่ (อัตรา 0.66 ตัวต่อไร่) พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ย 261 กรัมต่อวัน แต่ต่ำกว่าการทดลองเลี้ยงโคพื้นเมืองภายใต้ระบบการปล่อยแพะเล็มในแปลงหญ้ากินีสีม่วงและเสริมถั่วไมยราสที่ มีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ย 334 กรัมต่อตัวต่อวัน (อัศวิน และคณะ, 2553)

คุณภาพซากโคพื้นเมือง

การศึกษาคุณภาพซากโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแพะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี พบว่า โคกลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักซากอ่อนและซากเย็น เฉลี่ยเท่ากับ 104.79±15.86 และ 99.33±11.18 กิโลกรัม ตามลำดับ สูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 94.05±17.25 และ 91.82±9.02 กิโลกรัมตามลำดับ เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็นของโคกลุ่มที่ 1 ที่มีค่าสูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 48.14±0.93 47.90±0.87 และ 47.04±0.77 45.77±0.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 7) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ซากของเนื้อโคในส่วนต่างๆ ของโคทั้งสองกลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยโคกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ซากของเนื้อส่วนสันนอก เฉลี่ยเท่ากับ 3.18±0.35 3.17±0.21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื้อสันใน เฉลี่ยเท่ากับ 0.82±0.18 0.74±0.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื้อสะโพก เฉลี่ยเท่ากับ 14.12±2.44 13.99±2.05 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื้อเสื่อร้องไห้ เฉลี่ยเท่ากับ 1.65±0.57 1.62±0.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื้อพันท้อง เฉลี่ยเท่ากับ 2.27±0.31 2.36±0.29 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื้อส่วนขาหน้าและขาหลัง เฉลี่ยเท่ากับ 8.89±1.04 6.52±0.74 และ 10.59±1.43 10.75±1.29 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื้อซี่โครง เฉลี่ยเท่ากับ 2.37±0.12 1.62±0.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เฉลี่ยเท่ากับ 43.88±2.05 40.79±1.79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการประเมินคุณภาพซากของโคพื้นเมืองทั้งสองกลุ่ม พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็นมีค่าต่ำกว่าการทดลองของ วิโรจน์ และคณะ (2555) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็นของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแพะเล็มในแปลงหญ้าและ

แปลงถั่วพืชอาหารสัตว์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.52-56.38 และ 54.52-55.21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เช่นเดียวกับรายงานของ เกรียงเดช และสมพร (2544) ซึ่งพบว่า โคพื้นเมืองสายอีสานขุนอาหารชั้นเป็นระยะเวลา 208 วัน มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็น 54.84 และ 50.48 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่โคพื้นเมืองสายภาคใต้มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็น 55.02 และ 51.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คุณภาพเนื้อโคพื้นเมือง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยโคกลุ่มที่ 1 มีค่า pH ของกล้ามเนื้อสันนอกที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง เฉลี่ยเท่ากับ 6.77 ± 0.05 5.51 ± 0.03 ตามลำดับ ส่วนโคกลุ่มที่ 2 มีค่า pH ของกล้ามเนื้อที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง เฉลี่ยเท่ากับ 6.55 ± 0.04 และ 5.49 ± 0.04 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อมีค่าลดลงภายหลังฆ่า ดังแสดงในตารางที่ 7 เนื่องจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นหลังจากสัตว์ตายแล้ว กล้ามเนื้อยังคงมีการทำงานอยู่ซึ่งเป็นการสลายไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน และ ไตรกรดแลคติก (lactic acid) เกิดขึ้น เมื่อกรดนี้สะสมเพิ่มขึ้นทำให้ pH ของกล้ามเนื้อลดลง (สัญญาชัย, 2551) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าผสมถั่ว มีค่า pH ของกล้ามเนื้อสันนอกที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.83 และ 5.57 ตามลำดับ (รักเกียรติ และคณะ, มปป.)

จากตารางที่ 7 คุณภาพของเนื้อโคพื้นเมืองส่วนสันนอก (*Longissimus dorsi*) ที่ได้จากการเลี้ยงโคพื้นเมืองทั้งสองกลุ่ม พบว่าเนื้อโคในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีค่าความสว่าง (L^*) เฉลี่ยเท่ากับ 36.17 ± 1.08 36.00 ± 1.06 ตามลำดับ และมีค่าความเหลือง (b^*) เฉลี่ยเท่ากับ 5.17 ± 0.11 5.00 ± 0.12 ใกล้เคียงกับที่ จุฑารัตน์ และคณะ (2553) รายงานว่าระบบการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยแบบปล่อยแทะเล็มหญ้าตามธรรมชาติ เนื้อโคพื้นเมืองส่วนสันนอกมีค่า L^* เท่ากับ 38.20 และค่า b^* เท่ากับ 5.50 ซึ่งค่าความสว่างและค่าความเหลืองนั้นจะผันแปรตามปริมาณไขมันแทรกตลอดจนตามอายุของสัตว์ โดยเมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้นค่าความสว่างจะมีค่าลดลง (เนื้อจะมีสีเข้มขึ้น) และมีค่าความเหลืองเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความแดง (a^*) ของเนื้อสันนอกที่ได้จากการทดลองของโคทั้งสองกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.50 ± 0.10 18.33 ± 0.13 ตามลำดับ ใกล้เคียงกับการทดลองของ ปิยชนิตร (2552) ที่พบว่าค่า a^* ของเนื้อสันนอกมีค่าความเป็นสีแดงของเนื้อประมาณ 17.49

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force Value) ซึ่งบ่งบอกความนุ่มของเนื้อ พบว่า เนื้อโคพื้นเมืองที่จัดการเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี ของโคทดลองทั้งสองกลุ่ม พบว่าโคกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความนุ่มของเนื้อปานกลาง มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 8.21 ± 0.02 และ 8.11 ± 0.02 แรงกิโลกรัมตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ สมพร และคณะ (2552) ที่รายงานว่า เนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มตามธรรมชาติ โดยเลี้ยงบนภูเขา (โคภูเขา) เลี้ยงในนาข้าวอินทรีย์ (โคนาข้าวอินทรีย์) และเลี้ยงในนาหญ้า (โคนาหญ้า) มีค่าแรงตัดผ่านประมาณ 9.19 11.25 และ 10.39 แรงกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเนื้อโคที่เลี้ยงแบบธรรมชาติที่ไม่มีการเสริมอาหารชั้นพลังงานสูงจะมีค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสูงกว่าเนื้อโคที่ได้รับการเสริมอาหารชั้นพลังงานสูง เนื่องจากโคที่ได้รับการเสริมอาหารชั้นพลังงานสูงจะมีการสะสมไขมันหุ้มซากสูงจึงทำให้เนื้อนุ่มมีความนุ่มมากขึ้น (จุฑารัตน์ และคณะ, 2553)

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์
คุณภาพดี

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	P-value
น้ำหนักก่อนฆ่า, ก.ก.	217.67 $\pm$ 24.02	196.33 $\pm$ 29.40	0.089
น้ำหนักซากอุ่น, ก.ก.	104.79 $\pm$ 15.86	94.05 $\pm$ 17.25	0.186
น้ำหนักซากเย็น, ก.ก.	99.33 $\pm$ 11.18	91.82 $\pm$ 9.02	0.221
เปอร์เซ็นต์ซาก			
- ซากอุ่น	48.14 $\pm$ 0.93	47.90 $\pm$ 0.87	0.794
- ซากเย็น	47.04 $\pm$ 0.77	45.77 $\pm$ 0.71	0.588
- เนื้อสันนอก	3.18 $\pm$ 0.35	3.17 $\pm$ 0.21	0.663
- เนื้อสันใน	0.82 $\pm$ 0.18	0.74 $\pm$ 0.17	0.122
- เนื้อสะโพก	14.12 $\pm$ 2.44	13.99 $\pm$ 2.05	0.061
- เนื้อเสื่อร้องไห้	1.65 $\pm$ 0.57	1.62 $\pm$ 0.22	0.904
- เนื้อพันท้อง	2.27 $\pm$ 0.31	2.36 $\pm$ 0.29	0.982
- เนื้อขาหน้า	8.89 $\pm$ 1.04	6.52 $\pm$ 0.74	0.054
- เนื้อขาหลัง	10.59 $\pm$ 1.43	10.75 $\pm$ 1.29	0.919
- เนื้อซี่โครง	2.37 $\pm$ 0.12	1.62 $\pm$ 0.11	0.445
- เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง	43.88 $\pm$ 2.05	40.79 $\pm$ 1.79	0.703
คุณภาพเนื้อ			
pH 45 นาที	6.77 $\pm$ 0.05	6.55 $\pm$ 0.04	0.920
pH 24 ชั่วโมง	5.51 $\pm$ 0.03	5.49 $\pm$ 0.04	0.381
L*	36.17 $\pm$ 1.08	36.00 $\pm$ 1.06	0.379
a*	18.50 $\pm$ 0.10	18.33 $\pm$ 0.13	0.518
b*	5.17 $\pm$ 0.11	5.00 $\pm$ 0.12	0.373
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (kg)	8.21 $\pm$ 0.02	8.11 $\pm$ 0.02	0.055

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโค

จากตารางที่ 8 แสดงองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีของโคกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พบว่า มีค่าโปรตีน ไขมัน ความชื้น และค่าทางโภชนาการอื่นๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยเนื้อโคพื้นเมืองที่เลี้ยงโดยการปล่อยแทะเล็มพืชอาหารสัตว์โดยไม่มีการเสริมอาหารข้นทำให้มีไขมันแทรกในเนื้อต่ำ

จากผลการทดลองนี้เนื้อโคทั้งสองกลุ่มมีปริมาณไขมัน (Fat) เฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ± 0.04 และ 0.88 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ใกล้เคียงกับปริมาณไขมันที่พบในเนื้อโคที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มหญ้า ตามธรรมชาติของโคภูเขา โคนาข้าวอินทรีย์ และโคนาหญ้าซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.48 0.78 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สมพร และคณะ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของจุฑารัตน์ และคณะ (2553) ที่พบว่าปริมาณไขมันของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม เท่ากับ 0.77 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ เนื้อที่ผลิตภายใต้ระบบแกรสเฟดยังมีกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในการลดการสะสมของไขมันในเส้นเลือดและเสริมสร้างเซลล์สมอง ในขณะที่ปริมาณคลอเรสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์พบ

ในปริมาณต่ำ บ่งบอกถึงเนื้อโคพื้นเมืองที่ผลิตภายใต้ระบบการผลิตเนื้อแกรสเฟ็ดเหมาะสำหรับเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (นิรนาม, 2556)

ตารางที่ 8 องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อโคพื้นเมือง

รายการ	อัตราแทะเล็ม 0.6 ตัวต่อไร่	อัตราแทะเล็ม 0.8 ตัวต่อไร่	P-value
โปรตีน, %	23.53±0.19	22.36±0.21	0.121
ไขมัน, %	0.97±0.04	0.88±0.05	0.063
ความชื้น, %	72.67±0.58	73.27±0.51	0.872
Cholesterol, mg/100 g	42.00±0.04	42.33±0.04	0.518
Triglyceride, g/100 g	1.40±0.02	1.37±0.02	0.230
Omega 3, mg/100 g	1.62±0.01	1.60±0.01	0.119

ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิต

จากตารางที่ 9 แสดงต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการทดลองเลี้ยงปล่อยโคพื้นเมืองแทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี ตลอดระยะเวลาการทดลอง 365 วัน พบว่า โคกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีต้นทุนค่าอาหารรวมทั้งหมดที่โคกินได้เฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เท่ากับ $4,228.49\pm453.04$ และ $4,287.07\pm446.88$ บาทต่อตัวต่อปีตามลำดับ แต่เมื่อคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่า โคกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 41.12 ± 2.38 และ 48.95 ± 7.58 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ เนื่องจากกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนการผลิตพืชอาหารสัตว์ที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 ประกอบกับปริมาณอาหารที่โคกินได้และโภชนะที่ได้รับจากอาหารสูงกว่าจึงทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มที่ 2 (ตารางที่ 6) การทดลองนี้หากมีการจำหน่ายโคมีชีวิตในราคา 60 บาทต่อกิโลกรัม พบว่า กลุ่มที่ 1 จะมีรายได้จากการจำหน่ายโค เป็นเงิน $13,879.80\pm961.25$ บาทต่อตัว สูงกว่ากลุ่มที่ 2 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เป็นเงิน $12,894.60\pm929.21$ บาทต่อตัว และเมื่อหักต้นทุนค่าอาหารแล้ว พบว่าโคกลุ่มที่ 1 จะมีกำไรสุทธิมากกว่าโคกลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ $9,651.40\pm610.67$ และ $8,607.53\pm1,018.40$ บาทต่อตัวต่อปีตามลำดับ หรือคิดเป็นกำไรสุทธิต่อเดือน เท่ากับ 804.28 ± 84.86 และ 717.29 ± 69.97 บาทต่อเดือน ตามลำดับ ($P>0.05$)

ตารางที่ 9 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคพื้นเมืองเพศผู้ที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีในขนาดพื้นที่ต่างกัน

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	P-value
1. ต้นทุนจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์ (บาทต่อไร่)			
1.1 ค่าปุ๋ย			
- ค่าปุ๋ยคอก จำนวน 1,000 กก.	500	500	-
- ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 จำนวน 50 กก.	600	600	-
- ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 จำนวน 60 กก.	600	600	-
1.2 ค่าเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์			
- หญ้ารูซี่ จำนวน 2 กก.	220	220	-

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	P-value
- ถั่วทำพระสไตโล จำนวน 2 กก.	180	180	-
1.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเตรียมแปลง	300	300	-
2. ผลผลิตพืชอาหารสัตว์, กก./ไร่ (นน.แห้ง)	2,159	1,970	-
3. ต้นทุนการผลิตพืชอาหารสัตว์, บาท/กก.	1.11	1.22	-
4. คัดต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/ปี)			
- แพะเล็มในแปลง	1,454.49±93.29	1,367.07±62.10	0.085
- เสริมหญ้าแห้ง	2,774.00±264.91	2,920.00±354.27	0.553
5. รวมต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด, บาท/ตัว/ปี	4,228.49±453.04	4,287.07±446.88	0.826
6. ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น	41.12±2.38	48.95±7.58	0.036
1 กก., บาท			
7. จำหน่ายโคมีชีวิต (กก.ละ 60 บาท), บาท/ตัว	13,879.80±961.25	12,894.60±929.21	0.101
8. กำไรสุทธิ, บาท/ตัว	9,651.40±610.67	8,607.53±1,018.40	0.056
9. กำไร, บาท/เดือน	804.28±84.86	717.29±69.97	0.056

- (1) คัดค่าหญ้าแห้งกิโลกรัมละ 5 บาท (2) ค่าปุ๋ยคอก กก.ละ 0.5 บาท (3) ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 กก.ละ 12 บาท (4) ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 กก.ละ 10 บาท (5) เมล็ดหญ้าหูกี้ กก.ละ 110 บาท (6) เมล็ดถั่วทำพระสไตโล กก.ละ 90 บาท

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษารูปแบบการผลิตเนื้อแกะสเฟ็ดในโคพื้นเมืองภายใต้ระบบการปล่อยแพะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี พอสรุปได้ดังนี้

1. การเลี้ยงโคพื้นเมืองพ่อ-แม่พันธุ์ แบบปล่อยแพะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี แม่โคสามารถให้ผลผลิตลูกเกิดในอัตราร้อยละ 87.97 ต่อปี มีต้นทุนการผลิตลูกโคคิดเป็นเงินสด เฉลี่ยเท่ากับ 2,881.14 บาทต่อตัว และหากมีการจำหน่ายลูกโคที่อายุ 1 ปี จะมีรายได้จากลูกโค เฉลี่ยเท่ากับ 6,925.60 บาทต่อตัว

2. การเลี้ยงโคพื้นเมืองเพศผู้แบบปล่อยแพะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์ โคกลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 102.83 ± 11.91 กิโลกรัมต่อตัว และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 281.72 ± 37.91 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับโคกลุ่มที่ 2 ที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น เฉลี่ยเท่ากับ 87.58 ± 12.46 กิโลกรัมต่อตัว และมีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยเท่ากับ 239.94 ± 27.45 กรัมต่อตัวต่อวัน

3. คุณภาพซากของโคพื้นเมือง กลุ่มที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็น เฉลี่ยเท่ากับ 48.14 ± 0.93 และ 47.04 ± 0.77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับโคกลุ่มที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็นเท่ากับ 47.90 ± 0.87 และ 45.77 ± 0.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

4. ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ของโคกลุ่มที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 41.12 ± 2.38 บาทต่อกิโลกรัม ต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 48.95 ± 7.58 บาท

ต่อกิโกรัม แต่มีกำไรสุทธิจากการจำหน่ายโคมีชีวิตที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ $9,651.40 \pm 610.67$ และ $8,607.53 \pm 1,018.40$ บาทต่อตัวต่อปีตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2560. ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2560. กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2561. โคพื้นเมืองสายอีสาน. สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. สืบค้นจาก : <http://breeding.dld.go.th/th/index.php>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2561.
- เกรียงเดช ลำแดง และสมพร โชคเจริญ. 2544. การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะซากโคพื้นเมือง ภายใต้ สภาวะการเลี้ยงขุน. รายงานผลการวิจัยการปศุสัตว์ สาขาการปรับปรุงพันธุ์และการจัดการฟาร์ม กรมปศุสัตว์.
- คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนาของโคเนื้อในประเทศไทย. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา โอสถ นาคสกุล และสมจิตร อินทรมณี. มปป. เทคนิคการให้อาหารโคนม. สืบค้นจาก: <http://km.dld.go.th/th/images/stories/document/division/nutrition/documents/10.pdf>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2561.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ ปิยะชนิต อิศรพรอุดม และปิยา ทวีขศรี. 2553. คุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองและโคลูกผสมพันธุ์ต่างๆ ภายใต้ระบบการผลิตเนื้อโคและระยะเวลาการบ่มที่แตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28:2 ฉบับพิเศษ (17-25).
- ขวลิต แก่นแก้ว ศกร คุณวุฒิตธิธณ มัทนา โอสถหงส์ และธนาทิพย์ สุวรรณโสภี. 2555. ต้นทุนการผลิตโคเนื้อของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(1): 79-88.
- ชำนาญ ดงปาลี ศุภฤกษ์ สายทอง สุวิช บุญโปร่ง และสมมาตร สุวรรณมาโจ. 2548. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของโคสาวลำพูนในสถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์พะเยา. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 15, ฉบับที่ 1, หน้า 61-70.
- อัครศักดิ์ พลบำรุง และจิระวัชร เข้มสวัสดิ์. 2548. การใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเลี้ยงโคเนื้อ. เอกสารการประชุมวิชาการ เรื่อง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพการขยายปรับปรุงพันธุ์ อนุพันธุ์ศาสตร์ และโภชนศาสตร์เพื่อเพิ่มผลผลิตของโคและกระบือปลัก. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 31 สิงหาคม ถึง 1 กันยายน 2548.
- นิรนาม. 2556. สารต้านมะเร็ง (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.charpa.co.th/articles/cla.asp>. เข้าถึง เมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2561.
- ประมวล เดชคง. 2555. การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของโคขาวลำพูนในสภาพการเลี้ยงที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

ปิยชนินทร์ อินทรพรอุดม. 2552. คุณค่าเนื้อโคพื้นเมืองและโคลูกผสมต่างๆ ภายใต้การผลิตเนื้อโคในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

รักเกียรติ หน่อแก้ว อารังศักดิ์ พลบำรุง จีรวาส เข้มสวัสดิ์ เทิดชัย เวียร์ศิลป์ มิชาเอล วิคเค และสัญญา จตุรสิทธา. มปป. คุณภาพเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงปล่อยพืชอาหารหายาต่างกัน. สืบค้นจาก www.lib.ku.ac.th/KUCONF/data51/KC4602001.pdf. เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2561.

วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์ อารังศักดิ์ พลบำรุง และจรรยาโรจน์ จันทศิริ. 2555. สมรรถนะโคพื้นเมืองเพศผู้ตอนภายใต้การเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มหมุนเวียนในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้างินนีสีม่วงร่วมกับถั่วท่าพระสโตไลในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม, น. 86-101. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2555. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วีระพล พูนพิพัฒน์ ลักษณะ วุฒิปราชญ์อำไพ และแพรวพรรณ ชูช่วย. 2545. อัตราการปล่อยโคแทะเล็มในแปลงถั่วไมยราและถั่วไมยราผสมหญ้า, น. 1-12. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2545. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศรเทพ อัมวาสร. 2548. การเลี้ยงโคเนื้อ แนวทางการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรไทย. กรุงเทพฯ, อักษรสยามการพิมพ์.

สมพร ดวนใหญ่ สุนทรพิพร ดวนใหญ่ วรวิทย์ ธนสุนทรสุทธิ และปิยศักดิ์ สุวรรณณี. 2552. การผลิตเนื้อโคธรรมชาติ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. จังหวัดอุบลราชธานี.

สัญญา จตุรสิทธา. 2551. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงโคเนื้อ. ส่วนวิจัยเศรษฐกิจปศุสัตว์และประมง สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สุวิช บุญโปร่ง. 2558. คู่มือการเลี้ยงโคเนื้อสำหรับเกษตรกรไทย. กองส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อัศวิน สายเชื้อ สมศักดิ์ เกาทอง อานูภาพ เสี่ยงสาย และสุทัศน์ สุนทรวัฒน์. 2553. สมรรถภาพโคพื้นเมืองเพศผู้ภายใต้การเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้างินนีสีม่วงและเสริมด้วยถั่วไมยราในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, น. 12-23. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2553. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 2 0th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., USA.

- Kearl, L.C. 1982. Nutrient requirement of ruminants in developing countries, International Feed Stuff Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, Logan, USA.
- 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.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแม่โคพื้นเมืองที่เลี้ยงปล่อยทะเล็มในแปลงพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี (บาทต่อปี)

รายการต้นทุนการผลิต	ปีที่ 1 (2555)		ปีที่ 2 (2556)		ปีที่ 3 (2557)		รวมต้นทุนทั้งหมด		
	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
1) ต้นทุนคงที่									
ค่าเสื่อมราคาที่ดิน	-	12,000.00	-	12,000.00	-	12,000.00	-	12,000.00	12,000.00
ค่าเสื่อมราคาโรงเรือน	-	3,333.33	-	3,311.11	-	2,890.37	-	3,178.27	3,178.27
ค่าเสื่อมราคาพันธุ์สัตว์	-	25,200.00	-	24,000.00	-	22,800.00	-	24,000.00	24,000.00
ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์	-	600.00	-	600.00	-	600.00	-	600.00	600.00
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	-	26,334.00	-	16,233.00	-	17,514.00	-	20,027.00	20,027.00
รวมต้นทุนคงที่	-	67,467.33	-	56,144.11	-	55,804.37	-	59,805.27	59,805.27
2) ต้นทุนผันแปร (บาท)									
ค่าปุ๋ยคอก	15,000.00	-	-	-	-	-	5,000.00	-	5,000.00
ค่าปุ๋ยเคมี 15-15-15	18,000.00	-	-	-	-	-	6,000.00	-	6,000.00
ค่าปุ๋ยเคมี 46-0-0	18,000.00	-	18,000.00	-	18,000.00	-	18,000.00	-	18,000.00
ค่าอาหารหยาบ	-	-	9,000.00	-	12,000.00	-	7,000.00	-	7,000.00
ค่าอาหารแร่ธาตุและวิตามิน	2,100.00	-	2,250.00	-	2,500.00	-	2,283.33	-	2,283.33
ค่าเวชภัณฑ์และบริการสุขภาพ	4,200.00	-	4,000.00	-	3,800.00	-	4,000.00	-	4,000.00
ค่าแรงงานครัวเรือน	-	98,550.00	-	98,550.00	-	98,550.00	-	98,550.00	98,550.00
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	3,000.00	-	3,000.00	-	3,000.00	-	3,000.00	-	3,000.00
ค่าสาธารณูปโภค	2,400.00	-	2,400.00	-	2,400.00	-	2,400.00	-	2,400.00
รวมต้นทุนผันแปร	62,700.00	98,550.00	38,650.00	98,550.00	41,700.00	98,550.00	47,683.33	98,550.00	146,233.33
3) รวมต้นทุนทั้งหมด	62,700.00	166,017.33	38,650.00	154,694.11	41,700.00	154,354.37	47,683.33	158,355.27	206,038.60
4) ต้นทุนเฉลี่ยต่อแม่โค 1 ตัว	2,985.71	7,905.59	1,932.50	7,734.71	2,194.74	8,123.91	2,370.98	7,921.40	10,292.39
5) ต้นทุนเฉลี่ยต่อการผลิตลูกโค 1 ตัว	3,918.75	10,376.08	2,275.3	9,099.65	2,452.94	9,079.67	2,881.74	9,518.47	12,400.21

ผลของอายุการตัดที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ของ หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ในแพะ

สดุดี พงษ์เพียจันทร์^{1/} จันทกานต์ อรณนันท^{2/} สมพล ไวยัญญา^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของอายุการตัดที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ในแพะ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design : RCBD) สี่ทดลอง คือ อายุการตัดหญ้าเนเปียร์เพื่อนำไปหมัก มี 3 อายุ ได้แก่ 60 75 และ 90 วัน ประเมินคุณภาพการหมักและหาคุณค่าทางโภชนาการรวมทั้งการใช้ประโยชน์ได้ในแพะลูกผสมบอร์ เพศผู้ตอนอายุ 1 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 26 กิโลกรัม อายุการตัดละ 4 ตัว รวม 12 ตัว ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอบ้านนา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนมีนาคม 2555 ถึง เดือนมิถุนายน 2556

ผลการทดลอง พบว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ทั้ง 3 อายุการตัด เมื่อหมักครบ 21 วัน มีลักษณะทางกายภาพไม่แตกต่างกัน คือ มีสีเหลืองอมเขียว เนื้อเยื่อพืชมีสภาพปกติ ไม่พบเชื้อราและยีสต์ เมื่อวัดค่า pH และวิเคราะห์หากรดแลคติก กรดอะซิติกและกรดบิวทีริก พบว่า การตัดที่อายุ 60 วัน หญ้าหมักที่ได้มีคุณภาพปานกลาง ส่วนการตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน หญ้าหมักที่ได้มีคุณภาพพอใช้ ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 วัน มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน โดยมีค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ผนังเซลล์ และเฮมิเซลลูโลส เท่ากับ 15.29 8.36 63.12 และ 53.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รวมทั้งมีค่าพลังงานรวม เท่ากับ 4.35 Mcal/kg เมื่อทดลองโดยวิธี total collection ในแพะลูกผสมบอร์ มีค่าพลังงานย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 3.56 และ 3.06 Mcal/kg ตามลำดับ ขณะที่เมื่อตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน พบว่ามีค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ผนังเซลล์ และเฮมิเซลลูโลส เท่ากับ 15.49 และ 18.25 5.86 และ 4.13 69.14 และ 71.68 และ 55.08 และ 54.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าพลังงานรวม พลังงานย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 4.44 และ 4.39 2.87 และ 2.47 และ 2.49 และ 2.14 Mcal/kg ตามลำดับ สรุปได้ว่า อายุการตัดหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 0.32 ที่เหมาะสมสำหรับหมักและใช้เลี้ยงแพะ คือ การตัดที่อายุ 60 วัน

คำสำคัญ : หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 คุณค่าทางโภชนาการ อายุการตัด แพะ

เลขทะเบียนวิจัย : 55(1)-0214-022

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอดำรงวิทยะ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมะนัง จังหวัดปทุมธานี

Effect of cutting age on nutritive values and utilization of hybrid napier grass clone 032 (*Pennisetum purpureum*) in goat

Sadudee Pongpeachan^{1/} Jantakarn Arananant^{2/} Sompon Waipaya^{2/}

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of cutting age on nutritive value and utilization of clone 032 hybrid napier grass silage (HNGC032S) in goats. The experiment was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 treatments- cutting age at 60, 75 and 90 days of HNGC032 and 4 replications. Evaluation of silage quality and determination of nutritive value including utilization in 4 one year old male Boer crossbred goats with average weight 26 kg for each treatment were conducted at Suratthani Animal Nutrition Research and Development Center, Tha Chang District, Suratthani Province.

The results showed that all silage treatments had similar physical characteristics- greenish-yellow color, invisibility of mold and yeast and normally leaf-stem tissue. Regarding of pH and quantities of lactic acid, acetic acid and butyric acid, it indicated that fermentation quality of 60 day cutting age of HNGC032S was medium while the others were fair. In term of nutrient contents, 60 day cutting age of HNGC032S was higher than 75 and 90 day cutting age with statistically significance. Dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and gross energy (GE) of 60 days cutting age of HNGC032S were 15.29, 8.36, 63.12, 53.50 % and 4.35 Mcal/kg, respectively. The study on Boer crossbred goats by total collection method found that digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) of 60 day cutting age HNGC032S were 3.56 and 3.06 Mcal/kg, respectively. For cutting age at 75 and 90 days, DM, CP, NDF, ADF, GE, DE and ME were 15.49 and 18.25, 5.86 and 4.13, 69.14 and 71.68, 55.08 and 54.99 %, 4.44 and 4.39, 2.87 and 2.47 and 2.49 and 2.14 Mcal/kg, respectively. In conclusion, cutting age at 60 days was recommended.

Keywords : nutritive values, cutting age, hybrid apier grass, goat

Registered No.: 55(1)-0214-022

^{1/} Petchaburi Animal Nutrition Research and Department Center, Cha-am District, Petchaburi.

^{2/} Bureau of Animal Nutrition Development. Muang, Patthumthani.

คำนำ

จากการทดสอบหญ้าเนเปียร์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมเปิดแบบ polycross ระหว่างหญ้าเนเปียร์แคระพันธุ์ม่วงเหล็ก (*Pennisetum purpureum* cv. Mauklek) กับหญ้าเนเปียร์แคระพันธุ์ Mott (*P. purpureum* cv. Mott) พบว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ซึ่งอยู่ในกลุ่มที่ 1 ตัดที่อายุ 45 วัน มีผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.5 ± 0.4 กรัมตอกอ มีปริมาณโปรตีน(crude protein: CP) ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber: NDF) และลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber: ADF) เท่ากับ 9.1 ± 1.0 59.7 ± 3.0 และ 32.9 ± 1.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (จันทกานต์และคณะ, 2550) เมื่อปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตัดที่อายุ 60 วัน พบว่า มีผลผลิตน้ำหนักสด 1,368 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง มีค่าวัตถุแห้ง (Dry matter: DM) โปรตีน และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Water soluble carbohydrate: WSC) เท่ากับ 12.45 13.49 และ 12.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (สดดีและคณะ, 2551) เมื่อนำไปหมัก พบว่า มีค่ากรดแลคติก และกรดอะซิติก เท่ากับ 10.47 และ 2.04 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และไม่พบกรดบิวทิริก จัดอยู่ในชั้นคุณภาพดีมาก (สมพล และคณะ, 2553) นับว่ามีความเหมาะสมในการเป็นอาหารหยาบหมักที่ดีสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดต่างๆ ในพื้นที่ภาคใต้ โดยเฉพาะแพะเนื้อ ซึ่งเป็นสัตว์ที่นิยมเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ แต่ในการประกอบสูตรอาหารสำหรับใช้เลี้ยงแพะนั้น นอกเหนือจากค่าโปรตีนและเยื่อใยชนิดต่างๆแล้ว จำเป็นต้องทราบค่าโภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient : TDN) ค่าพลังงานย่อยได้ (Digestible energy : DE) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy : ME) ซึ่งค่า TDN สามารถหาได้ 2 วิธี คือ วิธีในสัตว์ทดลอง (*in vivo*) และการคำนวณจากสมการที่ใช้ค่าองค์ประกอบทางเคมี ส่วน DE ได้จากวิธีในสัตว์ทดลอง ขณะที่ ME หาได้จากวิธีในสัตว์ทดลอง วิธีในหลอดทดลอง (*in vitro*) และการคำนวณจากสมการ ซึ่งค่าที่คำนวณได้จากสมการหรือจากวิธีที่วิเคราะห์ในหลอดทดลองที่เป็นการเลียนแบบสภาวะทั้งหมดให้เหมือนกับในระบบการย่อยของสัตว์เคี้ยวเอื้องจริงๆ โดยอาศัยของเหลวจากรูเมน (rumen fluid) หรือน้ำย่อยสังเคราะห์ พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากวิธีในสัตว์ทดลอง แต่ก็มีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อค่าที่ได้ เช่น กิจกรรมของจุลินทรีย์ในสารละลาย ขนาดของตัวอย่างและระยะเวลาในการบ่ม เป็นต้น (เมธา, 2533 ; Close and Menke, 1986) แต่โดยทั่วไปแล้วค่าที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ ค่าที่ได้จากการศึกษาโดยวิธีในสัตว์ทดลอง ที่เป็นการเก็บบันทึกอาหารที่สัตว์กินและน้ำหนักของมูลที่ขับถ่ายในแต่ละวัน แล้วนำตัวอย่างอาหารที่กิน มูลและปัสสาวะไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีเพื่อคำนวณค่าการย่อยได้ขององค์ประกอบแต่ละชนิด เช่น วัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย โภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient; TDN) พลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy: DE) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy: ME) ซึ่งปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ปลูกหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ แต่เนื่องจากยังขาดข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาที่จำเป็น สำหรับการคำนวณสูตรอาหารแพะ เช่น ค่า TDN DE และ ME เป็นต้น ดังนั้น จึงได้ดำเนินการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลดังกล่าวของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ที่อายุการตัดต่างกันและแพะลูกผสมบอร์ และเผยแพร่สู่เกษตรกร หน่วยงานของรัฐ ภาคเอกชนและผู้สนใจ นำไปใช้ในการคำนวณสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงแพะได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอบ้านนา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนมีนาคม 2555 ถึง เดือนมิถุนายน 2556

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Completely Block Design: RCBD) มี 4 ซ้ำ โดยจัดให้แพะที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แล้วจึงสุ่มสิ่งทดลองให้แพะแต่ละตัวได้รับสิ่งทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1 ให้กินหญ้าเนเปียร์โคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 วัน

กลุ่มที่ 2 ให้กินหญ้าเนเปียร์โคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 75 วัน

กลุ่มที่ 3 ให้กินหญ้าเนเปียร์โคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน

สัตว์ทดลอง

ใช้แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์บอร์ เพศผู้ตอน จำนวน 12 ตัว อายุ 1 ปี มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 26 กิโลกรัม โดยแพะแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1x1.5 เมตร มีน้ำและแร่ธาตุก่อนให้กินตลอดเวลา ทำการฉีดวัคซีนและถ่ายพยาธิแพะก่อนการทดลอง

การเตรียมอาหารทดลอง

การปลูกและการจัดการแปลงหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032

คัดเลือกพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สม่ำเสมอ จำนวน 3 ไร่ ไถพรวนและปรับพื้นที่ให้เสมอ แบ่งออกเป็นแปลงย่อย 3 แปลง ขนาดแปลงละ 1 ไร่ จากนั้นปลูกหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ด้วยท่อนพันธุ์ หลุมละ 2 ท่อน ระยะปลูก 75 x 75 เซนติเมตร ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยรองพื้น ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 20 กิโลกรัม ปุ๋ยทริบิเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต อัตรา 20 กิโลกรัม P_2O_5 และ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 10 กิโลกรัม K_2O โดยหลังตัดปรับใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่

หลังจากปลูกหญ้าแล้ว 3-4 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชทุกแปลง และในช่วงแล้งให้น้ำ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ตัดปรับหญ้าที่อายุ 60 วัน จากนั้นแปลงที่ 1 ตัดที่อายุ 60 วัน แปลงที่ 2 ตัดที่อายุ 75 วัน และแปลงที่ 3 ตัดที่อายุ 90 วัน ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร ทั้ง 3 แปลง เพื่อนำไปหมัก

การหมักหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032

นำหญ้าที่ตัดจากแปลง มาหั่นเป็นชิ้นเล็กขนาดประมาณ 2-4 เซนติเมตร ผึ่งเพื่อไล่ความชื้นออก จากนั้นบรรจุลงในถังพลาสติกขนาดบรรจุ 200 ลิตร อัดให้แน่นจนเต็มถัง เพื่อไล่อากาศออกจากถังให้มากที่สุด ปิดฝาภาชนะให้เรียบร้อย นำไปเก็บไว้ในที่ร่ม

การประเมินคุณภาพการหมักและวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

เมื่อหญ้าหมักอายุครบ 21 วัน เปิดฝาสุ่มเก็บตัวอย่างตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์ (2547) ถึงละประมาณ 2 กิโลกรัม จากส่วนบนลึกลงไปไม่น้อย กว่า 8 นิ้ว รับประทานใส่ถุงพลาสติกชนิดเย็น โดยพยายามให้พืชหมักมีโอกาสสัมผัสกับอากาศน้อยที่สุด ริดอากาศออกจากถุงให้มากที่สุด ปิดปากถุงให้แน่น และใส่ลงในถุงพลาสติกชนิดเย็นซ้อนอีกชั้น เพื่อป้องกันการรั่วหรือแตกในระหว่างการขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการ แล้วนำไปแช่น้ำแข็งในกล่องโฟม นำส่งกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์อย่างรวดเร็ว เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ (AOAC, 2000)

ความเป็นกรด-ด่าง (โดยใช้เครื่อง pH meter) กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทิริก (Muck and Dickerson, 1988)

การประเมินคุณภาพการหมัก พิจารณาจากลักษณะทางกายภาพและทางเคมี โดยทางกายภาพ ประกอบด้วย กลิ่น เนื้อพืชหมัก สี และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของพืชหมักและทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติกและกรดบิวทิริก ตามวิธีการประเมินของกรมปศุสัตว์ (2547) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1 และ 2

การศึกษาปริมาณการกินได้และโภชนะย่อยได้

ศึกษาปริมาณการกินได้และโภชนะย่อยได้ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมักในแพะโดยวิธี Total collection แบบ sole diet (Schneider and Flatt, 1975) แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 : การปรับสัตว์ (preliminary period) เป็นช่วงให้สัตว์ได้ปรับตัวเข้ากับอาหารทดลอง โดยค่อยๆ เพิ่มอาหารทดลองและลดอาหารชนิดเดิม ที่สัตว์เคยได้รับเป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นให้แพะกินอาหารทดลองอย่างเดียว แบบเต็มที่ (*ad libitum*) เพื่อให้อาหารเก่าที่หลงเหลือในทางเดินอาหารถูกขับออกจนหมด ตลอดจนเพื่อเก็บข้อมูลของปริมาณการกินได้ (voluntary feed intake; VFI) ในแต่ละมื้อและแต่ละวัน เป็นเวลา 7 วัน ต่อจากนั้นลดปริมาณอาหารที่ให้เหลือเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่กินได้เต็มที่ (90 % VFI) เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้สัตว์กินอาหารทดลองได้หมด และเพื่อให้ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ และปริมาณมูลที่ขับถ่ายออกมาอยู่ในสัดส่วนที่คงที่

ช่วงที่ 2 : เก็บข้อมูล (collection period) ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กิน อาหารที่เหลือ และน้ำหนักมูลที่ขับถ่ายในแต่ละวันของแพะทุกตัว วันละ 2 เวลา คือ 8.00 และ 16.00 น. เป็นเวลา 7 วัน

การสุ่มเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้ อาหารที่เหลือ และมูล ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณทั้งหมดในแต่ละวัน เก็บรวบรวมไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำตัวอย่างมูลที่สะสมไว้ของแพะแต่ละตัวมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วสุ่มตัวอย่างประมาณ 1 กิโลกรัม

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ

1. อาหารที่ให้กินของแต่ละตัวที่สุ่มได้ นำไปชั่งน้ำหนักสดแล้วอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ (อย่างน้อย 72 ชั่วโมง) ชั่งน้ำหนักหลังการอบ คำนวณค่าวัตถุแห้ง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ ดังนี้

- ความชื้น โดยการอบด้วยตู้อบชนิด force-air oven ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 4.1.07 (AOAC, 2000)

- โปรตีน (crude protein, CP) ด้วยการหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl แล้วคูณด้วยแฟกเตอร์ 6.25 ตามวิธีที่ 984.13 (AOAC, 2000)

- ไขมัน (Ether extract, EE) โดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ ตามวิธีที่ 4.5.05 (AOAC, 2000)

- เถ้า (Ash) เป็นการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 4.1.40 (AOAC, 2000)

- ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber; ADF) ด้วยวิธี 4.6.03 (AOAC, 2000)

- ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber; NDF) โดยใช้ sodium sulfite และ alpha amylase ตามวิธีที่ 5.1 ของ Undersander (1993)

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

- การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (in vitro dry matter digestibility; IVDMD) โดยวิธี nylon bag (nylon bag technique) ตามวิธีของ Orskov *et al.* (1980) และคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งที่หายไป (g)} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งเริ่มต้น (g)}}$$

2. ตัวอย่างอาหารที่เหลือและมูล นำไปชั่งน้ำหนักสดแล้วอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ (อย่างน้อย 72 ชั่วโมง) ชั่งน้ำหนักหลังการอบ คำนวณค่าวัตถุแห้ง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ลิกโนเซลลูโลส ผนังเซลล์ พลังงานรวม (gross energy; GE) โดยเครื่อง automatic isoperibol calorimeter

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของส่วนประกอบทางเคมีและค่าพลังงาน ดังนี้

1. ค่าโภชนะย่อยได้และค่าพลังงานย่อยได้ (Digestible Energy, DE) คำนวณโดยใช้สมการ ดังนี้

$$\text{ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณโภชนะที่กิน (g)} - \text{ปริมาณโภชนะที่ขับออกในมูล (g)} \times 100}{\text{ปริมาณโภชนะที่กิน (g)}}$$

$$\text{พลังงานที่ย่อยได้ (Mcal/kg)} = \frac{\text{พลังงานในอาหารที่กิน Mcal/kg} - \text{พลังงานในมูล Mcal/kg}}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (kg)}}$$

2. ค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient, TDN)

นำค่าโภชนะย่อยได้ของโภชนะแต่ละชนิดมาคำนวณหาค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด โดยสมการดังนี้

$$\% \text{ TDN} = (\text{DOM} \times \% \text{OM})/100 + (\text{DEE} \times 1.25 \times \% \text{EE})/100 \text{ (McDonald et al., 1995)}$$

โดยที่ OM = อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) คำนวณโดย %อินทรีย์วัตถุ = 100 - % เถ้า

DOM = ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (Digestible organic matter)

DEE = ค่าการย่อยได้ของไขมัน (Digestible ether extract)

3. ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

$$\text{คำนวณจากสมการ ME} = \text{DE} \times 0.86 \text{ (Fernandez and Sanchez-Seiquer, 2003)}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) ของแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณภาพการหมักของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก

เมื่อประเมินคุณภาพการหมักของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน ตามมาตรฐานหญ้าหมักของกองอาหารสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2547) พบว่า ลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ตารางที่ 1) โดยสีของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ทุกอายุการตัดมีสีเหลืองอมเขียว มีกลิ่น

ค่อนข้างหอมคล้ายผลไม้ดอง ส่วนใบและลำต้นมีสภาพเดิม เนื้อพืชหมักแน่นไม่จับกันเป็นก้อน ไม่เป็นเมือก ไม่พบเชื้อราหรือยีสต์เมื่อสังเกตด้วยสายตาและเมื่อวัดด้วยกระดาษลิตมัส มีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4 แต่เมื่อนำตัวอย่างไปวิเคราะห์เพื่อประเมินคุณภาพทางเคมี พบว่า หล้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัด ที่อายุ 60 75 และ 90 วัน มีค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่วัดด้วย pH meter เท่ากับ 4.24 4.38 และ 4.42 ตามลำดับ ซึ่งพืชหมักที่มีคุณภาพดี ถ้ามีค่าวัตถุแห้ง ต่ำกว่า 28 เปอร์เซ็นต์ ควรมีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.8 - 4.2 แต่ค่าความกรด-ด่างที่ 3.8 มีสภาวะเป็นกรดจัด ต้องระมัดระวังในการให้อาหารแก่สัตว์ อย่างมากและต้องเสริมโซเดียมไบคาร์บอเนตให้สัตว์กินด้วย เพื่อปรับสมดุลค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะ รumen จึงแนะนำให้ฝึกล้างเพื่อเพิ่มค่าวัตถุแห้งให้อยู่ในช่วง 35-40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะทำให้ค่าความเป็น กรด-ด่าง เพิ่มขึ้นมาอยู่ในช่วง 4.2 - 4.5 และช่วยลดของเหลวที่เกิดจากการหมัก (seepage หรือ effluent) ได้อีกด้วย (Teagasc, 2016) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของหล้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ตัดที่อายุ 60 วัน จากการทดลองนี้ มีค่าสูงกว่าที่สมพลและคณะ (2553) รายงานไว้ว่า หล้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าวัตถุแห้งเฉลี่ย 14.38 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.02 แต่ใกล้เคียง กับการศึกษาของ Guerra *et al.* (2016) ที่ หล้าเนเปียร์มีค่าวัตถุแห้ง 21.58 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็น กรด-ด่าง เท่ากับ 4.46

ตารางที่ 1 คุณภาพการหมักของหล้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมักนาน 21 วัน

รายการที่วิเคราะห์	อายุการตัด (วัน)		
	60	75	90
ลักษณะทางกายภาพ			
สี	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว
กลิ่น	หอม	หอม	หอม
เนื้อสัมผัส	คล้ายผลไม้ดอง แน่น มีส่วนใบและลำ ต้นคงสภาพเดิม และไม่เป็นเมือก ไม่มีเชื้อรา	คล้ายผลไม้ดอง แน่น มีส่วนใบและ ลำต้นคงสภาพเดิม และไม่เป็นเมือก ไม่มีเชื้อรา	คล้ายผลไม้ดอง แน่น มีส่วนใบและลำ ต้นคงสภาพเดิม และไม่เป็นเมือก ไม่มีเชื้อรา
ความเป็นกรด - ด่าง (pH)	4.24	4.38	4.42
ชั้นคุณภาพ	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
องค์ประกอบทางเคมี (%DM)			
วัตถุแห้ง (Dry matter, DM)	15.29	15.49	18.25
กรดแลคติก (Lactic acid)	4.24	3.61	2.31
(% of total acid)	(70.08)	(63.67)	(50.22)
กรดอะซิติก (Acetic acid)	0.89	0.98	1.08
(% of total acid)	(14.71)	(17.28)	(23.48)
กรดบิวทีริก (Butyric acid)	0.92	1.08	1.21
(% of total acid)	(15.21)	(19.05)	(26.30)
ชั้นคุณภาพ	ปานกลาง	พอใช้	พอใช้

เมื่อพิจารณาปริมาณกรดแลกติก กรดอะซิติกและกรดบิวทิริก ในหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมักที่อายุการตัด 60 75 และ 90 วัน พบว่า มีปริมาณกรดแลกติก เท่ากับ 4.24 3.61 และ 2.31 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิติก เท่ากับ 0.89 0.98 และ 1.08 เปอร์เซ็นต์ และกรดบิวทิริก เท่ากับ 0.92 1.08 และ 1.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด ตามเกณฑ์กรมปศุสัตว์ (2547) พบว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ที่อายุการตัด 60 วัน มีคุณภาพอยู่ในชั้นปานกลาง ขณะที่อายุการตัด 75 และ 90 วัน จัดอยู่ในชั้นคุณภาพพอใช้ ซึ่งแตกต่างจากรายงานของสมพลและคณะ (2553) ที่หมักหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่ากรดแลกติกและกรดอะซิติก เท่ากับ 10.47 และ 2.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่พบกรดบิวทิริก จัดอยู่ในชั้นคุณภาพดีมาก ส่วนการตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของพิชาดและธีรยุทธ (2559) ที่พบว่า หญ้าเนเปียร์หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน มีค่ากรดแลกติก กรดอะซิติก และกรดบิวทิริก เท่ากับ 5.81 1.23 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จัดอยู่ในชั้นคุณภาพพอใช้ โดยปกติแล้วพืชหมักที่ดีควรมีปริมาณกรดแลกติกและกรดบิวทิริก อยู่ในช่วง 8-12 และ 0.1-1.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแห้ง ตามลำดับ (Genetic Technologies Limited, 2011) ซึ่งปัจจัยที่ทำให้พืชหมักมีคุณภาพการหมักที่ดีนั้น ได้แก่ การอัดให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกให้เหลือน้อยที่สุด หรือไร้อากาศ และพืชที่จะนำมาหมักควรมีค่าวัตถุแห้ง 35-40 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ มากกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด รวมทั้งมีจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลกติกที่อาศัยอยู่บนต้นพืช (epiphytic lactic acid bacteria) ชนิด homofermentative lactic acid bacteria ในจำนวนที่มากกว่า จุลินทรีย์ชนิดอื่น (Piltz and Kaiser, 2004) ซึ่งจากการศึกษาของ Khota *et al.* (2016) พบว่า หญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1 และหญ้านิกินีสีม่วงในสภาพสด มีจำนวนจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลกติก 10^2 cfu/g และเมื่อนำไป ผึ่งจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 10^4 ถึง 10^5 cfu/g

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก

หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน มีส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

วัตถุแห้ง หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 มีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 15.29 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของสฤติและคณะ (2551) และ สมพลและคณะ (2553) ที่รายงานว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 12.45 และ 14.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่เมื่อตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน มีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 15.49 และ 18.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าค่าวัตถุแห้งจะเพิ่มขึ้นตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่ออบให้ความร้อน จะทำให้น้ำในต้นพืชระเหยออกหมด ส่วนที่คงเหลืออยู่ คือ วัตถุแห้ง ที่ประกอบด้วยเยื่อใยชนิดต่างๆ โปรตีน เกล็ดไขมัน คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ และส่วนประกอบอื่นๆ (Germinal, n.d.) ซึ่งเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นจะมีการสะสมของเยื่อใยชนิดต่างๆ มากขึ้น จึงทำให้วัตถุแห้งมีค่ามากกว่าพืชที่อายุน้อยกว่า

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก

รายการที่วิเคราะห์ (% On dry basis)	อายุการตัด (วัน)		
	60	75	90
วัตถุแห้ง (Dry matter, DM)	15.29	15.49	18.25
อินทรีย์วัตถุ (Organic matter, OM)	85.73	89.86	89.49
โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP)	8.36	5.85	4.13
ไขมัน (Ether extract, EE)	2.75	1.84	1.65
เถ้า (Ash)	14.27	10.14	10.51
ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF)	63.12	69.14	71.68
ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF)	53.50	55.08	54.99
ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (IVDMD)	71.52	57.67	51.59
พลังงานรวม (Gross energy, GE) Mcal/kg	4.35	4.44	4.39

อินทรีย์วัตถุ การตัดหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ที่อายุ 60 75 และ 90 วัน ทำให้มีค่าอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 85.73 89.86 และ 89.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับรายงานขององอาจ (2549) ที่ศึกษาอิทธิพลของชนิดสารเสริมและกรรมวิธีการหมักต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีและการสลายตัวในกระเพาะรูเมนของหญ้าเนเปียร์ 6 สายพันธุ์ พบว่า หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์แคระหมักตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 86.85 เปอร์เซ็นต์

โปรตีนหยาบ หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 8.36 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับที่สมพลและคณะ (2553) รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 8.96 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 7.01 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ ตัดที่อายุ 55 วัน ภายใต้การให้น้ำชลประทาน มีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 8.1 เปอร์เซ็นต์ (ธิดารัตน์และคณะ, 2558 ; สำราญและพรชัย, 2554) ส่วนการตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน ทำให้หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 มีค่าโปรตีน 5.85 และ 4.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นไปในทำนองเดียวกันกับ Filho *et al.* (2000) ที่พบว่า การเพิ่มอายุการตัดหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ Roxo จาก 40 วัน เป็น 100 วัน ให้ระดับโปรตีนหยาบ ลดลงจาก 13.8 เหลือเพียง 6.1 เปอร์เซ็นต์

ไขมัน หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน มีค่าไขมันเท่ากับ 2.75 1.84 และ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ในหญ้าเนเปียร์ยักษ์ ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.02 1.95 และ 1.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Lounglawan *et al.*, 2014)

เถ้า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ที่อายุการตัด 60 75 และ 90 วัน พบว่า มีค่าเถ้าเท่ากับ 14.27 10.14 และ 10.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าเถ้ามีค่าใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ยักษ์ ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน สูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร ที่มีค่าเท่ากับ 14.11 12.28 และ 11.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Lounglawan *et al.*, 2014)

ผนังเซลล์ ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าเท่ากับ 63.12 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับสดุติและคณะ (2551) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลนหมายเลข 032 หมัก

ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าผนังเซลล์เท่ากับ 64.03 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน พบว่าผนังเซลล์มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 69.14 และ 71.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่พบในหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ Roxo ที่ตัด 40 และ 100 วัน มีค่าผนังเซลล์ เพิ่มขึ้นจาก 65.7 เป็น 77.0 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าเนเปียร์ แคระหมัก ตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าผนังเซลล์เท่ากับ 71.88 เปอร์เซ็นต์ (Filho *et al.*, 2000 ; องอาจ, 2549)

ลิกโนเซลลูโลส ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก เมื่อตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน มีค่าลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 53.50 55.08 และ 54.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ องอาจ (2549) ที่ศึกษาอิทธิพลของชนิดสารเสริมและกรรมวิธีการหมักต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีและการสลายตัวในกระเพาะรูเมนของหญ้าเนเปียร์ พบว่า หญ้าเนเปียร์แคระตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 53.06 เปอร์เซ็นต์

พลังงานรวม หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก เมื่อตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน พบว่า มีค่าพลังงานรวมเท่ากับ 4.35 4.44 และ 4.39 Mcal/kg ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับที่รายงานใน Feedipedia (2015) ว่าหญ้าเนเปียร์หมักมีค่าพลังงานรวมเท่ากับ 4.15 Mcal/kg

ค่าการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก มีค่าเท่ากับ 71.52 57.67 และ 51.59 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ สำราญและคณะ (2554) ที่พบว่า หญ้าเนเปียร์ยักษ์จะมีการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอนลดลงเมื่อมีอายุการตัดเพิ่มขึ้น โดยเมื่อตัดที่อายุ 25 35 45 และ 55 วัน เท่ากับ 79.6 75.9 72.9 และ 70.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากคุณค่าทางโภชนาสดังกล่าว พบว่า การตัดหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลนที่อายุ 60 วัน เพื่อนำมาหมักจะมีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าการ ตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน ทั้งนี้เพราะหญ้าอาหารสัตว์โดยทั่วไปเมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีการเจริญทางลำต้นมากกว่าทางใบ ทำให้ระดับโปรตีนรวม พลังงานรวม การย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน (Nylon bag) ลดลง ซึ่งหญ้าอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี ควรมีระดับโปรตีนรวมไม่ต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส ไม่เกิน 55-60 และ 30-35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Weiss *et al.*, 1999) เมื่อพิจารณาในแง่ของระดับโปรตีนแล้ว หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ตัดที่ 75 และ 90 วัน มีค่าโปรตีนหยาบ 5.85 และ 4.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักและส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ของสัตว์ (Milford and Minson, 1964)

ค่าการย่อยได้ของโภชนาการต่างๆและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก

เมื่อนำหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน ไปทดสอบในแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก เมื่อตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบในแพะ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 297.39 285.92 และ 255.41 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ใกล้เคียงกับรายงานของ Khainig *et al.* (2015) ที่พบว่าหญ้าเนเปียร์ตัดที่อายุ 60-70 วัน เมื่อทดลองในแพะลูกผสมบอร์ มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบเท่ากับ 276.8 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่ง National Research Council (1981) แนะนำว่า แพะเนื้อที่มีน้ำหนักตัว 30 กิโลกรัม ควรมีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบเพื่อการดำรงชีพ เท่ากับ 650 กรัม หรือ 2.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งค่าปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบจากการทดลองนี้ มีค่าต่ำกว่าคำแนะนำดังกล่าว เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น การที่มีค่าผนังเซลล์สูง ส่งผลต่ออัตราการย่อยสลายในกระเพาะ ระยะเวลาที่

อาหารอยู่ในกระเพาะหมักและกิจกรรมการเคี้ยวเอื้องของตัวสัตว์ด้วย อีกทั้งการตัดหญ้าที่อายุ 75 และ 90 วัน มีค่าโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ และเป็นการให้กินหญ้าเนเปียร์หมักเป็นอาหารเดียวอย่างเดียวโดยไม่มีการให้อาหารชั้นร่วมด้วย จึงส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ (Milford and Minson, 1964) นอกจากนี้ คุณภาพการหมักที่อยู่ในระดับปานกลางถึงพอใช้ และมีกรดบิวทริกมากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ก็ส่งผลต่อการกินได้และสุขภาพของแพะอีกด้วย (Kung and Shaver, 2001 ; Muck, 2006)

ตารางที่ 3 ค่าการย่อยได้ของโภชนาต่างๆและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032

รายการ	อายุการตัด (วัน)			SE	p-value	CV (%)
	60	75	90			
ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ (DMI, gDM/day)	297.39	285.92	255.41	12.59	0.409	0.14
ค่าโภชนาที่ย่อยได้ (%)						
วัตถุดิบ (DDM)	81.18 ^a	64.00 ^b	56.81 ^b	4.05	0.020	20.85
อินทรีย์วัตถุ (DOM)	82.15 ^a	64.12 ^b	56.99 ^b	4.08	0.014	20.86
โปรตีนหยาบ (DCP)	78.74 ^a	64.96 ^{ab}	45.25 ^b	5.90	0.047	32.45
ไขมัน (DEE)	82.26 ^a	70.62 ^{ab}	54.93 ^b	4.92	0.057	24.61
ผนังเซลล์ (DNDF)	81.82 ^a	63.85 ^b	57.02 ^b	4.09	0.017	20.95
ลิกโนเซลลูโลส (DADF)	82.22 ^a	65.04 ^b	58.08 ^b	3.96	0.017	20.04
โภชนาที่ย่อยได้รวม (TDN)	73.26 ^a	59.24 ^{ab}	52.13 ^b	3.54	0.025	19.91
ปริมาณพลังงาน (Mcal/kg)						
พลังงานที่ย่อยได้ (DE)	3.56 ^a	2.87 ^{ab}	2.49 ^b	0.18	0.021	20.56
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME)	3.06 ^a	2.47 ^{ab}	2.14 ^b	0.15	0.021	20.64

^a ^b ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

คำนวณ ME = DE X 0.86 (Fernandez and Sanchez, 2003)

ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ พบว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) เท่ากับ 64.00 และ 56.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับการตัดที่อายุ 60 ที่มีค่าเท่ากับ 81.18 เปอร์เซ็นต์ โดยในส่วนของอายุการตัดที่ 90 วัน พบว่า มีค่าต่ำกว่ารายงานขององอาจและเทิดชัย (2549) ที่นำหญ้าเนเปียร์ 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ธรรมดา พันธุ์แคะ พันธุ์เมอศิริอน และพันธุ์ไต้หวัน ตัดที่อายุ 90 วัน มาหมัก มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบเท่ากับ 72.34 70.58 67.95 และ 71.34 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นเพราะมีค่าผนังเซลล์ 71.68 เปอร์เซ็นต์

ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ จากการทดลอง พบว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับ 82.15 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับการตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ที่มีค่าเท่ากับ 64.12 และ 56.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่อายุการตัด 60 วันของการทดลองนี้ มีค่าสูงกว่าการศึกษาในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุ 30 45

และ 60 วัน ที่มีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 60.58 61.51 และ 56.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในหญ้าเนเปียร์แคระ ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 68.95 72.13 และ 64.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ธิดารัตน์และคณะ, 2558 ; แพรวพรรณและคณะ, 2556) ขณะที่ผลของการตัดหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 ที่อายุ 90 วัน แล้วนำมาหมักมีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงหญ้าเนเปียร์พันธุ์ธรรมดา พันธุ์แคระ พันธุ์เมอริคอน และพันธุ์ไต้หวัน 4 พันธุ์ หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน เมื่อนำไปเลี้ยงแพะ มีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 65.62 64.96 63.00 และ 65.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (องอาจและเทิดชัย, 2549)

ค่าการย่อยได้ของโปรตีน หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ที่อายุการตัด 60 และ 90 วัน มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 78.74 และ 45.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับอายุการตัดที่ 75 วัน มีค่าเท่ากับ 64.96 เปอร์เซ็นต์ การตัดหญ้าอายุมากขึ้น มีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของโปรตีนลดลง เช่นเดียวกับที่พบในหญ้าเนเปียร์แคระแห้ง ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนเท่ากับ 69.33 67.15 และ 55.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (แพรวพรรณและคณะ, 2556)

ค่าการย่อยได้ของเยื่อใย ในส่วนของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน พบว่า มีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 63.85 และ 57.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการตัดที่อายุ 60 วัน ที่มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 81.82 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส มีผลเช่นเดียวกับผนังเซลล์ คือ อายุการตัดที่ 75 และ 90 วัน มีค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เท่ากับ 65.04 และ 58.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการตัดที่อายุ 60 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 82.22 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เป็นไปในทำนองเดียวกับหญ้าเนเปียร์แคระแห้งตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ เท่ากับ 79.70 และ 74.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 73.22 และ 69.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (แพรวพรรณ และคณะ, 2556) การที่หญ้าอายุมากขึ้น และมีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยลดลงนั้น เนื่องมาจากมีการสะสมของลิกนินซึ่งเป็นส่วนที่สตรีย่อยไม่ได้เพิ่มขึ้น

โภชนะที่ย่อยได้รวมทั้งหมด พลังงานที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ที่อายุการตัด 60 และ 90 วัน มีค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 73.26 และ 52.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับอายุการตัดที่ 75 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 59.24 เปอร์เซ็นต์ การลดลงของค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมทั้งหมดของการทดลองนี้ สอดคล้องกับข้อมูลใน Nutrient requirement of goats (National Research Council, 1981) ที่หญ้าเนเปียร์อายุ 15-28 29-42 วัน และระยะ post ripe มีค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมทั้งหมด เท่ากับ 60 58 และ 53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนค่าพลังงานย่อยได้ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ที่อายุการตัด 60 และ 90 วัน มีค่าเท่ากับ 3.56 และ 2.49 Mcal/kg ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับหญ้าหมักที่อายุการตัด 75 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 2.87 Mcal/kg การลดลงของค่าพลังงานย่อยได้ของการทดลองนี้ สอดคล้องกับข้อมูลใน Nutrient requirement of goats (National Research Council, 1981) ที่หญ้าเนเปียร์อายุ 15-28 29-42 วัน และระยะ post ripe มีค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมทั้งหมด เท่ากับ 2.65 2.56 และ 2.34 Mcal/kg ตามลำดับ ขณะที่ค่าพลังงานที่ใช้

ประโยชน์ได้มีค่าลดลงเมื่อตัดหญ้าที่อายุมากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ที่อายุการตัด 60 75 และ 90 วัน เท่ากับ 3.06 2.47 และ 2.14 Mcal/kg ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัย ของธิดารัตน์และคณะ (2558) ที่พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 2.27 2.12 และ 2.04 Mcal/kg ตามลำดับ และข้อมูลใน Nutrient requirement of goats (National Research Council, 1981) เช่นกัน คือ ที่หญ้าเนเปียร์อายุ 15-28 29-42 วัน และระยะ post ripe มีค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมทั้งหมด เท่ากับ 2.65 2.56 และ 2.34 Mcal/kg ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาค่าการย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก เมื่อตัดที่อายุ 60 75 และ 90 วัน ในแพะ พบว่า หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก อายุตัด 60 วัน มีคุณภาพการหมักปานกลาง มีคุณค่าทางโภชนะสูงกว่าการตัดที่อายุ 75 และ 90 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.5$) โดยมีค่าวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส การย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน และโภชนะที่ย่อยได้รวมทั้งหมด เท่ากับ 15.29 85.73 8.36 63.12 53.40 71.52 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งมีค่าพลังงานต่าง ได้แก่ พลังงานรวม พลังงานที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 4.35 3.56 และ 3.06 Mcal/kg ตามลำดับ ขณะที่ ของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 75 วัน มีค่าเท่ากับ 15.49 89.86 5.85 69.14 55.08 57.67 59.24 เปอร์เซ็นต์ และ 4.44 2.87 และ 2.47 Mcal/kg ตามลำดับ ขณะที่หญ้าเนเปียร์ลูกผสมโคลน 032 หมัก ตัดที่อายุ 90 วัน มีค่าเท่ากับ 18.25 89.49 4.13 71.68 54.99 51.59 เปอร์เซ็นต์ และ 4.39 2.49 และ 2.14 Mcal/kg ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี และคนงานคอกสัตว์ทดลองทุกท่าน ที่ช่วยดูแลสัตว์ทดลองและช่วยเก็บข้อมูลในระหว่างการทดลองเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ทุกท่านที่ช่วยให้ผลวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเป็นไปอย่างรวดเร็ว และขอขอบคุณ คุณวรรณ อ่างทอง และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ทุกท่าน ช่วยให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักของกองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- จินทกานต์ อรณนันท สุนันท์ น้อยอุทัย และ อุดร ศรีแสง. 2550. การปรับปรุงพันธุ์หญ้าเนเปียร์แควโดยการผสมเปิด(1) องค์ประกอบทางเคมีและผลผลิตของรุ่นลูกชั่วที่ 1 (F1) ที่ได้จากการผสมเปิดของหญ้าเนเปียร์แคว, น. 10-22. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2550. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- ธิดารัตน์ กันยะ อธิพิล ฝ่าไฟศาล และกฤตพล สมมาตย์. 2558. อธิพิลของอายุตัดเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อองค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการย่อยได้ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระเพาะหมักของโคเนื้อ. แก่นเกษตร. ปีที่ 43 (ฉบับที่ 3) : น. 555-572.
- พิชาต เขจรศาสตร์ และ อธิรุท จันทะนาม. 2559. ผลของการใช้ข้าวฟ่างอาหารสัตว์หมักและหญ้าเนเปียร์หมักต่อสมรรถภาพการผลิตของแพะเนื้อ. แก่นเกษตร. ปีที่ 44 (ฉบับที่ 1) : น. 517-522.
- แพรวพรรณ เครือมังกร วรรณ อ่างทอง ราไพร นามสีลี และจันทกานต์ อรณันท์. 2556. การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์แคะในโคเนื้อ, น. 51-63. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2556. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุดดี พงษ์เพียจันทร์ จันทกานต์ อรณันท์และสมพล ไวยัญญา. 2551. การเพิ่มคุณภาพหญ้าเนเปียร์หมักโดยใช้สารเสริมชนิดต่างๆ, น. 86-99. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำราญ วิจิตรพันธ์ และพรชัย ล้อวิลัย. 2554. อธิพิลของอายุการตัดที่มีต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของหญ้าเนเปียร์ยักษ์ ภายใต้การให้น้ำชลประทาน. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 มีนาคม 2554 : น 215-224.
- สมพล ไวยัญญา จันทกานต์ อรณันท์ และ วรุณี พานิชผล. 2553. การทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตหญ้าเนเปียร์หมักสำหรับเกษตรกรรายย่อยเพื่อจำหน่ายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี, น. 115 – 133. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2553. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- องอาจ อินทร์สังข์. 2549. อธิพิลของชนิดสารเสริมและกรรมวิธีการหมักต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีและการสลายตัวในกระเพาะรูเมนของหญ้าเนเปียร์ 6 สายพันธุ์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. แหล่งที่มา: <http://scitech.rmutsv.ac.th/dr.ongarge/researchth.html>. 14 กุมภาพันธ์ 2561.
- องอาจ อินทร์สังข์และเทิดชัย เวียรศิลป์. 2549. ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุของหญ้าเนเปียร์หมัก 4 สายพันธุ์ในแพะ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. <http://scitech.rmutsv.ac.th/dr.ongarge/researchth.html>. 14 กุมภาพันธ์ 2561.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of official Analysis Chemists, Inc. Washington, D.C, USA.
- Close, W.H. and K.H. Menke. 1986. Manual: Selected Topics in Animal Nutrition. University of Hohenheim, Federal Republic of Germany.

- DIN 51900-2. 2003-05. Testing of solid and liquid fuels – Determination of the gross calorific value by the bomb calorimeter and calculation of the net calorific value – Part 2: Method using isoperibol or static, jacket calorimeter. German.
- Feedipedia. 2015. Elephant grass (*Pennisetum purpureum*), silage. Animal feed resources information system. Available source: <https://www.feedipedia.org/node/395>. February 14, 2018.
- Fernandez, C. and Sanchez-Seiquer, P. 2003. Feed intake and digestibility of total mixed rations fed Murciano-Granadina dairy goats. *Pakistan J. Nutr.*, 2: 25 – 32.
- Filho J. L.Q., D.S. Silva and I.S. Nascimento. 2000. Dry matter production and quality of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar roxo at different cutting ages. *Rev. Bras. Zootec.* 29:69 – 74.
- Genetic Technologies Limited. 2011. The spring silage manual. Pioneer. Available source: <https://www.pioneer.co.nz/content/file.php?file=OTQ=>. February 14, 2018.
- Germinal. n.d. The Value of Grass. Germinal Ireland Limited. Available source: www.germinal.com. February 14, 2018.
- Guerra, Danilo Glaydson Farias., Isaac Sydney Alves da Silva Maia, Alexandre Paula Braga, Liz Carolina da Silva Lagos Cortes Assis, Jesane Alves de Lucena, Denise Cristiane Bidler, Clemente Fernandes dos Santos Neto, Yonara Francisca Medeiros e Silva, Maria Izabel Batista Pereira, Márcia Marcila Fernandes Pinto. 2016. Chemical composition of elephant grass silages supplemented with different levels of dehydrated cashew bagasse. *Semina: Ciênc. Agrár.*(37): 997-1005. Available source: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/21386>. February 14, 2018.
- Khaing, K.T., T.C. Loh, S. Ghizan, R.A. Halim and A.A. Samsudin. 2015. Feed intake, growth performance and digestibility in goats fed whole corn plant silage and Napier grass. *Mal.J.Anim.Sci.* 18(1): 87-98.
- Kung, L. and Randy Shaver. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. Focus on Forage, University of Wisconsin-Madison, USA. Available resource: <https://fyi.uwex.edu/forage/files/2014/01/Fermentation.pdf>. February 14, 2018.

- Lounglawan, P., W. Lounglawan and W. Suksombat. 2014. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). APCBEE Procedia 8: 27-31. Available source: https://ac.els-cdn.com/S2212670814000761/1-s2.0-S2212670814000761-main.pdf?_tid=dcfd6559-bbaa-4f1f-ab88-f6cd26b86442&acdnat=1520924760_9aaea1f2eb272bfb4d627caeaf004e1e. February 4, 2018.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh and C.A. Morgan. 1995. Animal Nutrition. Longman Scientific & Technical, New York.
- Milford, R. and D.J. Minson. 1966. Intake of tropical pasture species, pp. 814-822, In: Proceedings of the XI International Grassland Congress, Brazil.
- Muck, R.E. 2006. Butyric acid in silage: Why it happens. US Dairy Research Center. Available source: https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/50901500/dairyexpo/2006/WDE2006_butyric_acid.pdf. February 4, 2018.
- Muck R. E., and J.T. Dickerson. 1988. Storage temperature effects on proteolysis in alfalfa silage. Trans. Am. Soc. Agric. Biol. Eng. 31:1005–1009.
- National Research Council. 1981. Nutrient Requirements of goats. angora, dairy and ment goats in temperate and tropical countries. Committee on Animal Nutrition, National research council, National Academic Press, Washington D.C., USA.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Orskov, E.R, G.W. Reid and M.Kay. 1980. Prediction of intake by cattle from degradation Characteristic of roughages. Anim. Prod, Sci. 46: 29 – 34.
- Piltz, J.W. and A.G. Kaiser. 2004. Chapter 2: Principles of silage preservation. In Successful Silage. Editor Kaiser, A.G., J.W. Piltz, H.M. Burns and N.W. Griffiths. Top Fodder NSW. Department of Primary Industries. Dairy Australia. P. 25-56. Available source: [file:///C:/Users/admin001/Downloads/Successful%20silage%20%2002%20%20Principles%20of%20silage%20preservation%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/admin001/Downloads/Successful%20silage%20%2002%20%20Principles%20of%20silage%20preservation%20(1).pdf). February 14, 2018.
- Piltz, J.W. and A.G. Kaiser. 2004. Chapter 2: Principles of silage preservation. In Successful Silage. Editor Kaiser, A.G., J.W. Piltz, H.M. Burns and N.W. Griffiths. Top Fodder NSW. Department of Primary Industries. Dairy Australia. P. 25-56. Available source: [file:///C:/Users/admin001/Downloads/Successful%20silage%20%2002%20%20Principles%20of%20silage%20preservation%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/admin001/Downloads/Successful%20silage%20%2002%20%20Principles%20of%20silage%20preservation%20(1).pdf). February 14, 2018.
- Schneider, B.H. and W.P. Flatt. 1975. The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments. Athens. Ga. : University of Georgia Press.

- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nded. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Teagasc. 2016. Quality grass silage for dairy and beef production system: A best practice guide. Agriculture and Food Development Authority. Available source: <https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2016/Teagasc-Quality-Grass-Silage-Guide.pdf>. January 15, 2017.
- Undersander, D. 1993. Using digestible NDF to determine forage quality. Manitoba Forage Marketers Conference, April 9th, 2003, Winnipeg. Available source: <http://mbfc.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2012/07/7-3-7-Understanding-RFQ-Dan-Undersander-U.of-Wisc.pdf>, February 14, 2013.
- Khota, Waroon, Suradej Pholsen, David Higgs and Yimin Cai. 2016. Natural lactic acid bacteria population of tropical grasses and their fermentation factor analysis of silage prepared with cellulose and inoculant. J. dairy Sc. 99(12): 9768-9781. Available source: http://researchprofiles.herts.ac.uk/portal/files/11965103/accepted_CelluPaperJDS20160821.pdf. February 14, 2018.
- Weiss, W.P., M.L. Eastridge and J.F. Underwood. 1999. Forages for Dairy Cattle. Ohio State University Extension.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การประเมินคุณภาพพืชหมักจากลักษณะทางกายภาพ (ที่มา : กองอาหารสัตว์, 2547)

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

หมายเหตุ	คะแนนรวม	ลักษณะทางกายภาพ
	20 – 25	ดีมาก
	15 – 19	ดี
	6 – 14	ปานกลาง
	0 – 5	ต่ำ

ตารางผนวกที่ 2 การประเมินคุณภาพของพืชหมัก (ที่มา : กองอาหารสัตว์, 2547)

กรดแลกติก (% ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดอะซิติก		กรดบิวทีริก	
		(% ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	(% 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	14.1 – 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

หมายเหตุ

คะแนนรวม

ลักษณะทางกายภาพ

81 – 100

ดีมาก

61 – 80

ดี

41 – 60

ปานกลาง

21 – 40

พอใช้

0 – 20

ต่ำ

ผลของอายุการตัดที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ ของหญ้ากีนีมอมบาซาในแพะ

สดุติ พงษ์เพียจันทร์^{1/} จันทกานต์ อรณันท์^{2/} สมศักดิ์ เกาทอง^{2/} ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา^{3/}

บทคัดย่อ

ดำเนินการศึกษาผลของอายุการตัดที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้ากีนีมอมบาซาแห่งในแพะ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนมีนาคม 2555 ถึง เดือนมิถุนายน 2556 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) มี 3 สิ่งทดลอง คือ อายุการตัดหญ้ากีนีมอมบาซา 30 45 และ 60 วัน มี 4 ซ้ำ โดยใช้แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์บอร์ เพศผู้ตอน จำนวน 12 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 30 กิโลกรัม

ผลการทดลอง พบว่า หญ้ากีนีมอมบาซาแห่ง ตัดที่อายุ 30 วัน มีคุณค่าทางโภชนาที่สูงกว่าการตัดที่อายุ 45 และ 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 90.86 8.75 70.52 และ 46.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาให้แพะกิน มีปริมาณการกินได้เท่ากับ 634.4 กรัมต่อตัวต่อวัน มีค่าโภชนาที่ย่อยได้รวมทั้งหมด เท่ากับ 60.38 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 2.69 และ 2.32 Mcal/kg ตามลำดับ ขณะที่หญ้ากีนีมอมบาซาแห่ง ตัดที่อายุ 45 และ 60 วัน ที่มีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 91.94 และ 92.27 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เท่ากับ 6.62 และ 5.20 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ เท่ากับ 72.86 และ 75.60 เปอร์เซ็นต์ และลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 46.89 และ 47.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาให้แพะกินมีปริมาณการกินได้เท่ากับ 534.9 และ 531.4 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เมื่อทดสอบค่าการย่อยได้มีค่าโภชนาที่ย่อยได้รวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 59.28 และ 55.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าพลังงานที่ย่อยได้ เท่ากับ 2.69 และ 2.56 Mcal/kg ตามลำดับ และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 2.31 และ 2.20 Mcal/kg ตามลำดับ

คำสำคัญ : หญ้ากีนีมอมบาซา คุณค่าทางโภชนา อายุการตัด แพะ

เลขทะเบียนวิจัย : 55(1)-0214-023

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดเพชรบุรี

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดปทุมธานี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง

Effect of cutting age on nutritive values and utilization of Mombaza grass (*Panicum maximum* cv. Mombaza) in goat

Sadudee Pongpeachan^{1/} Jantakarn Arananant^{2/} Somsak Poathong^{2/}
Sakda Pajakboon Jessada^{1/}

Abstract

A study of effect of cutting age on nutritive values and utilization of Mombaza grass hay (*Panicum maximum* cv. Mombaza) in goats was conducted at Phetchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Cha-am District, Phetchaburi Province during March 2012 to June 2013. The experiment was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 replications. There were 3 treatments which were cutting ages at 30 45 and 60 days. Nutritive value and utilization were studied on 12 male Boer crossbred goats with average weight 30 kilograms.

The result showed that Mombaza grass hay cut at 30 days had higher nutritive value than cutting at 45 and 60 days. The dry matter (DM) organic matter (OM) crude protein (CP) neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of 30 cutting days age Mombaza hay were 90.86, 87.05, 8.75, 70.52 and 46.26 %, respectively. When study on native-boar goats by total collection method, dry matter intake was 634.4 g/head/day and total digestible nutrient (TDN) was 65.19 % while digestibility energy (DE) and metabolizable energy (ME) were 2.69 and 2.32 Mcal/kg, respectively. It was statistically significant from 45 and 60 days age Mombaza hays which DM, CP, NDF and ADF were 91.94 and 89.09, 6.62 and 5.20, 72.86 and 75.60, and 46.89 and 47.51%, respectively. For TDN, DE and ME, they were 59.28 and 55.22%, 2.69 and 2.31, and 2.31 and 2.20 Mcal/kg, respectively.

Keywords : nutritive values, cutting age, *Panicum maximum* cv. Mombaza, goat

Registered No.: 55(1)-0214-023

^{1/} Phetchaburi Animal Nutrition Research and Department Center, Cha-am, Phetchaburi.

^{2/} Bureau of Animal Nutrition Development, Mueng, Pathumthani.

^{3/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Hang Chat, Lampang.

คำนำ

จากการที่กรมปศุสัตว์มีนโยบายโครงการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการเลี้ยงแพะเนื้อเพื่อรองรับอุตสาหกรรมฮาลาล โดยมีกิจกรรมที่สำคัญ คือ กิจกรรมเพิ่มประสิทธิภาพด้านพืชอาหารสัตว์สนับสนุนการเลี้ยงแพะ ที่ประกอบด้วย การทดสอบและพัฒนาพืชอาหารสัตว์พันธุ์ดีที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ การทดสอบการปรับตัวของพืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี การจัดสร้างแปลงพืชอาหารสัตว์พันธุ์ดีที่เหมาะสม การปลูกสร้าง “กระถินรั้วกินได้” การฝึกอบรมแนะนำการใช้ทางปาล์มเป็นอาหารเลี้ยงแพะ และการฝึกอบรมสาธิตจัดการผสมอาหารเลี้ยงแพะด้วยเครื่องผสมอาหารสัตว์แนวนอน (สำนักงานปศุสัตว์เขต 9, 2553) การเลี้ยงแพะให้มีการเจริญเติบโตดีนั้น เกษตรกรจะต้องดูแลให้สัตว์ได้รับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างพอเพียง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ โปรตีนและพลังงาน ถ้าในพืชอาหารสัตว์มีโปรตีนและพลังงานสูง ก็จะสามารถลดการใช้อาหารชั้นลงได้ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าอาหารลดลง

สำหรับหญ้ากีนีมอมบาซา (*Panicum maximum* cv. Mombaza) ได้นำเข้ามายังประเทศไทย โดยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ในปี พ.ศ. 2550 เป็นพืชอาหารสัตว์พันธุ์ใหม่สกุลเดียวกับหญ้ากีนีสีม่วง (*P. maximum* TD58) มีแหล่งกำเนิดในแถบประเทศเคนยาและแทนซาเนีย เป็นพืชข้ามปีที่สามารถเจริญได้ในดินสมบูรณ์ เป็นพันธุ์หญ้าที่ปรับปรุงมาจากสายพันธุ์กีนี ซึ่งเป็นสายพันธุ์จากอเมริกาใต้ มีลักษณะคล้ายกับพันธุ์กีนีสีม่วง แต่มีลักษณะแตกต่างกัน คือ แตกกอเร็ว ทรงพุ่มใหญ่ ลำต้นและใบมีขนาดใหญ่ สีเขียววาว ความสูงของต้น อยู่ในช่วง 231-247 เซนติเมตร ความสูงช่อดอก อยู่ในช่วง 282-298 เซนติเมตร และจำนวนช่อดอก อยู่ในช่วง 56-64 ช่อดอกต่อกอ หญ้ากีนีมอมบาซาเป็นหญ้าที่มีศักยภาพให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างสูง โดยเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ 181.7 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ 88 และ 98 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการนำไปทดลองให้เกษตรกรในจังหวัดยโสธร ลำปางและขอนแก่น ปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่าย ซึ่งพบว่า เมล็ดพันธุ์หญ้ามอมบาซาที่ได้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี และเกษตรกรทุกรายมีความพึงพอใจ (วีระพลและคณะ, 2553) หญ้ากีนีมอมบาซาเป็นหญ้าที่เหมาะสมสำหรับการทำเป็นหญ้าแห้งเพื่อถนอมไว้ใช้เลี้ยงสัตว์รวมทั้งผลิตเพื่อการจำหน่ายและใช้ช่วยเหลือผู้ประสบภัยธรรมชาติ และการใช้ประโยชน์จากหญ้ากีนีมอมบาซาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นจะต้องทราบส่วนประกอบทางเคมีและค่าโภชนาการที่สำคัญ เช่น โปรตีนหยาบ (crude protein: CP) เยื่อใยชนิดต่างๆ ได้แก่ ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber: NDF) และลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber: ADF) ค่าโภชนาการที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrient: TDN) รวมทั้งค่าพลังงานต่างๆ ได้แก่ พลังงานรวม (gross energy : GE) พลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy: DE) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy: ME) เป็นต้น แต่เนื่องจากหญ้ากีนีมอมบาซาเป็นพืชอาหารสัตว์พันธุ์ใหม่ที่นำเข้ามา และยังไม่มีข้อมูลดังกล่าวโดยเฉพาะในแพะ จึงได้ทำการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของหญ้ากีนีมอมบาซาในแพะ สำหรับเผยแพร่ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ นักวิจัย ผู้ประกอบอุตสาหกรรมสัตว์ และผู้สนใจทั่วไป ได้ใช้ในการจัดการอาหารแพะได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ เพื่อจะได้ผลิตสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถกำหนดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย รวมถึงการตอบสนองต่อความต้องการของตลาดฮาลาลในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี และกลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ จังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือนมีนาคม 2555 ถึง เดือน มิถุนายน 2556

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Completely Block design; RCBD) มี 4 ซ้ำ โดยใช้น้ำหนักแพะเป็นบล็อก โดย จัดให้แพะที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แล้วจึงสุ่มสิ่งทดลองให้แพะแต่ละตัว ได้รับสิ่งทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1 ให้กินหญ้ากีนีมอมบาซาแห้ง ตัดที่อายุ 30 วัน

กลุ่มที่ 2 ให้กินหญ้ากีนีมอมบาซาแห้ง ตัดที่อายุ 45 วัน

กลุ่มที่ 3 ให้กินหญ้ากีนีมอมบาซาแห้ง ตัดที่อายุ 60 วัน

สัตว์ทดลอง

ใช้แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์บอร์ เพศผู้ตอน จำนวน 12 ตัว อายุ 1 ปี มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 30 กิโลกรัม โดยแพะแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1x1.5 เมตร มีน้ำและแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา ทำการฉีดวัคซีนและถ่ายพยาธิแพะก่อนการทดลอง

การเตรียมอาหารทดลอง

การปลูกและการจัดการแปลงหญ้ากีนีมอมบาซา

คัดเลือกพื้นที่จำนวน 3 ไร่ ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สม่ำเสมอ ไถพรวนและปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ แบ่งออกเป็นแปลงย่อย 3 แปลง ขนาดแปลงละ 1 ไร่ จากนั้นปลูกหญ้ากีนีมอมบาซาด้วยต้นกล้าอายุ 1 เดือน หลุมละ 3 ต้น ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

หลังจากปลูกหญ้า 3- 4 สัปดาห์ กำจัดวัชพืชทุกแปลง ในช่วงแล้งให้น้ำ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ตัดปรับหญ้าที่อายุ 60 วัน ทั้ง 3 แปลง จากนั้นแปลงที่ 1 ตัดที่อายุ 30 วัน แปลงที่ 2 ตัดที่อายุ 45 วัน แปลงที่ 3 ตัดที่อายุ 60 วัน โดยตัดหญ้าที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร เพื่อทำแห้ง

ขั้นตอนการทำหญ้ากีนีมอมบาซาแห้ง

นำหญ้ากีนีมอมบาซาที่ตัดจากแปลงมาเข้าเครื่องหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 2-4 เซนติเมตร ตากในโรงเรือน โดยเกลี่ยให้กระจาย ไม่ทับถมกันเป็นกองเพื่อป้องกันการเน่าเสีย แล้วกลับกองหญ้าวันละ 2 เวลา คือ เช้า และบ่าย เพื่อให้หญ้าทั้งหมดแห้งทั่วถึงกัน หญ้าที่เหลือเก็บใส่ถุงดำหนาอย่างดี สำหรับนำไปใช้ทดลองหาค่าการย่อยได้ในแพะต่อไป

การศึกษาปริมาณการกินได้และโภชนะย่อยได้

ศึกษาปริมาณการกินได้และโภชนะย่อยได้โดยวิธี Total collection แบบ sole diet (Schneider and Flatt, 1975) แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 : การปรับสัตว์ (preliminary period) เป็นช่วงให้สัตว์ได้ปรับตัวเข้ากับอาหารทดลอง โดยค่อยๆ เพิ่มอาหารทดลองและลดอาหารชนิดเดิม ที่สัตว์เคยได้รับเป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นให้แพะกินอาหารทดลองอย่างเดียว แบบเต็มที (*ad libitum*) เพื่อให้อาหารเก่าที่หลงเหลือในทางเดินอาหารถูกขับออกจนหมด ตลอดจนเพื่อเก็บข้อมูลของปริมาณการกินได้ (voluntary feed intake; VFI) ในแต่ละมื้อ

และแต่ละวัน เป็นเวลา 7 วัน ต่อจากนั้นลดปริมาณอาหารที่ให้เหลือเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่กินได้เต็มที่ (90 % VFI) เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้สัตว์กินอาหารทดลองได้หมด และเพื่อให้ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ และปริมาณมูลที่ขับถ่ายออกมาอยู่ในสัดส่วนที่คงที่

ช่วงที่ 2 : เก็บข้อมูล (collection period) ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กิน อาหารที่เหลือ และน้ำหนักมูลที่ขับถ่ายในแต่ละวันของแพะทุกตัว วันละ 2 เวลา คือ 8.00 และ 16.00 น. เป็นเวลา 7 วัน

การสุ่มเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้ากินีมอมบาซาแห้งจำนวน 3 ซ้ำต่ออายุการตัด น้ำหนักข้าวละประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อส่งวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้ อาหารที่เหลือ และมูล ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณทั้งหมดต่อตัวต่อวัน ทุกวัน เก็บรวบรวมในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำตัวอย่างมูลที่สะสมไว้ของแพะแต่ละตัวมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วสุ่มตัวอย่างประมาณ 1 กิโลกรัม

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ

1. อาหารที่ให้กินของแต่ละตัวที่สุ่มได้ นำไปชั่งน้ำหนักสดแล้วอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ (อย่างน้อย 72 ชั่วโมง) ชั่งน้ำหนักหลังการอบ คำนวณค่าวัตถุแห้ง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ ดังนี้

- ความชื้น โดยการอบด้วยตู้อบชนิด force-air oven ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 4.1.07 (AOAC, 2000)

- โปรตีน (crude protein, CP) ด้วยการหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl แล้วคูณด้วยแฟกเตอร์ 6.25 ตามวิธีที่ 984.13 (AOAC, 2000)

- ไขมัน (Ether extract, EE) โดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ ตามวิธีที่ 4.5.05 (AOAC, 2000)

- เถ้า (Ash) เป็นการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 4.1.40 (AOAC, 2000)

- ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber; ADF) ด้วยวิธี 4.6.03 (AOAC, 2000)

- ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber; NDF) โดยใช้ sodium sulfite และ alpha amylase ตามวิธีที่ 5.1 ของ Undersander (1993)

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

- การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (in vitro dry matter digestibility; IVDMD) โดยวิธี nylon bag (nylon bag technique) ตามวิธีของ Orskov *et al.* (1980) และคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งที่หายไป (g)} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งเริ่มต้น (g)}}$$

2. ตัวอย่างอาหารที่เหลือและมูล นำไปชั่งน้ำหนักสดแล้วอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ (อย่างน้อย 72 ชั่วโมง) ชั่งน้ำหนักหลังการอบ คำนวณค่าวัตถุแห้ง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีต่างๆ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ลิกโนเซลลูโลส ผนังเซลล์ พลังงานรวม (gross energy; GE) โดยเครื่อง automatic isoperibol calorimeter

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของส่วนประกอบทางเคมีและค่าพลังงาน ดังนี้

1. ค่าโภชนะย่อยได้และค่าพลังงานย่อยได้ (Digestible Energy, DE) คำนวณโดยใช้สมการ ดังนี้

$$\text{ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณโภชนะที่กิน (g)} - \text{ปริมาณโภชนะที่ขับออกในมูล (g)}}{\text{ปริมาณโภชนะที่กิน (g)}} \times 100$$

$$\text{พลังงานที่ย่อยได้ (Mcal/kg)} = \frac{\text{พลังงานในอาหารที่กิน Mcal/kg} - \text{พลังงานในมูล Mcal/kg}}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (kg)}}$$

2. ค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient, TDN)

นำค่าโภชนะย่อยได้ของโภชนะแต่ละชนิดมาคำนวณหาค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด โดยสมการดังนี้

$$\% \text{ TDN} = (\text{DOM} \times \% \text{OM})/100 + (\text{DEE} \times 1.25 \times \% \text{EE})/100 \text{ (McDonald et al., 1995)}$$

โดยที่ OM = อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) คำนวณโดย %อินทรีย์วัตถุ = 100 - % เถ้า

DOM = ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (Digestible organic matter)

DEE = ค่าการย่อยได้ของไขมัน (Digestible ether extract)

3. ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

$$\text{คำนวณจากสมการ ME} = \text{DE} \times 0.86 \text{ (Fernandez and Sanchez-Seiquer, 2003)}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) ของแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากีนีมอมบาซาแห้ง

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้ากีนีมอมบาซาแห้งที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี พบว่า มีค่าต่างๆ ดังนี้ (ตารางที่ 1)

วัตถุแห้ง หญ้ากีนีมอมบาซาแห้งที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน พบว่า มีค่าวัตถุแห้งสูงขึ้นตามอายุการตัดเท่ากับ 90.86 91.94 และ 92.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือเท่ากับมีความชื้น 9.14 8.06 และ 7.73 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์พืชแห้งของสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2559) ที่กำหนดให้หญ้าแห้งคุณภาพดีควรมีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์

อินทรีย์วัตถุ การตัดหญ้ากีนีมอมบาซาที่อายุ 30 45 และ 60 วัน เพื่อทำแห้ง พบว่า มีค่าอินทรีย์วัตถุ เพิ่มขึ้นตามอายุการตัด เท่ากับ 87.05 89.09 และ 90.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับรายงานของ Menezes *et al.* (2016) ที่พบว่า หญ้ากีนีมอมบาซา ตัดที่อายุ 30 วัน มีค่าอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 91.48 เปอร์เซ็นต์ขณะที่หญ้าแพงโกลาเมื่อตัดที่อายุ 45 และ 82 วัน พบว่า มีค่าอินทรีย์วัตถุ เพิ่มขึ้นเช่นกัน คือ 91.93 และ 92.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (วรรณ และคณะ, 2549) การเพิ่มขึ้นของค่าอินทรีย์วัตถุตามอายุหญ้าที่เพิ่มขึ้นนั้น เกิดจากเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น จะมีการสะสมของเยื่อใยเพิ่มขึ้น คือ ผนังเซลล์ ลิกโนเซลล์ลูโลสและลิกนิน

โปรตีนหยาบ ค่าโปรตีนหยาบของหญ้างิณีมอมบาซาแห้ง ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าเท่ากับ 8.75 6.62 และ 5.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Rusdy (2014) ที่ศึกษาอายุการตัดของหญ้างิณีมอมบาซา ที่สาธารณรัฐอินโดนีเซีย พบว่า เมื่อตัดที่อายุ 30 45 และ 90 วัน มีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 8.51 6.60 และ 5.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่หญ้างิณีมอมบาซาที่มีโปรตีนหยาบต่ำกว่าหญ้างิณีมอมบาซาเมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีส่วนของใบลดลงขณะที่ส่วนของลำต้นเพิ่มขึ้น ซึ่งใบหญ้างิณีมอมบาซาเป็นส่วนของใบที่มีความเข้มข้นของโปรตีนและส่วนที่ย่อยได้สูง เมื่อปริมาณใบลดลงส่งผลให้ค่าโปรตีนลดลง (White and Wolf, 2009)

ไขมัน หญ้างิณีมอมบาซาแห้ง ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าไขมันเท่ากับ 0.73 0.75 และ 0.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต่ำกว่าที่ Menezes *et al.* (2016) รายงานไว้ว่า หญ้างิณีมอมบาซา ตัดที่อายุ 30 วัน มีค่าไขมัน เท่ากับ 1.80 เปอร์เซ็นต์ และต่ำกว่าในหญ้างิณีมอมบาซา ที่มีรายงานว่ามีค่าเท่ากับ 1.50 และ 1.73 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตัดที่อายุ 45 วัน (สุรนนท์และคณะ, 2549 ; แพรพรรณและคณะ, 2559) และมีค่าเท่ากับ 1.1 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตัดที่อายุ 30 และ 40 วัน ตามลำดับ (วรรณและคณะ, 2548)

เถ้า เมื่อนำตัวอย่างหญ้างิณีมอมบาซาแห้งที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วันไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง พบว่า มีค่าเถ้าเท่ากับ 12.95 10.91 และ 9.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าเถ้าลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้นนี้ พบในทำนองเดียวกับหญ้างิณีมอมบาซาตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 14.01 11.99 และ 11.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Lounglawan *et al.*, 2014)

ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส ผนังเซลล์ของพืชประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งมีการสะสมเพิ่มขึ้นตามอายุหรือระยะการเจริญเติบโตของพืช (White and Wolf, 2009) ทำให้พบว่า เมื่อตัดหญ้างิณีมอมบาซาแห้งที่อายุ 30 45 และ 60 วัน ค่าผนังเซลล์เพิ่มขึ้นเท่ากับ 70.52 72.86 และ 75.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าลิกโนเซลลูโลสที่ประกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนิน เพิ่มขึ้นเช่นกันเท่ากับ 46.26 46.89 และ 47.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลจากการตัดหญ้างิณีมอมบาซาที่อายุ 30 วันของการทดลองนี้มีค่าสูงกว่าหญ้างิณีมอมบาซาตัดที่อายุเท่ากันที่ประเทศบราซิล ที่มีค่าผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 62.20 และ 50.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Menezes *et al.*, 2016) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการให้น้ำและการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน ขณะที่เมื่อตัดที่อายุ 45 วัน มีค่าใกล้เคียงกับหญ้างิณีมอมบาซาตัดที่อายุ 45 วัน ปลูกรุ่นวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ที่มีค่าผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 73.28 และ 46.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (แพรพรรณและคณะ, 2559) รวมทั้งที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ในดินชุดบ้านทอน ที่มีค่าผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 71.6 และ 40.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สมเกียรติและคณะ, 2558) นอกจากนี้พบว่าการเพิ่มขึ้นของเยื่อใยตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้นของหญ้างิณีมอมบาซาเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับรายงานของอินันท์และคณะ (2556) ที่พบว่า หญ้างิณีมอมบาซา ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าผนังเซลล์เท่ากับ 69.00 71.20 และ 75.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 40.59 43.17 และ 46.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

พลังงานรวม จากการนำตัวอย่างหญ้างิณีมอมบาซาแห้งไปเผาใน bomb calorimeter ได้ค่าพลังงานความร้อนที่บ่งบอกถึงปริมาณพลังงานที่มีในตัวอย่าง พบว่า หญ้างิณีมอมบาซาแห้งที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน มีค่าเท่ากับ 4.02 4.15 และ 4.25 Mcal/kg ตามลำดับ ซึ่งค่าพลังงานรวมที่อายุการตัด 45 วัน มีค่าใกล้เคียงกับหญ้างิณีมอมบาซาตัดที่อายุ 45 วัน ที่มีเท่ากับ 4.32 Mcal/kg (สุรนนท์และคณะ, 2549) การเพิ่มขึ้นของค่าพลังงานรวมตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น เป็นไปในทำนองเดียวกับ

การทดลองของ Ubi and Omaliko (2005) ที่พบว่า หญ้ากินีพันธุ์ S112 ตัดที่อายุ 3 4 5 6 8 และ 10 สัปดาห์ มีค่าพลังงานรวม เท่ากับ 2.52 2.94 3.03 3.10 3.39 และ 3.59 Mcal/kg ตามลำดับ ค่าพลังงานรวมที่เพิ่มขึ้นนี้ เกิดจากเมื่อพืชมีการเจริญเติบโตมากขึ้นจะมีส่วนของผนังเซลล์เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่เป็นแหล่งพลังงาน

ค่าการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน ของหญ้างินีมอมบาซาแห้งที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน พบว่า มีค่าการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน เท่ากับ 55.05 47.84 และ 41.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การลดลงของค่าการย่อยได้เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานวิจัยต่างๆ เช่น วรณาและคณะ (2548) พบว่า หญ้ากินีสีม่วงตัดที่อายุ 30 และ 40 วัน มีค่าการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน เท่ากับ 42.2 และ 38.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แพรพรรณและคณะ (2548) พบว่า หญ้ามอริซซ์ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน เท่ากับ 51.7 48.7 และ 48.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งหญ้าในเขตอบอุ่นหรือเขตร้อนจะมีการสะสมของเยื่อใยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะลิกนินที่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ (White and Wolf, 2009) ส่งผลให้การย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน ลดลงตามอายุของพืชที่มากขึ้น

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาของหญ้างินีมอมบาซาแห้ง

รายการที่วิเคราะห์ (% On dry basis)	อายุการตัด (วัน)		
	30	45	60
วัตถุแห้ง (Dry matter, DM)	90.86	91.94	92.27
อินทรีย์วัตถุ (Organic matter, OM)	87.05	89.09	90.11
โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP)	8.75	6.62	5.20
ไขมัน (Ether extract, EE)	0.73	0.75	0.79
เถ้า (Ash)	12.95	10.91	9.89
ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF)	70.52	72.86	75.60
ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF)	46.26	46.89	47.51
ค่าการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน (Nylon bag)	55.05	47.84	41.50
พลังงานรวม (Gross energy, GE) Mcal/kg	4.02	4.15	4.25

คุณค่าทางโภชนาที่ย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้างินีมอมบาซาแห้ง

เมื่อนำหญ้างินีมอมบาซาแห้ง ตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน ไปทดลองโดยวิธี Total collection แบบ sole diet ในแพะเนื้อลูกผสมบอร์ พบว่า

ปริมาณการกินอาหารได้ของวัตถุแห้ง ของหญ้างินีมอมบาซาแห้งตัดที่อายุ 30 วัน มีค่าเท่ากับ 634.9 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ หญ้าแห้งเมื่อตัดที่อายุ 45 และ 60 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 534.9 และ 531.4 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองในหญ้างินีสีม่วง ตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน ที่มีค่าปริมาณการกินได้เท่ากับ 514.0 และ 545.0 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (สุวรรณและคณะ, 2556) จากการทดลองนี้ ถึงแม้ว่าหญ้างินีมอมบาซาแห้งตัดที่อายุ 30 วัน จะมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง ค่า โภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด และค่าพลังงานต่างๆสูงกว่าหญ้างินีสีม่วงตัดที่อายุ 45 และ 60 วัน แต่ก็พบว่าต่ำกว่าที่ Nutrient requirement of goats (National Research Council, 1981) ได้ให้คำแนะนำไว้ว่า แพะเนื้อที่น้ำหนักตัว 30 กิโลกรัม ควรมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเพื่อการดำรงชีพ เท่ากับ 650 กรัม หรือ 2.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว

โปรตีนหยาบเท่ากับ 51 กรัม โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด เท่ากับ 362 กรัม และพลังงานที่ย่อยได้ เท่ากับ 1.59 Mcal/kg การที่เพาะในการทดลองนี้กินได้น้อยอาจเป็นผลมาจากค่าผนังเซลล์ที่สูงมาก ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะรูเมนใช้ประโยชน์ได้ช้าส่งผลให้อัตราการไหลผ่านของอาหารในกระเพาะช้าลง เนื่องจากมีการย่อยนานขึ้น และจากข้อจำกัดของความจุกระเพาะจึงทำให้สัตว์กินอาหารได้ลดลง (Varga and Kolver, 1997; Bowman and Sowell, 1998)

ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ พบว่า มีค่าลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 65.19 63.72 และ 59.20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตัดหญ้ากินีนิมอมบาซาที่อายุ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ เพื่อทำแห้ง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าการย่อยได้ของหญ้ากินีนิมอมบาซาของการทดลองนี้มีค่าสูงกว่าหญ้ากินีสีม่วงตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน ที่ศึกษาโดยสุวรรณและคณะ (2556) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 59.28 และ 51.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ หญ้ากินีนิมอมบาซาแห้งตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 68.86 66.08 และ 60.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ใกล้เคียงกับงานวิจัยของวรรณ และคณะ (2548) ที่ศึกษาการประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้อาหารสัตว์โดยวิธี Hohenhiem Gas Test พบว่า หญ้ากินีสีม่วงตัดที่อายุ 30 และ 40 วัน มีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 66.4 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของสุวรรณและคณะ (2556) ที่ศึกษาการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้อาหารสัตว์ของหญ้ากินีสีม่วงแห้งตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน พบว่า มีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 61.00 และ 53.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้ากินีนิมอมบาซาแห้ง

รายการ	อายุการตัด (วัน)			P-value	%CV
	30	45	60		
ปริมาณการกินอาหาร (DMI, g DM/day)	634.4 ^a	534.9 ^b	531.4 ^b	<0.01	1.73
ค่าโภชนาที่ย่อยได้ (%)					
วัตถุดิบ (DMD)	65.19 ^a	63.72 ^b	59.20 ^c	<0.01	1.32
อินทรีย์วัตถุ (DOM)	68.86 ^a	66.08 ^b	60.91 ^c	<0.01	1.41
โปรตีนหยาบ (DCP)	67.82 ^a	62.90 ^b	59.44 ^c	<0.01	1.01
ไขมัน (DEE)	47.76 ^b	43.55 ^c	54.20 ^a	<0.01	1.54
เถ้า (DEE)	40.53 ^b	44.39 ^a	43.59 ^a	<0.01	2.96
ผนังเซลล์ (DNDF)	66.91 ^a	64.20 ^b	58.45 ^c	<0.01	1.39
ลิกโนเซลลูโลส (DADF)	65.29 ^a	62.38 ^b	57.22 ^c	<0.01	0.97
โภชนาที่ย่อยได้รวม (TDN)	60.38 ^a	59.28 ^b	55.22 ^c	<0.01	1.06
ปริมาณพลังงาน (Mcal/kg)					
พลังงานที่ย่อยได้ (DE)	2.69 ^a	2.69 ^a	2.56 ^b	<0.01	2.38
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME)*	2.32 ^a	2.31 ^a	2.20 ^b	<0.01	3.16

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

- * คำนวณ $ME = DE \times 0.86$ (Fernandez and Sanchez-Seiquer, 2003)

ค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ พบว่า หญ้ากีนีมอมบาซาแห้งตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 67.82 62.90 และ 59.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของสุวรรณและคณะ (2556) ที่ศึกษาการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้ากีนีสีม่วงแห้งตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน พบว่า มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบเท่ากับ 61.70 และ 52.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าการย่อยได้ของไขมัน หญ้ากีนีมอมบาซาแห้งตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของไขมันเท่ากับ 54.20 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าเมื่อตัดหญ้าแห้งที่อายุ 30 และ 45 วัน มีค่าการย่อยได้ของไขมันเท่ากับ 47.76 และ 43.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของสุวรรณและคณะ (2556) ที่ศึกษาการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้ากีนีสีม่วงแห้งตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน พบว่า มีค่าการย่อยได้ของไขมันเท่ากับ 33.99 และ 34.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส หญ้ากีนีมอมบาซาแห้งตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 66.91 64.20 และ 58.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของสุวรรณและคณะ (2556) ที่ศึกษาการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้ากีนีสีม่วงแห้งตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน พบว่า มีค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์เท่ากับ 61.81 และ 54.36 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส พบว่า ลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับ 65.29 62.38 และ 57.22 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไกล่เคียงกับงานวิจัยของสุวรรณและคณะ (2556) ที่รายงานว่าหญ้ากีนีสีม่วงแห้งตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 61.55 และ 49.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด หญ้ากีนีมอมบาซาแห้งที่อายุ 30 45 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของโภชนะที่ย่อยได้รวม เท่ากับ 60.38 59.28 และ 55.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น ไกล่เคียงกับหญ้ากีนีสีม่วงแห้งตัดที่อายุ 30 และ 60 วัน ที่มีค่าการย่อยได้ของโภชนะที่ย่อยได้รวมเท่ากับ 57.41 และ 49.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สุวรรณและคณะ, 2556)

พลังงานย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ จากการนำพลังงานรวมในมูลแพะไปหักออกจากพลังงานรวมในหญ้ากีนีมอมบาซา พบว่า พลังงานย่อยได้ของหญ้าเมื่อตัดที่อายุ 30 และ 45 วัน มีค่าเท่ากับ 2.69 และ 2.69 Mcal/kg ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหญ้าแห้งเมื่อตัดที่อายุ 60 วัน มีค่าเท่ากับ 2.56 Mcal/kg ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณและคณะ (2549) ที่ศึกษาเรื่องคุณค่าทางโภชนะของหญ้าแพงโกลาแห้งที่การเจริญเติบโตต่างกัน พบว่า หญ้าแพงโกลาแห้งตัดที่อายุ 45 และ 82 วัน มีค่าการย่อยได้ของพลังงานย่อยได้ เท่ากับ 2.49 และ 2.42 Mcal/kgDM ตามลำดับ ส่วนค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งได้จากการคำนวณโดยใช้สูตร $ME = DE \times 0.86$ ของหญ้ากีนีมอมบาซาเมื่อตัดที่อายุ 30 และ 45 วัน พบว่า มีค่าเท่ากับ 2.32 และ 2.31 Mcal/kgDM ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหญ้าแห้งเมื่อตัดที่อายุ 60 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 2.20 Mcal/kg และใกล้เคียงกับงานวิจัยของวรรณและคณะ (2548) ที่ศึกษาการประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานใช้

ประโยชน์ได้ของอาหารสัตว์โดยวิธี Hohenhiem Gas Test พบว่า หล้ากีนีสีม่วงตัดที่อายุ 30 และ 40 วัน มีค่าการย่อยได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) เท่ากับ 2.0 และ 2.0 Mcal/kgDM ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณและคณะ (2549) ที่ศึกษาเรื่องคุณค่าทางโภชนาของหญ้าแพงโกลาแห้งที่ การเจริญเติบโตต่างกัน พบว่า หญ้าแพงโกลาแห้งตัดที่อายุ 45 และ 82 วัน มีค่าการย่อยได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) เท่ากับ 2.14 และ 2.09 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ความแตกต่างของค่าโภชนาที่น้อยได้แต่ละค่า รวมทั้งค่าพลังงาน อาจเกิดจากปริมาณโปรตีน หยาดของหญ้าที่ต่างกัน แพะที่กินหญ้าแห้งอายุ 30 วัน มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับ ที่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะ ทำให้มีจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น (Kellemes and Church, 1998) ส่งผลให้ค่าโภชนาอื่นๆสูงขึ้นด้วย และในกรณีหญ้าที่อายุ 45 และ 60 วัน มีค่าโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ทำให้จุลินทรีย์มีการเพิ่มจำนวนได้น้อยกว่า ส่งผลให้มีค่าการย่อยได้ของ โภชนาอื่นๆต่ำลงไปด้วย

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาของหญ้ากีนีสีม่วงแห้งเมื่อตัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน ใน แพะเนื้อลูกผสมเบอร์ สามารถสรุปได้ว่า หญ้ากีนีสีม่วงแห้ง ตัดที่อายุ 30 วัน มีค่าวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาด ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และค่าการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน 90.86 87.05 8.75 70.52 46.26 และ 55.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อศึกษาในแพะเนื้อลูกผสมเบอร์ โดยวิธี Total collection พบว่า มีค่าโภชนาที่น้อยได้รวมทั้งหมด เท่ากับ 60.38 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานรวม พลังงานย่อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 4.02 2.69 และ 2.32 Mcal/kg ตามลำดับ ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาสูงกว่าหญ้ากีนีสีม่วงแห้งตัดที่อายุ 45 และ 60 วัน ที่มีค่าวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาด ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และค่าการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนลอน เท่ากับ 91.94 และ 92.27 89.09 และ 90.11 6.62 และ 5.20 72.86 และ 75.60 46.89 47.51 และ 47.84 และ 41.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าโภชนาที่น้อยได้รวมทั้งหมด เท่ากับ 59.28 และ 55.22 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานย่อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 2.69 และ 2.56 และ 2.31 และ 2.20 Mcal/kg ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี และคนงาน คอกสัตว์ทดลองทุกท่าน ที่ช่วยดูแลสัตว์ทดลองและช่วยเก็บข้อมูลในระหว่างการทดลองเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ ทุกท่านที่ช่วยให้ผลวิเคราะห์ทาง ห้องปฏิบัติการเป็นไปอย่างรวดเร็ว และขอขอบคุณ คุณวรรณ อ่างทอง และคณะกรรมการวิชาการสำนัก พัฒนาอาหารสัตว์ทุกท่าน ช่วยให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

แพรวพรรณ เครือมังกร วรรณ อ่างทอง ราไพร นามสีรี และสัมพันธ์ มาศโอสถ. 2559. ค่าพลังงานใช้ ประโยชน์ได้ของพืชอาหารสัตว์ โดยวิธีวัดจากตัวสัตว์กับวิธีทางห้องปฏิบัติการ, น. 1-11. ใน

รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2559. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

แพรวพรรณ เครือมั่งกร สุรนนท์ น้อยอุทัย และวรรณมา อ่างทอง. 2548. คุณค่าทางโภชนาของหญ้าอมริชส์, น. 160-180. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2548. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วรรณมา อ่างทอง ราไพร นามสีลี และสุภาพร มนต์ชัยกุล. 2548. การประเมินค่าการย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารสัตว์ โดยวิธี Hohenhiem Gas Test (1) พืชอาหารสัตว์, น. 145-159. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2548. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วรรณมา อ่างทอง สุรนนท์ น้อยอุทัย วิวัฒน์ ไชยช่อม และนพวรรณ ชมชัย. 2549. คุณค่าทางโภชนาของหญ้าแพ่งกล้าแห้งที่การเจริญเติบโตต่างกัน, น. 315-326. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2549. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วีระพล พูนพิพัฒน์ ฉายแสง ไผ่แก้ว วิรัช สุขสรอายุ รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ และศุภลักษณ์ ศรีจันดี. 2553. ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์หญ้ากีนีมอมบาซาปลูกที่ จังหวัดลำปาง, น. 205-217. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2553. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมเกียรติ กิจรุ่งโรจน์ วิรัช สุขสรอายุ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม เยี่ยม คงสวัสดิ์ จุรีรัตน์ เงินแดง และสุพิดา วัฒนนาวิน. 2558. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากีนีสีม่วง หญ้ากีนีมอมบาซาและหญ้ากีนีโคโลเนียว ในชุดดินบ้านดอน, น. 171-181. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานปศุสัตว์เขต 9. 2553. โครงการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการเลี้ยงแพะเนื้อเพื่อรองรับอุตสาหกรรมฮาลาล. กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา: <http://region9.dld.go.th/Section/education/pdf/3.pdf>. 14 กุมภาพันธ์ 2561.

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2559. คู่มือการปฏิบัติงาน: การแปรรูปผลผลิตจากห้องปฏิบัติการ. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรนนท์ น้อยอุทัย และ แพรวพรรณ เครือมั่งกร. 2549. คุณค่าทางโภชนาของหญ้ากีนีสีม่วง, น. 327-337. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2549. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุวรรณี เกศกมลาศน์ วรรณมา อ่างทอง และสุรนนท์ น้อยอุทัย. 2556. การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของหญ้ากีนีสีม่วงในโคนเนื้อ, น. 1-10. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2556. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อภิรักษ์ จินดานิรุต ขบวน อินทร์เกษ อภิชาติ บุญเรืองขาว และจุรีรัตน์ เงินแดง. 2556. อิทธิพลของระยะปลูกและอายุการตัดต่อผลผลิตหญ้ากีนีสีม่วงภายใต้ร่มเงาสวนปาล์มน้ำมัน, น. 76-92. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2556. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of official Analytical Chemists, Inc. Washington D.C., USA.
- Bowman, J. and B. Sowell. 1998. Feeding the beef cow herd. pp. 243 – 261. In: Livestock Feed and Feeding (Eds. R.O. Kellum and D.C. Church). Prentice Hall, New Jersey.
- DIN 51900-2. 2003-05. Testing of solid and liquid fuels – Determination of the gross calorific value by the bomb calorimeter and calculation of the net calorific value – Part 2: Method using isoperibol or static, jacket calorimeter. German.
- Fernandez, C. and P. Sanchez-Seiquer. 2003. Feed intake and digestibility of total mixed rations fed Murciano-Granadina dairy goats. Pakistan J. Nutr., 2: 25-32.
- Kellum, R.O. and D.C. Church. 1998. Roughages. pp. 70 – 71. In: Livestock Feed and Feeding (Eds. R.O. Kellum and D.C. Church). Prentice Hall, New Jersey.
- Lounglawan, P., W. Lounglawan and W. Suksombat. 2014. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). APCBEE Procedia 8: 27-31. Available source: https://ac.els-cdn.com/S2212670814000761/1-s2.0-S2212670814000761-main.pdf?_tid=dcfd6559-bbaa-4f1f-ab88-f6cd26b86442&acdnat=1520924760_9aaea1f2eb272bfb4d627caeaf004e1e. February 4, 2018.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh and C.A. Morgan. 1995. Animal Nutrition. Longman Scientific & Technical, New York.
- Menezes, B.P. de, Laurena Silva Rodrigues, José de Brito Lourenço Júnior, André Guimarães Maciel e Silva, Stefano Juliano Tavares de Andrade, Jamile Andréa Rodrigues da Silva, Cristian Faturi, Alexandre Rossetto Garcia, Bejamim de Souza Nahúm, Antônio Vinicius Correa Barbosa, Juliana Cristina de Castro Budel, Geiselly Sousa Araújo. 2016. Intake, digestibility, and nitrogen balance of rations containing different levels of murumuru meal in sheep diets. Semina: Ciênc. Agrár. 37(1): 415-428. Available source: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/21086/18050>. February 14, 2018.
- National Research Council. 1981. Nutrient Requirements of goats. angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. Committee on Animal Nutrition, National research council, Acad Washington, D.C.
- Orskov E.R, F. D. DeB. Hovell and F. Mould. 1980. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production. Sci. 5(3): 195 – 213.

- Rusdy, M. 2014. Dry matter yield and nutritional quality of *Panicum maximum-Centrosema pubescens* mixtures at different plant proportions and cutting intervals. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 3(6): 2231-2241.
- Schneider, B.H. and W.P. Flatt. 1975. *The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments*. Athens. Ga. : University of Georgia Press.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nded. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Ubi, W. and C.P.E. Omaliko. 2005. Effect of harvesting interval and N-fertilizer application on the gross energy, digestibility and crude fiber content of field swards. *Global journal of Agricultural Sciences*. 4(2): 173-176. Available source: https://www.researchgate.net/profile/William_Ubi/publication/272326606_Effect_of_harvesting_interval_and_n-fertilizer_application_on_the_gross_energy_digestibility_and_crude_fibre_content_of_field_swards/links/5820491c08ae12715afbafcc/Effect-of-harvesting-interval-and-n-fertilizer-application-on-the-gross-energy-digestibility-and-crude-fibre-content-of-field-swards.pdf. February 14, 2018.
- Undersander, D. 1993. Using digestible NDF to determine forage quality. Manitoba Forage Marketers Conference, April 9th, 2003, Winnipeg. Available source: <http://mbfc.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2012/07/7-3-7-Understanding-RFQ-Dan-Undersander-U.of-Wisc.pdf>, February 14, 2013.
- Varga, G.A. and E.S. Kolver. 1997. Microbial and animal limitations to fiber digestion and utilization. *J. Nutrition.Sci*. 127: 819 – 823.
- White, H.E. and D.D. Wolf. 2009. Controlled grazing of Virginia's pastures. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University, USA. Available source: http://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/418/418-012/418-012_pdf.pdf. February 14, 2018.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การประเมินคุณภาพอาหารหยาบ (ที่มา: สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2559)

ชนิด วัตถุดิบ	เกณฑ์คุณภาพ				การแปลผลวิเคราะห์	ข้อเสนอแนะ
	องค์ประกอบ ทางเคมี % On DM basis	ดี	ปาน กลาง	ต่ำ		
หญ้าแห้ง	ความชื้น	<12	12-15	>15	1. หญ้าแห้งที่ความชื้นสูงกว่า 15 % อาจเนื่องมาจากใช้ เวลาในการตากหญ้าและการ กลับหญ้าเพื่อลดความชื้น น้อยเกินไป 2. หญ้าแห้งที่มีโปรตีนและ โภชนะย่อยได้ (TDN) สูงหรือ ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน อาจ เนื่องมาจากการจัดการแปลง หญ้าที่ไม่เหมาะสม เช่น การ ใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช และ การตัดหญ้าที่อายุน้อย หรือ อายุมากเกินไป เป็นต้น	สัตว์เคี้ยว เอื้องใช้ อาหารหยาบ หลักได้เต็มที่
	โปรตีน	>10	7-10	<7		
	NDF	<55	55-60	>60		
	ADF	<35	35-40	>40		
	TDN	>54	52-54	<52		

ผลการปล่อยโคพื้นเมืองทะเล่ต่อนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลาต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และการสะสมคาร์บอนของดินในพื้นที่ลุ่มภาคกลาง

อรวิมล แก้วเกลี้ยง^{1/}

คัมภีร์ ภักดีไทย^{2/}

อํารงศักดิ์ พลบำรุง^{3/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้ศึกษาผลการปล่อยโคพื้นเมืองทะเล่ต่อนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลาในพื้นที่ลุ่มภาคกลางที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและการสะสมคาร์บอนในดิน วางแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design แบ่งการทดลองเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) ผลิตหญ้าแพงโกลาแห้ง (2) ปล่อยโคพื้นเมืองทะเล่ต่อนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลา นาน 8 เดือน และพักแปลง 4 เดือน และ (3) ปล่อยโคพื้นเมืองทะเล่ต่อนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลา นาน 12 เดือน

ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบการผลิตหญ้าแห้ง คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน การสะสมคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น 0.012 เมกะกรัมคาร์บอนต่อไร่ การปล่อยโคพื้นเมืองทะเล่ต่อนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลา นาน 8 เดือน คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ดินมีคุณภาพดีขึ้น การสะสมคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น 0.019 เมกะกรัมคาร์บอนต่อไร่ และการปล่อยโคพื้นเมืองทะเล่ต่อนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลา นาน 12 เดือน ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้น มีปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น 0.018 เมกะกรัมคาร์บอนต่อไร่

คำสำคัญ : หญ้าแพงโกลา การทะเล่ต่อนื่อง คุณสมบัติทางกายภาพของดิน การสะสมคาร์บอนในดิน

เลขทะเบียนวิจัย : 57(1)-0214-021

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท

^{3/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

Effects of continuous grazing of native cattle of Pangola
(*Digitaria eriantha*) pastures on physical properties and carbon
sequestration of lowland soils in the central region, Thailand

Ornvimol Kaeokliang^{1/} Kumpee Pakdeethai^{2/} Thumrongsakd Pholbumrung^{3/}

Abstract

The experiment aimed to study the effects of continuous grazing of native cattle of Pangola (*Digitaria eriantha*) pastures on soil physical properties and soil carbon sequestration of lowland soils in the Central Region, Thailand. The One group pretest-posttest design was used. There were 3 forms in the experiment i.e. (1) produced pangola grass hay, (2) continuous grazing for 8 months, and (3) continuous grazing for 12 months.

The result showed that the physical soil properties (bulk density and soil texture) of hay pasture field was not different at the beginning and after the experiment, the carbon sequestration was increased by 0.012 MgC/rai. The physical soil properties of the continuous grazing field for 8 months and the continuous grazing field for 12 months were not different at the beginning and after the experiment. There were increasing of organic matter (OM), organic carbon (OC), and cation exchange capacity (CEC). The carbon sequestration of the continuous grazing field for 8 months and the continuous grazing field for 12 months were increased by 0.019 and 0.018 Mg C/rai, respectively.

Keywords : pangola grass, grazing, soil physical properties, carbon sequestration

Registered No.: 57(1)-0214-021

^{1/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, Khon Kaen.

^{2/} Chainat Animal Nutrition Research and Development Center, Suppaya, Chainat.

^{3/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathumthani.

บทนำ

การเกษตรเป็นต้นเหตุ (sources) ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) ขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งดูดซับกักเก็บ (sink) ก๊าซไว้ไม่ให้กระจายกลับเข้าไปสู่บรรยากาศได้เช่นกัน จากประมาณการของ FAO ในปี 2014 การปล่อยก๊าซจากการเกษตรป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ (AFOLU) อยู่ที่ 10.6 Gt CO₂ e แหล่งสำคัญของการปลดปล่อยก๊าซมาจากการตัดไม้ทำลายป่า ภาคปศุสัตว์ ปุ๋ยคอกที่เหลืออยู่ในทุ่งนา การใช้ปุ๋ยเคมีและการปลูกข้าว การตัดไม้ทำลายป่าและการเสื่อมโทรมของที่ดิน (FAO, 2016) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use) ในภาคการเกษตร จะเกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งการจัดการดิน น้ำ และพืชในพื้นที่ลุ่ม (wetlands) เป็นแนวทางลดผลกระทบต่อการเกิดสภาวะโลกร้อนที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยเพิ่มการสะสมคาร์บอนในดิน (soil carbon sequestration) ซึ่งเป็นการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศไว้ในดิน (Parson *et al.*, 2009; McKenzie, 2010) สนธิสัญญาปารีส เมื่อธันวาคม 2015 เรียกร้องให้ดำเนินการอนุรักษ์และเพิ่มแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในดินมากขึ้น เพราะดินเป็นตัวควบคุมคาร์บอนและไนโตรเจนในภาคพื้นดิน (FAO, 2016) แหล่งของคาร์บอนในดินมาจากอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter, OM) ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบมากในชั้นผิวดิน และลดลงตามระดับความลึกของดิน (Reeder and Schuman, 2002) อินทรีย์วัตถุได้จากมวลชีวภาพของพืชทั้งในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน รวมถึงซากสัตว์และจุลินทรีย์ในดินที่ตายและย่อยสลายแล้วในดิน (Post and Kwon, 2000) คาร์บอนเป็นองค์ประกอบในอินทรีย์วัตถุ เป็นรูปที่สลายตัวได้ช้าลง อัตราการสะสมอินทรีย์คาร์บอนจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคาร์บอนจากอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปในดิน (Rasmussen and Parton, 1994) ฉะนั้นการจัดการดินที่เหมาะสม จะทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น และลดการปลดปล่อยคาร์บอนออกสู่บรรยากาศได้

การจัดการลุ่มน้ำหรือพื้นที่ลุ่มให้ความสำคัญกับสมบัติทางกายภาพของดิน เพราะลักษณะทางกายภาพของดินส่งผลต่อการอัดแน่นของดิน ซึ่งเกิดการใช้เครื่องจักรกล การแผ้วถาง ทำให้ยากต่อการซึมน้ำผ่านผิวดิน และลักษณะอื่นๆ ซึ่งมีความสำคัญในการปรับปรุงโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ณัฐนรี และคณะ, 2559) หญ้าแพงโกลา (*Digitaria eriantha*) เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีอายุหลายปี (perennial grass) ใช้ประโยชน์โดยการปล่อยสัตว์แทะเล็ม ตัดหญ้าสดไปเลี้ยงสัตว์ และทำหญ้าแห้ง (จิระวัชร และคณะ, 2545; FAO, n.d.; Tropical forage, n.d.) นิยมปลูกในพื้นที่ลุ่มแทนการปลูกข้าว เป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ เพราะมีการไถกลับหน้าดินน้อย ใช้ประโยชน์ต่อเนื่องได้หลายปี ใช้น้ำน้อย ใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินน้อย ระยะการเก็บเกี่ยวสั้น ไม่ใช้สารเคมีอันตราย ลดการหมักเศษพืชในน้ำซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดมีเทนในนาข้าว และมีปริมาณรากพืชที่ย่อยสลายกลับไปเป็นอินทรีย์วัตถุโดยการตัดเกี่ยวที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การใช้แปลงหญ้าแพงโกลาผลิตหญ้าแห้งโดยการตัดเกี่ยวหญ้าและนำผลผลิตหญ้าออกจากแปลงปีละหลายครั้ง เป็นการนำเอาชีวมวลพืชออกไปและลดปริมาณชีวมวลที่จะกลับคืนสู่ดินในรูปของอินทรีย์วัตถุ ทำให้สภาพทางกายภาพ (physical properties) รวมทั้งการเก็บกักคาร์บอนของดินลดลง ในทางตรงกันข้าม หากมีการจัดการใช้ประโยชน์พืชอาหารสัตว์โดยการนำชีวมวลพืชออกจากแปลงผลิตน้อยลง การใช้สัตว์แทะเล็มพืชอาหารสัตว์จะช่วยเพิ่มการสะสมคาร์บอนในดินได้ (Reeder and Schuman, 2002) เนื่องจากมีมูลสัตว์หมุนเวียนธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุคืนสู่ดิน ทำให้ดินมีคุณสมบัติทางกายภาพดีขึ้น ได้แก่ การอัดแน่นของดิน (soil compaction) องค์ประกอบของดิน (soil profile) และเพิ่มศักยภาพ

การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเข้ามาเก็บไว้ในดินในรูปของอินทรีย์วัตถุได้มากขึ้น รวมทั้งสมรรถนะการเก็บกักคาร์บอนของดินดีขึ้น

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ประโยชน์แปลงพืชอาหารสัตว์โดยการผลิตหญ้าแห้ง และการปล่อยโคพื้นเมืองทะเล่ต่อเนื่อง 8 เดือน และ 12 เดือน ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนในรูปอินทรีย์คาร์บอนของดิน (soil organic carbon) ในระยะเวลา 3 ปี

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่หน่วยผลิตพันธุ์พืชอาหารสัตว์ดงเกดหนองหลวง ต.บางขุน อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท จ.ชัยนาท พิกัดที่เส้นรุ้งที่ 15° 15' 19" N เส้นแวงที่ 100° 2' 17" E พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 16.854 เมตร ดินชุดเดิมบาง (Doem Bang Series; Db) มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว เหมาะสำหรับการทำนา เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายถึงร่วนเหนียว ปนทรายหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลปนเทา ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2556- สิงหาคม 2560

แผนการทดลองและสัตว์ทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ One group pretest – posttest design (Fitz-Gibbon, 1987) แบ่งการทดลองออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1: ผลิตหญ้าแห้ง ใช้แปลงหญ้าแพงโกลาจำนวน 3 ไร่ ผลิตหญ้าแห้งโดยใช้รถแทรกเตอร์ติดเครื่องตัดหญ้าแบบดรัมโมเวอร์ ตัดหญ้าที่ระดับความสูงไม่เกิน 15 ซม. ทุก 40 วัน ตากหญ้าในแปลงประมาณ 2-3 วัน กลับกองหญ้าทุกวันโดยใช้เครื่องเกลี่ยสับตึงอัดฟ่อนโดยใช้เครื่องอัดฟ่อนติดท้ายรถแทรกเตอร์ และนำหญ้าแห้งออกจากแปลงโดยใช้รถพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ หลังการตัดหญ้าถูกรอบปรับปรุงแปลงโดยการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำแปลงหญ้าโดยการปล่อยน้ำเข้าท่วมแปลงที่ระดับความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ทุกๆ 10 วัน หรือจนดินมีความชื้นเพียงพอ จึงปล่อยให้แปลงหญ้าแห้งเตรียมเก็บเกี่ยวครั้งต่อไป ตามวิธีของกรมปศุสัตว์ (จิระวัชร และคณะ, 2545) และพักแปลงในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน ทุกปี)

รูปแบบที่ 2: ปล่อยโคทะเล่ต่อเนื่อง 8 เดือน และพักแปลง 4 เดือน ใช้แปลงหญ้าแพงโกลาเลี้ยงโคพื้นเมืองโดยปล่อยทะเล่แบบต่อเนื่อง ใช้โคพื้นเมืองเพศผู้ตอน อายุประมาณ 1.5 ปี น้ำหนักเริ่มต้นทดลอง 143±5.07 กิโลกรัม สุ่มโคเข้าแปลงหญ้า 3 ไร่ จำนวน 4 ตัว ก่อนการทดลองทำการฉีดวัคซีน ถ่ายพยาธิ ฉีดวิตามิน AD₃E ฝึกโคทะเล่เป็นเวลา 21 วัน ให้โคทะเล่ทุกวัน ช่วงเวลา 08:00-18:00 น. เป็นเวลา 8 เดือนต่อปี ภายในแปลงทะเล่มีน้ำสะอาดให้กินได้เต็มที่ กลางคืนนำสัตว์เข้าคอกพัก โคได้รับหญ้าแพงโกลาแห้งในช่วงกลางวัน และพักแปลงในช่วงฤดูฝน 4 เดือน (มิถุนายน-กันยายน ของทุกปี) ตลอดช่วงพักแปลง ไม่ได้นำโคเข้าไปในแปลงหญ้า เลี้ยงโคด้วยหญ้าแพงโกลาแห้งภายในคอก จัดการแปลงหญ้าในปีที่ 2 และ 3 เช่นเดียวกันกับรูปแบบที่ 1 (ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย เนื่องจากอาจจะเป็นอันตรายต่อสัตว์ แต่พืชจะได้รับธาตุอาหารจากมูลและปัสสาวะโคที่ขับถ่ายลงแปลงระหว่างการทะเล่)

รูปแบบที่ 3: ปล่อยโคทะเล่ต่อเนื่อง 12 เดือน ใช้แปลงหญ้าแพงโกลา 3 ไร่ เลี้ยงโคพื้นเมือง 4 ตัว ทะเล่ปล่อยแบบต่อเนื่องตลอดปี (12 เดือน) จัดการแปลงหญ้าเช่นเดียวกันกับรูปแบบที่ 2

การเตรียมแปลงหญ้า

ใช้แปลงหญ้าแพงโกลาอายุประมาณ 3 ปี ปลูกในพื้นที่ลุ่มแบบดินนา ยกคันดินรอบและใช้รั้วไฟฟ้ากั้นระหว่างรูปแบบการทดลอง จัดการแปลงหญ้าทุกแปลงก่อนการทดลอง โดยตัดปรับที่ระดับความสูง 15 เซนติเมตร เมื่ออายุ 60 วัน ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และเริ่มใช้ประโยชน์หลังการตัดปรับ เมื่อหญ้ามีอายุ 40 วัน

การเตรียมคอกสัตว์และอุปกรณ์การทดลอง

คอกพักสัตว์อยู่บนที่สูงห่างจากแปลงหญ้าทดลองไม่น้อยกว่า 20 เมตร เป็นคอกเลี้ยงโคแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย มุงหลังคาสังกะสี แบ่งเป็น 2 คอก สำหรับเลี้ยงโคคอกละ 4 ตัว พื้นคอกส่วนใหญ่หลังคาเป็นคอนกรีตหยาบ และมีพื้นที่โล่งท้ายคอก มีรางอาหารคอนกรีตตลอดความยาวของคอก มีน้ำสะอาดให้กินเต็มที่ตลอดเวลา

การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง ของแต่ละรูปแบบการทดลอง โดยการเก็บดินแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. เก็บตัวอย่างดินโดยใช้กระบอกลูกเก็บดิน (soil core) ซึ่งให้สุ่มตัวอย่างดินในแปลงพืชอาหารสัตว์ไร่ละ 1 จุด รวม 9 จุด หรือรูปแบบการทดลองละ 3 จุด แต่ละจุดเก็บที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร วิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (bulk density) เพื่อเป็นข้อมูลในการคำนวณปริมาณคาร์บอนในดินต่อไป
2. เก็บตัวอย่างดินแบบ composite การทดลองละ 1 ชุด โดยใช้จอบขุดดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมประมาณ 15 เซนติเมตร เก็บดินระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร แฉะดินข้างหลุม (ด้านเรียบ) ให้ได้ดินเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม นำตัวอย่างดินแต่ละจุดที่ความลึกเดียวกันของแต่ละรูปแบบการทดลองมาผสมคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ผึ่งตัวอย่างดินในที่ร่มเลื่อวัสดุที่ไม่ใช่ดินออก เมื่อดินแห้ง บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 และ 2 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2555)

การวิเคราะห์ดิน

1. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ (1) ความหนาแน่นรวม (bulk density) โดย Core method ตามวิธีของ Blake and Hartge (1986) และ (2) เนื้อดิน (texture) โดยใช้ particle size analyzer (Masterizers 2000, Malvern UK) จำแนกเนื้อดินจากตารางสามเหลี่ยมมาตรฐาน (soil textural triangle) ตาม USDA (Soil survey staff, 1993)
2. วิเคราะห์ดินสมบัติทางเคมี ได้แก่ (1) ปฏิกิริยาของดิน (soil reaction, pH) โดยใช้ pH meter อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 (McLean, 1973; Peech, 1965) (2) อินทรีย์วัตถุ (organic matter; OM) และอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon; OC) ด้วยวิธี wet oxidation ของ Walkley and Black (Walkley and Black, 1934) (3) การนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) ใช้ pH meter อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 (Bower and Wilcox, 1965) (4) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchange Capacity; CEC) (Cottenie, 1980; Bower *et al*, 1952) (5) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธี Kjeldahl method (Bremner, 1996) (6) ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available P) ใช้วิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) (7) โพแทสเซียมที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available K) ด้วยสารละลาย ammonium acetate (NaOAc) 1N pH 7.0 (Mehlich, 1978) (8) ค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation

percentage, %BS) โดยคำนวณจากค่าของปริมาณต่างรวมที่สกัดได้ทั้งหมด หาค่าความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวก คุณ 100 (National Soil Survey Center, 1996)

การสะสมธาตุอาหารในดิน

ศึกษาจากปริมาณการสะสมของอนุภาคดินกับค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยการนำค่าปริมาณของอนุภาคดินในแต่ละชั้นที่ทำการเก็บตัวอย่างตามช่วงความลึกคูณกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละชนิด

ปริมาณการสะสมของธาตุอาหาร A = ค่าความเข้มข้นของธาตุ A x มวลดิน

การสะสมคาร์บอนในดิน

ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาร์บอนในดินจากห้องปฏิบัติการของดินแต่ละหลุมที่เก็บมาคำนวณปริมาณคาร์บอนในดินโดยการคูณกับปริมาณมวลดินต่อพื้นที่ จะได้ข้อมูลเป็น เมกกะกรัมคาร์บอนต่อไร่ (Mg C/rai)

การเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์

เก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตหญ้าแห้งในแต่ละรอบของการผลิต สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าแห้งที่ผลิตได้ส่วนหญ้าสดในแปลงแต่ละแปลงของทั้ง 2 รูปแบบการทดลอง เก็บตัวอย่างหญ้าสดโดยใช้กรอบสุ่มสี่เหลี่ยม (quadrat) ขนาด 1x1 เมตร สุ่มวางในแปลงหญ้าหลังตัดปรับครั้งแรก ในแปลงแต่ละแปลงทั้ง 2 รูปแบบๆ ละ 2 จุด และทิ้งไว้ในแปลงจนหญ้ามีอายุ 40 วัน ซึ่งจะใช้ประโยชน์หลังการตัดปรับ ตัดวัดผลผลิตและประเมินผลผลิตหญ้าก่อนและหลังการตัดปรับ หลังการทดลองใช้กรอบสุ่มสี่เหลี่ยมสุ่มวางในแปลงแต่ละแปลงทั้ง 2 รูปแบบๆ ละ 2 จุด ตัดวัดผลผลิตและประเมินผลผลิตหญ้าหลังการตัดปรับ ตัวอย่างหญ้าแห้ง ตัวอย่างหญ้าสดก่อนและหลังการตัดปรับ อบด้วยตู้อบชนิดเป่าลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์วัตถุดิบแห้ง (dry matter) และโปรตีนหยาบ (crude protein) ตามวิธีของ AOAC (2016) ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber) และลิกนิน (acid detergent lignin) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำผลการวิเคราะห์ดินของแต่ละรูปแบบการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร จากดินก่อนทดลอง และหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic)

ผลการทดลองและวิจารณ์

รูปแบบที่ 1 แปลงผลผลิตหญ้าแห้งโกสอแห้ง

คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

ความหนาแน่นของดิน (BD) หมายถึงสัดส่วนของน้ำหนักดินแห้งต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของดินทั้งหมด มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทของอากาศ และการซึมผ่านของน้ำ (บุญแสน, 2548) ก่อนการทดลอง ดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีความหนาแน่นรวม 1.57-1.76 Mg/m³ หลังการทดลองดินมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เนื้อดิน (soil texture) ก่อนการทดลอง เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) จัดเป็นกลุ่มเนื้อดินหยาบ (coarse textured soils) หรือ ดินเบา (light soil) ซึ่งเป็นดินที่มีปริมาณอนุภาคทราย (sand) มากกว่าอนุภาคทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) ไถพรวนได้ง่าย ไม่จับกันเป็น

ก้อน (บุญแสน, 2548) ดูดซับน้ำและแร่ธาตุได้น้อย มีการแทรกซึมของน้ำได้ดี (อนงนาฏ, 2557) เนื้อดินหลังการทดลองมีอนุภาคของดินเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งหมายถึงดินมีความร่วนซุยเพิ่มขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของดินจากการผลิตหญ้าแพงโกลาแห้ง

สมบัติของดิน	ความลึก (ซม.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ความหนาแน่นของดิน (Bulk density, Mg/m ³)	0-10	1.57	1.89
	10-20	1.76	1.71
	20-30	1.76	1.78
อนุภาคดินทราย (Sand, %)	0-10	63.40	59.70
	10-20	59.80	62.50
	20-30	60.60	60.80
อนุภาคดินร่วน (Silt, %)	0-10	27.00	28.90
	10-20	29.60	26.80
	20-30	29.30	28.50
อนุภาคดินเหนียว (Clay, %)	0-10	9.60	11.40
	10-20	10.60	10.70
	20-30	10.10	10.70
เนื้อดิน (Soil texture)	0-10	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	10-20	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย
	20-30	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย

สมบัติทางเคมีของดิน

ค่า pH ของดินก่อนการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่า 5.24-6.01 เป็นกรดจัด-กรดปานกลาง (กรดจัด pH 5.1-5.5, กรดปานกลาง pH 5.6-6.0; ยงยุทธ และคณะ, 2541) แต่ดินหลังการทดลองมีความเป็นกรดมากขึ้น pH 5.31-5.50 จัดอยู่ในกลุ่มเป็นกรดจัด ความเข้มข้นของอินทรีย์วัตถุ (organic matter OM) ในดินก่อนการทดลอง มีค่า 0.086-0.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำมาก (<0.5%; พงนิย และ ทวีศักดิ์, 2544) โดยที่ผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) จะมี OM มากกว่าดินที่ระดับความลึกมากขึ้น ดินหลังการทดลองมีปริมาณ OM เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนความเข้มข้นของคาร์บอน (OC) มีแนวโน้มเช่นเดียวกับ OM ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ในดินหลังการทดลองมีปริมาณไม่แตกต่างจากค่าเริ่มต้น มีค่าระหว่าง 0.4-0.9 g/kg สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) หลังการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นดินที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร มีค่าลดลง ระดับสัดส่วน C/N ratio อยู่ระดับต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ซึ่งมีค่าประมาณ 10 (ยงยุทธ และคณะ, 2541) หรือ 10-12 โดยเป็นค่าที่แสดงว่าอินทรีย์วัตถุได้ผ่านการย่อยสลายสมบูรณ์ที่แล้ว (สุนทรี, 2529) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ชั้นผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) หลังการทดลองมีปริมาณลดลง มีค่า P ระดับต่ำมาก (0-11 mg/kg; Agronomy Handbook อ้างโดย นันทรัตน์, 2554) โดย P จะลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเพราะชั้นผิวดินหรือดินชั้นบนเป็นชั้นที่รากของหญ้าเจริญเติบโต ปริมาณ P ที่ลดลงเพราะถูกหญ้าใช้ในการเสริมสร้างการเจริญเติบโต ความแข็งแรงของพืช ทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและราก รวมถึงมีการสูญเสีย P ในดินโดยติดไปกับส่วนของพืชอีกด้วย (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ส่วน P ในชั้น 10-30 เซนติเมตร มีปริมาณมากขึ้นหลัง

การทดลอง โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) ของดินหลังการทดลองมีปริมาณน้อยลง โดย K ในระดับต่ำมาก (<16 Mg/kg; Cope and Kirkland, 1975 อ้างโดย สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, ม.ป.ป.) การนำไฟฟ้า (EC) ของดินหลังการทดลอง มีค่าน้อยกว่าดินก่อนทดลอง ซึ่งน้อยกว่า 2 dS/m จัดว่าไม่มีผลกระทบต่อพืช (กรมทรัพยากรธรณี, ม.ป.ป.; FAO, 1976) อ้างโดย นันทรัตน์, 2554) ส่วนความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ดินหลังการทดลอง มีค่ามากขึ้นในทุกระดับความลึก โดยที่ผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) จะมีค่าสูงกว่าดินที่ระดับความลึกเพิ่มขึ้น แต่มีค่าต่ำทั้งก่อนและหลังการทดลอง (<10 cmol/kg; บรรเจิด, 2523 อ้างโดย ชูจิตต์, ม.ป.ป.) ซึ่งดินที่มีค่า CEC ต่ำจะมีความสามารถในการดูดธาตุอาหารของพืชได้ช้า

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมี และการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากการผลิตหญ้าแพงโกลาแห้ง

สมบัติของดิน	ความลึก (ซม.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
สมบัติทางเคมี			
ปฏิกิริยาดิน (pH)	0-10	5.24	5.50
	10-20	6.01	5.32
	20-30	5.77	5.31
อินทรีย์วัตถุ (OM, g/kg)*	0-10	1.80 / ต่ำ (1)	1.89 / ต่ำ (1)
	10-20	1.01 / ต่ำ (1)	1.22 / ต่ำ (1)
	20-30	0.86 / ต่ำ (1)	0.88 / ต่ำ (1)
คาร์บอน (OC, g/kg)	0-10	1.04	1.10
	10-20	0.59	0.71
	20-30	0.50	0.51
ไนโตรเจนทั้งหมด (g/kg)	0-10	0.90	0.90
	10-20	0.50	0.60
	20-30	0.40	0.40
สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	0-10	1.16	1.22
	10-20	1.17	1.18
	20-30	1.50	1.28
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P, mg/kg)*	0-10	12.05 / ปานกลาง (2)	5.08 / ต่ำ (1)
	10-20	2.78 / ต่ำ (1)	4.31 / ต่ำ (1)
	20-30	2.63 / ต่ำ (1)	3.89 / ต่ำ (1)
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K, mg/kg)*	0-10	32.87 / ต่ำ (1)	18.97 / ต่ำ (1)
	10-20	25.75 / ต่ำ (1)	23.60 / ต่ำ (1)
	20-30	18.82 / ต่ำ (1)	26.24 / ต่ำ (1)
การนำไฟฟ้าของดิน (EC, dS/m)	0-10	0.18	0.01
	10-20	0.14	0.02
	20-30	0.16	0.01

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สมบัติของดิน	ความลึก (ซม.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC, cmol/kg)*	0-10	3.14 / ต่ำ (1)	3.93 / ต่ำ (1)
	10-20	2.76 / ต่ำ (1)	3.19 / ต่ำ (1)
	20-30	2.52 / ต่ำ (1)	2.77 / ต่ำ (1)
อัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง *	0-10	ปานกลาง (2)	สูง (3)
	10-20	สูง (3)	สูง (3)
	20-30	สูง (3)	สูง (3)
คะแนนรวม*	0-10	(7)	(7)
	10-20	(7)	(7)
	20-30	(7)	(7)
ระดับความสมบูรณ์ของดิน*	0-10	ต่ำ	ต่ำ
	10-20	ต่ำ	ต่ำ
	20-30	ต่ำ	ต่ำ

- * การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตามหลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523) จะใช้ค่าอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง วิธีประเมินใช้วิธีการให้คะแนน (ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บในตาราง) ถ้าคะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่าถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าคะแนนอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ถ้าคะแนนเท่ากับ 13 หรือมากกว่า ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

จากผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้หลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523) พบว่า ดินก่อนและหลังการทดลองในทุกระดับความลึก มีระดับคะแนนความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใช้ประโยชน์แปลงหญ้าแพงโกลาด้วยการผลิตหญ้าแห้ง เป็นการนำเอาชีวมวลพืชออกจากแปลง การใช้เครื่องจักรกลในแปลงหญ้าทำให้ดินอัดแน่น ยากต่อการซึมน้ำผ่านผิวดิน มีผลต่อโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดิน แม้จะไม่มูลโคหมุ่นเวียนธาตุอาหารและคืนอินทรีย์วัตถุสู่ดิน แต่แปลงหญ้าก็มีการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจากเศษหญ้าและรากหญ้าบางส่วนที่ตายและเน่าสลายในดิน

ตารางที่ 3 การสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และธาตุอาหารในดิน จากการผลิตหญ้าแพงโกลาแห้ง

ความลึก (ซม.)	อินทรีย์วัตถุ ในดิน (SOM, เมกะกรัม/ไร่)	คาร์บอนในดิน (SOC, เมกะ กรัม/ไร่)	ไนโตรเจน ทั้งหมด (เมกะกรัม/ไร่)	P ที่เป็น ประโยชน์ (กก./ไร่)	K ที่เป็นประโยชน์ (กก./ไร่)
0-10	-0.002	-0.001	-0.01	-0.74	-1.53
10-20	0.022	0.013	0.01	0.15	-0.14
20-30	0.001	0.001	0.00	0.11	0.65
รวม 0-30	0.021	0.012	0.00	-0.48	-1.02

การสะสมอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และธาตุอาหารในดิน

การสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (SOM) และการสะสมคาร์บอนในดิน (SOC) ที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กันเพราะการสะสมคาร์บอนเป็นผลมาจากการสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน (Reeder and Schuman, 2002) โดยชั้นผิวดิน 0-10 เซนติเมตร ปริมาณ SOM และ SOC มีค่าติดลบแสดงถึงปริมาณการสะสมที่ลดลง เนื่องจากการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรเข้าไปในแปลงหญ้าในขั้นตอนการตัด เกลี่ย และอัด ฟ่อนหญ้า มีผลต่อการอัดแน่นของดิน ทำให้ดินมีความแข็งมากขึ้น (ณัฐนรี และคณะ, 2559; ประเทือง, 2560) การสะสม SOM ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.021 เมกะกรัมต่อไร่ การสะสม SOC เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.012 เมกะกรัมต่อไร่ ส่วนปริมาณการสะสมแร่ธาตุ N P และ K ที่เพิ่มขึ้นของดินชั้นบน (0-10 เซนติเมตร) และค่าการสะสมแร่ธาตุที่เพิ่มขึ้นของทุกชั้นดินรวมที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่าติดลบแสดงถึงปริมาณแร่ธาตุที่ลดลง เพราะเป็นระดับที่รากของหญ้าแพงโกลาดูดแร่ธาตุไปใช้ในการเจริญเติบโต (ยงยุทธ และคณะ, 2541) (ตารางที่ 3)

ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาแห้ง

จากตารางที่ 4 พบว่าผลผลิตหญ้าแพงโกลาจากแปลงผลิตหญ้าแพงโกลาแห้ง สามารถผลิตหญ้าแห้งได้ 3 ครั้ง ได้ผลผลิตเท่ากับ 2,360 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ เนื่องจากพื้นที่ทดลองมีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วงนาน ไม่มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับให้น้ำแปลงหญ้าหญ้าแพงโกลา มี DM CP NDF ADF และ lignin เท่ากับ 89.81 5.15 64.13 36.77 และ 5.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จัดเป็นหญ้าแห้งคุณภาพปานกลาง (5.0-7.9 เปอร์เซ็นต์) ตามเกณฑ์มาตรฐานทางเคมีของพืชแห้ง กองอาหารสัตว์ (วารุณี และคณะ, 2547) เนื่องจากการจัดการดูแลและใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำการผลิตหญ้าแพงโกลา (จิระวัชร และคณะ, 2549) ทำให้ได้หญ้าแห้งที่มีโปรตีนและคุณภาพปานกลาง

ตารางที่ 4 ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาในแปลงทดลอง

สิ่งทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	DM (%)	CP	NDF	ADF	lignin
			DM basis (%)			
แปลงผลิตหญ้าแพงโกลาแห้ง	2,360	89.81	5.15	64.13	36.77	5.46

- DM=วัตถุแห้ง (dry matter); CP = โปรตีนหยาบ (crude protein); NDF = ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber); ADF = ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber)

รูปแบบที่ 2 แปลงปล่อยโคแพะเลี้ยงต่อเนื่องนาน 8 เดือน

คุณสมบัติดินทางกายภาพ

ความหนาแน่นรวมของดิน 1.58-1.78 Mg/m³ เป็นดินร่วน (loam) มีอนุภาคของดินเหนียว (clay) มากกว่าดินทราย เป็นกลุ่มเนื้อดินร่วน (Medium-textured soils) สามารถอุ้มน้ำได้ดี ระบายน้ำและอากาศค่อนข้างดีสามารถตรึงอาหารธาตุไว้ได้มากพอสมควร และไถพรวนได้สะดวก (บุญแสน, 2548; อนงนาฏ, 2557) เนื้อดินหลังการทดลอง ชั้นผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) มีอนุภาคดินทรายเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อดินเปลี่ยนเป็นดินร่วนปนทราย ขณะที่ชั้นดินระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร ยังคงมีลักษณะเป็นดินร่วน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 สมบัติทางกายภาพของดินจากการปล่อยโคแทะเลี้ยงต่อเนื่องนาน 8 เดือน

สมบัติของดิน	ความลึก (ซม.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ความหนาแน่นของดิน (Bulk density, Mg/m ³)	0-10	1.58	1.87
	10-20	1.71	1.80
	20-30	1.78	1.69
อนุภาคดินทราย (Sand, %)	0-10	49.50	56.20
	10-20	51.50	51.20
	20-30	44.30	46.90
อนุภาคดินร่วน (Silt, %)	0-10	40.30	36.10
	10-20	37.40	36.50
	20-30	37.60	36.20
อนุภาคดินเหนียว (Clay, %)	0-10	10.20	7.70
	10-20	11.10	12.30
	20-30	18.10	16.90
เนื้อดิน (Soil texture)	0-10	ดินร่วน	ดินร่วนปนทราย
	10-20	ดินร่วน	ดินร่วน
	20-30	ดินร่วน	ดินร่วน

สมบัติทางเคมีของดิน

ค่า pH ของดินก่อนการทดลอง 5.15-5.36 เป็นกรดปานกลาง (ยงยุทธ และคณะ, 2541) หลังการทดลองชั้นผิวดิน (0-10 ซม.) ดินมีความเป็นกรดลดลง ขณะที่ชั้นดินที่ความลึกเพิ่มขึ้นมีความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น ความเข้มข้นของ OM ในดินก่อนการทดลอง 0.055-0.233 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำมาก (<0.5 เปอร์เซ็นต์) (พจน์ีย์ และ ทวีศักดิ์, 2544) โดยที่ผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) จะมีปริมาณ OM มากกว่าดินที่ระดับความลึกมากขึ้น ดินหลังการทดลองมี OM เพิ่มขึ้น โดยที่ผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) ยังคงมีปริมาณ OM มากกว่าดินที่ระดับความลึกมากขึ้น ส่วนความเข้มข้นของ OC มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับ OM ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) ก่อนทดลองมีค่า 0.30-0.90 mg/kg หลังการทดลองดินมีปริมาณ N เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างจากค่าเริ่มต้น สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ดินก่อนและหลังการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 สมบัติทางเคมีและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากการปล่อยโคทะเล็มต่อเนื่อง 8 เดือน

สมบัติของดิน	ความลึก (ซม.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
สมบัติทางเคมี			
ปฏิกิริยาดิน (pH)	0-10	5.36	5.63
	10-20	5.24	4.79
	20-30	5.15	4.97
อินทรีย์วัตถุ (OM, g/kg)*	0-10	1.70 / ต่ำ (1)	2.10 / ต่ำ (1)
	10-20	0.96 / ต่ำ (1)	1.02 / ต่ำ (1)
	20-30	0.55 / ต่ำ (1)	0.77 / ต่ำ (1)
คาร์บอน (OC, g/kg)	0-10	0.99	1.22 / ต่ำ (1)
	10-20	0.56	0.59
	20-30	0.32	0.45
ไนโตรเจนทั้งหมด (g/kg)	0-10	0.90	1.10
	10-20	0.50	0.50
	20-30	0.30	0.40
สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	0-10	1.10	1.11
	10-20	1.11	1.18
	20-30	1.06	1.12
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P, mg/kg)*	0-10	10.09 / ต่ำ (1)	6.77 / ต่ำ (1)
	10-20	3.14 / ต่ำ (1)	4.19 / ต่ำ (1)
	20-30	2.06 / ต่ำ (1)	3.59 / ต่ำ (1)
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K, mg/kg)*	0-10	19.70 / ต่ำ (1)	47.72 / ต่ำ (1)
	10-20	5.79 / ต่ำ (1)	13.17 / ต่ำ (1)
	20-30	15.61 / ต่ำ (1)	28.40 / ต่ำ (1)
การนำไฟฟ้าของดิน (EC, dS/m)	0-10	0.18	0.03
	10-20	0.11	0.01
	20-30	0.10	0.01
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC, cmol/kg)*	0-10	2.88 / ต่ำ (1)	3.68 / ต่ำ (1)
	10-20	1.96 / ต่ำ (1)	2.75 / ต่ำ (1)
	20-30	2.08 / ต่ำ (1)	2.41 / ต่ำ (1)
อัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง *	0-10	สูง (3)	สูง (3)
	10-20	ปานกลาง (2)	สูง (3)
	20-30	ต่ำ (1)	สูง (3)
คะแนนรวม*	0-10	(7)	(7)
	10-20	(6)	(7)
	20-30	(5)	(7)
ระดับความสมบูรณ์ของดิน*	0-10	ต่ำ	ต่ำ
	10-20	ต่ำ	ต่ำ
	20-30	ต่ำ	ต่ำ

- * การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตามหลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523) จะใช้ค่าอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง วิธีประเมินใช้วิธีการให้คะแนน (ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บในตาราง) ถ้าคะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่าถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าคะแนนอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ถ้าคะแนนเท่ากับ 13 หรือมากกว่า ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

พอสฟอรัส (Available P) หลังการทดลอง ชั้นผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) มีปริมาณลดลงจากดินก่อนการทดลอง ส่วนดินที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร ปริมาณ P หลังการทดลองเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ทั้งก่อนและหลังการทดลอง ดินมี P อยู่ในระดับต่ำ (16-30 mg/kg; Agronomy Handbook อ้างโดย นันทรัตน์, 2554) ปริมาณโพแทสเซียม (Available K) พบมากที่สุดในชั้นผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) ก่อนทดลองมีปริมาณ K ในระดับต่ำมาก (<16 mg/kg; Cope and Kirkland, 1975 อ้างโดย สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, ม.ป.ป.) และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในดินหลังการทดลองในทุกๆระดับชั้นความลึก การนำไฟฟ้า (EC) ของดินหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่าน้อยกว่าดินก่อนทดลอง มีค่า EC อยู่ระหว่าง 0.03-0.10 dS/m ซึ่งน้อยกว่า 2 dS/m ไม่มีผลกระทบต่อพืช (กรมทรัพยากรธรณี, ม.ป.ป.; FAO, 1976 อ้างโดย นันทรัตน์, 2554) ความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) ของดินหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มากกว่าค่าเริ่มต้นในดินก่อนทดลองในทุกๆระดับความลึก โดยที่ผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) จะมีค่าสูงกว่าดินที่ระดับความลึกเพิ่มขึ้น แต่มีค่าต่ำทั้งก่อนและหลังการทดลอง (<10 cmol/kg; บรรเจิด, 2523 อ้างโดย ชูจิตต์, ม.ป.ป.) ซึ่งหมายถึงดินมีความสามารถในการดูดธาตุอาหารของพืชได้ช้า (ตารางที่ 6)

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้หลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523) พบว่า ดินก่อนและหลังการทดลองในทุกๆระดับความลึก มีระดับคะแนนความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

การสะสมอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และธาตุอาหารในดิน

การสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (SOM) ที่เพิ่มขึ้น ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เท่ากับ 0.032 เมกะกรัมต่อไร่ การสะสมคาร์บอนในดิน (SOC) เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.019 เมกะกรัมต่อไร่ ส่วนปริมาณการสะสมแร่ธาตุ N และ K พบในดินชั้นบน (0-10 เซนติเมตร) มากกว่าดินในระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณ P ที่ชั้นผิวดิน 0-10 เซนติเมตร และค่าการสะสมรวมของดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่าติดลบ แสดงถึงปริมาณการสะสม P ลดลง เป็นไปตามปริมาณ P หลังการทดลอง (ตารางที่ 6) ซึ่งมีค่าลดลง ทั้งนี้เพราะพืชดูดแร่ธาตุไปใช้ในการเจริญเติบโต (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ถึงแม้ว่าจะมีมูลโคเพิ่มเติมในแปลงหญ้าจากการปล่อยโคแทะเล็มต่อเนื่องในแปลง แต่มูลโคมีปริมาณพอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 7) ซึ่งน้อยกว่า N 1-2 เท่า สำหรับมูลโคเนื้อ และน้อยกว่า N 4-6 เท่า สำหรับมูลโคนม (Buckley and Makortoff, 2004) และมีอัตราการสลายตัวช้า อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยให้โคแทะเล็มพืชอาหารสัตว์ มีมูลสัตว์หมุนเวียนธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุคืนสู่ดิน จะทำให้ดินมีคุณสมบัติทางกายภาพดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลดีในระยะยาว

ตารางที่ 7 การสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และธาตุอาหารในดิน จากการปล่อยโคแทะเล็มต่อเนื่อง 8 เดือน

ความลึก (ซม.)	อินทรีย์วัตถุ ในดิน (SOM, เมกะ กรัม/ไร่)	คาร์บอนในดิน (SOC, เมกะ กรัม/ไร่)	ไนโตรเจน ทั้งหมด (เมกะกรัม/ไร่)	P ที่เป็น ประโยชน์ (กก./ไร่)	K ที่เป็น ประโยชน์ (กก./ไร่)
0-10	0.008	0.004	0.01	-0.44	2.08
10-20	0.001	0.000	0.00	0.08	0.63
20-30	0.024	0.014	0.01	0.16	1.29
รวม 0-30	0.032	0.019	0.01	-0.21	4.00

ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลา

ผลผลิตหญ้าแพงโกลาจากแปลงปล่อยโคแทะเล็มต่อเนื่องนาน 8 เดือน มีปริมาณผลผลิตหญ้าหลังการปล่อยแทะเล็มเท่ากับ 663 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และหญ้าแพงโกลา มี DM CP NDF ADF และ lignin เท่ากับ 89.81 5.05 64.40 35.41 และ 5.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ถึงแม้ว่าแปลงหญ้าจะไม่ได้ใส่ปุ๋ยยูเรียสำหรับการจัดการแปลงปล่อยโคแทะเล็มต่อเนื่อง แต่หญ้าได้รับแร่ธาตุจากมูลโคเป็นอาหารสำหรับพืชใช้ในการเจริญเติบโตได้ตลอดระยะเวลา 3 ปี

ตารางที่ 8 ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาในแปลงทดลอง

สิ่งทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)		DM (%)	CP	NDF	ADF	lignin
	ก่อนแทะเล็ม	หลังแทะเล็ม					
แปลงปล่อยโคแทะเล็มต่อเนื่องนาน 8 เดือน	1,205	663	89.99	5.05	64.40	35.41	5.48

- DM=วัตถุแห้ง (dry matter); CP = โปรตีนหยาบ (crude protein); NDF = ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber); ADF = ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber)

รูปแบบที่ 3 แปลงปล่อยโคแทะเล็มต่อเนื่องนาน 12 เดือน

คุณสมบัติดินทางกายภาพ

ความหนาแน่นรวมของดินก่อนการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 1.81-1.90 Mg/m³ หลังการทดลองดินมีความหนาแน่นลดลง ซึ่งความหนาแน่นรวมของดินที่ลดลงมีผลให้ดินร่วนซุยมากขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549) เนื้อดินหลังการทดลองมีอนุภาคของดินทรายเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เนื้อดินยังคงเป็นดินร่วนทั้งก่อนและหลังการทดลอง (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 สมบัติทางกายภาพของดินจากการปล่อยโคแทะเล็มต่อเนื่องนาน 12 เดือน

สมบัติของดิน	ความลึก (ซม.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ความหนาแน่นของดิน (Bulk density, Mg/m ³)	0-10	1.90	1.89
	10-20	1.81	1.75
	20-30	1.81	1.77
อนุภาคดินทราย (Sand, %)	0-10	44.20	50.50
	10-20	41.40	42.90
	20-30	38.80	42.30
อนุภาคดินร่วน (Silt, %)	0-10	41.00	37.00
	10-20	43.50	40.20
	20-30	41.10	40.70
อนุภาคดินเหนียว (Clay, %)	0-10	14.80	12.50
	10-20	15.10	16.90
	20-30	20.10	17.00
เนื้อดิน (Soil texture)	0-10	ดินร่วน	ดินร่วน
	10-20	ดินร่วน	ดินร่วน
	20-30	ดินร่วน	ดินร่วน

สมบัติทางเคมีของดิน

ค่า pH ของดินก่อนการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่า 6.16-6.75 และมีความเป็นกรดมากขึ้นหลังการทดลอง pH 5.8-6.06 อยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อย-กรดปานกลาง (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ระดับผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.011-0.233 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำมาก (<0.5%) (พจนีย์ และ ทวีศักดิ์, 2544) หลังการทดลองมีปริมาณ OM ไกล่เคียงกับดินก่อนทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยที่ผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) จะมี OM มากกว่าดินที่ระดับความลึกมากขึ้น ส่วนความเข้มข้นของ OC มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับ OM

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) ก่อนทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.20 g/kg ดินหลังการทดลองพบปริมาณ N ไม่แตกต่างจากค่าเริ่มต้นแต่มีแนวโน้มลดลง สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ดินหลังการทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกับดินก่อนทดลอง

ฟอสฟอรัส (Available P) ของดินหลังการทดลองชั้นผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) เพิ่มขึ้นจากดินก่อนการทดลอง แต่อยู่ในระดับต่ำ (12-25 mg/kg) ขณะที่ดินชั้น 10-30 เซนติเมตร มีปริมาณ P ลดลง และอยู่ในระดับต่ำมาก (0-11 mg/kg; Agronomy Handbook อ้างโดย นันทรัตน์, 2554) ส่วนโพแทสเซียม (Available K) ชั้นผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) มีปริมาณมากกว่าชั้นดินที่ความลึกมากขึ้น ก่อนการทดลองปริมาณ K อยู่ในระดับต่ำ (16-30 mg/kg) และมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง (61-120 mg/kg) ถึงระดับสูง (61-120 mg/kg) ชั้นดินระดับ 10-20 เซนติเมตร หลังการทดลองมีปริมาณ K เพิ่มขึ้น แต่ยังคงอยู่ระดับต่ำ ส่วนดินชั้น 20-30 เซนติเมตร หลังการทดลอง ปริมาณ K ลดลงและอยู่ในระดับต่ำมาก (<16 mg/kg; Cope and Kirkland, 1975 อ้างโดย สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 7, ม.ป.ป.)

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินหลังการทดลองมีค่าน้อยกว่าก่อนทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.07 dS/m ซึ่งน้อยกว่า 2 dS/m จัดว่าไม่มีผลกระทบต่อพืช (กรมทรัพยากรธรณี, ม.ป.ป.; FAO, 1976) อ้างโดย นันทรัตน์, 2554) ความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) หลังการทดลองมีค่าลดลงระหว่าง 3.81-4.42 cmol/kg ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ ส่งผลให้ดินมีความสามารถดูดธาตุอาหารพืชได้ช้า (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 สมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากการปล่อยโคและเล็มต่อเนื่อง 12 เดือน

สมบัติของดิน	ความลึก (ซม.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
สมบัติทางเคมี			
ปฏิกิริยาดิน (pH)	0-10	6.43	5.68
	10-20	6.75	6.06
	20-30	6.16	5.86
อินทรีย์วัตถุ (OM, g/kg)*	0-10	2.33 / ต่ำ (1)	2.28 / ต่ำ (1)
	10-20	1.26 / ต่ำ (1)	1.40 / ต่ำ (1)
	20-30	1.10 / ต่ำ (1)	1.27 / ต่ำ (1)
คาร์บอน (OC, g/kg)	0-10	1.35	1.32
	10-20	0.73	0.81
	20-30	0.64	0.74
ไนโตรเจนทั้งหมด (g/kg)	0-10	1.20	1.10
	10-20	0.60	0.70
	20-30	0.80	0.60

ตารางที่ 10 (ต่อ)

สมบัติของดิน	ความลึก (ซม.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	0-10	1.13	1.20
	10-20	1.22	1.16
	20-30	0.80	1.23
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P, mg/kg)*		19.07 / ปาน	22.26 / ปาน
	0-10	กลาง (2)	กลาง (2)
	10-20	9.40 / ต่ำ (1)	3.95 / ต่ำ (1)
	20-30	7.27 / ต่ำ (1)	3.68 / ต่ำ (1)
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K, mg/kg)*	0-10	47.10 / ต่ำ (1)	60.83 / ปาน
			กลาง (2)
	10-20	17.98 / ต่ำ (1)	25.48 / ต่ำ (1)
	20-30	17.67 / ต่ำ (1)	8.35 / ต่ำ (1)
การนำไฟฟ้าของดิน (EC, dS/m)	0-10	0.40	0.07
	10-20	0.27	0.02
	20-30	0.24	0.01
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC, cmol/kg)*	0-10	4.68 / ต่ำ (1)	4.42 / ต่ำ (1)
	10-20	3.52 / ต่ำ (1)	4.83 / ต่ำ (1)
	20-30	3.31 / ต่ำ (1)	3.81 / ต่ำ (1)
อัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง *	0-10	สูง (3)	สูง (3)
(Base solution percentage, %)	10-20	สูง (3)	สูง (3)
	20-30	สูง (3)	สูง (3)
คะแนนรวม*	0-10	(8)	(9)
	10-20	(7)	(7)
	20-30	(7)	(7)
ระดับความสมบูรณ์ของดิน*	0-10	ปานกลาง	ปานกลาง
	10-20	ต่ำ	ต่ำ
	20-30	ต่ำ	ต่ำ

* การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตามหลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523) จะใช้ค่าอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง วิธีประเมินใช้วิธีการให้คะแนน (ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บในตาราง) ถ้าคะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่าถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าคะแนนอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ถ้าคะแนนเท่ากับ 13 หรือมากกว่า ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้หลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523) พบว่า ดินก่อนและหลังการทดลองมีระดับคะแนนความอุดมสมบูรณ์ไม่แตกต่างกัน ชั้นผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) มีระดับคะแนนปานกลาง แต่ชั้นดิน 10-30 เซนติเมตร มีคะแนนความอุดมสมบูรณ์ระดับต่ำ

การสะสมอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และธาตุอาหารในดิน

การสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (SOM) ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 0.032 เมกะกรัมต่อไร่ การสะสมคาร์บอนในดิน (SOC) เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.018 เมกะกรัมต่อไร่ โดยการสะสมคาร์บอนเป็นผลมาจากการสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน (Reeder and Schuman, 2002) โดยชั้นผิวดิน 0-10 เซนติเมตร ปริมาณการสะสม SOM และ SOC มีค่าติดลบแสดงถึงปริมาณการสะสมลดลงเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการทดลองนี้สอดคล้องกับ Hart (1999) ซึ่งรายงานว่าการปล่อยโคแทะเล็มในแปลงหญ้า จะทำให้การสะสมคาร์บอนในดิน ระดับ 0-30 เซนติเมตร เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 การสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และธาตุอาหารในดิน จากการปล่อยโคแทะเล็ม ต่อเนื้อ 12 เดือน

ความลึก (ซม.)	อินทรีย์วัตถุในดิน (SOM, เมกะ กรัม/ไร่)	คาร์บอนในดิน (SOC, เมกะ กรัม/ไร่)	ไนโตรเจน ทั้งหมด (เมกะกรัม/ไร่)	P ที่เป็น ประโยชน์ (กก./ไร่)	K ที่เป็น ประโยชน์ (กก./ไร่)
0-10	-0.003	-0.001	-0.01	0.28	1.20
10-20	0.017	0.010	0.01	-0.47	0.74
20-30	0.017	0.010	-0.02	-0.31	-0.81
รวม 0-30	0.032	0.018	-0.01	-0.50	1.13

ปริมาณการสะสมแร่ธาตุ N P และ K ที่ชั้นผิวดิน 0-10 เซนติเมตร และค่าการสะสมรวมของดิน ที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่าติดลบ แสดงถึงปริมาณการสะสม N และ P ลดลง เป็นไปตามปริมาณ N และ P หลังการทดลอง (ตารางที่ 10) ซึ่งมีค่าลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะพืชดูดแร่ธาตุไปใช้ในการเจริญเติบโต (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ถึงแม้ว่าจะมีมูลโคเพิ่มเติมในแปลงหญ้าจากการปล่อยโคแทะเล็มต่อเนื่องในแปลง แต่มูลโคมีปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ (Buckley and Makortoff, 2004) และมีอัตราการสลายตัวช้า อาจทำให้ปริมาณแร่ธาตุไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของหญ้าแพนโกลา

ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพนโกลา

ผลผลิตหญ้าแพนโกลาจากแปลงปล่อยโคแทะเล็มนาน 12 เดือน มีปริมาณผลผลิตหญ้า หลังการแทะเล็มเท่ากับ 460 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ผลผลิตหญ้ามีเหลือค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการปล่อยโคแทะเล็มตลอดทั้งปี หญ้าถูกเหยียบย่ำตลอดเวลา ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้า หญ้าแพนโกลา มี DM CP NDF ADF และ lignin เท่ากับ 89.87 5.24 63.25 35.19 และ 5.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12) แปลงหญ้าได้รับแร่ธาตุจากมูลโคอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 3 ปี ใช้เป็นแร่ธาตุอาหาร ในการเจริญเติบโต แต่อย่างไรก็ตาม มูลโคซึ่งเป็นปุ๋ยคอกที่มีอัตราการสลายตัวช้า ปริมาณแร่ธาตุที่ได้จาก มูลโคอาจไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแพนโกลา

ตารางที่ 12 ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาในแปลงทดลอง

สิ่งทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)		DM (%)	CP	NDF	ADF	lignin
	ก่อนเพาะเลี้ยง	หลังเพาะเลี้ยง					
แปลงปล่อยโคทะเล็ม	1,216	460	89.8	5.24	63.25	35.1	5.40
ต่อเนื่องนาน 12 เดือน			7			9	

- DM=วัตถุแห้ง (dry matter); CP = โปรตีนหยาบ (crude protein); NDF = ผนังเซล (neutral detergent fiber);
ADF = ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber)

สรุปผลการทดลอง

ผลการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 รูปแบบต่อคุณสมบัติทางกายภาพและการสะสมคาร์บอนของดินในพื้นที่ลุ่มภาคกลาง สรุปว่า

1. รูปแบบการผลิตหญ้าแห้ง คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน การสะสมคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น 0.012 เมกะกรัมคาร์บอนต่อไร่
2. รูปแบบการปล่อยโคพื้นเมืองทะเล็มต่อเนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลา นาน 8 เดือน คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ดินมีคุณภาพดีขึ้น การสะสมคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น 0.019 เมกะกรัมคาร์บอนต่อไร่
3. รูปแบบการปล่อยโคพื้นเมืองทะเล็มต่อเนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลา นาน 12 เดือน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้น มีปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น 0.018 เมกะกรัมคาร์บอนต่อไร่

ข้อเสนอแนะ

การสะสมคาร์บอนในดินต้องใช้ระยะเวลายาวนานและขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นหลายประการทั้งสภาพพื้นที่ สภาพภูมิอากาศและการจัดการ การทดลองในครั้งนี้ มีเวลาเพียง 3 ปี ผลการสะสมคาร์บอนในดินไม่ปรากฏชัดเจนมากนัก หากมีการศึกษาวิจัยต่อไปควรศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินในระยะยาว และควรใช้อัตราการทะเล็มที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดินที่ให้ความอนุเคราะห์การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ขอขอบคุณคุณมะเนตร คำแจ่ม ที่ช่วยดูแลโคทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง 3 ปี ขอขอบคุณคุณอรุณชัยพนธ์ ไชยพิเดช คุณครรชิต ศรีพลาน คุณอนันต์ จินตานิรุต คุณธีระศักดิ์ บุญลา คุณนคร รักกลิ่น คุณเกษมสุข สุขเกษม และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างดิน ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เลย ที่สนับสนุนโคทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ที่ช่วยวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณคุณฐปรัญ์ สีสอยอุ้นแก้ว ที่ให้ความรู้ในการคำนวณการสะสมคาร์บอนในดิน ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญสมศักดิ์ เกาทอง และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. ม.ป.ป. วิธีวัดค่าความเค็ม. แหล่งที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Alkaline_soil/doc4.pdf, 20 กรกฎาคม 2560.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2555. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สำหรับการปลูกพืช. เอกสารคำแนะนำ. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองสำรวจดิน. 2523. คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการเล่มที่ 28. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คู่มือปฏิบัติการ ปฐพีวิทยาเบื้องต้น และวิทยาศาสตร์ทางดิน. พิมพ์ครั้งที่ 11. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.
- จิระวัชร เข้มสวัสดิ์ ฉายแสง ไผ่แก้ว เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์ วิรัช สุขสรายุ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม อารักษ์กต์ พลบำรุง วีระศักดิ์ จิโนแสง และอานุภาพ เสี่ยงสาย. 2545. หญ้าแพงโกลา. เอกสารเผยแพร่ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชูจิตต์ สงวนทรัพยากร. ม.ป.ป. การใช้ประโยชน์ที่ดินจากผลการวิเคราะห์ดิน. แหล่งที่มา: http://e-library.ldd.go.th/Web_KM/Data/re_7.pdf, 18 กรกฎาคม 2560.
- ณัฐนรี สาระพิมพ์ สุภัทรา ถึกสถิตย์ สมนิมิตร พุกงาม และยุทธพงษ์ ศิริมังคละ. 2559. สมบัติทางประชากรทางอุทกวิทยาของดินและสัตว์หน้าดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยขมิ้น จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิจัย มช. (บศ.). 16 (2): 49-62.
- นันทรัตน์ ศุภกานี. 2554. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์และการแปลผล (ตอน 2). เคหการเกษตร. 37(6): 175-178.
- บุญแสน เตียวบุญธรรม. 2548. คุณสมบัติทางกายภาพของดิน. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. แหล่งที่มา: http://elearning.nsr.ac.th/web_elearning/soil/lesson_3_6.php, 18 กรกฎาคม 2560.
- ประเทือง อุษาบริสุทธิ์. 2560. การอัดแน่นของดินทรายแป้งในไร้อ้อย. โครงการอุดหนุนทุนวิจัย มก. แหล่งที่มา: <http://www3.rdi.ku.ac.th/?p=26153>, 5 กุมภาพันธ์ 2561.
- พจนีย์ มอญเจริญ และ ทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- ยงยุทธ โอสดสภา ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชัยสิทธิ์ ทองจุ. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วารุณี พานิชผล ฉายแสง ไข่แก้ว สมคิด พรหมมา โสภณ ชินเวโรจน์ จันทกานต์ อรณนันท วิโรจน์ ฤทธิฤทัย และวรรณ อ่างทอง. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห่งชาติ. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.
- สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7. ม.ป.ป. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน. แหล่งที่มา : http://r07.ddd.go.th/Web/12_Major/Data/paper9.pdf, 23 กรกฎาคม 2560.
- สุนทรী อัครธนกุล. บทปฏิบัติการปฐพีวิทยามูลฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
- อนงนาฏ ศรีประโชติ. 2557. Soil texture and soil structure. เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ความอุดมสมบูรณ์ของดินและโภชนาการพืช. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. แหล่งที่มา : [https://ag2.kku.ac.th/eLearning/132351/Doc/132351%20Lec4%20SoilTexture&Structure-57 \(Dr.Anongnat\).pdf](https://ag2.kku.ac.th/eLearning/132351/Doc/132351%20Lec4%20SoilTexture&Structure-57 (Dr.Anongnat).pdf), 18 กรกฎาคม 2560.
- AOAC. 2016. Official methods of analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., USA.
- Blake, G.R. and Hartge. 1986. "Bulk density". In: A. Klute (ed.), Methods of soil Analysis part I (Physical and Mineralogical Methods). 2th ed. American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- Bower, C. A., R. F. Reitemeier and M. Fireman. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Sci., 73: 251-261.
- Bower, C.A. and L.U. Wilcox. 1965. Soluble salts, in C.A. Black (ed.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy Number 9. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. Page 938-951.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59:39-45.
- Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-Total. In Methods of soil analysis, part 3, ed. D. L. Sparks, 1085-1121. Madison, Wisc.: Soil Science Society of America.
- Buckley, K. AND M. Makortoff. 2004. Phosphorus in Livestock Manures. Manure nutrient. Chapter 3: Nutrient management, in: Advanced Silage Corn Management 2004. Bittman, S. and C. G. Kowalenko, Pacific Field Corn Association.
- Cottenie, A. 1980. Soil and Plant Testing as a Basis of Fertilizer Recommendations, FAO Soils Bulletin 38/2, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO. 2016. 2016 The State of Food and Agriculture Climate Change, Agriculture and Food Security. Rome.

- FAO. n.d. *Digitaria eriantha*. Available source: <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/gbase/data/pf000477.htm>, July 23, 2017.
- Fitz-Gibbon, carol Taylor, Lyons Morris and Lynn, ji.auth. 1987. How to design a program evaluation. Newbury Park: Sagh.
- Hart, R.H., 1999. Cattle grazing intensity and plant biodiversity on shortgrass steppe after 55 years. In: Eldridge, D., Freudenberger, D. (Eds.), Proceedings of the VI International Rangeland Congress. Townsville, Australia, pp. 646–647.
- McKenzie, D. 2010. Soil Carbon sequestration under Pasture in Southern Australia. ‘Dairy Australia’ Soil Carbon Report, February 2010.
- McLean, E. O. 1973. Testing soil for pH and lime requirement. In: L.M. Walsh and J. D. Beaton (ed.). Soil testing and plant analysis. Amer. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin. Page 78–95.
- Mehlich A. 1978. New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 9: 477–492.
- National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Invest. Rept. No. 42, Version 3.0 U.S. Dept. of Agr., U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Parsons, A.J., J.S. Rowarth and P.C.D. Newton. 2009. Managing pasture for animals and soil carbon. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 71: 77-84.
- Peech, M. 1965. Hydrogen-inon activity. In: C.A. Black (ed.). Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy Number 9. Amer. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin. Page 914–926.
- Post, W. M. and K. C. Kwon_. 2000. Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential. Global Change Biology. 6: 317–328.
- Rasmussen, P.E. and W.J. Parton. 1994. Long-Term Effects of Residue Management in Wheat-Fallow: I. Inputs, Yield, and Soil Organic Matter. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 523-530.
- Reeder, J.D. and G.E. Schuman. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed grass and short-grass rangelands. Environmental Pollution. 116: 457–463.
- Soil Survey Division Staff. 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- Tropical forage. n.d. *Digitaria eriantha*. Available source: http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Digitaria_riantha.htm, July 23, 2017.

- 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.
- Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. *Soil. Sci.* 37: 29-38.
- Wright, A. L., F. M. Hons, and F. M. Rouquette. 2004. Long-term management impacts on soil carbon and nitrogen dynamics of grazed bermudagrass pastures. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 1809-1816.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 การแปลผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน

ระดับความรุนแรง	สภาพกรดหรือสภาพด่างของดิน
กรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	<3.5
กรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
กรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
กรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
กรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
กลาง (neutral)	6.6-7.3
ด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
ด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
ด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	>9.0

- ที่มา : ยงยุทธ และคณะ (2541)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระดับของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ระดับ	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%)
ต่ำมาก	<0.5
ค่อนข้างต่ำ	0.5-1.0
ต่ำ	1.0-1.5
ปานกลาง	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง	2.5-3.5
สูง	>3.5

- ที่มา : พจนีย์ และ ทวีศักดิ์ (2544)

ตารางภาคผนวกที่ 3 ระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การจัดระดับฟอสฟอรัสในดิน	ปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สกัดได้โดยวิธีต่างๆ (ppm)		
	Bray I	Bray II	Olsen*
ต่ำมาก	0-8	0-11	0-3
ต่ำ	9-17	12-25	4-7
ปานกลาง	18-26	26-42	8-13
สูง	27-39	43-59	14-22
สูงมาก	>40	>60	>22

- * ใช้กับดินต่าง-กรดอ่อนที่มีอินทรีย์วัตถุ <3%

- ที่มา: Agronomy Handbook อ้างโดย นันทรัตน์ (2554)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ระดับของโพแทสเซียมในดิน

ปริมาณโพแทสเซียม (ppm)	ระดับ	การประเมิน
<16	ต่ำมาก	ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีอยู่ในระดับต่ำมาก อาจมีผลทำให้ได้ผลผลิตที่ต่ำกว่า 50% ของผลผลิตสูงสุด
16-30	ต่ำ	ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีอยู่ในระดับต่ำ มีผลทำให้ได้ผลผลิตระหว่าง 50-75% ของผลผลิตสูงสุด
31-60	ปานกลาง	ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีอยู่ในระดับปานกลาง มีผลทำให้ได้ผลผลิตระหว่าง 75-100% ของผลผลิตสูงสุด
61-120	สูง	ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีเพียงพอกับความต้องการของพืช มีผลทำให้ได้ผลผลิตระหว่าง 100% ของผลผลิตสูงสุด
>120	สูงมาก	ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีเพียงพอกับความต้องการของพืชและเหลือใช้ มีผลทำให้ได้ผลผลิตระหว่าง 100% ของผลผลิตสูงสุด และมีธาตุโพแทสเซียมสำรองไว้ใช้ต่อไปได้อีก

- ที่มา: Cope and Kirkland. (1975) อ้างโดย สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 (ม.ป.ป.)

ตารางภาคผนวกที่ 5 การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช (สารละลายดินอิ่มตัว)

ค่าการนำไฟฟ้า (EC, dS/m)	ระดับความเค็ม	อาการของพืช
<2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อพืช
2-4	เค็มน้อย	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ทนเค็ม
4-8	เค็มปานกลาง	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
8-15	เค็มมาก	เฉพาะพืชทนเค็มเท่านั้นจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้
>15	เค็มจัด	เฉพาะพืชทนเค็มจัดจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้

- ที่มา: FAO (1976) อ้างโดย นันทรัตน์ (2554)

ตารางภาคผนวกที่ 6 ระดับของความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC, cmol/kg)
ต่ำ	<10
ปานกลาง	10-20
สูง	>20

- ที่มา: บรรเจิด (2523) อ้างโดย ชูจิตต์ (ม.ป.ป.)

ตารางภาคผนวกที่ 7 วิธีการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากผลการวิเคราะห์ดิน

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	B.S. (%)
ต่ำ	<1.5 (1)	<10 (1)	<60 (1)	<10 (1)	<35 (1)
ปานกลาง	1.5-3.5 (2)	10-25 (2)	60-90 (2)	10-20 (2)	35-75 (2)
สูง	>3.5 (3)	>25 (3)	>90 (3)	>20 (3)	>75 (3)

- ที่มา: กองสำรวจดิน (2523)

วิธีประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้วิธีการให้คะแนน (ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บในตาราง) ถ้าคะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่าถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าคะแนนอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ถ้าคะแนนเท่ากับ 13 หรือมากกว่า ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

ผลการปล่อยกระบือแพะเล็มในแปลงหญ้าแพงโกลาอินทรีย์ต่อคุณสมบัติดิน และสมรรถนะการเก็บกักคาร์บอนของดินในพื้นที่ดอน

อัศวิน สายเชื้อ^{1/} วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย^{2/} บุญส่ง เลิศรัตนพงษ์^{3/} อารังศักดิ์ พลบำรุง^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของการจัดการแปลงหญ้าแพงโกลาอินทรีย์ที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและการเก็บกักคาร์บอนในดินในพื้นที่ดอน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized completely randomized design) มี 3 สิ่งทดลองๆ 3 ซ้ำ ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ผลิตหญ้าแพงโกลาแห้งอินทรีย์ กลุ่มที่ 2 ปล่อยกระบือแพะเล็มต่อเนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลานาน 8 เดือน พักแปลง 4 เดือน และ กลุ่มที่ 3 ปล่อยกระบือแพะเล็มต่อเนื่องในแปลงหญ้าแพงโกลานาน 12 เดือน โดยสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ใช้กระบือแพะเล็ม น้ำหนักเฉลี่ย 260 กิโลกรัม จำนวน 2 ตัวต่อซ้ำ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ระหว่างเดือนตุลาคม 2556-กันยายน 2559 รวม 3 ปี

ผลการทดลอง พบว่า ผลผลิตหญ้าคิดเป็นน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 3 ปี ของกลุ่มที่ 1 ที่ผลิตหญ้าแพงโกลาแห้งอินทรีย์ มีผลผลิตหญ้าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 ที่ปล่อยกระบือแพะเล็มนาน 8 เดือน และกลุ่มที่ 3 ที่ปล่อยกระบือแพะเล็มนาน 12 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 1,316.66 815.14 และ 639.77 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นรวมของดินในปีที่ 3 พบว่า ดินในกลุ่มที่ 3 มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.16 Mg/m^3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 3.03 และ 3.08 Mg/m^3 ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและการเก็บกักคาร์บอนในดินของทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.02 1.85 และ 1.74 เปอร์เซ็นต์ และ 3.11 2.94 และ 2.74 kg-C/m^2 ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่า การปล่อยกระบือแพะเล็มในแปลงหญ้าแพงโกลาที่ปลูกในระบบอินทรีย์ ไม่มีผลต่อค่าอินทรีย์วัตถุในดิน และการเก็บกักคาร์บอนในดิน แต่มีผลต่อความหนาแน่นของดินและปริมาณผลผลิตหญ้าแพงโกลาเมื่อปล่อยให้แพะเล็มนาน 12 เดือน

คำสำคัญ : แปลงหญ้าอินทรีย์ การแพะเล็มต่อเนื่อง กระบือพื้นเมือง การเก็บกักคาร์บอน

เลขทะเบียนวิจัย : 57(1)-0214-028

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

^{4/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

Effects of buffaloes grazing pangola pastures managed under organic farming systems on soil properties and carbon sequestration potentials in upland soils

Autsawin Saichuer ^{1/} Viroj Rittruechai ^{2/} Boonsong Lertratanapong ^{3/}
Thumrongsakd Pholbumrung ^{4/}

Abstract

This experiment was conducted to study effects of difference management in pangola pasture on soil properties and carbon sequestration in soils at Sakon Nakhon Animal Nutrition Research and Development Center, Amphoe Mueang, Sakon Nakhon province in 3 years during October 2013-September 2016. A randomized complete block design with 3 replications was used. Three treatments included of hay production without grazing (T1), 8 months continuous grazing (T2) and 12 months continuous grazing (T3). Two female buffaloes which average weight 260 kilograms were used in each replication of T2 and T3. The experiment lasted for 3 years.

The results showed that dry matter yield of pangola grass average in 3 years of T1 was higher than T2 and T3 with statistically significant ($P<0.05$), 1,316.66, 85.14 and 639.77 kg/rai, respectively. Bulk densities of soil in the 3th year of T3 was 3.16 Mg/m³ which higher than T1 and T2, 2.89 and 2.94 Mg/m³, respectively, with statistically significant ($P<0.05$). For soil organic matter contents and amounts of soil carbon sequestration, there were not statistically significant different in T1-T3. The averages were 2.02, 1.85, 1.74 and 3.11 2.94 and 2.74 kg-C/m², respectively. In conclusion, pangola pastures grazed by buffaloes under organic farming practices have no effects on chemical composition of pastures, soil organic matter contents and amounts of soil carbon sequestration but drive increased soil compaction, which results in decreased pasture production.

Keywords : organic pasture, continuous grazing, native buffalo, carbon sequestration

Registered No.: 57(1)-0214-028

^{1/} Nakhon Ratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima.

^{2/} Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center, Chiangyuen, Mahasarakham.

^{3/} Sakon Nakhon Animal Nutrition Research and Development Center, Muang, Sakon Nakhon,

^{4/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Phatumtani.

บทนำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ จากการประมาณการเพิ่มขึ้นของ CO₂ พบว่าอาจมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 440-660 ppm (วสันต์ และคณะ, 2553) เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Global climate change) ในปัจจุบันมีความรุนแรงและมีความถี่เพิ่มมากขึ้น เหตุของการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO₂ มาจากการทำอุตสาหกรรม การเลี้ยงสัตว์ การทำเกษตรจากการใช้ปุ๋ยเคมีและการปลูกข้าว การตัดไม้ทำลายป่าและการเสื่อมโทรมของที่ดิน (FAO, 2016) การกักเก็บคาร์บอนในดินของพื้นที่เกษตรและป่าไม้เป็นแนวทางหนึ่งที่หลายประเทศนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการลด CO₂ ในบรรยากาศ อย่างไรก็ตามปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิอากาศ และการทำการเกษตร การปลูกพืชเป็นกลไกสำคัญในการกักเก็บหรือดูดซับ CO₂ ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อนำมาเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพทั้งในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน เมื่อพืชตายลงหรือถูกเก็บเกี่ยวไปบางส่วนยังคงเหลือเศษซากไว้ในดินทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มสูงขึ้น จะเห็นได้ว่า ดินเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ที่สำคัญซึ่งปริมาณคาร์บอนในดินมีมากประมาณ 3 เท่า ของคาร์บอนที่มีในพืช และประมาณ 2 เท่าของคาร์บอนในบรรยากาศ การจัดการดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสมมีผลอย่างมากต่อการสะสมคาร์บอนและการปลดปล่อย CO₂ จากดิน การกักเก็บคาร์บอนในดินผ่านการปลูกพืชเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนต่ำและสามารถดำเนินการได้ทันที และการจัดการดินที่เหมาะสมจะทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นและลดการปลดปล่อยคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ ซึ่งน่าจะลดอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศได้

การปลูกหญ้าแพงไกลาภายใต้การจัดการระบบเกษตรอินทรีย์ ร่วมกับการเลี้ยงสัตว์โดยการปล่อยแพะเล็ม เป็นการหมุนเวียนธาตุอาหารภายในระบบนิเวศน์แปลงพืชอาหารสัตว์ ซึ่งน่าจะมีผลต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศน้อยกว่าการตัดเกี่ยวหญ้าผลิตเป็นหญ้าแห้ง ซึ่งนอกจากจะไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีอันตรายแล้ว การเพิ่มอินทรีย์วัตถุจากมูลสัตว์และรากพืชที่ย่อยสลายกลับคืนสู่ดินน่าจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไปในดินได้ ดังนั้นการศึกษารังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดินและปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในรูปของคาร์บอนของดิน (soil organic carbon) ในแปลงหญ้าแพงไกลาอินทรีย์ที่ใช้ประโยชน์เลี้ยงกระบือเปรียบเทียบกับแปลงตัดเกี่ยวเพื่อผลิตหญ้าแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร โดยใช้แปลงหญ้าแพงไกลา ที่ตั้งอยู่ในพิกัดเส้นรุ้งที่ 17° 9' 20"N เส้นแวงที่ 104° 8' 2"E พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ยประมาณ 172 เมตร ดินชุดโพนพิสัย (Phon Phisai Series; Pp) มีการระบายน้ำดีปานกลาง ลักษณะและสมบัติเป็นดินต้นถึงชั้นกรวดลูกรัง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนสีน้ำตาลปนเทาเข้ม ส่วนดินล่างมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายและปนกรวด ในระดับความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร จะพบชั้นของลูกรัง จับตัวกันหลวมๆโดยมีดินเหนียวสีต่างๆแทรกอยู่ทั่วไป ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 5.50-7.22 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม 2556-กันยายน 2559

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized complete block design : RCBD) ใช้แปลงหญ้าแพงโกลาที่มีระบบจัดการแปลงแบบอินทรีย์ โดยจัดเข้าแผนการทดลอง 3 กลุ่มทดลอง มี 3 ซ้ำ ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 : ผลิตหญ้าแห้ง แปลงหญ้าแพงโกลา ขนาด 9 ไร่ แบ่งเป็น 3 แปลงๆละ 3 ไร่ (3 ซ้ำ) ปรับปรุงแปลงหญ้าโดยการใส่ปุ๋ยมูลโคหมัก (compost manure) อัตราปุ๋ย 2 ตันต่อไร่ต่อปี หว่านปุ๋ยครั้งเดียวในช่วงต้นฤดูฝน ให้น้ำแปลงหญ้าทุกๆ 15 วัน โดยการปล่อยน้ำเข้าท่วมแปลงที่ระดับความสูง 10 เซนติเมตรต่อครั้ง ตัดปรับกำจัดวัชพืชในเดือนพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบดรัมโมเวอร์ติดท้ายรถแทรกเตอร์เมื่อหญ้าอายุได้ 45 วัน จากนั้นตัดหญ้าทุกๆ 45 วัน จำนวน 4 ครั้ง จึงพักแปลงจนถึงฤดูฝนปีต่อไปจึงเริ่มทำการผลิตเหมือนกับปีที่ 1

กลุ่มทดลองที่ 2 : ปล่อยกระบือแทะเล็มต่อเนื่อง 8 เดือน และพักแปลง 4 เดือน ใช้แปลงหญ้าแพงโกลาขนาด 9 ไร่ แบ่งเป็น 3 แปลงๆละ 3 ไร่ (3 ซ้ำ) การจัดการแปลงหญ้าทำเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 1 โดยภายหลังการตัดปรับสภาพแปลงหญ้าและหญ้ามีอายุ 45 วัน ทำการแบ่งแปลงหญ้าโดยใช้ลวดไฟฟ้า และปล่อยกระบือเพศเมียเข้าแทะเล็มหญ้าแปลงๆละ 2 ตัว ปล่อยแทะเล็มแบบต่อเนื่อง (continuous grazing) โดยให้กระบืออยู่ในแปลงพืชอาหารสัตว์แปลงเดิมตลอดวันเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 8 เดือนต่อปี (พฤษภาคม-ธันวาคม) หลังจากนั้นจึงพักแปลงเป็นระยะเวลา 4 เดือนต่อปี โดยนำสัตว์ออกจากแปลงพืชอาหารสัตว์ เมื่อถึงฤดูแทะเล็มปีที่ 2 และปีที่ 3 จึงนำกระบือชุดใหม่เข้ามาแทะเล็มจนครบระยะทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 3 : ปล่อยกระบือแทะเล็มต่อเนื่อง 12 เดือน ใช้แปลงหญ้าแพงโกลา ขนาด 9 ไร่ แบ่งเป็น 3 แปลงๆละ 3 ไร่ (3 ซ้ำ) ดำเนินการผลิตและจัดการใช้ประโยชน์แปลงหญ้าเลี้ยงกระบือเหมือนกันกับกลุ่มที่ 2 โดยมีระยะเวลาการแทะเล็มต่อเนื่องตลอดปี เป็นเวลา 3 ปี ไม่มีการพักแปลง ยกเว้นหากแปลงพืชอาหารสัตว์ถูกเหยียบย่ำเสียหาย (over grazing) อาจจะงดแทะเล็มหรือพักแปลงและเลี้ยงสัตว์โดยใช้หญ้าแห้ง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

การทดลองนี้ใช้กระบือเพศเมียท้องว่าง อายุประมาณ 2 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 260 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 6 ตัว สำหรับใช้เลี้ยงปล่อยแทะเล็มในแปลงทดลองของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ในระหว่างการทดลองให้กระบือแทะเล็มอยู่ในแปลงพืชอาหารสัตว์วันละ 8 ชั่วโมง แต่ละแปลงจะสร้างคอกพักสำหรับให้กระบือหลบแดดและเข้าพักช่วงกลางคืน ภายในคอกมีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนให้สัตว์กินตลอดเวลา

การเตรียมแปลงพืชอาหารสัตว์

ใช้แปลงหญ้าแพงโกลาที่จัดการแปลงแบบอินทรีย์ อายุประมาณ 3 ปี จำนวน 27 ไร่ แบ่งเป็น 9 แปลงๆละ 3 ไร่ โดยใช้รั้วไฟฟ้ากั้นระหว่างแปลง ทำการปรับปรุงแปลงหญ้าโดยการใส่ปุ๋ยมูลโคหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่ต่อปี ในช่วงต้นฤดูฝนและเริ่มใช้ประโยชน์หลังการตัดปรับสภาพแปลงเมื่อหญ้ามีอายุ 45 วัน

การเตรียมปุ๋ยคอกหมัก

ผลิตปุ๋ยคอกหมัก โดยใช้มูลโคจากฟาร์มเกษตรกรรายย่อยรวมทั้งวัสดุรองพื้นหมักในบ่อหมักคอกกритมีผนัง 3 ด้าน ขนาดสูง 0.8 เมตร กว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร (ความจุประมาณ 3,000 กิโลกรัม

น้ำหนักแห้ง) จำนวน 6 บ่อ มีหลังคา กันฝน นำวัสดุเข้าหมักอย่างน้อย 90 วัน ผลิตปุ๋ยหมักปีละ 4 ครั้ง วิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยคอกหมัก และใส่ปุ๋ยปรับปรุงดินตามแผนการทดลองทุกปีๆ ละครั้ง

การบันทึกข้อมูล

1) ข้อมูลดิน สุ่มเก็บตัวอย่างดินของแต่ละแปลงทดลองทั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1.1) เก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน (core method) ในแต่ละแปลงๆ ละ 3 จุด แต่ละจุดเก็บที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร โดยใช้กระบอกเก็บดิน (soil core) นำดินมาวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (bulk density) เพื่อเป็นข้อมูลในการคำนวณปริมาณคาร์บอนในดินต่อไป

1.2) เก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้างดิน (composite sampling) ในแต่ละแปลงๆ ละ 3 จุด ที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร โดยใช้จอบขุดดินเป็นรูปสี่เหลี่ยม และดินข้างหลุม (ด้านเรียบ) ให้ได้ดินเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร แต่ละระดับความลึกเก็บดินให้ได้น้ำหนักประมาณ 1,000 กรัม จากนั้นนำตัวอย่างดินไปผึ่งในที่ร่มเพื่อไล่ความชื้นที่ไม่ใช่ดินออกเมื่อดินแห้งบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 และ 2 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆ ของดิน ตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน (2555)

2) เก็บตัวอย่างหญ้าแพงโกลา เก็บข้อมูลผลผลิตพืชอาหารสัตว์แปลงละ 3 ซ้ำ โดยใช้กรอบสุ่มตัวอย่าง (Quart-drat) ขนาด 1 ตารางเมตร (1x1 เมตร) ตัดหญ้าแพงโกลาที่อายุ 45 วัน ชั่งน้ำหนักสด หาน้ำหนักแห้งและคำนวณปริมาณผลผลิต

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชอาหารสัตว์

1) วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ (1) ความหนาแน่นรวม (bulk density) โดย Core method ตามวิธี Blake and Hartge (1986) และ (2) เนื้อดิน (texture) โดยใช้ particle size analyzer (Masterizers 2000, Malvern UK) จำแนกเนื้อดินจากตารางสามเหลี่ยมมาตรฐาน (soil textural triangle) ตาม USDA (Soil survey division staff, 1993)

2) วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ (1) อินทรีย์วัตถุ (soil organic matter; SOM) และ อินทรีย์คาร์บอน (soil organic carbon; SOC) ด้วยวิธี wet oxidation ของ Walkley and Black (1934)

3) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลา โดยสุ่มตัวอย่างพืชอาหารสัตว์จากการตัดแต่ละครั้งประมาณ 500 กรัม วัตถุแห้ง เพื่อวิเคราะห์หาค่า วัตถุแห้ง (dry matter) และโปรตีนหยาบ (crude protein) ตามวิธีของ AOAC (2016) ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber) ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber) และ ลิกนิน (acid detergent lignin) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

การประเมินปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน

ปริมาณคาร์บอนในดินคำนวณได้จากผลรวมของปริมาณคาร์บอนในดินแต่ละชั้นดินตามระดับความลึก คือ 0-30 เซนติเมตร โดยนำปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์) คูณด้วยความหนาแน่นดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) และคูณด้วยปริมาตรดินในแต่ละชั้นดิน (Bharat, 2007; Jaiarree *et al.*, 2006) สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$C_{0-10} = OC_{0-10} \times D_{0-10} \times V_{0-10}$$

$$C_{10-20} = OC_{10-20} \times D_{10-20} \times V_{10-20}$$

$$C_{20-30} = OC_{20-30} \times D_{20-30} \times V_{20-30}$$

$$C_{\text{soil}} = C_{0-10} + C_{10-20} + C_{20-30}$$

โดยที่ C_{soil} = ปริมาณคาร์บอนในดิน (กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร)

OC = ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)

D = ความหนาแน่นดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

V = ปริมาตรดินต่อพื้นที่ (ลูกบาศก์เมตร)

โดยที่ ปริมาตรดินต่อพื้นที่ 1 ไร่ ลึก 30 เซนติเมตร = 1600 ตารางเมตร $\times$ 0.30 เมตร

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลอง RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยคอกหมัก

ปุ๋ยคอกหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อินทรีย์วัตถุ (OM) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P₂O₅) และ โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K₂O) เฉลี่ยเท่ากับ 7.78 22.70 2.11 0.75 และ 2.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) ของกรมพัฒนาที่ดิน (มปป.) รายงานว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-8.5 ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ Total N Total P₂O₅ และ Total K₂O ควรมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.00 0.50 และ 0.50 ของน้ำหนักตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปุ๋ยคอกหมักที่ใช้ในการทดลองนี้จัดเป็นปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยคอกหมักที่ใช้ในการทดลอง

การทดลอง	ธาตุอาหารในปุ๋ยคอกหมัก				
	กรด-ด่าง pH	อินทรีย์วัตถุ OM (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด Total N (%)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด Total P ₂ O ₅ (%)	โพแทสเซียมทั้งหมด Total K ₂ O (%)
ปีที่ 1	7.80	23.96	2.12	0.72	2.00
ปีที่ 2	7.77	21.70	2.16	0.77	2.17
ปีที่ 3	7.85	22.44	2.07	0.77	2.33
เฉลี่ย	7.78	22.70	2.11	0.75	2.16

ผลผลิตของหญ้าแพงโกลา

ปริมาณผลผลิตหญ้าแพงโกลาในช่วงก่อนเริ่มต้นการทดลอง ของกลุ่มที่ 1 แปลงผลิตหญ้าแพงโกลาแห้ง กลุ่มที่ 2 แปลงปล่อยกระบือแพะเล็มต่อเนื่องนาน 8 เดือน และกลุ่มที่ 3 แปลงปล่อยกระบือแพะเล็มต่อเนื่องนาน 12 เดือน แสดงในตารางที่ 2 พบว่า ปริมาณผลผลิตพืชอาหารสัตว์คิดเป็นน้ำหนักแห้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 1,340 1,320 และ 1,290 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณผลผลิตหญ้าแพงโกลาไม่สูงมากนัก เนื่องจากแปลงที่ใช้ทดลองมีการจัดการแปลงหญ้าแบบอินทรีย์ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีในการบำรุงและเร่งการเจริญเติบโต ทำให้แปลงทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณผลผลิต

ค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับ กรมปศุสัตว์ (2553) ซึ่งรายงานว่า หญ้าแพงโกลาจะให้ผลผลิตน้ำหนักร้างแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 5.0-7.0 ตันต่อไร่ต่อปี

ปริมาณผลผลิตหญ้าแพงโกลาหลังการทดลองเฉลี่ย 3 ปี ในกลุ่มทดลองที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 1316.66 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อไร่ สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) เฉลี่ยเท่ากับ 815.14 และ 639.77 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อไร่ ตามลำดับ อาจเนื่องจากการปล่อยกระบือทะเล็มในแปลงหญ้ามีการถูกเหยียบย่ำ ประกอบกับสภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วง และน้ำในบ่อน้ำที่สำรองไว้ไม่เพียงพอต่อการใช้รดแปลงหญ้า ทำให้ผลผลิตหญ้าแพงโกลาในแปลงทดลองของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีปริมาณลดลง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตหญ้าแพงโกลาที่ระบบการจัดการต่างกัน

การทดลอง	กลุ่มทดลอง			SEM	P-value
	แปลงผลิต หญ้าแพงโกลา	แปลงปล่อยกระบือ ทะเล็มนาน	แปลงปล่อยกระบือ ทะเล็มนาน		
	แห้ง	8 เดือน	12 เดือน		
ผลผลิตหญ้า (กก.วัตถุแห้ง/ไร่)					
ก่อนทดลอง	1,340	1,320	1,290	19.43	0.403
ปีที่ 1	1,310 ^a	860 ^b	796.67 ^b	44.01	0.001
ปีที่ 2	1,340 ^a	735.41 ^b	580.00 ^c	27.14	0.001
ปีที่ 3	1,300 ^a	850.00 ^b	542.63 ^c	22.31	0.001
เฉลี่ย 3 ปี	1,316.66 ^a	815.14 ^b	639.77 ^c	23.04	0.001

- ตัวเลขที่มีอักษรเดียวกันกำกับอยู่ในแนวนอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- SEM = standard error of mean square

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลา

ตารางที่ 3 แสดงค่าองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลา โดยหญ้าในกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่าองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน โดยมีวัตถุแห้ง (DM) อยู่ระหว่าง 28.73-29.28 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบ (CP) 6.05-6.87 เปอร์เซ็นต์ มีฟีนังเซล (NDF) 68.75-70.25 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส (ADF) 40.29-41.42 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 5.40-5.46 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพของหญ้าแพงโกลาในการทดลองนี้จัดเป็นหญ้าคุณภาพปานกลาง (มีโปรตีน 5.0-7.9 เปอร์เซ็นต์) ตามเกณฑ์มาตรฐานทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ (วารุณี และคณะ, 2547) ทั้งนี้ อาจเกิดจากการจัดการแปลงระบบอินทรีย์ ซึ่งการใส่ปุ๋ยคอกหมักอย่างเดียวโดยไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี ทำให้ได้หญ้าแพงโกลาในการทดลองนี้ที่มีโปรตีนและคุณภาพปานกลาง

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแพงโกลาในแปลงทดลอง

กลุ่มทดลอง	DM (%)	องค์ประกอบทางเคมี % (On DM basis)			
		CP	NDF	ADF	lignin
แปลงผลิตหญ้าแพงโกลาแห้ง	29.28	6.05	68.75	41.42	5.46
แปลงปล่อยกระบือและเลี้ยงต่อเนื่องนาน 8 เดือน	28.73	6.26	70.37	40.30	5.40
แปลงปล่อยกระบือและเลี้ยงต่อเนื่องนาน 12 เดือน	28.87	6.87	70.25	40.29	5.40

- DM = วัตถุแห้ง (dry matter); CP = โปรตีนหยาบ (crude protein); NDF = ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber); ADF = ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber)

คุณสมบัติของดิน

ความหนาแน่นของดิน (Bulk density; BD)

ความหนาแน่นของดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ในกลุ่มทดลองที่ 1 2 และ 3 ในช่วงก่อนการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 3.04 3.11 และ 3.05 Mg/cm^3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และเมื่อดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลดินติดต่อกันนาน 3 ปี พบว่า การจัดการแปลงในรูปแบบการผลิตหญ้าแห้งของกลุ่มที่ 1 ทำให้โครงสร้างดินมีความหนาแน่นรวมน้อยที่สุด ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ปล่อยกระบือและเลี้ยงนาน 8 เดือน และกลุ่มที่ 3 ที่ปล่อยกระบือและเลี้ยงนาน 12 เดือน เฉลี่ยเท่ากับ 2.89 2.94 และ 3.01 Mg/cm^3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ภายใต้สภาพการจัดการแปลงหญ้าแพงโกลาของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน มีแนวโน้มทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมลดลง ในขณะที่กลุ่มที่ 3 พบว่า ดินมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการทดลอง อาจเนื่องมาจากการปล่อยกระบือและเลี้ยงในแปลงอย่างต่อเนื่องติดต่อกันนาน 3 ปี ทำให้แปลงหญ้ามีการถูกเหยียบย่ำส่งผลให้โครงสร้างดินมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เป็นสาเหตุให้หญ้ามีการเจริญเติบโตช้าและส่งผลทำให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์มีปริมาณลดลง

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter; OM)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเป็นตัวชี้วัดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน เช่น ทำให้ดินจับตัวเป็นโครงสร้าง ลดการสูญเสียหน้าดิน เพิ่มช่องว่างในดิน ทำให้มีพื้นที่น้ำและอากาศในดิน ช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น (เป้หมา, 2547) จากผลการทดลองในตารางที่ 4 พบว่า การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลองของทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการทดลองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 1.88 1.76 1.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยในปีที่ 1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มที่ 1 มีอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากการเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงในดินคือการใส่ปุ๋ยคอกหมักในทุกกลุ่มการทดลอง แต่ในปีที่ 2 จะเห็นว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะลดลงทุกกลุ่มแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 1.91 1.66 และ 1.65 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สาเหตุอาจเนื่องมาจากเกิดฝนทิ้งช่วงปริมาณน้ำไม่เพียงพอจึงไม่สามารถให้น้ำแปลงหญ้าได้จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุลงในดินช้าลง (นิรันดร์, มปป.) เมื่อพิจารณาในปีที่ 3 สามารถให้น้ำในแปลงหญ้าได้ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มทดลอง

ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมในดินตลอดระยะเวลาทดลอง 3 ปี ในกลุ่มที่ 1 สูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 2.02 1.85 และ 1.74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการทดลอง พบว่า ดินมีการสะสมอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่ 1 สะสมอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 7.45 รองลงมาคือกลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.11 และกลุ่มที่ 3 เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.59 ทั้งนี้จากการประเมินระดับของอินทรีย์วัตถุในดินของทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่า จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง (พจนิย และทวีศักดิ์, 2544) โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าระหว่าง 1.91-2.10 กลุ่มที่ 2 มีค่าระหว่าง 1.66-2.01 และกลุ่มที่ 3 มีค่าระหว่าง 1.65-1.79 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (Organic carbon; OC)

ความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอนในดิน (OC) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีในดิน เช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) โดยที่ปริมาณ OC ในดินที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณ OM ในดิน เนื่องจากการสะสมคาร์บอนในดินเป็นผลมาจากการสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน (Reeder and Schuman, 2002)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ความหนาแน่น อินทรีย์วัตถุ และอินทรีย์คาร์บอน ในดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ของแปลงหญ้าแพงโกลาที่การจัดการต่างกัน

การทดลอง	กลุ่มทดลอง			SEM	P-value
	แปลงผลิต	แปลงปล่อยกระบือ	แปลงปล่อยกระบือ		
	หญ้าแพง โกลาแห้ง	ทะะเลี่ยนาน 8 เดือน	ทะะเลี่ยนาน 12 เดือน		
ความหนาแน่นของดิน (Mg/m ³)					
ก่อนทดลอง	3.04	3.11	3.05	0.021	0.115
ปีที่ 1	3.14	3.17	3.27	0.054	0.300
ปีที่ 2	3.06	3.14	3.21	0.036	0.110
ปีที่ 3	2.89 ^c	2.94 ^b	3.01 ^a	0.010	0.003
เฉลี่ย 3 ปี	3.03	3.08	3.16	0.044	0.089
อินทรีย์วัตถุในดิน (%)					
ก่อนทดลอง	1.88	1.76	1.70	0.066	0.259
ปีที่ 1	2.05 ^a	1.89 ^b	1.79 ^b	0.036	0.017
ปีที่ 2	1.91	1.66	1.65	0.131	0.659
ปีที่ 3	2.10	2.01	1.78	0.159	0.414
เฉลี่ย 3 ปี	2.02	1.85	1.74	0.080	0.0564
อินทรีย์คาร์บอนในดิน (%)					
ก่อนทดลอง	1.08	1.01	0.97	0.037	0.262
ปีที่ 1	1.18 ^a	1.08 ^b	1.02 ^b	0.021	0.018
ปีที่ 2	1.14	0.95	0.94	0.076	0.653
ปีที่ 3	1.21	1.15	1.02	0.091	0.414
เฉลี่ย 3 ปี	1.17	1.06	0.99	0.065	0.060

- ตัวเลขที่มีอักษรเดียวกันกำกับอยู่ในแนวนอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- SEM = standard error of mean square

การเก็บกักคาร์บอนในดิน (Soil Organic Carbon; SOC)

ปริมาณผลรวมคาร์บอนในดิน (SOC) ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ของแปลงหญ้าแพงโกลา ก่อนการทดลองของกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีการเก็บกักคาร์บอนในดินไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.85 2.78 และ 2.67 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร (kg-C/m^2) ตามลำดับ หลังการทดลองตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า ปริมาณ SOC ในดินของกลุ่มทดลองที่ 1 มีการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 3.11 2.94 และ 2.74 kg-C/m^2 ตามลำดับ

การกักเก็บคาร์บอนในดินและการเพิ่มขึ้นของอินทรีย์วัตถุในดินนอกจากจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ยังมีผลมาจากการจัดการดินและที่ดินอีกด้วย (กิตติมา, 2553) การสะสมคาร์บอนในดิน นอกจากจะเกิดจากการสะสมและย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุแล้ว ยังได้จากการกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชโดยพืชสีเขียวดูดซับ CO_2 โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบในรูปคาร์บอนต่างๆ เช่น เซลลูโลส และลิกนิน จากนั้นคาร์บอนในพืชจะเข้าสู่แหล่งสะสมอินทรีย์คาร์บอนในดินโดยเศษซากพืช รากพืช และสารที่ซึมออกมาจากรากพืช หรือย่อยสลายโดยสัตว์ต่างๆ สารที่ได้จากการที่สัตว์ย่อยสลายขนาดของเศษซากพืชที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นใกล้กับผิวดิน ดังนั้นคาร์บอนจึงมีการสะสมในดินได้ง่ายและจะสูญเสียได้ง่ายเช่นเดียวกัน ถ้าเกิดการกัดกร่อนดินหรือมีการไถพรวนอย่างรุนแรงเพิ่มขึ้น (เอกอนงค์, 2552)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลรวมปริมาณคาร์บอนในดิน (กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร) ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ของแปลงหญ้าแพงโกลาที่มีการจัดการต่างกัน

การทดลอง	กลุ่มทดลอง			SEM	P-value
	แปลงผลิตหญ้า	แปลงปล่อย	แปลงปล่อยกระบือ		
	แพงโกลาแห้ง	กระบือแทะเล็ม	แทะเล็มนาน		
		นาน 8 เดือน	12 เดือน		
การเก็บกักคาร์บอนในดิน (kg-C/m ²)					
ก่อนทดลอง	2.85	2.78	2.67	0.106	0.143
ปีที่ 1	3.37	3.10	2.93	0.129	0.168
ปีที่ 2	2.86	2.66	2.62	0.244	0.767
ปีที่ 3	3.12	3.08	2.69	0.284	0.535
เฉลี่ย 3 ปี	3.11	2.94	2.74	0.219	0.489

- ตัวเลขที่มีอักษรเดียวกันกำกับอยู่ในแนวนอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- SEM = standard error of mean square

สรุปผลการทดลอง

การทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการจัดการแปลงหญ้าแพงโกลาที่แตกต่างกันที่มีต่อการให้ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้า ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในดิน (การเก็บกักคาร์บอน) ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. การผลิตหญ้าแพงโกลาแห่งอินทรี มีผลผลิตหญ้าคิดเป็นน้ำหนักแห้ง เฉลี่ย 3 ปี สูงกว่าแปลงที่ปล่อยกระบือแทะเล็มนาน 8 เดือน และ 12 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 1,316.66 815.14 และ 639.77 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ
2. การปล่อยกระบือแทะเล็มในแปลงหญ้าแพงโกลานาน 12 เดือน ทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมในปีที่ 3 สูงกว่าแปลงที่ปล่อยกระบือแทะเล็มนาน 8 เดือน และแปลงผลิตหญ้าแพงโกลาแห่งอินทรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 3.16 3.08 และ 3.03 Mg/m^3 ตามลำดับ
3. การผลิตหญ้าแพงโกลาแห่งอินทรี ทำให้การสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน เฉลี่ย 3 ปี สูงกว่าแปลงที่ปล่อยกระบือแทะเล็มนาน 8 เดือน และแปลงที่ปล่อยกระบือแทะเล็มนาน 12 เดือน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 2.02 1.85 และ 1.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
4. การจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเก็บกักคาร์บอนในดิน โดยแปลงผลิตหญ้าแพงโกลาแห่งอินทรี แปลงปล่อยกระบือแทะเล็มนาน 8 เดือน และแปลงปล่อยกระบือแทะเล็มนาน 12 เดือน มีการเก็บกักคาร์บอนในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 3.11 2.94 และ 2.74 kg-C/m^2 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

การสะสมคาร์บอนในดินต้องใช้ระยะเวลายาวนานและขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นหลายประการทั้งสภาพพื้นที่ สภาพภูมิอากาศและการจัดการ การทดลองในครั้งนี้ มีเวลาเพียง 3 ปี ผลการสะสมคาร์บอนในดินไม่ปรากฏชัดเจนมากนัก หากมีการศึกษาวิจัยต่อไปควรศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินในระยะยาว และควรใช้อัตราการแทะเล็มที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตสกลนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สกลนคร ที่ให้ความช่วยเหลือดูแลโคทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง 3 ปี ขอขอบคุณ คุณอริยชนธ์ ไชยพิเดช คุณครรชิต ศรีพลาน คุณอุบล สอนสี และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สกลนคร ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างดิน ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สกลนครที่ให้การสนับสนุนสัตว์ทดลองและสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ที่ช่วยวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2553. พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี. เอกสารเผยแพร่ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2555. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สำหรับการปลูกพืช. เอกสารคำแนะนำ. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) แหล่งที่มา : http://www1.ddd.go.th/ddd/Fertilizer/Organic_Fertilizer.pdf, 9 มีนาคม 2561.
- กิตติมา ศิวอาทิตย์กุล. 2553. ศึกษาการสะสมคาร์บอนและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ปลูกหญ้าแฝกบางพันธุ์. ผลงานวิจัยฉบับเต็ม. กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นิรันดร์ สิงหบุตรา. มปป. ความสำคัญของอินทรีย์วัตถุในดินที่มีต่อการปลูกพืช. แหล่งที่มา : http://kukr.lib.ku.ac.th/db/BKN_AGRI/search_detail/result/39103. 28 มีนาคม 2561.
- ปัทมา วิตยากร. 2547. ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นสูง. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียร์ศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- วสันต์ จันทร์แดง ลดาวัลย์ พวงจิตร และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2553. การกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส ณ สวนป้ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น. วารสารวนศาสตร์ 29 (3) : 36-44 (2553), คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- วารุณี พานิชผล ฉายแสง ไผ่แก้ว สมคิด พรหมมา โสภณ ชินเวโรจน์ จันทกานต์ อรณันท์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย วรรณมา อ่างทอง. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห่งชาติ. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.
- เอกอนงค์ พุ่งลัดดา. 2552. การกักเก็บคาร์บอนในดินที่ปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ณ ตำบลมะเกลือใหม่ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดนครราชสีมา. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2016. Official methods of analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., USA.
- Bharat, M.S. 2007. Land use and land use changes effects on organic carbon pools, soil aggregate associated carbon and soil organic matter quality in a watershed of Nepal. Ph.D. Thesis, Norwegian University of Life Sciences. 119 p.
- Blake, G.R. and Hartge. 1986. "Bulk density". In: A. Klute (ed.), Methods of soil Analysis part I (Physical and Mineralogical Methods). 2th ed. American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- FAO. 2016. 2016 The State of Food and Agriculture Climate Change, Agriculture and Food Security. Rome.
- Jaiarree, S., A. Chidthaisong and N. Tangtham. 2006. Soil carbon dynamics and net carbon dioxide fluxes in tropical forest and corn plantation system. pp. 617-622. In Proceedings of Sustainable Energy and Environment. November 21-23, 2006. Swissotel Nai Lert Park, Bangkok Thailand.

- Reeder, J.D. and G.E. Schuman. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*. 116: 457-463.
- 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.
- Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. *Soil. Sci.* 37: 29-38.

การประเมินการย่อยได้และค่าพลังงานที่ย่อยได้ของทางจากสำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสม

อภินันท์ จินดานิรตุล^{1/} อภิชาติ บุญเรืองขาว^{2/} ขบวน อินทรักษ์^{3/} จุริรัตน์ เงินแดง^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางโภชนาของทางจากสดและทางจากหมักในแพะโดยวิธี Total collection วางแผนการทดลองแบบ Group comparison T-Test มี 6 ซ้ำ ผลการทดลอง พบว่า องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาของทางจากสด และทางจากหมัก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าวัตถุแห้ง 19.80 และ 20.78 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ 4.74 และ 4.60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ไขมัน 0.37 และ 0.48 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ผนังเซลล์ 79.37 และ 83.06 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ลิกโนเซลลูโลส 61.57 และ 67.08 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย 6.19 และ 5.48 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สำหรับการประเมินการย่อยได้ของทางจากสด และทางจากหมัก มีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ 27.03 และ 26.95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ 20.86 และ 15.99 เปอร์เซ็นต์ ค่าการย่อยได้ของไขมัน 22.35 และ 15.77 เปอร์เซ็นต์ ค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ 18.62 และ 17.53 เปอร์เซ็นต์ ค่าการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส 21.78 และ 20.53 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานที่ย่อยได้ 24.75 และ 19.49 เปอร์เซ็นต์ ค่าโภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด 25.75 และ 25.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าพลังงานการย่อยได้ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตของทางจากสดและทางจากหมัก มีค่าเท่ากับ 1.14 และ 1.13 Mcal/kgDM 0.93 และ 0.93 Mcal/kgDM 0.86 และ 0.84 Mcal/kgDM และ -1.14 และ -1.12 Mcal/kgDM ตามลำดับ

ผลการทดลองสรุปได้ว่าทางจากสดและทางจากหมักสามารถนำไปใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงแพะได้ แต่ไม่ควรที่จะนำมาใช้เป็นอาหารหยาบเดี่ยว เนื่องจากมีเยื่อใยสูง มีการย่อยได้ต่ำ และมีพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อการดำรงชีพของแพะ

คำสำคัญ : ทางจาก การย่อยได้ พลังงานที่ย่อยได้ แพะเนื้อลูกผสม

เลขทะเบียนวิจัย : 60(1)-0214-030

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Digestibility and digestible energy value of nipa palm fronds for crossbred goat

Apinun Jindaniradool^{1/} Apichat Boonreangkaw^{2/} Kabouan Intaruk^{3/} Jureerut Ngendang^{2/}

Abstract

An experiment aimed to determine chemical composition and nutritive values of nipa palm fronds for crossbred goat was carried out by total collection method. An experimental design was a group comparison T-test with 6 replications. Results showed that chemical composition and nutritive values of fresh and ensiled nipa palm fronds did not differ ($P>0.05$) ; dry matter (DM) [19.80, 20.78 %], crude protein [4.74, 4.60 %DM], ether extract [0.37, 0.48 %DM], neutral detergent fiber (NDF) [79.37, 83.06 %DM], lignocellulose (ADF) [61.57, 67.08 %DM], non fiber carbohydrate (NFC) [6.19, 5.48 %DM], digestible organic matter [27.03, 26.95 %], digestible crude protein [20.86, 15.99 %], digestible ether extract [22.35, 15.77 %], digestible neutral detergent fiber [18.62, 17.53 %], digestible acid detergent fiber [21.78, 20.53 %], digestible energy [24.75, 19.49 %], total digestible nutrient [25.75, 25.66 %] digestible energy [1.14, 1.13 Mcal/kgDM], metabolizable energy [0.93, 0.93 Mcal/kgDM], net energy for maintenance [0.86, 0.84 Mcal/kgDM] and net energy for growth [-1.14, -1.12 Mcal/kgDM].

In conclusion, both fresh and ensiled nipa palm fronds can be used as a roughage source for goats. However, it is not suitable to be a sole roughage source because it contains high NDF and ADF values, low digestibility and insufficient energy for maintenance of goats.

Keywords: nipa palm fronds, digestibility, digestible energy, crossbred goat

Registered No. : 60(1)-0214-030

^{1/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathum Thani.

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

^{3/} Suratthanee Animal Nutrition Research and Development Center, Thachang, Suratthanee.

คำนำ

ต้นจาก (*Nypa fruticans* Wurmb.) มีชื่อสามัญคือ Nipa palm เป็นพืชในวงศ์ Arecaceae (กองประมงน้ำจืด, 2538) จัดเป็นพืชตระกูลปาล์มที่ขึ้นอยู่บริเวณป่าชายเลน สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเลนค่อนข้างแข็ง และเหนียวจัด ทนต่อความเค็มของดินและน้ำได้ดี (สนิท, 2541, Moge et al., 1991) ต้นจากมีความสำคัญต่อระบบนิเวศชายฝั่ง เป็นแหล่งเก็บความอุดมสมบูรณ์ เป็นแนวป้องกันการเซาะและการพังทลายของชายฝั่งได้เป็นอย่างดี สำหรับประเทศไทยพบในบริเวณปากอ่าว ริมฝั่งแม่น้ำลำคลอง และพื้นที่ลุ่มชายทะเล ทั้งในภาคตะวันออก ภาคกลางบางส่วน และภาคใต้ทั้งหมด (นพรัตน์, 2540) ต้นจากถูกนำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย เช่น ใช้มุงหลังคา น้ำตาลจาก น้ำส้มจาก รวมถึงใบจากมวนบุหรี ที่ผลิตเป็นสินค้า OTOP ในพื้นที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ส่งขายทั้งในและต่างประเทศ และด้วยกระบวนการผลิตดังกล่าวพบว่ามีส่วนเหลือของก้านทางจากและใบส่วนยอดที่ไม่สามารถนำไปทำใบจากมวนบุหรีได้ ส่งผลให้เกษตรกรผู้ผลิตนำส่วนที่เหลือทิ้งลงแม่น้ำตรังไม่น้อยกว่าวันละ 5,000 กิโลกรัม จนเป็นปัญหากระทบต่อสิ่งแวดล้อม (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 ภูเก็ต, 2554) เนื่องจากไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์

ในปี 2555 สถานีพัฒนาอาหารสัตว์ชุมพรจึงได้ทำการเก็บตัวอย่างทางจาก (Nipa frond) เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเบื้องต้น และพบว่าทางจากมีค่าโปรตีนหยาบ (Crude protein ; CP) ไขมัน (Ether extract ; EE) เยื่อใยหยาบ (Crude fiber ; CF) ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรกซ์ (Nitrogen free extract ; NFE) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber ; ADF) ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber ; NDF) ลิกนิน (Lignin) และเถ้า (Ash) เท่ากับ 5.46 0.72 43.81 35.16 57.82 76.16 15.44 และ 7.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เกษตรกรในบางพื้นที่ของอำเภอกะบุรี จังหวัดระนอง นำทางจากส่วนก้านและส่วนยอดที่เหลือทิ้งจากการทำใบจากมวนบุหรีมาหั่น ให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตร ไปใช้เป็นอาหารหยาบหลักร่วมกับอาหารข้นในการขุนโคเนื้อ ซึ่งในการนำทางจากไปใช้เลี้ยงสัตว์ นอกจากการนำไปใช้ในรูปทางจากสดแล้วยังสามารถนำมาใช้หมักเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานและการเก็บรักษา และเพื่อให้การใช้ประโยชน์จากทางจากให้มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากข้อมูลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Proximate analysis และ Detergent analysis แล้ว เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ นักวิจัย ผู้ประสอบสูตรอาหารสัตว์ และผู้สนใจทั่วไป จำเป็นต้องทราบค่าการย่อยได้และพลังงานที่ย่อยได้ของทางจากสด และทางจากหมัก เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำไปใช้ประกอบการจัดการอาหารแพะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้วัตถุดิบสำหรับผลิตอาหารสัตว์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีรายงานผลการศึกษาค่าทางโภชนาของทางจากที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ของโภชนา และค่าพลังงานที่ย่อยได้ของทางจากสด และทางจากหมักเพื่อนำไปใช้เลี้ยงแพะ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี อ.ท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนมีนาคม 2560 ถึง เดือนธันวาคม 2560 รวมระยะเวลา 10 เดือน

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Group Comparison T-Test มี 6 ซ้ำ 2 สิ่งทดลอง (Treatment) ได้แก่

- 1) ทางจากสด
- 2) ทางจากหมัก

สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้แพะเนื้อลูกผสมบอร์ เพศผู้ อายุประมาณ 10-12 เดือน น้ำหนักประมาณ 20-25 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีรางอาหาร แร่ธาตุก้อน และน้ำสะอาดให้กินตลอดระยะเวลาการทดลอง ก่อนการทดลองให้แพะได้รับการถ่ายพยาธิภายใน-ภายนอก บันทึกน้ำหนักตัวแพะก่อนและหลังการทดลอง

แบ่งแพะออกเป็น 2 กลุ่ม จากนั้นสุ่มชนิดของทางจาก (สดและหมัก) ให้กับแพะแต่ละตัว ดังนั้นแพะจะได้รับทางจากสดและทางจากหมักชนิดละ 6 ตัว

อาหารและการให้อาหาร

ทางจากสด

รวบรวมทางจากสด จากเกษตรกรผู้ผลิตยอดจากมวนบุหรืในอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นส่วนก้านกลางและใบอ่อนส่วนยอดที่เหลือจากการริดใบจาก เพื่อนำไปทำใบจากมวนบุหรืแล้วนำทางจากที่ได้มาหั่นด้วยเครื่องหั่นหญ้า ให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตร และนำไปใช้เลี้ยงแพะทุกวันตลอดการทดลอง

ทางจากหมัก

ใช้ทางจากชนิดเดียวกับทางจากสด จากนั้นนำทางจากที่ได้มาหั่นด้วยเครื่องหั่นหญ้า ให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตร จำนวน 500 กิโลกรัม นำมาอัดในถังพลาสติกขนาดบรรจุ 100 ลิตร อัดให้แน่นจนเต็มถัง เพื่อไล่อากาศออกจากถังให้มากที่สุด ปิดฝาภาชนะให้เรียบร้อย นำไปเก็บไว้ในที่ร่มนาน 21 วัน ก่อนนำไปใช้เลี้ยงแพะ

การให้อาหาร

เลี้ยงแพะโดยให้อาหารแบบเต็มที (*ad libitum*) ให้แพะกินทางจากเป็นอาหารเดี่ยววันละ 3 ครั้ง (เวลา 08.00 น. 12.00 น. และ 16.00 น.)

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของทางจาก

ศึกษาการย่อยได้ของโภชนาการต่างๆโดยวิธี Total Collection ใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน 31 วัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะปรับสัตว์ (Preliminary period) เป็นช่วงปรับสัตว์ให้เข้ากับอาหารทดลองใช้ระยะเวลา 24 วัน โดยค่อย ๆ เพิ่มปริมาณทางจาก และลดอาหารชนิดเดิมที่สัตว์เคยได้รับเป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นให้สัตว์กินอาหารสัตว์ทดลองอย่างเดียบบแบบเต็มที เพื่อให้อาหารเก่าที่หลงเหลือในทางเดินอาหารถูกขับออกจนหมด ตลอดจนเพื่อเก็บข้อมูลของปริมาณการกินได้ (Voluntary feed intake, VFI) ในแต่ละมื้อ และแต่ละวัน เป็นเวลา 7 วัน ต่อจากนั้นลดปริมาณอาหารที่ให้เหลือเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่กินได้เต็มที่ (90 %VFI) เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้สัตว์กินอาหารทดลองได้หมด ป้องกันการกินเหลือ และเพื่อให้ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ และปริมาณมูลที่ขับถ่ายออกมาอยู่ในสัดส่วนที่คงที่

ระยะที่ 2 ระยะการเก็บข้อมูล (Collection period) ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่แพะกินได้ ปริมาณอาหารเหลือในแต่ละวัน เพื่อเก็บข้อมูลของปริมาณการกินได้ ปริมาณมูล และปัสสาวะทุกวันๆละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ติดต่อกันเป็นเวลา 7 วัน เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี

สุ่มทางจากสด ทุกวันๆละ 1 กิโลกรัม ติดต่อกันเป็นเวลา 7 วัน บรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิดเย็น ปิดปากถุงให้แน่น นำตัวอย่างที่สุ่มเก็บในแต่ละวันไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง (Freezer) ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

สุม่ทางจากหมัก เมื่ออายุครบ 21 วัน เปิดฝาสุ่มเก็บตัวอย่างตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์ (2547) ถึงละประมาณ 1 กิโลกรัม จากส่วนบนลึกลงไปไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว และรีบบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิดเย็น โดยพยายามให้ทางจากมีโอกาสสัมผัสกับอากาศน้อยที่สุด ริดอากาศออกจากถุงให้มากที่สุด ปิดปากถุงให้แน่นและใส่ลงในถุงพลาสติกชนิดเย็นซ้อนอีกชั้น เพื่อป้องกันการรั่วหรือแตกเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ทดลองทุกวันในระหว่างการเก็บข้อมูล และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูล และปัสสาวะคิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ของมูลและปัสสาวะที่รวบรวมได้ในแต่ละครั้ง นำตัวอย่างอาหาร มูล และปัสสาวะที่สุ่มเก็บมาในแต่ละวันไปสะสมไว้ในตู้แช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยแยกเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะแยกเป็นรายตัว ก่อนนำไปวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์ทางเคมี

นำตัวอย่างทางจากสด ทางจากหมัก มูล และปัสสาวะ ที่แช่แข็งมาทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำตัวอย่างทางจากสด และทางจากหมัก ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แบ่งตัวอย่างมูลออกเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างมูลส่วนแรกนำไปวิเคราะห์หาโปรตีนโดยไม่ผ่านการอบแห้งเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียไนโตรเจนในระหว่างการอบ ตัวอย่างมูลส่วนที่สองนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี เช่น วัตถุแห้ง ไขมัน โปรตีนหยาบ และเถ้า โดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 2012) วิเคราะห์เยื่อใยผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส โดยวิธี Detergent analysis (Van Soest *et al.*, 1991) และวิเคราะห์ค่าพลังงานรวม (Gross energy; GE) โดยเครื่อง Automatic isoperibol calorimeter (6400; Parr, Moline, Illinois, USA.) ตามวิธีของ DIN 51900-2 (2003-05)

การประเมินการย่อยได้ของโภชนะต่างๆและพลังงาน

คำนวณค่าการย่อยได้ปรากฏ (Apparent digestibility) โดยใช้สมการดังนี้ (บุญล้อม, 2541)

$$\text{การย่อยได้ปรากฏของโภชนะ (\%)} = \frac{\text{โภชนะที่กิน (กรัม)} - \text{โภชนะที่ขับออกในมูล (กรัม)}}{\text{โภชนะที่กิน (กรัม)}} \times 100$$

การคำนวณค่าพลังงาน

คำนวณหาค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด หรือ ยอดโภชนะย่อยได้ (Total digestible nutrients ; TDN) จากสมการดังนี้ (Garrott 1976; Mor and Tyrrell 1976 in NRC, 1981)

$$\% \text{ TDN} = \% \text{ DOM} \div 1.05$$

โดยที่ DOM = Digestible organic matter

ประเมินค่าพลังงานย่อยได้ (Digestible energy; DE) ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy ; ME) พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (Net Energy for maintenance ; NE_m) และพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (Net Energy for growth ; NE_g) จากค่า DE ที่วัดโดยตรงจากตัวสัตว์โดยใช้สมการ ดังนี้ (Garrott 1976; Mor and Tyrrell 1976 in NRC, 1981)

$$\text{DE (Mcal/kg DM)} = \% \text{TDN} \times 0.04409$$

$$\text{ME (Mcal/kg DM)} = 0.82 \times \text{DE (Mcal/kg DM)}$$

$$\text{NE}_m \text{ (Mcal/kg DM)} = 1.115 - 0.8971 \text{ ME} + 0.6507 \text{ ME}^2 - 0.1028 \text{ ME}^3 + 0.005725 \text{ ME}^4$$

$$\text{NE}_g \text{ (Mcal/kg DM)} = 3.178 \text{ ME} - 0.8646 \text{ ME}^2 + 0.1275 \text{ ME}^3 - 0.006787 \text{ ME}^4 - 3.325$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Group Comparison T-Test

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างทางจากสด และทางจากหมักแสดงในตารางที่ 1 ผลการทดลองพบว่า องค์ประกอบทางเคมีของทางจากสด และทางจากหมักมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่าทางจากหมักมีค่าเยื่อใยสูงกว่าทางจากสด ทั้งนี้อาจเกิดจากจุลินทรีย์มีการใช้แป้ง และน้ำตาลในกระบวนการหมัก จึงส่งผลให้สัดส่วนเยื่อใยของทางจากหมักเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของทางจากสด และทางจากหมัก

ส่วนประกอบทางเคมี ^{1/}	ทางจากสด	ทางจากหมัก
วัตถุแห้ง (DM) (%)	19.80	20.78
โปรตีนหยาบ (CP) (%DM)	4.74	4.60
ไขมัน (EE) (%DM)	0.37	0.48
เถ้า (Ash) (%DM)	9.33	6.38
ผนังเซลล์ (NDF) (%DM)	79.37	83.06
ลิกโนเซลลูโลส (ADF) (%DM)	61.57	67.08
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) (%DM)	6.19	5.48
ค่าพลังงานรวม (GE) (Mcal/kgDM)	4.33	4.34

- ที่มา : ^{1/}วิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี

ปริมาณอาหารที่แพะกินได้

ปริมาณการกินได้แสดงในตารางที่ 2 การทดลองพบว่าแพะทั้ง 2 กลุ่มกินอาหารได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือแพะสามารถกินทางจากสดและทางจากหมักได้ 85.33 และ 60.84 กรัมต่อตัวต่อวัน คิดเป็น 0.34 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และ 0.27 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณการกินได้ของแพะในการทดลองนี้ต่ำกว่าปริมาณอาหารต่อวันที่แพะควรได้รับเพื่อการดำรงชีพ (NRC, 2007) เนื่องจากทางจากที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีสัดส่วนของใบน้อยมีก้านมากส่งผลให้อาหารที่แพะได้รับมีเยื่อใย NDF และ ADF สูง มีความน่ากินต่ำ จากรายงานของ NRC (2007) ระบุว่าโดยทั่วไปแพะที่มีน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัมจะมีความต้องการปริมาณอาหาร 2.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว เพื่อใช้ในการดำรงชีพหรือเท่ากับปริมาณอาหาร 500 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งการทดลองนี้แพะกินได้ต่ำกว่าที่แนะนำมาก

Moore and Coleman (2001) ศึกษาความสัมพันธ์ของการกินได้กับปริมาณเยื่อใยในอาหารหยาบ โดยคำนวณจากสมการ ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) เท่ากับ 120หารด้วยเปอร์เซ็นต์ NDF และเมื่อนำค่า NDF ที่ได้จากการทดลองนี้มาคำนวณตามสมการข้างต้น พบว่าแพะควรมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 1.35-1.37 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว คิดเป็น 270-274 กรัมต่อตัวต่อวัน แต่ในการทดลองนี้แพะกินได้เพียง 0.27-0.34 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ส่งผลให้น้ำหนักแพะทดลองจึงลดลงอย่างรวดเร็วสอดคล้อง

กับวัชรวิทย์ (2556) ที่รายงานว่าปริมาณ NDF ในอาหารมีความสัมพันธ์กับอัตราการกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เชิงลบ วิโรจน์ (2557) รายงานว่าหากสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับ NDF มาก หรือ NFC น้อยเกินไปจะทำให้สัตว์กินอาหารได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ค่า NDF ที่มีมากกว่า 36 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้ปริมาณการกินได้ถูกจำกัดด้วยความจุกระเพาะแพะทั้ง 2 กลุ่ม การกินโปรตีนได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือมีค่าอยู่ในช่วง 2.82-4.22 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งเป็นปริมาณโปรตีนที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อการดำรงชีพ NRC (2007) รายงานว่าแพะที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 20 กิโลกรัม ต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพเท่ากับ 36 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าปริมาณโปรตีนหยาดที่แพะได้รับทางจากสด และทางจากหมัก (4.22 และ 2.82 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) มีค่าต่ำกว่ามาก

ตารางที่ 2 ปริมาณการกินได้ และโภชนะที่ได้รับจากทางจากสด และทางจากหมัก ในแพะเนื้อลูกผสม

รายละเอียด	ทางจากสด	ทางจากหมัก	P-value
จำนวนแพะทดลอง (ตัว)	6	6	-
น้ำหนักเฉลี่ยแพะก่อนการทดลอง (กิโลกรัม/ตัว)	23.35	23.30	0.9787
น้ำหนักเฉลี่ยแพะสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัม/ตัว)	18.94	18.03	0.5933
ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้			
ปริมาณการกินได้ต่อตัว (กรัม/วัน)	85.83	60.84	0.1800
ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักร่างกาย (%BW)	0.34	0.27	0.3377
ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักเมทาบอลิก (กรัม/BW ^{0.75})	0.04	0.03	0.2651
ปริมาณโภชนะที่แพะได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)			
โปรตีนหยาด (CP)	4.22	2.82	0.1143
ไขมัน (EE)	0.33	0.31	0.8063
ผนังเซลล์ (NDF)	65.61	47.80	0.2400
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	52.15	39.38	0.2785
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC)	5.91	1.68	0.0024

ค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆและพลังงานของทางจาก

ค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆและค่าพลังงานของทางจากสดและทางจากหมัก แสดงในตารางที่ 3 ผลการทดลองพบว่า ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (Digestible organic matter ; DOM) ค่าการย่อยได้ของโปรตีน (Digestible crude protein ; DCP) ค่าการย่อยได้ไขมัน (Digestible ether extract ; DEE) ค่าการย่อยได้ผนังเซลล์ (Digestible neutral detergent fiber ; DNDF) ค่าการย่อยได้ลิกโนเซลลูโลส (Digestible acid detergent fiber ; DADF) ค่าการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (Digestible non fibrous carbohydrate ; DNFC) ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (DE) ค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrients ; TDN) และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของทางจากสดและทางจากหมักมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งค่าการย่อยได้ของโภชนะของทางจากสดและทางจากหมัก มีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ของสันติ และคณะ (2555) ที่พบว่ามีการย่อยได้ของ CP เท่ากับ 56.16 เปอร์เซ็นต์ EE เท่ากับ 60.55 เปอร์เซ็นต์ NDF เท่ากับ 68.21 เปอร์เซ็นต์ และ ADF เท่ากับ 25.27 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 ค่าการย่อยได้ของโภชนะ ค่าพลังงานของทางจากสด และทางจากหมักในแพะเนื้อลูกผสม

รายละเอียด	ทางจากสด	ทางจากหมัก	P-value
ค่าการย่อยได้ของโภชนะ (%)			
อินทรีย์วัตถุ (DOM)	27.03	26.95	0.9926
โปรตีนหยาบ (DCP)	20.86	15.99	0.3280
ไขมัน (DEE)	22.35	15.77	0.4908
ผนังเซลล์ (DNDF)	18.62	17.53	0.8535
ลิกโนเซลลูโลส (DADF)	21.78	20.53	0.8239
พลังงานที่ย่อยได้ (DE)	24.75	19.49	0.6946
โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN)	25.75	25.66	0.9923
ค่าพลังงานในอาหาร			
ค่าพลังงานการย่อยได้ (DE) (Mcal/kgDM)	1.14	1.13	0.9938
ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) (Mcal/kgDM)	0.93	0.93	0.9992
ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE _m) (Mcal/kgDM)	0.86	0.84	0.7498
ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE _g) (Mcal/kgDM)	-1.14	-1.12	0.9744

สำหรับค่าพลังงานของทางจากสดและทางจากหมักที่แพะได้รับ (ตารางที่ 4) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณ ME ที่แพะได้รับมีค่าเท่ากับ 0.08 และ 0.06 Mcal/d ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าความต้องการ ME เพื่อการดำรงชีพของแพะ ซึ่ง NRC (2007) และ Salah *et al.* (2014) รายงานว่าแพะที่มีน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม ควรได้รับ ME เท่ากับ 0.96 -1.02 Mcal/d

ตารางที่ 4 ค่าพลังงานของทางจากสด และทางจากหมักที่แพะได้รับ

รายละเอียด	ทางจากสด	ทางจากหมัก	P-value
ค่าพลังงานในอาหารที่แพะได้รับ (Mcal/d)			
ค่าพลังงานการย่อยได้ (DE)	0.10	0.07	0.3371
ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME)	0.08	0.06	0.3564
ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE _m)	0.07	0.06	0.6778
ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE _g)	-0.10	-0.07	0.5561

โดยปกติสัตว์จะใช้พลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE_g) ที่เหลือจาก NE_m แล้วเท่านั้น (รัชนิกร, 2543; วิโรจน์, 2557) การทดลองในครั้งนี้ ค่า NE_g มีค่าติดลบส่งผลให้แพะที่ได้รับทางจากเป็นอาหารเพียงชนิดเดียวไม่สามารถเจริญเติบโตได้และมีน้ำหนักลดลง ทั้งนี้ควรใช้ทางจากเลี้ยงสัตว์ร่วมกับอาหารข้นหรืออาหารที่ให้โปรตีนและพลังงานเพียงพอ

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ของโภชนะ และค่าพลังงานที่ย่อยได้ของทางจากสด และทางจากหมัก สำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมบอร์ พบว่าทางจากสด และทางจากหมัก สามารถนำไปใช้เลี้ยงแพะๆได้ แต่ไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงเป็นอาหารหยาดเดียว เนื่องจากมีค่าเยื่อใยสูง การย่อยได้ต่ำ และมีพลังงานต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อการดำรงชีพในแพะ

ข้อเสนอแนะ

หากจำเป็นต้องใช้ทางจากเป็นอาหารสัตว์ ควรใช้ควบคู่กับอาหารข้น และอาหารหยาดชนิดอื่น หรือนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารผสมครบส่วน เพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนะในอาหารเพียงพอต่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุราษฎร์ธานี ที่ให้ความช่วยเหลือในการดูแลสัตว์ทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรีที่ช่วยวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญสมศักดิ์ เกาทอง คุณจิระศักดิ์ ชอบแต่ง คุณอรวิมล แก้วเกลี้ยง และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กองประมงน้ำจืด. 2538. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย.โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2540. การศึกษาด้านนิเวศวิทยา ประโยชน์ใช้สอย และการขยายพันธุ์ต้นจากในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์ เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 6. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่.
- รัชนิกร มูลปา. 2543. การศึกษาความต้องการพลังงานและโปรตีนของโคนมที่ให้นมปานกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. เทคโนโลยีการผลิตสัตว์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่. 2556. ปัจจัยที่มีผลต่อการกินได้และการย่อยได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ ปีที่58 ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2555- มกราคม 2556.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2557. อาหารและฟาร์มโคนมสมัยใหม่. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. จ.ขอนแก่น.
- สนธิ อักษรแก้ว. 2541. ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- สันติ หมดหมั่น ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ วินวิศาห์ งามผ่องใส และเสาวนิตย์ คูประเสริฐ. 2555. ผลของการหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลระดับต่างๆต่อปริมาณการกินได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโคขุนในโคพื้นเมือง. เกษตร 40 : 70-02 (2555) หน้า 79-92.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 ภูเก็ต. 2554. รายงานผลการดำเนินงานโครงการพัฒนาชุมชนต้นแบบในการจัดการสิ่งแวดล้อม (ชุมชนสีเขียว).
- AOAC. 2012. Official Methods of Analysis 19th ed., The Association of official Analytical Chemists, Arlington. Virginia.
- DIN 51900-2. 2003-05. Testing of solid and liquid fuels - Determination of the gross calorific value by the bomb calorimeter and calculation of the net calorific value – Part 2: Method using isoperibol or static, jacket calorimeter. German.
- Mogea, J., B. Seibert and W. Smits. 1991. Multipurpose palms: the sugar palm (*Arengapinnata* (Wurmb) Merr.). Agroforestry Systems 13: 111- 129.
- Moor, J. E. and S.W. Coleman. 2001. Forage intake, digestibility, NDF, and ADF : how well are they relate. In Proceedings of the American Forage and Grassland Council, vol.; 10, Georgetown, TX, USA, pp. 233-237.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical countries. Washington D.C., USA: National Research Council, National Academy Press.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. National Research Council of the National Academies. The National Academies Press, Washington, D.C. available source; www.nap.edu. 15 January 2018.
- Salah, N., D. Sauvant and H. Archimede. 2014. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. J. of Animal. 8:9, pp 1439-1447.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. of Dairy Sci. 74: 3583-3597.

อิทธิพลของความหนาแน่นของต้นถั่วท่าพระสไตโลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์

อรวีมล แก้วเกลี้ยง^{1/} อภินันท์ จินดานิรุต^{2/} อาทิตยา สุขสะเกษ^{3/} ขวัญชัย ทศคร^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของความหนาแน่นของต้นถั่วท่าพระสไตโลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) มี 4 ซ้ำ สิ่งทดลองคือ ความหนาแน่นของต้นถั่วท่าพระสไตโลในแปลง 5 ระดับ ได้แก่ 1,000 900 800 700 และ 600 ต้นต่อไร่ ผลการทดลอง พบว่าความหนาแน่นของต้นถั่วในแปลงมีอิทธิพลต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นถั่ว ปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อไร่ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นถั่ว ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้น ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อต้น ความชื้นของเมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (ความบริสุทธิ์ ความงอก เมล็ดแข็ง และความมีชีวิตของเมล็ด) โดยต้นถั่วมีความกว้างทรงพุ่มสูงสุด ($P < 0.05$) จากการปลูกที่ระดับความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 47.82 เซนติเมตร นอกจากนี้ ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อไร่ ของการปลูกที่ระดับความหนาแน่น 900 ต้นต่อไร่ มีปริมาณมากกว่า ($P < 0.01$) ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นระดับอื่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 123.53 และ 121.35 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังนั้น ความหนาแน่นของต้นถั่วท่าพระสไตโลที่ระดับ 900 ต้นต่อไร่ เป็นระดับเหมาะสมทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ได้จำนวนสูงสุด

คำสำคัญ : ความหนาแน่นของต้น ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ ถั่วท่าพระสไตโล

เลขทะเบียนวิชาการ: 61(2)-0214-002

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยิงยืนจังหวัดมหาสารคาม

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์กาฬสินธุ์ อำเภอมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

Influence of plant density on seed yield and seed quality of *Stylosanthes guianensis* CIAT 184

Ornvimol Kaeokliang^{1/} Apinun Jindaniradool^{2/} Atitiya Suksaket^{3/} Kwanchai Thassakhon^{4/}

Abstract

A study was conducted to investigate the influence of plant density on seed yield and seed quality of *Stylosanthes guianensis* CIAT 184. A randomized complete block design with 4 replication was used. Treatments were 5 levels of plant density namely, 1000, 900, 800, 700 and 600 plants/rai. The results showed that the influence of plant density affected the canopy width of the plant ($P<0.05$) and seed yield ($P<0.01$), but did not affect the height of plant, seed moisture content, seed yield/plant, pure seed yield per plant, thousand seed weight, and seed quality. The canopy width of the plant was highest ($P<0.05$) at the plant density level at 700 plants/rai. Seed yield i.e. seed yield/rai, and pure seed yield/rai were highly significant differences at the plant density level at 900 plants/rai, there were 123.53, and 121.35 kg/rai, respectively. In conclusion, the plant density level of *S. guianensis* CIAT 184 at 900 plants/rai was the optimum level which affected the highest seed yield per area.

Keywords: plant density, seed yield, seed quality, *Stylosanthes guianensis* CIAT 184

Registered No. : 61(2)-0214-002

^{1/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, Khon Kaen.

^{2/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathumthani.

^{3/} Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center, Chiang Yuen, Mahasarakham.

^{4/} Udon Thani Animal Nutrition Research and Development Center, Muang, Kasasin.

บทนำ

ถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) เป็นถั่วอาหารสัตว์ในสกุลเดียวกับถั่วเวอร์นาโนสไตโลและถั่วแกรมสไตโล ที่พัฒนาพันธุ์โดยสถาบันการเกษตรเขตร้อนนานาชาติ (International Center for Tropical Agriculture, CIAT) ประเทศโคลัมเบีย (ศุภชัย, 2538) เป็นถั่วที่มีอายุ 2-3 ปี ลักษณะของลำต้นกิ่งตั้งตรง และระบบรากแข็งแรง (สายัณห์, 2547) ขนาดต้นและทรงพุ่มใหญ่กว่าถั่วฮามาต้า ด้านทานโรคแอนแทรกคโนส ไม่ทนดินเค็มและดินด่าง (pH มากกว่า 8.5) ไม่ทนต่อการทะเลี่ยมเหยียบย่ำของสัตว์ หรือตัดบ่อย (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, ม.ป.ป.ก) ไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง ทนต่อสภาพที่แห้งแล้งนานๆ ขึ้นได้ดีในดินหลายชนิด เช่น ดินทราย ดินลูกรัง ดินเหนียว ตลอดจนถึงดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เหมาะกับเขตร้อนชื้นที่มีฝนตกมากกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี (สายัณห์, 2547) สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ได้ทดสอบการผลิตครั้งแรกที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2537 จากนั้นได้ตั้งชื่อว่า “ถั่วท่าพระสไตโล” (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, ม.ป.ป.ช) และมีการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโลจนถึงปัจจุบัน เพื่อส่งเสริมเกษตรกรและจำหน่ายให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ใช้เป็นอาหารหยาบคุณภาพดี สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ได้กำหนด “มาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์” ขึ้นเพื่อกำกับควบคุมการผลิตและมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ ซึ่งได้ปรับปรุงฉบับล่าสุด ปี พ.ศ.2558 (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2558) กำหนดระยะปลูกถั่วท่าพระสไตโล ไม่น้อยกว่า 120x120 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม Diepenbrock (2000) รายงานว่า ผลผลิตพืช (yield) และองค์ประกอบผลผลิตของพืช (yield components) เป็นผลโดยตรงจากความหนาแน่นของพืช โดยผลผลิตพืชสูงสุดเมื่อความหนาแน่นของพืชเหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปัจจัยการผลิตอื่นๆ (Leach *et al.*, 1999; Diepenbrock, 2000; Momoh and Zhou, 2001) ความหนาแน่นของพืชที่น้อยกว่า ส่งผลให้จำนวนเมล็ดพันธุ์ต่อฝัก และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเพิ่มขึ้น จึงได้ผลผลิตต่อต้นสูงขึ้น (Kuai *et al.*, 2015)

จากข้อมูลการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโลชั้นพันธุ์คัด (Breeder Seed, BS) ของศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ศมอ.) ปีการเพาะปลูก 2558/2559 ซึ่งเป็นปีที่ 1 ของการผลิตระยะปลูก 120x120 เซนติเมตร พบว่า ต้นถั่วท่าพระสไตโลมีกอขนาดใหญ่ ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 271 เซนติเมตร (n=50; ศมอ., ข้อมูลไม่ได้เผยแพร่) ซึ่งกว้างกว่าพื้นที่ว่างระหว่างแถวและระหว่างต้น ส่งผลให้ต้นถั่วแผ่กิ่งก้านขยายออกด้านข้าง ยื่นชน และเบียดกันระหว่างต้นเพื่อแย่งกันรับแสงแดด ทั้งนี้เพราะแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และการให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของพืช ระยะปลูกที่แคบ เสมือนการจำกัดศักยภาพการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามสายพันธุ์ อย่างไรก็ตาม ระยะปลูกที่เหมาะสมมีผลต่อความหนาแน่นของต้นพืชในแปลง (plant density) โดยความหนาแน่นที่เหมาะสมจะทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุด ระยะปลูกที่กว้างขึ้นจะทำให้ความหนาแน่นของพืชในแปลงลดลงแต่ก็ทำให้ต้นพืชมีพื้นที่ในการเจริญเติบโตมากขึ้นด้วย สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ตามศักยภาพของสายพันธุ์ ดังนั้น การศึกษาทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนาแน่นของต้นถั่วท่าพระสไตโลที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง หน่วยผลิตพันธุ์พืชอาหารสัตว์ กุดรัง ตำบลกุดรัง อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม (เส้นรุ้งที่ 16 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 103 องศาตะวันออก) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 153 เมตร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ตามความลาดชันของพื้นที่ มี 4 ซ้ำๆ ละ 400 ตารางเมตร โดยจัดให้แปลงที่มีความลาดชันใกล้เคียงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน สุ่มสิ่งทดลองให้กับแปลงทดลองแต่ละแปลง สิ่งทดลองหรือทรีทเมนต์ (T) คือ ความหนาแน่นของต้นถั่ว 5 ระดับ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ (ระยะปลูก 120x120 เซนติเมตร)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ความหนาแน่น 900 ต้นต่อไร่ (ระยะปลูก 120x140 เซนติเมตร)

ทรีทเมนต์ที่ 3 ความหนาแน่น 800 ต้นต่อไร่ (ระยะปลูก 120x160 เซนติเมตร)

ทรีทเมนต์ที่ 4 ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ (ระยะปลูก 120x180 เซนติเมตร)

ทรีทเมนต์ที่ 5 ความหนาแน่น 600 ต้นต่อไร่ (ระยะปลูก 120x200 เซนติเมตร)

การเตรียมแปลงทดลอง

ปรับสภาพดินโดยการไถพรวนจนดินร่วนละเอียด ปรับหน้าดินให้สม่ำเสมอ (วันที่ 2-4 กรกฎาคม 2559) แล้วจัดทำแปลงย่อยขนาด 40x10 เมตร จำนวน 20 แปลง (วันที่ 29-30 สิงหาคม 2559) ปลูกถั่วด้วยต้นกล้าที่เพาะในถาดเพาะ อายุ 57 วัน ใช้ระยะปลูกตามแผนการทดลอง โดยปลูกหลุมละ 1 ต้น (วันที่ 5-9 กันยายน 2559) ใช้ระยะปลูกตามแผนการทดลอง (ระยะห่างระหว่างแถว 120 เซนติเมตร และเพิ่มระยะห่างระหว่างต้นเป็น 120 140 160 180 และ 200 เซนติเมตร)

การใส่ปุ๋ยและการกำจัดวัชพืช

ก่อนปลูก ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุและปรับโครงสร้างของดิน กำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 หลังปลูกแล้วประมาณ 6 สัปดาห์ (วันที่ 17-19 ตุลาคม 2559) โดยใช้จอบหมุน พร้อมใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ กำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 เมื่อถั่วมีอายุประมาณ 2 เดือนหลังปลูก (วันที่ 9-16 พฤศจิกายน 2559) ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมปุ๋ยธาตุรองพื้นเพื่อรองรับเมล็ดที่ร่วงและเตรียมสำหรับการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์

การเก็บเกี่ยวเมล็ด

เก็บเกี่ยวโดยวิธีเกี่ยวต้น (ปุ๋ยธาตุรองพื้น) กวาดเมล็ดที่ร่วงรวมกัน นำเมล็ดไปผึ่งให้แห้งในร่มเป็นเวลา 3-4 วัน แล้วนำไปตากแดด 1-2 วัน จากนั้นทำความสะอาดเบื้องต้นด้วยเครื่องทำความสะอาดอย่างง่าย (วันที่ 6-17 กุมภาพันธ์ 2560) แล้วนำส่งโรงงานทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์

การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง

1. เก็บตัวอย่างดินก่อน และหลังการทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่

(1) ปฏิกิริยาดิน (soil reaction, pH) ใช้ pH meter อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 (McLean, 1973; Peech, 1965)

(2) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธี Kjeldahl method (Bremner, 1996)

(3) ฟอสฟอรัสรูปที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available P) ด้วยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945)

(4) โพแทสเซียมที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available K) ด้วยวิธีการสกัดด้วยสารละลาย

ammonium acetate (NaOAc) 1N pH 7.0 (Mehlich, 1978)

2. บันทึกจำนวนต้นถั่วทั้งหมดในแปลง สุ่มเก็บข้อมูลต้นถั่ว 10 เปอร์เซ็นต์ ของแต่ละแปลงย่อย โดยเว้นแถวริมขอบแปลงด้านละ 1 แถว วัดความสูงและความกว้างของทรงพุ่ม และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้น

3. บันทึกผลผลิตเมล็ดพันธุ์หลังทำความสะอาด สุ่มเมล็ดพันธุ์ของแต่ละทรีทเมนต์เพื่อทดสอบคุณภาพ โดยหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Seed moisture content) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (Thousand seed weight, TSW) ความบริสุทธิ์ (Seed purity, SP) และความงอก (Seed germination, SG) ของเมล็ด ถั่วท่าพระสไตโล ตามวิธีการของ ISTA (2015) ปรับผลผลิตเมล็ดพันธุ์และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ที่ความชื้น 9 เปอร์เซ็นต์ นำข้อมูลมาคำนวณผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ (Pure seed yield, PSY) โดย $PSY = SY \times SP / 100$ (ไกรลาศ และคณะ, 2548)

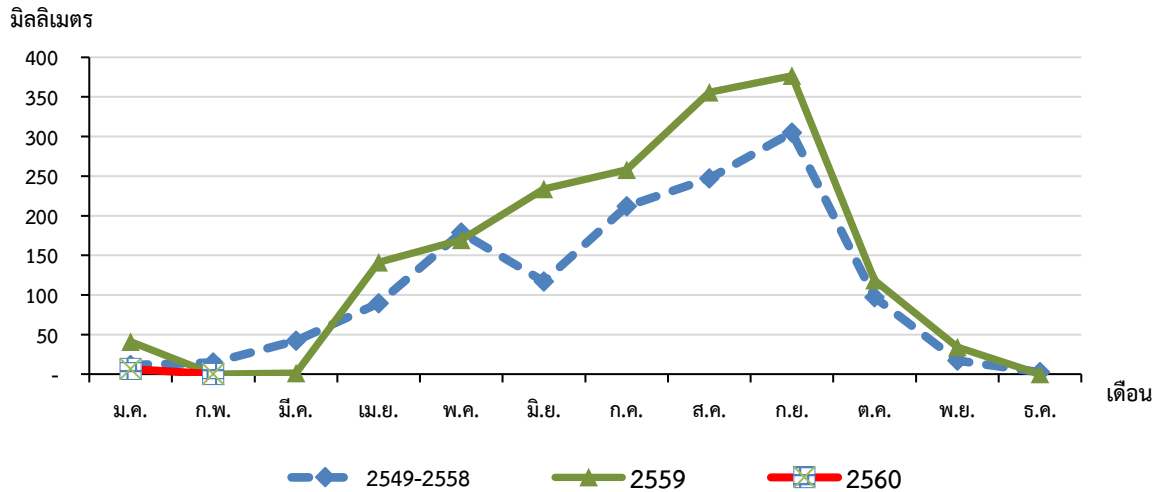
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณน้ำฝน

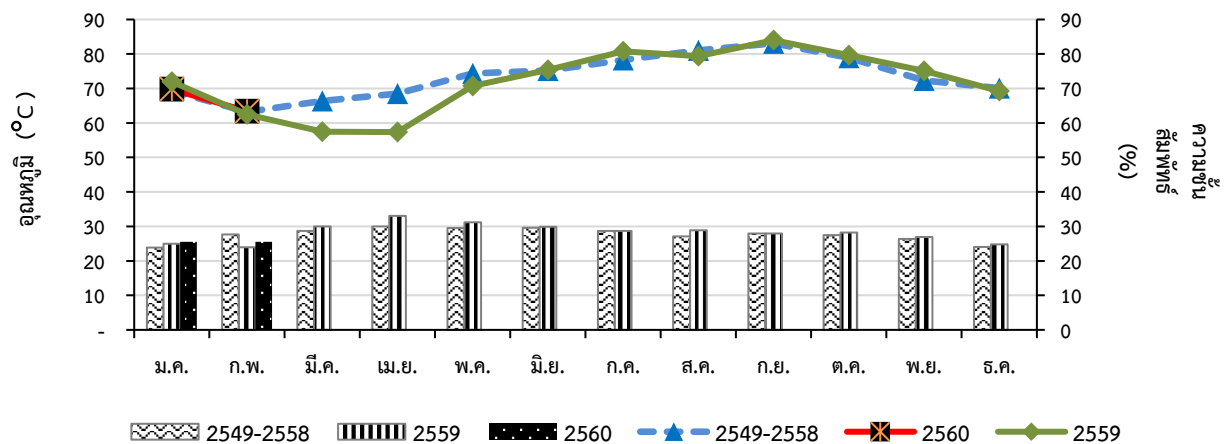
ปริมาณน้ำฝนในช่วงปีทำการทดลอง (ปี 2559-2560) และค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี (ปี 2549-2558) แสดงในภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าปี 2559 มีปริมาณฝนตกมากกว่าค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,729.8 และ 1,333.69 มิลลิเมตร ตามลำดับ ลักษณะเส้นกราฟปริมาณน้ำฝนเปรียบเทียบมีลักษณะเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ทำการทดลองตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม ลักษณะเส้นกราฟปริมาณน้ำฝนของปีทดลอง คือปี 2559 (132.30 มิลลิเมตร) และค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี (105.41 มิลลิเมตร) มีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และปริมาณน้ำฝนไม่แตกต่างกันมากนัก โดยปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนกันยายน หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนลดลงอย่างต่อเนื่องจนมีปริมาณน้ำฝนน้อยมากในเดือนธันวาคม และลดลงจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในเดือนกุมภาพันธ์ของปีถัดไป (2560) อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำฝนในปีทำการทดลอง อยู่ในช่วงที่ถั่วสไตโลสามารถเจริญเติบโตได้ จากรายงานของ Tropical forages (2005) ถั่วสไตโลเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่อปี 1,000-2,500 มิลลิเมตร มีชีวิตได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำ และปรับตัวได้ดีที่สุดในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่อปีมากกว่า 1,500 มิลลิเมตร



ภาพที่ 1: ปริมาณน้ำฝนของช่วงปีที่ทำการทดลองและค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 10 ปี
ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยามหาสารคาม (2560)

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงปีที่ทำการทดลอง (ปี 2559-2560) และค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี (ปี 2549-2558) แสดงในภาพที่ 2 จะเห็นว่าในช่วงที่ปลูกถั่วจนถึงเก็บเกี่ยวถั่วทำพระสไตโล (กันยายน 2559-กุมภาพันธ์ 2560) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของช่วงเวลาดังกล่าวมีลักษณะเส้นกราฟเป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี และมีค่าใกล้เคียงกัน อุณหภูมิในปีที่ทำการทดลองเฉลี่ยประมาณ 28.2 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี ประมาณ 27.6 องศาเซลเซียส ใกล้เคียงกับ Tropical forages (2005) ซึ่งรายงานว่าถั่วสไตโลเจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิเฉลี่ย 23-27 องศาเซลเซียส และสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพร้อนชื้น (humid tropical) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงที่ทำการทดลองนี้ ทั้ง 2 ปีปัจจัยไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ถั่วทำพระสไตโล



ภาพที่ 2: อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงปีที่ทำการทดลองและค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี
ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยามหาสารคาม (2560)

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ดินบริเวณที่ทำการทดลองในหน่วยผลิตพันธุ์พืชอาหารสัตว์กุดรัง ต.กุดรัง อ.กุดรัง จ.มหาสารคาม เป็นกลุ่มชุดดินที่ 24 ตามการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน มีเนื้อดินเป็นพวกดินทราย สีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทาปนชมพู พบจุดประสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีเทาในชั้นดินล่าง บางแห่งมีการสะสมอินทรีย์วัตถุเป็นชั้นบางๆ การระบายน้ำค่อนข้างเร็วถึงดีปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติที่ต่ำมาก เป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกรดปานกลาง มีค่าประมาณ 5.5-5.6 ดินในกลุ่มชุดนี้คือ ชุดดินอุบล ชุดดินบ้านบึง และชุดดินท่าอุเทน ไม่เหมาะสมในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล และพืชผัก เพราะพืชมักแสดงอาการขาดน้ำในช่วงฝนทิ้งช่วง แต่มีศักยภาพในการปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์หรือพัฒนาเป็นทุ่งหญ้า (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินบริเวณที่ทำการทดลอง ก่อน และหลังการทดลอง

	pH	LM (กก./ไร่)	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (มก./กก.)	Avail. K (มก./กก.)
ก่อนทดลอง	3.93	426	0.58	0.03	6.03	38.14
หลังทดลอง	4.73	275	0.20	0.01	3.02	22.93

- วิเคราะห์โดยกลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์;
pH (ดิน:น้ำ = 1:1); LM, ความต้องการปูนขาว (lime requirement); OM, อินทรีย์วัตถุ (organic matter);
Avail. P, ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available P) ด้วยวิธี Bray II method; Avail. K, โพแทสเซียมที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available K)

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่า ดินมีความเป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid, pH 3.5-4.5) (ยงยุทธ และคณะ, 2541) มีอินทรีย์วัตถุในระดับต่ำ (0.5-1.0%; พจนีย์ และ ทวีศักดิ์, 2544) มีฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ในดิน โดยวิธี Bray II ในระดับต่ำมาก (0-11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม; Agronomy Handbook อ้างโดย นันท์รัตน์, 2554) โพแทสเซียมในระดับปานกลาง (31-60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม; Cope and Kirkland, 1975 อ้างโดย สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, ม.ป.ป.) มีความต้องการปูนขาวในเกณฑ์สำหรับดินทราย (ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 2.5% ต้องการปูนขาว 850 กิโลกรัม/ไร่; Brandy, 1974 อ้างโดย ชูจิตต์, 2552) จากคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลองจัดอยู่ในเกณฑ์ของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก ถึงแม้ว่าถ้าใส่ปุ๋ยจะขบดินที่ระบายน้ำดี แต่ก็สามารถปรับตัวได้ในดินทรายและดินเหนียว และสามารถปรับตัวได้ในดินที่มี pH แปรปรวน (Tropical forages, 2005)

ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินหลังทดลอง (ตารางที่ 1) อินทรีย์วัตถุในดินลดลงและอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก (<0.5%; พจนีย์ และ ทวีศักดิ์, 2544) pH ของดินเพิ่มขึ้นจาก 3.93 เป็น 4.73 แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid, pH 4.6-5.0; ยงยุทธ และคณะ, 2541) นอกจากนี้ปริมาณแร่ธาตุในดินหลังการทดลองมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นแร่ธาตุที่พืชต้องการปริมาณมาก (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ต้นถั่วดูดแร่ธาตุไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่ธาตุฟอสฟอรัส (Tropical forages, 2005) เพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโต และความแข็งแรงของพืชทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและราก (ยงยุทธ และคณะ, 2541) รวมถึงปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ยาก พืชใช้ประโยชน์ได้น้อย (อัญริชา และคณะ, 2546; Brandy and Weil, 2004) การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสลงไปในดินจะถูกตรึงไว้ในดินได้ง่าย ในสภาพดินที่มีความเป็นกรดจัด (Brandy, 1990; Brandy and Weil, 2004) การใช้ประโยชน์ได้จากปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ในดินจึงน้อยกว่า 20% (Tessens and Jusop, 1983) รวมทั้งลักษณะการเกิดของดินและการจัดการดินในแต่ละชุดดินที่แตกต่างกัน มีผลทำให้

ดินมีความสามารถในการตรึงฟอสฟอรัสได้ต่างกัน (อัญธิชา และคณะ, 2546) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการทดลองนี้ดินจะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แต่ถั่วสไตโลก็สามารถเติบโตได้ เพราะถั่วสไตโลสามารถเติบโตในดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ได้ (Tropical forages, 2005)

การเจริญเติบโตของถั่วท่าพระสไตโล

การเจริญเติบโตของถั่วท่าพระสไตโล (ตารางที่ 2) โดยการวัดความสูงและความกว้างทรงพุ่มพบว่า ความสูงของถั่วท่าพระสไตโล ที่ความหนาแน่นของต้นถั่วระดับต่างๆ ไม่แตกต่างกัน ($P < 0.05$) ซึ่งต้นถั่วในการทดลองมีความสูงมากกว่ารายงานของ Tropical forages (2005) ซึ่งถั่วสไตโลมีความสูงประมาณ 120 เซนติเมตร และสูงกว่ารายงานของ ไกรลาศ และคณะ (2548) ที่มีระยะปลูก 100×50 เซนติเมตร ต้นถั่วมีความสูง 140 เซนติเมตรซึ่งเป็นระดับสูงสุดจากถั่วที่ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคม ส่วนพิมพาพร และคณะ (2557) ไม่รายงานความสูงของถั่วท่าพระสไตโลที่ระยะปลูก 120×120 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่สำนักพัฒนาอาหารสัตว์แนะนำให้ใช้ในการผลิตถั่วท่าพระสไตโลในปัจจุบัน

ตารางที่ 2 ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นถั่วท่าพระสไตโล

	T1	T2	T3	T4	T5	SEM	P-value
	1,000 ต้น/ไร่	900 ต้น/ไร่	800 ต้น/ไร่	700 ต้น/ไร่	600 ต้น/ไร่		
ความสูงของต้นถั่ว, ซม.	153.72	161.52	164.11	162.36	164.50	3.01	0.1419
ความกว้างทรงพุ่ม, ซม.	44.56 ^b	46.36 ^{ab}	45.23 ^b	47.82 ^a	44.17 ^b	0.78	0.0379

- ตัวเลขตามแนวนอนที่มีอักษร (a b) กำกับที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์;
SEM, standard error of the mean

ความกว้างทรงพุ่มของถั่วท่าพระสไตโลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยทริทเมนต์ที่ 4 มีทรงพุ่มกว้างมากที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับทริทเมนต์ที่ 2 แต่ต่างกับกับทริทเมนต์ที่ 1 3 และ 5 ส่วนทริทเมนต์ที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทริทเมนต์ที่ 5 มีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่นของต้นถั่วที่แตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น (vegetative growth) ของถั่วท่าพระสไตโล ทำให้ทรงพุ่มขยายออก ซึ่งระยะปลูกที่กว้างขึ้นจะทำให้ต้นถั่วได้รับแสงแดดซึ่งเป็นปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental factor) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชอาหารสัตว์ (สายัณห์, 2547) ระยะปลูกที่กว้างมากขึ้นหรือความหนาแน่นต้นถั่วต่อแปลงลดลง ต้นถั่วมีความกว้างทรงพุ่มมากขึ้นตามระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น และทรงพุ่มต้นถั่วมีความกว้างมากที่สุดที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จากนั้นความกว้างทรงพุ่มจะลดลงแม้ระยะปลูกเพิ่มขึ้น ส่วนความสูงของต้นถั่วจากผลการทดลองนี้ไม่มีผลกระทบจากความหนาแน่นของต้นถั่วในแปลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะทางกายภาพของถั่วท่าพระสไตโลที่มีลักษณะต้นสูงเป็นกระโดงอยู่แล้ว ทำให้ความสูงไม่แตกต่างกันระหว่างทริทเมนต์ในการทดลองครั้งนี้

ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์

ความหนาแน่นของต้นถั่วในแปลงไม่มีผลต่อความชื้น และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (ความบริสุทธิ์ ความงอก เมล็ดแข็ง และความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์) (ตารางที่ 3)

ในส่วนของผลผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่า ความหนาแน่นของต้นถั่วในแปลงไม่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้นผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อต้น แต่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยทริทเมนต์ที่ 2 ความหนาแน่นต้น 900 ต้นต่อไร่ มีผลผลิต

เมล็ดพันธุ์ต่อไร่สูงสุด ($P < 0.01$) ไม่แตกต่างทางสถิติกับทรีทเมนต์ที่ 1 แต่แตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 3 4 และ 5 นอกจากนี้ทรีทเมนต์ที่ 5 มีผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ต่ำที่สุด ($P < 0.01$) แต่ไม่แตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 3 อย่างไรก็ตามผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในทรีทเมนต์ที่ 1 ก็ไม่แตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 3 และ 4 ส่วนผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อไร่ เป็นไปในทิศทางเดียวกับผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ แต่ทรีทเมนต์ที่ 4 ไม่แตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 5 ($P < 0.01$)

ตารางที่ 3 ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโล

	T1	T2	T3	T4	T5	SEM	P-value
	1,000	900	800	700	600		
	ตัน/ไร่	ตัน/ไร่	ตัน/ไร่	ตัน/ไร่	ตัน/ไร่		
ความชื้นของเมล็ด, %	5.10	5.08	5.08	5.00	5.05	0.08	0.9219
ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ *							
ต่อตัน, ก.	97.28	129.76	115.32	132.29	111.17	9.69	0.1315
ต่อไร่, กก./ไร่	107.78 ^{ab}	123.53 ^a	95.94 ^{bc}	97.90 ^b	73.82 ^c	7.44	0.0071
เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อตัน, ก./ตัน	94.76	127.47	112.89	128.63	108.85	9.46	0.1289
เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อไร่, กก./ไร่	105.00 ^{ab}	121.35 ^a	93.92 ^{bc}	95.18 ^{bc}	71.28 ^c	7.31	0.0069
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด, ก.	3.25	3.34	3.25	3.28	3.29	0.03	0.3752
คุณภาพเมล็ดพันธุ์							
ความบริสุทธิ์, %	97.38	98.23	97.73	97.33	97.90	0.50	0.6895
ความงอก, %	56.33	56.75	62.00	54.50	56.67	3.17	0.5560
เมล็ดแข็ง, %	43.00	42.92	37.55	44.25	42.33	3.16	0.6286
ความมีชีวิต, %	99.33	99.67	99.55	98.75	99.00	0.53	0.7130

- * ปรับน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 9.0 เปอร์เซ็นต์; ตัวเลขตามแนวนอนที่มีอักษร (a b c) กำกับที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์; SEM, standard error of the mean

จะเห็นได้ว่า ถั่วท่าพระสไตโลในทรีทเมนต์ที่ 2 ระดับความหนาแน่น 900 ต้นต่อไร่ มีปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุด ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่าไม่แตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์จะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับเปอร์เซ็นต์การงอกของต้นกล้า น้ำหนักที่มีค่ามาก จะมีอัตราการงอกของต้นกล้าสูง (Afshari *et al.*, 2011) น้ำหนักเมล็ดและขนาดของเมล็ดที่เพิ่มขึ้นจะมีผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกของต้นกล้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Malcolm *et al.*, 2003) ดังนั้น เมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโลจากการทดลองนี้มีน้ำหนักใกล้เคียงกันและมีความสัมพันธ์กับอัตราการงอกที่ใกล้เคียงกัน มีค่าระหว่าง 3.25-3.34 กรัม ต่ำกว่างานรายงานของ ไกรลาศ และคณะ (2548) โดยมีค่าระหว่าง 3.77-3.83 กรัม แต่มีค่าสูงกว่ารายงานของพิมพาพร และคณะ (2557) ซึ่งมีค่าระหว่าง 2.59-2.80 กรัม ทั้งนี้เป็นเพราะการศึกษาทดลองที่ช่วงเวลาและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโลในการทดลองนี้จัดว่ามีคุณภาพดี มีความบริสุทธิ์มากกว่า 97.3 เปอร์เซ็นต์ แม้จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ ในระดับ 54-62 เปอร์เซ็นต์แต่มีสัดส่วนของเมล็ดแข็ง (hardseededness) 37-45 เปอร์เซ็นต์ และความมีชีวิตของเมล็ดมากกว่า 98.75 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าเมล็ดแข็งจะถูกแก้การพักตัวด้วยการแช่ในกรดซัลฟิวริกแล้วก็ตาม จึงมีความเป็นไปได้ว่าเมล็ดพันธุ์เข้าสู่ภาวะพักตัวทุติยภูมิ (secondary dormancy) หลังจากเมล็ดคลายการพักตัวปฐมภูมิ (primary dormancy) และเข้าสู่ภาวะงีบหรือภาวะพักผ่อน (quiescent หรือ resting state) แล้วมีภาวการณ์พักตัวทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อม และมักเป็นการตอบสนองของเมล็ดต่อภาวะหรือเงื่อนไขการงอก

ที่ไม่เหมาะสม (unfavorable germination condition) เช่น แสงในช่วงคลื่นที่ไม่เหมาะสม หรือการขาดน้ำ (water stress) แต่ยังไม่มีความรู้ถึงกลไกของการชักนำให้เกิดการพักตัวแบบนี้ (Bewley และ Black, 1985) ทั้งนี้เพราะในช่วงเวลาที่ถั่วเจริญเติบโตจนถึงช่วงติดเมล็ดและก่อนเก็บเกี่ยว (กันยายน 2559-กุมภาพันธ์ 2560) พื้นที่ทำการทดลองมีปริมาณฝนตกน้อยมาก (ภาพที่ 1) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง (ภาพที่ 2) จึงอาจส่งผลให้ต้นถั่วขาดน้ำซึ่งมีผลต่อเมล็ดพันธุ์

ไกรลาศ และคณะ (2548) ศึกษาวันปลูกที่เหมาะสมของถั่วท่าพระสไตโล และแนะนำให้ปลูกในช่วงกลางเดือนถึงปลายเดือนกรกฎาคม ด้วยต้นกล้าอายุ 28 วัน โดยจะให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 101 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ระยะปลูก 100x50 เซนติเมตร ซึ่งมีปริมาณผลผลิตต่ำกว่าการทดลองในครั้งนี้อยู่ที่ระดับความหนาแน่น 1,000 และ 900 ต้นต่อไร่ แต่ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ใกล้เคียงกับการปลูกที่ระดับความหนาแน่น 800 700 และ 600 ต้นต่อไร่ การศึกษาของพิมพาพร และคณะ (2557) ปลูกถั่วท่าพระสไตโลในมิถุนายน (เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม) ใช้ระยะปลูก 120x120 เซนติเมตร ต้นกล้าอายุ 40 วัน ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ระหว่าง 164.8-177.8 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ปี 2558 (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2558) กำหนดช่วงเวลาปลูกถั่วท่าพระสไตโลที่เหมาะสมคือไม่เกินเดือนมิถุนายน ต้นกล้าอายุ 50-70 วัน มีปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่สูงกว่าการทดลองนี้ซึ่งปลูกถั่วล่าช้ากว่ามาตรฐานกำหนด ประมาณ 2 เดือน โดยปลูกในช่วงต้นเดือนกันยายน แต่ต้นกล้าอายุ 57 วัน อยู่ในเกณฑ์ที่แนะนำ คือ 50-70 วัน ทั้งนี้เพราะช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม ของปีทำการทดลองมีฝนตกน้อยมาก ความชื้นในดินไม่เพียงพอที่จะปลูกถั่ว ทำให้ไม่สามารถปลูกถั่วได้ตามมาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ปี 2558 (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2558) และเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของพิมพาพร และคณะ (2557) ที่ปลูกถั่วในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวในเดือนมกราคม จะเห็นว่า การทดลองนี้ ต้นถั่วมีช่วงเวลาในการเจริญเติบโต สะสมอาหาร ออกดอกติดเมล็ดได้น้อยกว่าจากหลักวิชาการ ถั่วท่าพระสไตโลเป็นพืชวันสั้น (short-day plant) ต้องการความยาวนานของช่วงเวลากลางวัน (photoperiod) ค่อนข้างสั้น การปลูกที่ล่าช้าอาจมีผลต่อความยาวนานของการได้รับแสงในการเจริญเติบโต เพราะ photoperiod มีผลต่อระยะเวลาการให้ผลผลิตทางกิ่ง ใบ และการผลิตเมล็ดพันธุ์ของพืช (สายพันธ์, 2547) ซึ่งส่งผลถึงการติดดอก ออกดอกและติดเมล็ด จึงเป็นผลให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์มีปริมาณต่ำกว่าการศึกษาของพิมพาพร และคณะ (2557) อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของความหนาแน่นของต้นถั่วท่าพระสไตโลมีผลต่อปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ แต่ไม่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

สรุปผลการทดลอง

ความหนาแน่นของจำนวนต้นถั่วในแปลงไม่มีผลต่อความสูงของต้นถั่ว ความชื้นเมล็ดพันธุ์ ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้น ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อต้น น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ แต่มีผลต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นถั่ว ปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ต่อไร่ โดยการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโลที่มีความหนาแน่นของจำนวนต้น 900 ต้นต่อไร่ จะได้ปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานผลิตพันธุ์พืชอาหารสัตว์ หน่วยผลิตพันธุ์พืชอาหารสัตว์กุดรัง ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จ.ขอนแก่น ที่ให้ความช่วยเหลือในการผลิตเมล็ดพันธุ์ ถั่วท่าพระสไตโล ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ที่ให้ความอนุเคราะห์การวิเคราะห์ดิน ขอขอบคุณคุณสุกัญญา คำพะแย ที่ให้ความรู้และคำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล ขอขอบคุณคุณวิทยา สุมาลย์ คุณวลัยกานต์ เจียมเจตจรรุญ และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. กลุ่มชุดดินของประเทศไทย. แหล่งที่มา : <http://www.ddd.go.th/research/research2547/soilsuit.pdf>, 16 พฤษภาคม 2560.
- ไกรลาส เขียวทอง จุริรัตน์ สัจจิตานนท์ พิมพ์พร พลเสน. 2548. อิทธิพลของวันที่ปลูกที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดถั่วท่าพระสไตโล, น. 250-259. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2548. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ชูจิตต์ สงวนทรัพย์ากร. 2552. การใช้ประโยชน์ข้อมูลจากผลวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน. เอกสารประกอบการบรรยาย หลักสูตร การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน. ระบบศูนย์บริการทางวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งที่มา: http://e-library.ddd.go.th/Web_KM/Data/re_7.pdf, 16 พฤษภาคม 2560.
- นันทรัตน์ ศุภกานี. 2556. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์และการแปลผล. วารสารเคหการเกษตร. 37(7): 222-226.
- พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- พิมพ์พร พลเสน สุกัญญา คำพะแย สรายุทธ ไทยเกื้อ และณรงค์ เพชรล้ำ. 2557. ผลของความสูงของการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดในปีแรกที่มีต่อผลผลิตเมล็ดถั่วท่าพระสไตโลในปีที่ 2, น. 65-76. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2557. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสดสภา ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชัยสิทธิ์ ทองจู. 254. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภชัย อุดชาชน. 2538. โครงการฟาร์มสาธิตเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมออสเตรเลียนบราห์มัน. รายงานประจำปี 2536-37 ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 119-123.

- สายัณห์ ทัดศรี. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7. ม.ป.ป. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน. แหล่งที่มา: http://r07.ddd.go.th/We/12_Major/Data/paper9.pdf, 23 กรกฎาคม 2560.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2558. มาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ฉบับปี พ.ศ.2558. แหล่งที่มา: <http://nutrition.dld.go.th/nutrition/index.php/2015-08-06-05-04-36/199-2016-04-30-22-14-08/301-2558>, 15 กุมภาพันธ์ 2559.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. ม.ป.ป.ก. ถั่วท่าพระสไตโล. แหล่งที่มา: http://nutrition.dld.go.th/exhibisio/ORAGE/Stylosanthes_guianensis.htm, 19 ธันวาคม 2560.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. ม.ป.ป.ข. การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโล. แหล่งที่มา: http://nutrition.dld.go.th/Nutrition_Knowledge/ARTICLE/Pro14.htm, 16 พฤษภาคม 2560.
- อัญธิชา พรหมเมืองคุก สุรเดช จินตกานนท์ ผกาทิพย์ จินตกานนท์ นวรัตน์ อุดมประเสริฐ. 2546. การศึกษาชนิดของสารละลายสกัดที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการหาค่าดัชนีความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในชุดดินอยุธยาในลุ่มแม่กลองใหญ่. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร, หน้า 93-100.
- Afshari, Hossein, Mostafa Eftekhari, Miad Faraji, Abdol Ghaffar Ebadi and Abbas Ghanbarimalidareh. 2011. Studying the effect of 1000 grain weight on the sprouting of different species of *Salvia L.* grown in Iran. *J. Med. Plant. Res.* 5(16): 3991-3993.
- Bewley J.D., Black M. 1985. *Seeds: Physiology of development and germination*. 1st ed. Plenum Press, New York.
- Brady, N. C. 1990. *The Nature and Properties of Soil*. 10th ed. Macmilland, New York.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. 2004. *Elements of the Nature and Properties of Soil*. 2nd Peason Education, Upper Saddle River, New Jersey.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-Total. In *Methods of soil analysis*, part 3, ed. D. L. Sparks, 1085-1121. Madison, Wisc.: Soil Science Society of America.
- Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus L.*): a review. *Field Crops Res.* 67: 35-49.
- ISTA. 2015. *International Rules for Seed Testing 2015*. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

- Kuai, Jie, Yingying Sun, Qingsong Zuo, Haidong Huang, Qingxi Liao, Chongyou Wu, Jianwei Lu, Jiangsheng Wu and Guangsheng Zhou. 2015. The yield of mechanically harvested rapeseed (*Brassica napus* L.) can be increased by optimum plant density and row spacing. *Scientific Reports*. 5:18835.
- Leach, J. E., H. J. Stevenson, A. J. Rainbow and L. A. Mullen. 1999. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci. Camb.* 132: 173–180.
- Maharakham Meteorological Station. 2017. The data of rainfall, temperature and humidity in Maharakham province.
- Malcolm, P. J., P. Holford, W. B. Mc-Glasson and S. Newman. 2003. Temperature and seed weight affect the germination of Peach rootstock seeds and the growth of root stock seedlings. *Sci Hor.* 98: 247-256.
- McLean, E. O. 1973. Testing soil for pH and lime requirement. In: L.M. Walsh and J. D. Beaton (ed.). *Soil testing and plant analysis*. Amer. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin. Page 78–95.
- Mehlich, A. 1978. New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 9: 477–492.
- Momoh, E. J. J. and W. Zhou. 2001. Growth and Yield Responses to plant density and stage of Transplanting in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J Agron. Crop Sci.* 186, 253–259.
- Peech, M. 1965. Hydrogen-ion activity. In: C.A. Black (ed.). *Methods of soil analysis*, Part 2. Agronomy Number 9. Amer. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin. Page 914–926.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nded. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Tessens, E. and S. Tusop. 1983. Quantitative relationships between mineralogy and properties of tropical soils. Penerbit University Pertanian Malaysia, Malaysia.
- Tropical forages. 2005. *Stylosanthes guianensis*. Available source: http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Stylosanthes_guianensis_var._guianensis.htm, May 12, 2017.

การสำรวจวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อจัดทำปฏิทินอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงโคนม ในพื้นที่หมู่บ้านบวรารศุขศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ฉศก วสุนธรรัตน์^{1/} อภินันท์ จินดานิรุต^{2/} ชัยวัฒน์ วัชรนาถ^{3/}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงสภาพการจัดการเลี้ยงโคนม รูปแบบการให้อาหาร ชนิด ปริมาณ ราคา ตลอดจนองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อนำมาจัดทำปฏิทินอาหารสัตว์ ในการประกอบสูตรอาหารใช้เลี้ยงโคนมตลอดทั้งปี ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2560 ถึง เมษายน 2561

ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรเลี้ยงโคนมพันธุ์โฮลส์ไตน์-ฟรีเซียน เฉลี่ย 67.30 ตัวต่อราย ประกอบด้วยแม่โครีดนม 37.12 ตัว แม่โคแห้งนม 7.47 ตัว แม่โคสาว 11.18 ตัว และลูกโคเพศเมีย 11.53 ตัว แหล่งอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคนมประกอบด้วย ฟางข้าว มีโปรตีนระหว่าง 4.31 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ กากเนื้อในสับปะรด และหญ้าสด มีโปรตีน 5.06-5.66 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพปานกลาง เปลือกสับปะรดแผ่น เปลือกสับปะรดป่น เปลือกและซังข้าวโพด และต้นข้าวโพดหวาน มีโปรตีน 7.62-9.44 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี และต้นข้าวโพดฝักอ่อน มีโปรตีน 11.45 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดีมาก อาหารหยาบเหล่านี้สามารถใช้เลี้ยงโคได้ตลอดทั้งปี ยกเว้น หญ้าสด และเปลือกสับปะรด แหล่งอาหารข้นที่มีใช้เลี้ยงโคได้ตลอดทั้งปี เช่น กากเบียร์สดมีโปรตีน 25.85 เปอร์เซ็นต์ กากเอทานอลมีโปรตีน 15.48 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสำเร็จรูปโปรตีน 21 18 และ 16 เปอร์เซ็นต์

การประกอบสูตรอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration) เลี้ยงโคนม แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นกับวัตถุดิบที่เกษตรกรสามารถหาซื้อได้ในช่วงเวลาดังกล่าว กรณีที่เกษตรกรสามารถหาซื้อเปลือกสับปะรดได้ ให้ใช้เปลือกสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก ร่วมกับฟางข้าว หรือหญ้าสด และเสริมด้วยกากเบียร์ และอาหารข้น กรณีที่เกษตรกรไม่สามารถหาซื้อเปลือกสับปะรดได้ ให้ใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อน หรือเปลือกและซังข้าวโพด เป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก ร่วมกับฟางข้าว กากเบียร์ กากเอทานอล และเสริมด้วยอาหารข้น โดยคำนวณให้มีโปรตีนเฉลี่ย 14 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานย่อยได้เฉลี่ย 68 เปอร์เซ็นต์ สำหรับใช้เลี้ยงโคนมที่ให้น้ำนม 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

คำสำคัญ : ปฏิทินอาหารสัตว์ โคนม ห้วยทราย

เลขทะเบียนวิชาการ: 61(2)-0214-006

^{1/} สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดราชบุรี อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

^{3/} สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเพชรบุรี อำเภอมือง จังหวัดเพชรบุรี

Survey on feedstuff in order to make feed calendar for dairy cattle in the areas of Huai Sai Royal Development Study Center

Chosok Vasuntrararat^{1/} Apinun Jindaniradool^{2/} Chaivat Wacharanat^{3/}

Abstract

The objective of the survey were to study (1) condition of husbandry of dairy cattle (2) feed management (3) type of feed, amount of feed, feed price, as well as chemical composition of feed ingredients and (4) in order to make feed calendar for dairy cattle throughout the year in the areas of Huai Sai Royal Development Study Center between May 2017 - April 2018.

The results showed that the average number of cross bred Holstein-friesian cows per farm was 67.30 which comprised of 37.12 milking cows, 7.47 dried cows, 11.18 heifers and 11.53 female calves. The sources of roughage such as rice straw which gave low protein about 4.31 percentage classified as low quality roughage, pineapple cores and fresh grass gave 5.06 – 5.66 percentage of protein classified as medium quality roughage, pineapple peel, pineapple juice residue, corn cob and peel and corn stalk gave 7.62 – 9.44 percentage of protein classified as high quality roughage and baby corn stalk gave 11.45 percentage of protein classified as the best quality roughage. These roughage can be fed to dairy cows throughout the year except fresh grass and pineapple peel. The sources of concentrate feed were brewer residue, ethanol residue and concentrate feed gave 15.48 – 25.85 percentage of protein. This study, there are two formulas of total mixed rations, regarding of the availabilities of ingredients throughout the year. In a case, there is pineapple peel available, use pineapple peel as the main source of roughage, along with rice straw or fresh grass and brewer residue and concentrate feed. If pineapple peel is not available, use corn cob and peel or baby corn stalk as the main source of roughage along with rice straw, brewer residue, ethanol residue and concentrate feed. Calculate formulas which contain 14 percentage of protein and 68 percentage of TDN to feed dairy cows giving 15 kg. of milk per day.

Keywords : calendar, dairy cattle , Huai Sai

Registered No. : 61(2)-0214-006

^{1/} Ratchaburi provincial livestock office, Mueng, Ratchaburi.

^{2/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathum Thani.

^{3/} Petchaburi provincial livestock office, Mueng, Petchaburi.

คำนำ

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีพื้นที่รับผิดชอบ 29 หมู่บ้าน 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลชะอำ ตำบลไร่ไหมพัฒนา ตำบลห้วยทรายเหนือ และตำบลสามพระยา มีเกษตรกรประกอบอาชีพการเลี้ยงสัตว์ทั้งเป็นอาชีพเสริมและอาชีพหลักประมาณ 1,047 ราย ประกอบด้วย การเลี้ยงโคนมจำนวน 128 ราย โคเนื้อจำนวน 474 ราย แพะเนื้อจำนวน 83 ราย และไก่พื้นเมืองจำนวน 443 ราย มีการเลี้ยงไก่พื้นเมืองมากที่สุด จำนวน 10,761 ตัว รองลงมาคือการเลี้ยงโคเนื้อ โคนม แพะเนื้อ จำนวน 7,521 5,891 และ 3,145 ตัว ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2560)

จังหวัดเพชรบุรีมีเกษตรกรเลี้ยงโคนมทั้งหมดจำนวน 253 ราย เลี้ยงโคนมจำนวน 9,509 ตัว และมีเกษตรกรถึงจำนวน 128 ราย คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ของผู้เลี้ยงโคนมทั้งจังหวัด ซึ่งอยู่ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เลี้ยงโคนม 5,891 ตัว เฉลี่ย 46 ตัวต่อราย ปัญหาการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ นอกจากให้ผลผลิตน้ำนมต่ำให้น้ำนมเฉลี่ย 12 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน แล้ว ยังมีปัญหาด้านคุณภาพน้ำนมโดยเฉพาะอย่างยิ่งของแข็งในน้ำนม (Total Solid) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (12.5 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสาเหตุหลักมาจากโคนมได้รับอาหารหยาดต่ำกว่าความต้องการของร่างกาย ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีพื้นที่ถือครองน้อยเฉลี่ย 15 ไร่ต่อราย ดินมีความสมบูรณ์ต่ำ และขาดแคลนแหล่งน้ำ มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 500-700 มิลลิเมตรต่อปี พืชอาหารสัตว์ให้ผลผลิตต่ำ จึงมีไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงโคนมได้ตลอดทั้งปี เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่จึงหันไปใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เปลือกสับปะรด ฟางข้าว เปลือกและซังข้าวโพด ต้นข้าวโพดฝักอ่อน ต้นข้าวโพดหวาน กากเอทานอล และกากเปียร์ ตลอดจนวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ที่เกษตรกรสามารถหาซื้อได้ เป็นอาหารหยาดทดแทนหญ้าสด แต่วัสดุเหลือใช้เหล่านี้ มีคุณค่าทางอาหารต่ำ การเลี้ยงโคนมเกษตรกรต้องเพิ่มอาหารข้นมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุให้ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามยังขาดข้อมูลที่ชัดเจนว่าในแต่ละฤดูกาลมีวัตถุดิบชนิดใดบ้างที่เกษตรกรสามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ และนำมาใช้เลี้ยงโคนมได้ตลอดทั้งปี ซึ่งหากทราบปริมาณ คุณค่าทางโภชนาการรวมทั้งราคาของวัตถุดิบแต่ละชนิด จะทำให้สามารถวางแผนการจัดการในการนำมาใช้ เกิดความสมดุลของอุปสงค์และอุปทาน ทำให้สัตว์มีอาหารกินอย่างเพียงพอตลอดทั้งปี

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้งอาหารหยาดและอาหารข้น ทั้งช่วงฤดูกาลที่มี ตลอดจนปริมาณ ราคาของวัตถุดิบ คุณค่าทางโภชนาการ และวิธีการนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับนำไปใช้ในการจัดโปรแกรมการให้อาหารให้เหมาะสมในแต่ละฤดูกาล เพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง เกษตรกรมีกำไรเพิ่มขึ้น และยังคงประกอบอาชีพการเลี้ยงโคนมต่อไปอย่างยั่งยืนและเป็นแนวทางสำหรับนักวิชาการ และนักส่งเสริมหรือผู้เกี่ยวข้องนำไปขยายผลการใช้ประโยชน์ในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) เพื่อศึกษาถึงสภาพการจัดการเลี้ยงโคนม รูปแบบการให้อาหาร ชนิด ปริมาณ ราคา ตลอดจนองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ เพื่อนำมาจัดทำปฏิทินอาหารสัตว์ ในการประกอบสูตรอาหารใช้เลี้ยงโคนมตลอดทั้งปี โดยมีวิธีการศึกษาวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่ตำบลชะอำ ตำบลไร่ไหมพัฒนา ตำบลห้วยทรายเหนือ และตำบลสามพระยา ซึ่งเป็นหมู่บ้านบริวารของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ผ่านการสัมภาษณ์แบบเจาะจง (Purposive Method) จากกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อยร้อยละ 25 (ธีรวิทย์ เอกะกุล, 2543) จำนวน 32 ตัวอย่าง จากจำนวนผู้เลี้ยงโคนม จำนวน 128 ราย

เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์ (Interview form) ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น โดยการศึกษา ทบทวนเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนำมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดและแบบสอบถาม หลังจากนั้นได้นำแบบสอบถามไปทดสอบกับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อปรับปรุงให้มีความตรงในเนื้อหาและโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถามที่เป็นลักษณะปิดและเปิด โดยแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลสภาพการจัดการเลี้ยงโคนมด้านต่างๆ ของเกษตรกร ประกอบด้วย จำนวนโคนมพื้นที่ถือครอง พื้นที่แปลงหญ้า ชนิดพืชอาหารสัตว์ที่ปลูก วิธีการใช้ประโยชน์จากแปลงหญ้า ชนิดของวัสดุเหลือใช้ และการนำไปใช้ประโยชน์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงโคนม เช่น ชนิด ปริมาณ และราคา ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ และคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงโคนมตลอดทั้งปี

ส่วนที่ 3 ข้อมูลรูปแบบการจัดการให้อาหารโคนมของเกษตรกร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยใช้แบบสัมภาษณ์ สอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ในพื้นที่พื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Method) จำนวน 32 ตัวอย่าง เช่น สภาพการจัดการเลี้ยงโคนม พื้นที่ถือครอง พื้นที่แปลงหญ้า ชนิดพันธุ์หญ้าที่ปลูก วิธีการใช้ประโยชน์จากแปลงหญ้า ชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำมาใช้เลี้ยงสัตว์ตลอดจนรูปแบบและวิธีการให้อาหารโคนม เป็นต้น

เก็บข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ค้นคว้าและรวบรวมจากรายงานการศึกษา เอกสาร และข้อมูลต่างๆ ของวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม ที่เกษตรกรนำมาใช้เลี้ยงโคนม จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานเกษตรจังหวัด และสำนักเศรษฐกิจการเกษตร เป็นต้น โดยเก็บข้อมูลพื้นที่การผลิต ฤดูกาลเก็บเกี่ยว ปริมาณและราคาของผลผลิตแต่ละชนิด เป็นต้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ทิศทางของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอนาคต

เก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์จากฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม เก็บชนิดละ 1 ตัวอย่างๆ ละ 1 กิโลกรัม เก็บทุก 3 ครั้งในรอบปี ทำการสุ่มตัวอย่าง บรรจุใส่ถุงพลาสติกนำส่งห้องปฏิบัติการพร้อมรายละเอียดตามแบบฟอร์มการส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์วัตถุแห้ง ไนโตรเจน ไขมัน เถ้า เยื่อใยด้วยวิธี proximate analysis วิเคราะห์แคลเซียม ฟอสฟอรัส ตามวิธีของ AOAC (2011) วิเคราะห์ค่า Detergent fiber ได้แก่ Neutral detergent fiber (NDF) Acid detergent fiber (ADF) Acid detergent lignin (ADL) ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาจัดหมวดหมู่ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าทางสถิติ ประกอบด้วย ค่าร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อนำข้อมูลปริมาณและคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบแต่ละชนิด มาประเมินเปรียบเทียบกับความต้องการอาหารของโคนม เพื่อประเมินศักยภาพของอาหารที่มีในพื้นที่ และวางแผนจัดเตรียมวัตถุดิบให้เพียงพอสำหรับใช้เลี้ยงโคนมตลอดทั้งปี พร้อมทั้งจัดทำเป็นปฏิทินอาหารสัตว์ และประกอบสูตรอาหารสัตว์ให้ตรงตามความต้องการของโคนม

ผลการดำเนินงาน

1. สภาพทั่วไปในการเลี้ยงโคนมของเกษตรกร

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งประกอบด้วย 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลชะอำ ตำบลไร่ไหมพัฒนา ตำบลห้วยทรายเหนือ และตำบลสามพระยา จากเกษตรกรจำนวน 32 ราย จากตารางที่ 1 พบว่าเกษตรกรเลี้ยงโคนมพันธุ์โฮลส์ไตน์-ฟรีเซียนเฉลี่ย 67.30 ตัวต่อราย ส่วนใหญ่เกษตรกรร้อยละ 56.25 มีโคนมระหว่าง 51-100 ตัว และมีเกษตรกรร้อยละ 18.75 เลี้ยงโคนมมากกว่า 100 ตัว มีแม่โครีดนมเฉลี่ย 37.12 ตัว แม่โคแห้งนมเฉลี่ย 7.47 ตัว โคนสาวเฉลี่ย 11.18 ตัว และมีจำนวนลูกโคเพศเมียเฉลี่ย 11.53 ตัว จะเห็นได้ว่าเกษตรกรแต่ละรายมีการเลี้ยงโคนมจำนวนค่อนข้างมาก ทั้งๆ ที่เกษตรกรมีพื้นที่ถือครองค่อนข้างน้อยเฉลี่ย 15 ไร่ต่อราย และมีพื้นที่แปลงหญ้าเฉลี่ย 9.29 ไร่ต่อราย และมีเกษตรกรถึงร้อยละ 50 ไม่มีพื้นที่แปลงหญ้า ส่วนพันธุ์หญ้าที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อใช้เลี้ยงโคนม ได้แก่ หญ้ารูซี่ และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 รองลงมา ได้แก่ หญ้ากีนีสีม่วงและหญ้าแพงโกลา ส่วนใหญ่แปลงหญ้าของเกษตรกรร้อยละ 64.50 มีการใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่า 4 เดือน เนื่องจากสภาพของดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ และขาดแคลนแหล่งน้ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพื้นที่แปลงหญ้าไม่เพียงพอสำหรับใช้เลี้ยงโคนมในแต่ละฟาร์ม แต่เกษตรกรสามารถเลี้ยงโคนมได้จำนวนมากเนื่องจากเกษตรกรร้อยละ 100 มีการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรด และฟางข้าว มาใช้เลี้ยงโคนมเกือบตลอดทั้งปี ยกเว้นช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน ที่ขาดแคลนเปลือกสับปะรดเกษตรกรจะหันมาใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อน เปลือกและซังข้าวโพดหวาน กากเอทานอล และกากเบียร์ นำมาใช้เลี้ยงโคนม

ตารางที่ 1 สภาพการจัดการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรด้านต่างๆ

รายการ	จำนวน (คน) N = 32	ร้อยละ
จำนวนโคนมทั้งหมด (เฉลี่ย 67.30 ตัว)		
- น้อยกว่า 50 ตัว	8	25.00
- 51 – 100 ตัว	18	56.25
- มากกว่า 100 ตัว	6	18.75
จำนวนแม่โครีดนม (เฉลี่ย 37.12 ตัว)		
- น้อยกว่า 30 ตัว	8	25.00
- 30 – 40 ตัว	12	37.50
- มากกว่า 40 ตัว	12	37.50
จำนวนแม่โคแห้งนม (เฉลี่ย 7.47 ตัว)		
- น้อยกว่า 5 ตัว	12	37.50
- 5 – 10 ตัว	10	31.25
- มากกว่า 10 ตัว	10	31.25

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	จำนวน(คน) N = 32	ร้อยละ
จำนวนโคสาว (เฉลี่ย 11.18 ตัว)		
- น้อยกว่า 10 ตัว	10	31.25
- 10 – 20 ตัว	10	31.25
- มากกว่า 20 ตัว	12	37.50
จำนวนลูกโคเพศเมีย (เฉลี่ย 11.53 ตัว)		
- น้อยกว่า 10 ตัว	18	56.25
- 10 – 20 ตัว	8	25.00
- มากกว่า 20 ตัว	6	18.75
จำนวนพื้นที่ถือครอง (เฉลี่ย 15 ไร่)		
- น้อยกว่า 10 ไร่	18	56.25
- 10 – 20 ไร่	8	25.00
- มากกว่า 20 ไร่	6	18.75
จำนวนพื้นที่แปลงหญ้า (เฉลี่ย 9.29 ไร่)		
- ไม่มีแปลงหญ้า	16	50.00
- น้อยกว่า 5 ไร่	10	31.25
- 5 – 10 ไร่	3	9.37
- มากกว่า 10 ไร่	3	9.37
ชนิดพืชอาหารสัตว์ที่ปลูก		
- หญ้ารูชี	4	25.00
- หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	4	25.00
- หญ้ารูชี และกินีสีม่วง	2	12.50
- หญ้ารูชี และเนเปียร์ปากช่อง 1	3	18.75
- หญ้ากินีสีม่วง และเนเปียร์ปากช่อง 1	2	12.50
- หญ้าแพงโกลา	1	6.25
วิธีใช้ประโยชน์จากแปลงหญ้า		
- ปล่อยแกะเล็ม	2	12.50
- เกี้ยวให้กิน	14	87.50
ระยะเวลาการใช้ประโยชน์จากแปลงหญ้า		
- น้อยกว่า 4 เดือน	10	64.50
- 4 – 6 เดือน	4	25.00
- มากกว่า 6 เดือน	2	12.50
การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เลี้ยงโคนม		
- มี	32	100
- ไม่มี	0	0
ชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร		
- เปลือกสับปะรด	32	100
- ฟางข้าว	32	100
- เปลือกและซังข้าวโพดหวาน	8	25.00
- ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	6	18.75
- กากเบียร์สด	6	18.75
- กากเอทานอล	20	62.50

2. ชนิดและคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในฟาร์มโคนมของเกษตรกร ตำบลชะอำ ตำบลไร่ใหม่พัฒนา ตำบลห้วยทรายเหนือ และตำบลสามพระยา ซึ่งเป็นหมู่บ้านบริวารของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เกษตรกรนำมาใช้เลี้ยงโคนม สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

2.1 พืชอาหารสัตว์ ได้แก่ หญ้ารูชี หญ้ากินีส้มม่วง หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และหญ้าแพงโกล่า เป็นพืชอาหารสัตว์พันธุ์ดีที่ส่งเสริมโดยกรมปศุสัตว์ จากตารางที่ 1 พบว่ามีเกษตรกรเพียง 16 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 ที่มีพื้นที่สำหรับปลูกหญ้า โดยมีพื้นที่ปลูกหญ้าเฉลี่ย 9.29 ไร่ต่อราย และเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 31.25 มีพื้นที่แปลงหญ้าน้อยกว่า 5 ไร่ ส่วนพันธุ์หญ้าที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์คือหญ้ารูชี และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 รองลงมาคือหญ้ากินีส้มม่วง และหญ้าแพงโกล่า ส่วนใหญ่แปลงหญ้าที่เกษตรกรปลูกร้อยละ 64.50 สามารถใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่า 4 เดือน และเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 87.50 ใช้วิธีเกี่ยวมาให้สัตว์กินภายในคอก และหญ้าสดที่เกษตรกรนำมาใช้เลี้ยงสัตว์มีโปรตีนประมาณ 5.66 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย ADF และ NDF เท่ากับ 47.08 และ 72.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรขาดการจัดการแปลงหญ้าที่ดี เช่น การให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช และการตัดหญ้าที่อายุมากเกินไป

ตารางที่ 2 ชนิดผลพลอยได้ ของวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร

การผลิต	แหล่งผลิต	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)	ชนิดผลพลอยได้	ผลผลิต (ล้านตัน)
1. ข้าว	จังหวัดเพชรบุรี	384,000	0.45 ล้านตัน	- ฟางข้าว	0.45
2. สับปะรด	จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	600,000	2.32 ล้านตัน	- เปลือกสับปะรด	1.62
3. ข้าวโพดฝักอ่อน	จังหวัดกาญจนบุรี	163,900	245.85 ล้านตัน	- ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	491.70
	ราชบุรี นครปฐม			- ยอดเกสรเพศผู้	49.17
	สุพรรณบุรี			- ต้นข้าวโพดหวาน	0.18
4. ข้าวโพดหวาน	จังหวัดกาญจนบุรี	41,900	83.80 ล้านตัน	- ต้นข้าวโพดหวาน	0.18
	ราชบุรี นครปฐม				
	สุพรรณบุรี				
5. ข้าวโพดหวาน บรรจุกระป๋อง	จังหวัดกาญจนบุรี	-	47,000 ตัน/วัน	- เปลือกและซังข้าวโพดหวาน	10,000
6. เอทานอล	จังหวัดราชบุรี	-	150,000 ลิตร/วัน	- กากเอทานอล	1,000
7. เปียร์	จังหวัดกรุงเทพฯ/ ปริมณฑล ประมาณ 10 โรงงาน	-	1,000 ล้าน ลิตร/ปี	- กากเปียร์	0.20

2.2 วัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม ได้แก่ ฟางข้าว เปลือกสับปะรด ต้นข้าวโพดหวาน ต้นข้าวโพดฝักอ่อน เปลือกและซังข้าวโพดหวาน กากเปียร์ และกากเอทานอล เป็นต้น ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม นิยมนำมาใช้เลี้ยงโคนมแทบทุกฟาร์ม

(1) **ฟางข้าว** เป็นวัสดุเหลือใช้และผลพลอยได้ทางการเกษตรจากการปลูกข้าว จากตารางที่ 2 พบว่าจังหวัดเพชรบุรีในแต่ละปีมีพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 384,000 ไร่ และปลูกข้าวนาปรัง 178,000 ไร่ ได้ผลผลิตข้าวทั้งหมดประมาณ 449,600 ตันต่อปี ซึ่งจะได้ฟางข้าวประมาณ 449,600 ตันต่อปี ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละปีจังหวัดเพชรบุรี มีฟางข้าวเพียงพอสำหรับใช้เลี้ยงโคนมของจังหวัดเพชรบุรีได้ตลอดทั้งปี (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี, 2559)

ฟางข้าวโดยทั่วไปแล้วจะมีวัตถุแห้งเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพพื้นที่ และช่วงฤดูกาลที่ทำการเก็บเกี่ยว คุณค่าทางโภชนาการก็แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวที่ปลูก รวมทั้งการจัดการ การใส่ปุ๋ยและฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว จากการเก็บตัวอย่างฟางข้าวของเกษตรกรที่ใช้เลี้ยงโคนม มาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร พบว่ามีโปรตีนหยาบประมาณ 4.31 เปอร์เซ็นต์ มีโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ประมาณ 42 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใย CF 34.22 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใย ADF 51.46 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย NDF 75.32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอาหารสัตว์ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั่วไปแล้ว จะเห็นว่าฟางข้าวมีคุณค่าทางอาหารต่ำมาก คือ มีโปรตีนและโภชนะย่อยได้ทั้งหมดต่ำ แต่มีเยื่อใยสูง เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จะซื้อฟางข้าวจากพ่อค้าคนกลางเพื่อนำมาใช้เลี้ยงโคนม ในราคา 38-45 บาทต่อฟ่อนๆ ละ 15 กิโลกรัม หรือราคา 2.53-3.00 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ราคาขึ้นกับฤดูกาลทำนา เกษตรกรจะใช้ฟางข้าวเสริมกับอาหารหยาบอย่างอื่น เช่น เปลือกสับประรด ต้นข้าวโพด เปลือกและซังข้าวโพดหวาน เป็นต้น เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบใช้เลี้ยงโคนม และเสริมด้วยอาหารข้น

(2) **เปลือกสับประรด** เป็นเศษเหลือของสับประรดจากโรงงานสับประรด พบว่าสับประรดหนึ่งผลหนักประมาณ 1,754 กรัม เมื่อเข้าแปรรูปในโรงงาน จะมีเศษเหลือจากการทำสับประรดกระป๋องประมาณ 1,228 กรัมต่อผล (ร้อยละ 70) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีพื้นที่ปลูกสับประรดประมาณ 600,000 ไร่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2559) สามารถให้ผลผลิตได้ 2.32 ล้านตันต่อปี มีโรงงานประมาณ 15 แห่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความต้องการวัตถุดิบในการแปรรูปประมาณ 10,000 ตันต่อวัน ดังนั้นในแต่ละปีจะมีเศษเหลือจากโรงงานสับประรดไม่ต่ำกว่า 1.62 ล้านตัน (ตารางที่ 2) สำหรับใช้เลี้ยงโคเนื้อ โคนม และแพะเนื้อ ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และเพชรบุรี ได้อย่างเพียงพอตลอดทั้งปี จะมีปัญหาในการขาดแคลนเปลือกสับประรดประมาณ 2 เดือน คือเดือนสิงหาคม ถึงกันยายน เนื่องจากโรงงานปิดเพื่อทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือ เศษเหลือของสับประรดจากโรงงาน โดยทั่วไปมี 3 ประเภท ซึ่งขึ้นกับวิธีการแปรรูปของโรงงาน ได้แก่ เปลือกสับประรดแผ่น เปลือกสับประรดป่น และกากเนื้อในสับประรด

เปลือกสับประรดแผ่น ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น เปลือกด้านข้าง ส่วนหัว ส่วนล่างไส้ (แกนกลาง) และเศษเนื้อ โดยทั่วไปเปลือกสับประรดรวมสดจากโรงงานทำสับประรดกระป๋องจะมีปริมาณน้ำอยู่สูง จากตารางที่ 4 มีวัตถุแห้ง 9.78 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 7.62 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตละลายง่าย (NFE) สูงมาก 63.68 เปอร์เซ็นต์ ค่าเยื่อใย ADF และ NDF เท่ากับ 31.24 และ 67.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเยื่อใยโภชนะย่อยได้ (TDN) 65 เปอร์เซ็นต์

เปลือกสับประรดป่น เป็นส่วนของเปลือกสับประรด ที่ผ่านขบวนการบีบคั้นแยกน้ำออกแล้ว จากตารางที่ 4 จะมีวัตถุแห้ง และโปรตีน เท่ากับ 12.75 และ 9.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าเปลือกสับประรดแผ่น แต่มีเยื่อใยสูงกว่า กากเนื้อในสับประรด เป็นส่วนของเนื้อสับประรด ที่ผ่านขบวนการบีบคั้นแยกน้ำออกแล้ว จากตารางที่ 4 จะมีวัตถุแห้ง และเยื่อใย เท่ากับ 21.44 และ 28.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าเปลือกสับประรดแผ่น และเปลือกสับประรดป่น แต่มีโปรตีนต่ำกว่า

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จะซื้อเปลือกสับปรดจากพ่อค้าคนกลางเพื่อนำมาใช้เลี้ยงโคนม ในราคาที่แตกต่างกัน โดยซื้อเปลือกสับปรดแผ่น เปลือกสับปรดปน และกากเนื้อในสับปรด ในราคา 0.50 1.50 และ 1.90 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับทั้งนี้ราคาขึ้นกับวัตถุดิบของเปลือกสับปรดแต่ละชนิด เกษตรกรจะใช้เปลือกสับปรดเสริมกับอาหารหยาบอย่างอื่น เช่น ฟางข้าว ต้นข้าวโพด เปลือกและซัง ข้าวโพดหวาน เป็นต้น เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบใช้เลี้ยงโคนม และเสริมด้วยอาหารข้น

(3) ต้นข้าวโพดฝักอ่อน เป็นส่วนของต้นข้าวโพดฝักอ่อนหลังเก็บฝักแล้ว ข้าวโพดฝักอ่อนปลูกได้ทั่วประเทศของประเทศไทย แต่มีการปลูกกันมากในภาคตะวันตกในพื้นที่จังหวัด กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และสุพรรณบุรี ประมาณ 163,900 ไร่ หรือร้อยละ 80.6 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ข้าวโพดฝักอ่อนมีอายุเก็บเกี่ยว 60-70 วัน สามารถปลูกได้ 4-5 ครั้งต่อปี ในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ผลผลิตฝัก 1,500 กิโลกรัม ยอดเกสรเพศผู้ 300 กิโลกรัม และได้ต้นข้าวโพดหลังเก็บฝักแล้วประมาณ 3,000 กิโลกรัม ดังนั้นในพื้นที่จังหวัด กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และสุพรรณบุรี จะมีต้นข้าวโพดประมาณ 491,700 ต้น และยอดเกสรตัวผู้ 49,170 ต้น (ตารางที่ 2) สำหรับใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ตลอดทั้งปี

ต้นข้าวโพดฝักอ่อนมีความชื้นค่อนข้างสูง จากตารางที่ 4 มีวัตถุดิบ 14.22 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 11.45 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตละลายง่าย (NFE) 44.92 เปอร์เซ็นต์ ค่าเยื่อใย ADF และ NDF เท่ากับ 39.96 และ 69.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมียอดโภชนะย่อยได้ (TDN) 59 เปอร์เซ็นต์

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่โครงการ จะซื้อต้นข้าวโพดฝักอ่อน ในรูปต้นข้าวโพดหมัก จากพ่อค้าคนกลางเพื่อนำมาใช้เลี้ยงโคนม ในราคา 1.60 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน ซึ่งขาดแคลนเปลือกสับปรด โดยสั่งซื้อจากเกษตรกรจังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบใช้เลี้ยงโคนม และเสริมด้วยอาหารข้น

(4) ต้นข้าวโพดหวาน เป็นส่วนของต้นข้าวโพดหวานหลังเก็บฝักแล้ว ข้าวโพดหวานปลูกได้ทั่วประเทศของประเทศไทย แต่มีการปลูกกันมากในภาคตะวันตกในพื้นที่จังหวัด กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และสุพรรณบุรี ประมาณ 41,900 ไร่ หรือร้อยละ 31 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ข้าวโพดหวานมีอายุเก็บเกี่ยว 80 วันขึ้นไป สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ผลผลิตฝัก 2,000 กิโลกรัม และได้ต้นข้าวโพดหลังเก็บฝักแล้วประมาณ 4,000 กิโลกรัม ดังนั้นในพื้นที่จังหวัด กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และสุพรรณบุรี จะมีต้นข้าวโพดประมาณ 167,600 ต้น สำหรับใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ตลอดทั้งปี (ตารางที่ 2)

ต้นข้าวโพดหวาน จากตารางที่ 4 มีวัตถุดิบ 17.97 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 9.04 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตละลายง่าย (NFE) 49.26 เปอร์เซ็นต์ ค่าเยื่อใย ADF และ NDF เท่ากับ 40.26 และ 66.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมียอดโภชนะย่อยได้ (TDN) 64 เปอร์เซ็นต์

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่โครงการ จะซื้อต้นข้าวโพดหวาน ในรูปต้นข้าวโพดหมัก จากพ่อค้าคนกลางเพื่อนำมาใช้เลี้ยงโคนม ในราคา 1.20 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน ซึ่งขาดแคลนเปลือกสับปรด โดยสั่งซื้อจากเกษตรกรจังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบใช้เลี้ยงโคนม และเสริมด้วยอาหารข้น

(5) เปลือกและซังข้าวโพดหวาน เป็นเศษเหลือจากขบวนการผลิตข้าวโพดหวานเมล็ดบรรจุกระป๋อง และข้าวโพดหวานครีมบรรจุกระป๋อง ปัจจุบันมีโรงงานแปรรูปข้าวโพดหวาน 2 แห่งในพื้นที่จังหวัดราชบุรี ได้แก่ บริษัทบีเอ็นเอ็น แคนนิ่ง จำกัด และ บริษัทแกรนด์เอเชียอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด

และในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี 2 แห่ง ได้แก่บริษัท ริเวอร์แคว อินเตอร์เนชั่นแนล อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด และบริษัทไวต้าฟู้ด จำกัด (กรมวิชาการเกษตร, 2559) ซึ่งในแต่ละปีสามารถแปรรูปข้าวโพดหวานได้ไม่ต่ำกว่า 47,000 ตัน ดังนั้นจึงมีเศษเหลือที่เป็นเปลือกและซังข้าวโพดไม่ต่ำกว่า 10,000 ตัน สำหรับใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ตลอดทั้งปี (ตารางที่ 2) เปลือกและซังข้าวโพดหวาน จากตารางที่ 4 มีวัตถุแห้ง 20.05 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 8.68 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตละลายง่าย (NFE) 58.80 เปอร์เซ็นต์ ค่าเยื่อใย ADF และ NDF เท่ากับ 30.83 และ 67.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมียอดโภชนะย่อยได้ (TDN) 59 เปอร์เซ็นต์

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่โครงการ จะซื้อเปลือกและซังข้าวโพดจากพ่อค้าคนกลางเพื่อนำมาใช้เลี้ยงโคนม ในราคา 1.20 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน ซึ่งขาดแคลนเปลือกสับปะรด โดยสั่งซื้อจากโรงงานในจังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหายาใช้เลี้ยงโคนม และเสริมด้วยอาหารข้น

(6) กากเอทานอล เป็นผลพลอยได้จากการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง พบว่ามันสำปะหลังสด 1 ตัน สามารถผลิตเอทานอลได้ 150 ลิตร บริษัทเอทานอล ราชบุรี จำกัด เป็นโรงงานที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล มีกำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวัน (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดราชบุรี, 2560) ซึ่งต้องใช้มันสำปะหลังสดประมาณ 1,000 ตันต่อวัน (ตารางที่ 2) ซึ่งกากเอทานอลมีการนำมาใช้เลี้ยงโคเนื้อ และโคนมอย่างแพร่หลาย ในพื้นที่จังหวัดราชบุรี นครปฐม กาญจนบุรี และเพชรบุรี เป็นต้น ซึ่งเกษตรกรสามารถซื้อนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ตลอดทั้งปี

กากเอทานอล จากตารางที่ 4 มีวัตถุแห้ง 19.28 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 15.48 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตละลายง่าย (NFE) 50.29 เปอร์เซ็นต์ ค่าเยื่อใย ADF และ NDF เท่ากับ 41.97 และ 58.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมียอดโภชนะย่อยได้ (TDN) 60 เปอร์เซ็นต์

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่โครงการ จะซื้อกากเอทานอลจากพ่อค้าคนกลางเพื่อนำมาใช้เลี้ยงโคนม ในราคา 0.65 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน ซึ่งขาดแคลนเปลือกสับปะรด โดยสั่งซื้อจากโรงงานในจังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหายาใช้เลี้ยงโคนม และเสริมด้วยอาหารข้น

(7) กากเบียร์ เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตเบียร์ โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้ข้าวมอลท์เป็นวัตถุดิบในการผลิต พบว่ามีโรงงานผลิตเบียร์ในเขตกรุงเทพฯ และเขตปริมณฑลไม่ต่ำกว่า 10 โรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2560) มีกำลังการผลิตประมาณ 100 ล้านลิตรต่อปี และในการผลิตเบียร์ 100 ลิตร จะได้กากเบียร์ 20 กิโลกรัม ดังนั้นจะมีผลพลอยได้คือกากผลิตเบียร์ประมาณ 200,000 ตัน (ตารางที่ 2) สำหรับนำมาใช้เลี้ยงโคเนื้อและโคนมในพื้นที่ใกล้เคียงได้ตลอดทั้งปี

กากเบียร์ที่เกษตรกรในพื้นที่โครงการนำมาใช้เลี้ยงโคนม มีวัตถุแห้ง 22.64 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 25.85 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตละลายง่าย (NFE) 45.81 เปอร์เซ็นต์ ค่าเยื่อใย ADF และ NDF เท่ากับ 24.33 และ 58.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมียอดโภชนะย่อยได้ (TDN) 70 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

เกษตรกรจะซื้อกากเบียร์จากพ่อค้าคนกลางเพื่อนำมาใช้เลี้ยงโคนม ในราคา 2.80 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน ซึ่งขาดแคลนเปลือกสับปะรด เพื่อใช้เป็นอาหารโคนม

(8) อาหารข้น เป็นอาหารสำเร็จรูปอัดเม็ดที่ผลิตโดยบริษัทต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่สหกรณ์โคนมจะซื้อนำมาจำหน่ายให้แก่สมาชิกผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่โครงการ พบว่าอาหารข้นที่มีจำหน่ายจะมีโปรตีน 16 18 และ 21 เปอร์เซ็นต์ ในราคา 11.50 12.30 และ 12.67 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงราคาและชนิดวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีใช้เลี้ยงโคนมในรอบปี

ชนิดวัตถุดิบอาหารสัตว์	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	เม.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ราคา (บาท/กก.)
หญ้าสด (เนเปียร์ปากช่อง1)													1.20 - 1.50
ฟางข้าว													2.23 - 2.67
เปลือกสับปะรดแผ่น													0.50 - 0.60
เปลือกสับปะรดป่น													1.20 - 1.50
กากเนื้อในสับปะรด													1.80 - 1.90
ต้นข้าวโพดฝักอ่อน													1.60 - 1.80
เปลือกและซังข้าวโพดหวาน													1.10 - 1.20
กากเบียร์สด													2.80 - 2.87
กากเอทานอล													0.65 - 0.7
อาหารชั้น โปรตีน 21 %													12.67
อาหารชั้น โปรตีน 18 %													12.30
อาหารชั้น โปรตีน 16 %													11.50

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงโคนมของเกษตรกร

วัตถุดิบอาหารสัตว์	DM (%)	CP	EE	CF	Ash	NFE	NFC	NDF	ADF	TDN
	% on dry basis									
หญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1	16.78	5.66	1.90	41.50	8.66	42.28	11.49	72.29	47.08	48
ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	14.22	11.45	1.49	32.79	9.35	44.92	8.11	69.60	39.96	59
ต้นข้าวโพดหวาน	17.97	9.04	1.31	32.74	7.65	49.26	15.95	66.04	40.26	64
เปลือกและซังข้าวโพด	20.05	8.68	3.04	12.5	3.40	58.80	17.64	67.39	30.83	59
เปลือกสับปะรดแผ่น	9.78	7.62	1.08	18.49	9.13	63.68	19.22	62.95	25.48	64
เปลือกสับปะรดป่น	12.75	9.44	0.93	22.44	6.71	60.48	15.13	67.79	31.24	62
กากเนื้อในสับปะรด	21.44	5.06	0.65	28.41	3.05	62.83	29.47	61.77	36.36	67
ฟางข้าว	91.00	4.31	1.02	34.22	15.12	45.33	4.23	75.32	51.46	42
กากเบียร์สด	22.64	25.85	9.13	15.09	4.12	45.81	2.43	58.47	24.33	70
กากเอทานอล	19.28	15.48	1.09	23.37	9.77	50.29	15.45	58.21	41.97	67

การจัดการให้อาหารโคนม

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั้ง 32 ราย ในด้านการจัดการให้อาหารโคนม พบว่าส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้เปลือกสับปะรด เป็นแหล่งอาหารหยาบเลี้ยงโคนมเกือบตลอดทั้งปี จากตารางที่ 5 และ 6 เกษตรกรมีการใช้เปลือกสับปะรดร่วมกับหญ้าสด ฟางข้าว กากเบียร์สด กากเอทานอล และอาหารชั้น มาใช้เลี้ยงโคนม เกษตรกรแต่ละรายมีการให้อาหารโคนมโดยไม่มีการจัดสัดส่วนอาหารให้ได้ตามความต้องการของโคนม มีการกำหนดให้โคกินอาหารแต่ละชนิดโดยอาศัยประสบการณ์ และสังเกตจากการให้น้ำนมของโคนม เช่น โคที่ให้น้ำนมมาก เกษตรกรจะเพิ่มอาหารชั้นมากขึ้น ถ้าให้น้ำมน้อยจะให้อาหารชั้นลดลง ซึ่งการให้อาหารวิธีนี้ในบางครั้งโคจะได้รับอาหารจะมากหรือน้อยเกินไป กับความต้องการที่แท้จริง เช่น จากตารางที่ 5 การให้อาหารรูปแบบที่ 4 มีการให้เปลือกสับปะรดจำนวน 25 กิโลกรัมต่อตัว

ต่อวัน เสริมด้วยฟางข้าว 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ให้กากเอทานอล 6 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และเสริมด้วยอาหารชั้น 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยเกษตรกรยังมีความเข้าใจว่ากากเอทานอลสามารถใช้ทดแทนอาหารชั้นได้ แต่เมื่อคำนวณโภชนะที่โคได้รับต่อวันแล้วพบว่าโคนมได้รับโปรตีนเพียง 801 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของโคนมสำหรับโคให้น้ำนม 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งต้องการโปรตีนประมาณ 1,734 กรัมต่อตัวต่อวัน แต่จากตารางที่ 6 การให้อาหารรูปแบบที่ 4 มีการให้เปลือกและซังข้าวโพด 25 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ฟางข้าว 2.00 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน กากเบียร์สด 5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และอาหารชั้นโปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6.00 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อคำนวณโภชนะที่โคได้รับต่อวันแล้วพบว่าโคนมได้รับโปรตีน 1,877 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งเกินความต้องการสำหรับโคให้น้ำนม 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

ตารางที่ 5 รูปแบบการให้อาหารโคนมของเกษตรกร (กรณีมีเปลือกสับปะรด)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	จำนวนวัตถุดิบที่ใช้ (กก.)					
	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6
1. เปลือกสับปะรดแผ่น	15.00	20.00	20.00	25.00	30.00	-
2. เปลือกสับปะรดป่น	-	-	-	-	-	8.00
3. กากเนื้อในสับปะรด	-	-	-	-	-	4.00
4. หญ้าสด	10.00	-	10.00	-	-	-
5. ฟางข้าว	1.00	2.00	1.00	2.00	1.50	1.00
6. ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	-	-	-	-	-	-
7. เปลือกและซังข้าวโพดหวาน	-	10.00	-	-	-	20.00
8. กากเบียร์	5.00	-	-	-	-	-
9. กากเอทานอล	-	-	-	6.00	-	-
10. อาหารชั้น โปรตีน 21 %	5.00	6.00	4.00	2.00	-	5.00
11. อาหารชั้น โปรตีน 18 %	-	-	2.50	-	4.00	-
12. อาหารชั้น โปรตีน 16 %	-	-	-	-	2.50	-
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	36.00	38.00	37.50	35.00	38.00	38.00
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	1,466	1,294	1,415	801	1,234	1,420

ตารางที่ 6 รูปแบบการให้อาหารโคนมของเกษตรกร (กรณีไม่มีเปลือกสับปะรด)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	จำนวนวัตถุดิบที่ใช้ (กก.)			
	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
1. หญ้าสด	10.00	-	-	-
2. ฟางข้าว	-	2.00	2.00	2.00
3. ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	-	20.00	25.00	-
4. เปลือกและซังข้าวโพดหวาน	18.00	-	-	25.00
5. กากเบียร์	5.00	-	-	5.00
6. กากเอทานอล	-	10.00	8.00	-
7. อาหารชั้น โปรตีน 21 %	5.00	6.00	4.00	6.00
8. อาหารชั้น โปรตีน 18 %	-	-	-	-
9. อาหารชั้น โปรตีน 16 %	-	-	-	-
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	38.00	38.00	39.00	38.00
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	1,629	1,773	1,437	1,877

แนวทางการจัดการให้อาหารโคนม

จากปัญหาการจัดการให้อาหารโคนมของเกษตรกรดังกล่าว โภชนะที่โคนมได้รับอาจจะมากหรือต่ำเกินไป กับความต้องการในการดำรงชีพและการให้ผลผลิตของโคนม ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้านต่างๆ เช่น ชนิดวัตถุดิบ ราคา ช่วงฤดูกาลที่มี และคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบแต่ละชนิด นำมาประกอบสูตรอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration) สำหรับใช้เลี้ยงแม่โครีดนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของโคนมที่เลี้ยงกันในพื้นที่โครงการ ช่วงเวลาที่เกษตรกรมีเปลือกสับปะรดใช้เลี้ยงโคนม เกษตรกรสามารถเลือกใช้สูตรอาหารต่างๆ ได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 ซึ่งสูตรอาหารเหล่านี้จะใช้เปลือกสับปะรดเป็นหลัก โดยใช้ร่วมกับ ฟางข้าว หญ้าสด และกากเปียร์สด เป็นต้น เกษตรกรสามารถเลือกใช้ได้โดยขึ้นกับวัตถุดิบที่หาซื้อได้ในขณะนั้นๆ สูตรอาหารที่คำนวณไว้มีค่าโปรตีนเฉลี่ย 14 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานย่อยได้เฉลี่ย 68 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 แสดงสูตรอาหารผสมครบส่วนสำหรับใช้เลี้ยงโคนมของเกษตรกร (กรณีมีเปลือกสับปะรด)

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
1. เปลือกสับปะรดแผ่น	73.74	65.99	63.61	64.46	-
2. เปลือกสับปะรดป่น	-	-	-	-	73.39
3. กากเนื้อในสับปะรด	-	-	-	-	11.80
4. ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	-	-	-	-	-
5. เปลือกและซังข้าวโพด	-	-	-	-	-
6. หญ้าสด	-	-	19.77	-	-
7. ฟางข้าว	5.01	3.38	-	3.41	-
8. กากเปียร์สด	-	13.60	-	-	-
9. กากเอทานอล	-	-	-	-	-
10. อาหารข้น 21 %	20.65	16.13	16.17	15.77	14.05
11. แร่ธาตุรวม	0.87	0.89	0.75	0.76	0.77
รวม (กก.)	100	100	100	100	100
ราคา (บาท/กก.)	3.41	3.15	2.92	2.67	3.37
ส่วนประกอบทางเคมี (%)					
1. วัตถุแห้ง (DM)	34.30	30.80	29.50	30.10	25.30
2. โปรตีน (CP)	14.00	15.02	14.00	14.00	14.50
3. พลังงานย่อยได้ (TDN)	68.40	68.32	69.34	67.98	70.08
4. เยื่อใย ADF	31.07	29.61	29.42	31.55	30.19
5. เยื่อใย NDF	49.16	49.79	48.23	49.99	48.76
6. Ca	0.55	0.63	0.61	0.55	0.71
7. P	0.26	0.34	0.32	0.25	0.30

ในกรณีที่ไม่มีเปลือกสับปะรด ประมาณเดือนสิงหาคม ถึง กันยายน สูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมต้องมีการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบให้สอดคล้องกับฤดูกาลที่มี ในช่วงนี้จะใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อน เปลือกและซังข้าวโพด และฟางข้าว เป็นแหล่งอาหารหยาบ และเสริมด้วย กากเปียร์สด กากเอทานอล และอาหารข้น

เป็นต้น และสูตรอาหารที่คำนวณไว้มีค่าโปรตีนเฉลี่ย 14 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานย่อยได้เฉลี่ย 68 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8 ดังนั้นการมีข้อมูลพื้นฐานด้านต่างๆ เช่น ชนิด ราคา ปริมาณของวัตถุดิบ และผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนในการจัดเตรียมวัตถุดิบเพื่อกำหนดเป็นปฏิทินอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงสัตว์ได้ตลอดทั้งปี สามารถประกอบสูตรอาหารสัตว์ได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้โคนมได้รับโภชนาตรงตามความต้องการ โคนมให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่ม ลดต้นทุนการผลิต และเกษตรกรมีกำไรเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 8 แสดงสูตรอาหารผสมครบส่วนสำหรับใช้เลี้ยงโคนมของเกษตรกร (กรณีขาดแคลนเปลือกสับปรด)

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
1. เปลือกสับปรดแผ่น	-	-	-	-	-
2. เปลือกสับปรดคั้นน้ำ	-	-	-	-	-
3. กากเนื้อในสับปรด	-	-	-	-	-
4. ต้นข้าวโพดฝักอ่อน	63.34	64.97	55.98	58.28	-
5. เปลือกและซังข้าวโพด	-	-	-	-	46.92
6. หญ้าสด	-	-	-	-	-
7. ฟางข้าว	-	-	4.28	4.64	6.02
8. กากเปียร์สด	-	14.73	14.22	-	18.07
9. กากเอทานอล	16.87	-	-	7.86	-
10. อาหารข้น 21 %	18.97	19.46	24.59	27.65	27.62
11. แร่ธาตุรวม	0.82	0.84	1.02	1.07	1.17
รวม (กก.)	100	100	100	100	100
ราคา (บาท/กก.)	3.81	4.20	4.87	4.97	5.13
ส่วนประกอบทางเคมี (%)					
1. วัตถุแห้ง (DM)	32.50	33.40	40.20	42.20	45.20
2. โปรตีน (CP)	15.74	16.77	16.12	15.44	16.00
3. พลังงานย่อยได้ (TDN)	69.50	70.00	68.78	68.86	67.95
4. เยื่อใย ADF	34.04	32.27	33.63	34.63	31.65
5. เยื่อใย NDF	47.31	47.34	48.51	47.71	48.88
6. Ca	0.54	0.57	0.55	0.52	0.57
7. P	0.31	0.37	0.33	0.29	0.34

สรุปผลการทดลอง

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมจำนวน 32 ราย ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งประกอบด้วยตำบลชะอำ ตำบลไร่ไหมพัฒนา ตำบลห้วยทรายเหนือ และตำบลชะอำ และสุ่มเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงโคนม นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารสัตว์เพื่อนำมาประกอบสูตรอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงแม่โครีดนมในพื้นที่โครงการ พอสรุปได้ดังนี้

1. เกษตรกรเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 67.30 ตัวต่อราย มีแม่โครีดนมเฉลี่ย 37.12 ตัว แม่โคแห้งนมเฉลี่ย 7.47 ตัว แม่โคสาวเฉลี่ย 11.18 ตัว และมีจำนวนลูกโคเพศเมียเฉลี่ย 11.53 ตัว มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 15 ไร่ต่อราย มีพื้นที่แปลงหญ้าเฉลี่ย 9.29 ไร่ และมีเกษตรกรร้อยละ 50 ไม่มีพื้นที่แปลงหญ้า

2. วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีปริมาณเพียงพอและเกษตรกรสามารถซื้อมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ตลอดทั้งปี ได้แก่ ฟางข้าว ต้นข้าวโพดฝักอ่อน เปลือกและซังข้าวโพด กากเปียร์สด กากเอทานอล และอาหารข้น ส่วนเปลือกสับปะรดเกษตรกรสามารถซื้อมาใช้เลี้ยงโคนมได้เกือบตลอดทั้งปี จะขาดแคลนเฉพาะเดือนสิงหาคม และกันยายน

3. การประกอบสูตรอาหารเลี้ยงโคนมในพื้นที่โครงการ ควรแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นกับวัตถุดิบที่เกษตรกรสามารถหาซื้อได้ในช่วงเวลาดังกล่าว กรณีที่เกษตรกรสามารถหาซื้อเปลือกสับปะรดได้ ให้ใช้เปลือกสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาดหลัก ร่วมกับฟางข้าว หรือหญ้าสด และเสริมด้วยกากเปียร์ และอาหารข้น กรณีที่เกษตรกรไม่สามารถหาซื้อเปลือกสับปะรดได้ ให้ใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อน หรือเปลือกและซังข้าวโพด เป็นแหล่งอาหารหยาดหลัก ร่วมกับฟางข้าว กากเปียร์ กากเอทานอล และเสริมด้วยอาหารข้น โดยคำนวณให้มีโปรตีน และพลังงานย่อยได้ ตามความต้องการของโคนมในแต่ละระยะของการให้น้ำนม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงานกปร.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ และผู้เชี่ยวชาญสมศักดิ์ เกาทอง ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานเป็นอย่างดี รวมถึงทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2560. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมรายจังหวัด ปีงบประมาณ 2560 ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. สถานการณ์ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนรายจังหวัดปี 2559 แหล่งที่มา : www.Aagriinfo.doae.go.th/year_59/plant/rortor/veget/14.pdf สืบค้นข้อมูล: 13 พฤศจิกายน 2560.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. สถานการณ์ปลูกข้าวโพดหวานรายจังหวัดปี 2559 แหล่งที่มา : www.Aagriinfo.doae.go.th/year_59/plant/rortor/veget/16.pdf สืบค้นข้อมูล: 13 พฤศจิกายน 2560.

กรมวิชาการเกษตร. 2559. รายชื่อสถานประกอบการที่ผ่านการรับรอง แหล่งที่มา: [www.doa.go.th/psco/images/GMP/List % 20 of % 20 the % 20 firm % 20 be % 20 recognized.pdf](http://www.doa.go.th/psco/images/GMP/List%20of%20the%20firm%20be%20recognized.pdf) สืบค้นข้อมูล: 14 พฤศจิกายน 2560.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2560. ข้อมูลโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับมอลค์หรือเปียร์. แหล่งที่มา: www.diw.go.th/hawk/content.php?mode=department สืบค้นข้อมูล: 14 พฤศจิกายน 2560.

ธีรฤทธิ เอกะกุล. 2543. ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

- สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. 2559. ข้อมูลการเกษตรจังหวัดเพชรบุรี แหล่งที่มา: www.phetchaburi.doe.go.th/pb_2016/Data_For_Web/menu_data.htm สืบค้นข้อมูล: 14 พฤศจิกายน 2560.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. 2559. ข้อมูลการเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แหล่งที่มา: www.prachuap.doe.go.th/pk_2016/index_php สืบค้นข้อมูล: 14 พฤศจิกายน 2560.
- สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดราชบุรี. 2560. ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดราชบุรี แหล่งที่มา: www.industry.go.th/ratchaburi/index.php สืบค้นข้อมูล: 14 พฤศจิกายน 2560.
- AOAC. 2011. Official Method of Analysis. 18th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Inc., Virginia.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. US Department of Agriculture, Handbook No. 379. Washington, D.C. U.S.A. 12-15 p.

โภชนะที่น้อยได้และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดฝ้าย

วรรณ อ่างทอง^{1/} ศุภกิจ สุนาโท^{1/} ปฎิมา บุตรชา^{1/} อรวิมล แก้วเกลี้ยง^{1/}
 ราไพร นามสีลี^{1/} วิทยา สุมาลย์^{1/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าโภชนะที่น้อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดฝ้าย ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-มิถุนายน 2560 ทำการทดลองในโคพื้นเมืองเพศผู้ ไม่ตอน จำนวน 4 ตัว อายุ 4 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 306 ± 25 กิโลกรัม โดยศึกษาค่าโภชนะที่น้อยได้ด้วยวิธี total collection และวัดปริมาณก๊าซจากการหายใจของสัตว์ ด้วยชุดวัดก๊าซจากการหายใจ (open-circuit system with ventilated hood-type respiration calorimeters) เพื่อประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ วางแผนการทดลองแบบ 2x2 change over design โดยมีอาหารทดลอง 2 ชนิด คือ อาหารฐาน และอาหารทดสอบที่มีส่วนผสมของอาหารฐาน 80 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ และเมล็ดฝ้าย 20 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำค่าการย่อยได้ของอาหารทั้งสองชนิดมาคำนวณโดยวิธีหักลบ เพื่อให้ได้ค่าโภชนะที่น้อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดฝ้ายเพียงอย่างเดียว

จากผลการทดลอง พบว่า เมล็ดฝ้ายมีวัตถุดิบ 92.9 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 23.4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแห้ง ไขมัน 20.5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแห้ง ผนังเซลล์ 43.4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแห้ง ลิกโนเซลลูโลส 38.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแห้ง และลิกนิน 10.3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแห้ง ส่วนของโภชนะที่น้อยของเมล็ดฝ้ายมีค่าดังนี้ ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง 57.6 ± 7.0 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 79.9 ± 6.2 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 95.4 ± 4.9 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 33.6 ± 9.0 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 37.2 ± 12.7 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่น้อยได้ทั้งหมด 80.8 ± 6.5 เปอร์เซ็นต์ พลังงานย่อยได้ 14.5 ± 0.4 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 14.4 ± 1.3 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

คำสำคัญ : เมล็ดฝ้าย ค่าโภชนะที่น้อยได้ ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

เลขทะเบียนวิชาการ : 61(2)-0214-021

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น

Nutrients digestibility and matabolizable energy of cottonseed

Wanna Anghong^{1/} Supakij Sunato^{1/} Patima Butcha^{1/}
Ornvimol Kaeokliang^{1/} Ramphrai Namsrilee^{1/} Wittaya Sumamal^{1/}

Abstract

The experiment was determined nutrients digestibility and matabolizable energy of cottonseed. There was conducted at Ruminants Feeding Standard Research and Development Center during Febuary to June 2017. Four Thai native bulls (306 ± 25 kilograms of body weight) were used in a 2 x 2 change over design with 20 days of period. Nutrient digestibility and methane production were measured by total collection method and ventilated hood-type respiration calorimeter, respectively. Two dietary treatments were designed in consisted of basal feed and test feed consisted 80% of basal feed with 20% of cotton seed.

The results showed that the chemical composition of cotton seed were 92.9% of dry matter, 23.4 %DM of crude protein, 43.4 %DM of neutral detergent fiber, 38.9 %DM of acid detergent fiber and 10.3 %DM of lignin. The nutrients digestibility of cottonseed was calculated with by-difference method. The digestibility of dry matter, crude protein, ether extract, cell wall and total digestibility nutrient were 57.6 ± 7.0 , 79.9 ± 6.2 , 95.4 ± 4.9 , 33.6 ± 9.0 and 80.8 ± 6.5 %, respectively. The energy digestibility and metabolisable energy of cotton seed were 14.5 ± 0.4 and 14.4 ± 1.3 MJ/kgDM, respectively.

Keywords : cotton seed, nutrients digestibility, metabolisable energy

Registered No. : 61(2)-0214-021

^{1/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, Khon Kaen.

คำนำ

ผลฝ้าย หรือ สมอฝ้าย ประกอบด้วยส่วนของปุยฝ้าย (lint or fibre) และเมล็ดฝ้าย (cotton seed) เมื่อนำสมอฝ้ายไปผ่านกระบวนการแยกเส้นใย (ginning) จะได้ส่วนของเมล็ดฝ้ายที่มีส่วนของขนปุย (linter or fluzz) เหลือติดกับเมล็ด พันธุ์ฝ้ายที่ปลูกในประเทศไทยโดยทั่วไป ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 60 และ พันธุ์นครสวรรค์ 1 พบว่า มีส่วนของปุยฝ้าย 39.5% ที่เหลือจะเป็นส่วนของเปลือกหุ้ม เมล็ดฝ้าย เป็นต้น ซึ่งเมล็ดฝ้ายสามารถนำไปใช้ในการสกัดน้ำมัน หรือนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ แต่เมล็ดฝ้ายอาจไม่เหมาะสมกับการใช้เลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยว เนื่องจากในเมล็ดฝ้ายมีสารกอสซิพอล (gossypol) ในรูปอิสระ (free gossypol) ปริมาณสารชนิดนี้มีค่าแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ของฝ้าย เช่น ในประเทศอเมริกา พบสารกอสซิพอลในปริมาณ 0.39-1.7 เปอร์เซ็นต์ ประเทศออสเตรเลีย พบ 0.55-1.6 เปอร์เซ็นต์ สารกอสซิพอลอิสระนี้จะไปลดการนำออกซิเจนเข้าสู่กระแสเลือด ส่งผลต่อการทำงานของหัวใจ และปอด แต่กรณีสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถทำลายความเป็นพิษของสารกอสซิพอลได้ ถ้าให้กินในระดับที่เหมาะสม (Zhang *et al.*, 2007) ในรายงานของ Coppock *et al.* (1987) นำเมล็ดฝ้ายมาประกอบสูตรอาหารให้โคที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูง ซึ่งจำเป็นต้องได้รับอาหารที่มีแหล่งพลังงานสูง หากมีการใช้แบ่งที่มาจากเมล็ดธัญพืช แม้จะมีปริมาณน้ำนมสูงขึ้น แต่ทำให้ไขมันในน้ำนมลดลง เสี่ยงต่อการเกิดภาวะ “low milk fat syndrome” ดังนั้น การเสริมแหล่งพลังงานที่มีไขมันในระดับสูง และมีเส้นใยที่เพียงพอต่อการทำงานของกระเพาะรูเมน เช่น เมล็ดฝ้ายที่มีส่วนของเส้นใย (whole cotton seed) จะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะดังกล่าวได้

จากข้อมูลการนำเข้าฝ้ายดิบมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย พบว่า ในปี ค.ศ. 2014/2015 ประเทศไทยนำเข้าฝ้ายดิบเป็นจำนวน 336,000 ตัน สำหรับใช้ผลิตเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มและสิ่งทอในครัวเรือน โดยมากกว่า 99 เปอร์เซ็นต์ ของกระบวนการผลิตเป็นสัดส่วนการนำเข้าฝ้ายดิบจากต่างประเทศทั้งสิ้นเนื่องจากภูมิประเทศและอากาศที่ไม่เอื้อประโยชน์ต่อการเพาะปลูก ประเทศไทยถือเป็นฐานการผลิตผ้าฝ้ายคุณภาพสูง ในประเทศกลุ่มอาเซียนและมีการนำเข้าฝ้ายดิบคุณภาพดีจากแหล่งปลูกฝ้ายหลายแห่ง เช่น ออสเตรเลีย บราซิล และอเมริกา สำหรับการนำเข้าฝ้ายดิบจากสหรัฐอเมริกา ประเทศไทยนำเข้าผ่านองค์กร Cotton USA โดยฤดูกาลผลิตปีค.ศ. 2014/2015 มีการนำเข้าฝ้ายดิบป้อนสู่อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นจำนวน 99,694 ตัน และในฤดูกาลการผลิตปีค.ศ. 2015/2016 เป็นจำนวน 103,217 ตัน เพิ่มขึ้น 3.4 เปอร์เซ็นต์ (Forbes Thailand, 2561) จากข้อมูลการนำเข้าฝ้ายดิบ คาดว่า将有ส่วนของเมล็ดฝ้ายเหลืออยู่ในปริมาณสูงถึง 50-60 เปอร์เซ็นต์ เป็นปริมาณไม่น้อยกว่า 51 ตัน สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการที่ย่อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดฝ้าย โดยวิธีวัดโดยตรงจากตัวสัตว์ เพื่อนำข้อมูลไปเติมเต็มฐานข้อมูลวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้สามารถประกอบสูตรอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จังหวัดขอนแก่น ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มิถุนายน 2560

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลอง 2 x 2 change over design โดยใช้อาหารทดลอง 2 ชนิด ให้กิน 2 ช่วงการทดลอง (period) ใช้โคจำนวน 4 ตัว และในแต่ละ period จะทำการปรับการกินอาหารของโคจำนวน

14 วัน หลังจากนั้นจึงดำเนินการเก็บรวบรวมมูล ปัสสาวะ และวัดปริมาณก๊าซจากการหายใจของโค จำนวน 6 วัน โดยกำหนดให้โค กินอาหารในแต่ละช่วงการทดลอง ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กำหนดการให้อาหารโคแต่ละช่วงการทดลอง

Period	โคตัวที่ 1	โคตัวที่ 2	โคตัวที่ 3	โคตัวที่ 4
1	อาหารฐาน	อาหารฐาน	อาหารทดลอง	อาหารทดลอง
2	อาหารทดลอง	อาหารทดลอง	อาหารฐาน	อาหารฐาน

สัตว์ทดลอง

ใช้โคพื้นเมือง เพศผู้ไม่ตอน จำนวน 4 ตัว อายุประมาณ 4 ปี มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 306 ± 25 กิโลกรัม ก่อนเข้างานทดลองชั่งน้ำหนักโค ทุกตัว ฉีดยาถ่ายพยาธิ (Ivermectin) และฉีดวิตามิน AD₃E แยกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวเป็นรายตัว มีน้ำให้กินตลอดเวลา

อาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยอาหารฐาน ที่มีอัตราส่วนของอาหารหยาบ 30 และอาหารข้น 70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และอาหารทดสอบ ที่มีอัตราส่วนของอาหารฐาน 80 และเมล็ดฝ้าย 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยเมล็ดฝ้ายที่ใช้ในการทดลอง เป็นส่วนของเมล็ดฝ้ายที่ได้หลังจากปั่นปุยฝ้ายออกแล้ว แต่ยังคงมีเส้นใยบางส่วนติดอยู่กับเมล็ด โดยมีส่วนประกอบของอาหารฐาน และอาหารทดสอบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบ และองค์ประกอบทางเคมี ของอาหารฐาน และอาหารทดสอบ

รายการ	อาหารฐาน	อาหารทดสอบ
ส่วนประกอบของอาหาร (กิโลกรัม/น้ำหนักแห้ง)		
มันเส้น	43.4	34.7
รำละเอียด	6.0	4.8
กากถั่วเหลือง	7.8	6.2
กากปาล์ม	9.9	7.9
เกลือ	0.9	0.7
วิตามิน และแร่ธาตุผสม	0.9	0.7
ยูเรีย	1.1	0.9
หญ้าแพงโกล่าแห้ง	30.0	24.0
เมล็ดฝ้าย	-	20.0
น้ำหนักรวม	100.0	100.0
องค์ประกอบทางเคมี (% น้ำหนักแห้ง)		
วัตถุแห้ง	87.1	87.4
โปรตีน	11.7	13.4
ไขมัน	2.7	5.7
ผนังเซลล์	35.5	37.4
ลิกโนเซลลูโลส	20.0	24.2
โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด	69.5	72.5

วิธีการให้อาหาร

ให้โคทดลองกินอาหารฐาน และอาหารทดสอบ กำหนดให้โคกินอาหารในรูปของวัตถุแห้ง ในปริมาณ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว เพื่อให้ได้รับปริมาณโปรตีน และพลังงานในระดับเพื่อการดำรงชีพ ตามคำแนะนำของ WTSR (2008) แบ่งการให้อาหารวันละ 2 มื้อ ที่เวลา 9.30 น. และที่เวลา 17.00 น.

การบันทึกข้อมูล

บันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวก่อน และหลังทดลอง ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณก๊าซ มีเทน จากลมหายใจของโค ด้วยชุดอุปกรณ์วัดที่เป็นระบบเปิด (open-circuit system with ventilated hood-type respiration calorimeters) โดยมีรายละเอียดโครงสร้าง และหลักการทำงานตามรายงานของ Suzuki *et al.* (2007) ซึ่งการวัดปริมาณก๊าซจะดำเนินการควบคู่ไปกับการเก็บรวบรวมปริมาณมูล และปัสสาวะที่ขับถ่ายออกมา โดยวิธี total collection บันทึกปริมาณมูล และปัสสาวะของโคแต่ละตัว ที่ขับถ่ายออกมาในแต่ละวัน

วิธีการวัดก๊าซจากการหายใจของโคจะทำการวัดเป็นรายตัว เนื่องจากชุดวัดก๊าซดังกล่าว สามารถ วัดได้วันละ 2 ตัว ดังนั้น โคแต่ละตัวสามารถวัดลมหายใจได้อย่างต่อเนื่อง จำนวน 3 วัน โดยวัดอัตราการไหลของอากาศ และความเข้มข้นของก๊าซต่างๆ ทั้งภายในตู้ และภายนอกตู้ ตลอดทั้งวัน ยกเว้น ช่วงเวลา 9.00 น.-9.30 น. ของทุกวัน จะเปิดประตูตู้ เพื่อทำความสะอาดรางอาหาร พร้อมทั้งทำการ calibrate เครื่องวัดก๊าซ (gas analyzer) ด้วยก๊าซมาตรฐาน (span gas และ zero gas)

หลังเสร็จสิ้นช่วงการบันทึกข้อมูล นำมูลและปัสสาวะของโคแต่ละตัวมาทำการสุ่มเพื่อนำไป วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหาร มูล และปัสสาวะ

อาหารที่ใช้ในการทดลอง และมูล ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำการบดผ่านตะแกรง ขนาด 1 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาค่า ความชื้น ไขมัน เถ้า ตามวิธีการของ AOAC (2012) โปรตีน ตามวิธีการ in house method in AOAC (2012) ส่วนประกอบของเยื่อใยชนิดต่างๆ ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991) ค่าพลังงานรวม (gross energy) โดยเครื่อง วิเคราะห์ค่าพลังงานชนิด true Isoperibol ปัสสาวะ นำไปวิเคราะห์ค่าพลังงานรวม โดยเครื่องวิเคราะห์ค่าพลังงานชนิด true Isoperibol

การคำนวณค่าก๊าซจากลมหายใจ ค่าการย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ที่วัดจากตัวสัตว์ (In vivo)

- ก๊าซมีเทนที่เกิดจากการหายใจ คำนวณได้จากส่วนต่างของปริมาณก๊าซมีเทนภายในตู้ กับก๊าซ มีเทนจากอากาศภายนอกตู้
- อัตราการไหลของอากาศ โดยคำนวณเป็น ลิตรต่อตัวต่อวัน
- ค่าโภชนาที่ย่อยได้ (Nutrient digestibility, %)

$$= (\text{ปริมาณโภชนาที่กิน} - \text{ปริมาณโภชนาที่ขับออกในมูล}) \times 100 / \text{ปริมาณโภชนาที่กิน}$$
- ค่าโภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrients; TDN, %) (McDonald *et al.*, 2010)

$$= \text{ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้} + (\text{ปริมาณไขมันที่ย่อยได้} \times 1.25)$$
- ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy; DE, MJ/kgDM)

$$= (\text{พลังงานในอาหารที่กิน} - \text{พลังงานในมูล}) / \text{พลังงานในอาหารที่กิน}$$
- ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy; ME, MJ/kgDM)

$$= (\text{พลังงานในอาหารที่กิน} - \text{พลังงานในมูล} - \text{พลังงานในปัสสาวะ} - \text{พลังงานที่ขับออกในรูปก๊าซมีเทน}) / \text{พลังงานในอาหารที่กิน}$$

โดย ค่าพลังงานของก๊าซมีเทน เท่ากับ 39.54 kJ/litre

คำนวณค่าโภชนะที่ย่อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ของเมล็ดฝ้าย โดยวิธีหักลบ (by difference) จากอาหารฐาน (Schneider and Flatt, 1975)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าการย่อยได้ของ วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ค่าพลังงานที่ย่อยได้ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ และ ค่าสมมูลไนโตรเจน ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ตามแผนการทดลอง 2x2 change over design (จริญ, 2527)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองเพื่อหาค่าการย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดฝ้าย ด้วยวิธีการหักลบ พบว่ามีผลการทดลองดังต่อไปนี้

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

เมื่อนำอาหารที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เมล็ดฝ้าย อาหารฐาน และอาหารทดสอบ มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้ค่าต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	DM	OM	CP	EE	Ash	NDF	ADF	ADL	GE
	<----- % on dry basis ----->								MJ/kgDM
เมล็ดฝ้าย	92.9	95.9	23.4	20.5	4.1	43.4	38.9	10.3	23.3
อาหารฐาน	90.0	94.3	12.3	3.1	5.7	33.9	23.8	4.0	18.3
อาหารทดสอบ	90.6	94.6	14.5	6.6	5.4	35.8	26.8	5.3	19.3

- DM- dry matter (วัตถุแห้ง); OM - organic matter (อินทรีย์วัตถุ); CP - crude protein (โปรตีน); EE - ether extract (ไขมัน); NDF - neutral detergent fiber (ผนังเซลล์); ADF - acid detergent fiber (ลิกโนเซลลูโลส) ; ADL - acid detergent lignin; GE - gross energy (พลังงานรวม)

องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดฝ้ายในการทดลองนี้ พบว่า มีค่าโปรตีน ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน เท่ากับ 23.4, 20.5, 43.4, 38.9 และ 10.3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับใกล้เคียงกับรายงานของ Smith *et al.* (1981) Osti and Pandey และ Grainger *et al.* (2007) ที่รายงานว่า เมล็ดฝ้ายมีปริมาณ โปรตีน ไขมัน ผนังเซลล์ และลิกนิน เท่ากับ 22.3-23.9 20.2-22.6 39.0-49.4 และ 9.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ เมื่อนำเมล็ดฝ้ายที่มีส่วนของโปรตีน และไขมันสูง มาผสมกับอาหารฐานในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ส่งผลให้อาหารทดสอบ มีปริมาณโปรตีน และไขมันสูงกว่าอาหารฐานซึ่งไม่มีเมล็ดฝ้ายเป็นส่วนผสม

ปริมาณการกินอาหาร

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณอาหารฐาน และอาหารทดสอบที่โคกินได้ พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4) เนื่องจากกำหนดให้กินในปริมาณที่จำกัด คือ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ซึ่งเป็นไปตามแผนการทดลองที่กำหนด

ตารางที่ 4 น้ำหนักตัวโค ปริมาณโภชนาที่กิน และค่าพลังงานที่โคได้รับจากอาหารทั้ง 2 ชนิด

รายการ	อาหารฐาน	อาหารทดสอบ	SEM	p-value
น้ำหนักตัวโค (กก.)	311.1	309.7	8.2	0.944
ปริมาณการกินอาหาร (กก.วัตถุแห้ง/วัน)	4.9	4.9	0.1	0.923
โภชนาที่กิน				
อินทรีวัตถุ (กิโลกรัม/วัน)	4.7	4.7	0.1	0.910
โปรตีน (กรัม/วัน)	603.9	710.9	24.4	0.021
ไขมัน (กรัม/วัน)	152.9	323.7	32.7	0.000
เยื่อใย NDF (กิโลกรัม/วัน)	1.7	1.8	0.0	0.399
เยื่อใย ADF (กิโลกรัม/วัน)	1.2	1.3	0.0	0.059
พลังงานรวมที่กิน (เมกกะจูล/วัน)	90.9	95.2	2.1	0.385

ส่วนปริมาณโภชนาที่โคได้รับ พบว่า โคกลุ่มกินอาหารทดสอบ ได้รับโปรตีนและไขมันในปริมาณสูงกว่าโคกลุ่มที่กินอาหารฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากเมล็ดฝ้ายมีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงกว่าอาหารอาหารฐาน (ตารางที่ 3) ทำให้อาหารทดสอบมีไขมันสูงกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของโค สอดคล้องกับรายงานของ McDonald *et al.* (2010) แนะนำว่าในสูตรอาหารควรมีไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เพราะจะทำให้การย่อยได้ภายในกระเพาะรูเมนลดลง และการกินได้จะลดลงเช่นเดียวกัน เนื่องจากกรดไขมันจะไปเคลือบผิวของจุลินทรีย์และผิวของอาหาร ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถใช้กรดไขมันเป็นแหล่งพลังงานได้จึงทำให้การเพิ่มจำนวนประชากรและประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์ลดลง (บุญล้อม, 2541; Ishler *et al.*, 1996)

โภชนาที่ย่อยได้

จากการทดลอง พบว่า อาหารฐาน ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรีวัตถุ สูงกว่าอาหารทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่อาหารทดสอบมีค่าการย่อยได้ของโปรตีน และไขมันสูงกว่าอาหารฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าการย่อยได้ของเยื่อใยต่างๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) สอดคล้องกับรายงานของ Smith *et al.* (1981) ที่พบว่า อาหารที่มีส่วนผสมของเมล็ดฝ้ายในระดับ 5, 15 และ 25 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร มีค่าการย่อยได้ของ โปรตีน ไขมัน และพลังงาน สูงกว่าสูตรอาหารที่ไม่มีเมล็ดฝ้าย ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันของค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เยื่อใยรวม (crude fiber) ลิกโนเซลลูโลส และเซลลูโลส ส่วนในรายงานของ Chuntrakort *et al.* (2014) พบว่าการเสริมเมล็ดฝ้ายในระดับ 19.7 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งในสูตรอาหาร มีผลทำให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีวัตถุ โปรตีน และผนังเซลล์ ลดลงเมื่อเทียบกับสูตรอาหารฐาน ที่ไม่มีการเสริมแหล่งไขมันจากพืช แต่มีค่าการย่อยได้ของไขมันสูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และในรายงานของ Johnson and Johnson (1995) พบว่าการเสริมกรดไขมันในรูปผงแห้ง (dry powdered fatty acid) ในปริมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารที่มีสัดส่วนของอาหารชั้น 60 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อาหารย่อยได้ของอินทรีวัตถุลดลง

จากรายงานที่ได้กล่าวถึงนั้น พบว่า ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยที่แตกต่างกันนั้น น่าจะมีผลมาจากความแตกต่างของปริมาณเยื่อใย และไขมัน ในสูตรอาหาร เช่น ในการทดลองครั้งนี้ในสูตรอาหารทดสอบ

ซึ่งมีเมล็ดฝ้ายเป็นส่วนประกอบ มีส่วนของผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และไขมัน เท่ากับ 35.8, 26.8 และ 6.6 เปอร์เซ็นต์ของ วัตถุแห้ง ตามลำดับ ใกล้เคียงกับในรายงานของ Smith *et al.* (1981) ที่มีค่าเยื่อใยรวม (crude fiber) ลิกโนเซลลูโลส และไขมัน เท่ากับ 20.7, 27.2 และ 6.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ ซึ่งไม่ส่งผลต่อค่าการย่อยได้ของเยื่อใยแต่อย่างใด ในขณะที่รายงานของ Chuntrakort *et al.* (2014) พบว่าในสูตรอาหารที่มีเมล็ดฝ้าย มีส่วนของผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส สูงกว่ารายงานที่กล่าวถึง เท่ากับ 62.1 และ 41.4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง แม้จะมีไขมันที่ต่ำกว่า เท่ากับ 4.1 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง แต่มีค่าการย่อยได้ของเยื่อใยลดลงอย่างชัดเจน

ตารางที่ 5 ค่าโภชนาการที่ย่อยได้ ของอาหารฐาน อาหารทดสอบ และเมล็ดฝ้าย

รายการ	อาหารฐาน	อาหารทดสอบ	SEM	p-value	เมล็ดฝ้าย
ค่าการย่อยได้ของโภชนา (%)					
วัตถุแห้ง	69.6	67.2	0.6	0.036	57.6 ± 7.0
อินทรีย์วัตถุ	72.1	69.4	0.7	0.024	58.7 ± 6.2
โปรตีน	65.8	70.3	1.0	0.012	79.9 ± 6.2
ไขมัน	82.8	90.7	1.6	0.004	95.4 ± 4.9
ผนังเซลล์	45.2	42.4	1.1	0.264	33.6 ± 9.0
ลิกโนเซลลูโลส	44.0	42.1	1.1	0.432	37.2 ± 12.7
โภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด (%)	73.2	71.1	0.8	0.243	80.8 ± 6.5

จากตารางที่ 5 พบว่า อาหารทดสอบมีค่าการย่อยได้ของ วัตถุแห้ง และอินทรีย์วัตถุ ลดลงนั้น ปัจจัยหนึ่งอาจเป็นผลจากอาหารทดสอบมีส่วนของเมล็ดฝ้ายผสมอยู่ 20 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เป็นผลให้อาหารทดสอบมีปริมาณไขมันสูง อาจส่งผลให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยเยื่อใย และกลุ่มโปรโตซัว ทำงานได้ลดลง นอกจากนี้ส่วนของเส้นใยเมล็ดฝ้ายเองก็จะถูกย่อยได้ลดลงเช่นเดียวกัน (Arieli, 1998) โดยทั่วไปไขมันจากพืชจะเป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ส่งผลเสียต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน จึงมีกระบวนการทางธรรมชาติด้วยการเติมไฮโดรเจนในพันธะของโครงสร้างของกรดไขมัน (biohydrogenation) เพื่อเปลี่ยนพันธะของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว ให้เป็นกรดไขมันที่อิ่มตัว (saturated fatty acid)

อย่างไรก็ตามในรายงานของ Ishler *et al.* (1996) กล่าวถึงคุณสมบัติของเมล็ดฝ้าย (whole cottonseed) และถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full-fat soybean) ซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง แต่มีผลรบกวนต่อกระบวนการหมักย่อยภายในกระเพาะรูเมนน้อยเมื่อเทียบกับไขมันอิสระ (free oil) เนื่องจากเมล็ดพืชน้ำมัน จะถูกย่อยภายในกระเพาะรูเมนอย่างช้า ๆ จึงมีส่วนของน้ำมันที่ปลดปล่อยออกมาน้อย ในขณะที่มีกระบวนการเติมไฮโดรเจนเกิดขึ้นควบคู่กันไป จึงทำให้กรดไขมันของเมล็ดพืชน้ำมันถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันอิ่มตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะถูกลดและดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็กต่อไป และสอดคล้องกับรายงานของ Blackwood (2007) ที่รายงานว่าเมล็ดฝ้ายเป็นวัตถุดิบอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนา มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และมีคุณสมบัติการปลดปล่อยสารอาหารได้ช้า (slow release) พบว่าการใช้เมล็ดฝ้ายปริมาณ 900 กรัมต่อวัน สามารถใช้ทดแทนการใช้ยูเรียได้ 50 กรัมต่อวัน โดยข้อดีของเมล็ดฝ้ายคือมีไขมันเป็นแหล่งพลังงานในขณะที่ยูเรียไม่มีพลังงาน

เมื่อคำนวณเป็นค่าการย่อยได้ของเมล็ดฝ้าย (ตารางที่ 5) พบว่า มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง และค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด ต่ำกว่ารายงานของ Smith *et al.* (1981) เท่ากับ 66.8 เปอร์เซ็นต์ และ 95.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ในการทดลองครั้งนี้มีค่าการย่อยได้ของโปรตีน สูงกว่ารายงานดังกล่าวซึ่งเท่ากับ 75.5 เปอร์เซ็นต์ และค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด ของเมล็ดฝ้ายในการทดลองครั้งนี้ยังต่ำกว่าในรายงานของ Osti and Pandey (2006) เท่ากับ 96.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความแตกต่างของโภชนะที่ย่อยได้นั้นอาจมีผลมาจากความแตกต่างของเมล็ดฝ้ายที่ใช้ในการทดลอง เช่น ความแตกต่างของสายพันธุ์ฝ้าย หรือกระบวนการแยกเส้นฝ้ายอาจมีส่วนของปุ๋ยฝ้ายที่เหลือตกค้างแตกต่างกัน รวมทั้งความแตกต่างของชนิดสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 6 ค่าพลังงานย่อยได้ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ และค่าพลังงานที่สูญเสียในส่วนต่างๆ

รายการ	อาหารฐาน	อาหารทดสอบ	SEM	p-value	เมล็ดฝ้าย
พลังงานที่ย่อยได้ (MJ/kgDM)	12.8	13.1	0.1	0.110	14.5 ± 0.4
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (MJ/kgDM)	11.2	11.8	0.2	0.015	14.4 ± 1.3
พลังงานที่สูญเสีย (kJ/BW ^{0.75} /d)					
- พลังงานในมูล	368.9	413.4	9.9	0.011	-
- พลังงานในปัสสาวะ	22.9	23.7	2.3	0.654	-
- พลังงานในรูปของก๊าซมีเทน	89.0	62.1	6.7	0.044	-

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าพลังงานที่ย่อยได้ ของอาหารฐาน และอาหารทดสอบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อาหารทดสอบมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้สูงกว่า อาหารฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งการสูญเสียพลังงานในมูลของโคกินอาหารทดสอบ สอดคล้องกับค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบที่ย่อยได้ต่ำกว่า อาหารฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 5) จึงส่งผลให้มีพลังงานที่เหลือออกมาทางมูลมากกว่า ส่วนพลังงานที่สูญเสียออกมาในรูปของปัสสาวะ พบว่า โคที่กินอาหารฐาน และอาหารทดสอบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การสูญเสียพลังงานในรูปของก๊าซมีเทน พบว่า โคที่กินอาหารทดสอบมีค่าต่ำกว่าอาหารฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากในอาหารทดสอบมีส่วนผสมของเมล็ดฝ้าย ทำให้อาหารทดสอบมีไขมันสูง (ตารางที่ 3) โดยทั่วไปไขมันจากพืชจะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ส่งผลเสียต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน จึงมีกระบวนการทางธรรมชาติด้วยการเติมไฮโดรเจนในพันธะโครงสร้างของกรดไขมัน (biohydrogenation) เพื่อเปลี่ยนให้เป็นกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ซึ่งในกระบวนการเติมไฮโดรเจนในพันธะของกรดไขมันไม่อิ่มตัวนั้น เป็นการแย่งใช้ไฮโดรเจนอิสระที่มีภายในกระเพาะรูเมนกับจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตก๊าซมีเทน (methanogen) ซึ่งใช้ไฮโดรเจนร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการเปลี่ยนไปเป็นก๊าซมีเทน ในการเพิ่มจำนวนประชากร (Ishler *et al.*, 1996; McDonald *et al.*, 2010) ส่วนอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทนภายในกระเพาะรูเมนลดลง เนื่องจากไขมันไปรบกวนการทำงานของจุลินทรีย์ จึงลดกระบวนการหมักย่อยของอาหารภายในกระเพาะรูเมน จึงทำให้มีการผลิตก๊าซมีเทนลดลง (Johnson and Johnson, 1995) ซึ่งผลพลอยได้จากการทดลองครั้งนี้พบว่า การเสริมเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้เท่ากับ 30.8 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน นับเป็นทางเลือกของการนำเมล็ดฝ้ายมาเสริมในสูตรอาหารเพื่อใช้ลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการเลี้ยงโคได้อีกทางหนึ่ง

ค่าพลังงานย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดฝ้าย จากตารางที่ 6 พบว่า มีค่าพลังงานที่น้อยได้ ต่ำกว่ารายงานของ Smith *et al.* (1981) เท่ากับ 17.5 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมของวัตถุดิบ แต่มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ใกล้เคียงกับ Osti and Pandey (2006) คือ 14.5 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมของวัตถุดิบ ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้อาจเป็นผลมาจากปัจจัยต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว

สรุปผลการทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมี ค่าโภชนาที่น้อยได้ ค่าโภชนาที่น้อยได้ทั้งหมด ค่าพลังงานย่อยได้ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดฝ้าย มีค่าดังนี้ วัตถุดิบ 92.9 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 23.4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ ไขมัน 20.5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ ฟอสเฟต 43.4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ ลิกโนเซลลูโลส 38.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ และลิกนิน 10.3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ 57.6 ± 7.0 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 79.9 ± 6.2 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 95.4 ± 4.9 เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟต 33.6 ± 9.0 เปอร์เซ็นต์ ค่าโภชนาที่น้อยได้ทั้งหมด 80.8 ± 6.5 เปอร์เซ็นต์ พลังงานย่อยได้ 14.5 ± 0.4 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมแห้ง และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 14.4 ± 1.3 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมแห้ง

เอกสารอ้างอิง

- จรัญ จันทลักษณ์. 2527. สถิติ วิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปริญญา สืบบุญเรือง. 2554. ฝ้ายพืชทองของเอเชีย. คอลัมน์เคียงบ่าชาวไร่ ใน หนังสือพิมพ์กสิกร. ปีที่ 84 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม-มิถุนายน. น. 14-23.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2552. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2012. The Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th Editions. AOAC International, Gaithersburg MD.
- Arieli A. 1998. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. Animal Feed Science and Technology. 72: 97–110.
- Blackwood, I. 2007. White cottonseed – a supplementary feed for beef cattle. New South Wales Department of Primary Industries. Available source : www.dpi.nsw.gov.au/primefacts. January 13, 2017.
- Chuntrakort, P. M. Otsuka, K. Hayashi, A. Takenaka, S. Udchachon and K. Sommart. 2014. The effect of dietary coconut kernels, whole cottonseeds and sunflower seeds on the intake, digestibility and enteric methane emissions of Zebu beef cattle fed rice straw based diets. Livestock Science. 161: 80-89.

- Coppock C.E., J.K. anham and J.I. Horner. 1987. A review of the nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed, meal and associated by-products by dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 18 : 97–110.
- Forbes Thailand. 2561. บทบาทคอตตอนจากยูเอสเอในอุตสาหกรรมสิ่งทอฝ่ายคุณภาพสูง. Available source : www.forbesthailand.com/news-detail. December 13, 2017.
- Grainger, C., T. Clake, K.A. Beauchemin, S.M. McGinn and R.J. Eckard. 2008. Supplementation with whole cottonseed reduces methane emissions and can profitably increase milk production of dairy cows offered a forage and cereal grain diet. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 48: 73-76.
- Hoffman P.C. 2016. Whole Cottonseed. Available source : <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/a3519.pdf>. April 4, 2016.
- Ishler, V., J. Heinrichs and G. Varga. 1996. From Feed to Milk : Understanding rumen function. The Pennsylvania State University Extension Circular 422.
- Johnson, K.A., D.E. Johnson. 1995. Methane emission from cattle. *Journal Animal Science*. 73: 2488-2492.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, C.A. Morgan, L.A. Sinclair and R.G. Wikinson. 2010. *Animal Nutrition*. Pearson.
- Osti, N.P. and S.B. Pandey. 2006. Use of whole cottonseed and cotton seed meal as a protein source in the diet of ruminant animals: Prevailing situation and opportunity. In: *Proceedings of the 6th National Workshop on Livestock and Fisheries Research*. 111-119 pp.
- Schneider B.H. and W. Flatt. *The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments*. The University of Georgia Press, Athen.
- Smith, N.E., L.S. Collar, D.L. Bath, W.L. Dunkley and A.A. Franke. 1981. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. *Journal Dairy Science*, 64: 2209-2215.
- Suzuki, T., G.J. McCrabb, T. Nishida, S. Indramanee, M. Kurihara, H.P.S. Makkar and P.E. Vercoe. 2007. Construction and Operation of Ventilated Hood-Type Respiration Calorimeters for *In Vivo* Measurement of Methane Production and Energy Partition in Ruminants Measuring Methane Production from Ruminants, Springer Netherlands. pp. 125-135.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, 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.

- WTSR. 2008. Nutrient Requirements of Beef Cattle in Thailand, 1st edit. The Working Committee of Thai Feeding Standard for Ruminant. Khunghnavit Press, Khon Kaen.
- Zhang W.J., Z.R., Xu, X.L. Pan, X.H. Yan and Y.B. Wang. 2007. Advances in gossypol toxicity and processing effects of whole cottonseed in dairy cows feeding. Livestock Science. 111: 1-9.

การทดสอบการใช้อาหารผสมครบส่วนเลี้ยงแพะขุนในฟาร์มเกษตรกรจังหวัดชัยนาท

คัมภีร์ รักดีไทย^{1/} วชิรวิทย์ พิชวงศ์^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักในอาหารผสมครบส่วนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ปริมาณอาหารที่กินได้ ตลอดจนต้นทุนในการขุนแพะเนื้อลูกผสมบอร์ ดำเนินการทดลองในฟาร์มเกษตรกร ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม 2559 โดยใช้แพะเนื้อลูกผสมบอร์ จำนวน 30 ตัว อายุประมาณ 5-6 เดือน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 14 กิโลกรัมต่อตัว วางแผนการทดลองแบบ Group Comparison ทำการสุมแพะออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 5 คอก (ซ้ำ) ๆ ละ 3 ตัว แพะกลุ่มที่ 1 ได้รับกระถินหั่นสดรวมกึ่งให้กินแบบเต็มที และเสริมอาหารสำเร็จรูปโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 200 กรัมต่อตัวต่อวัน กลุ่มที่ 2 ใช้อาหารผสมครบส่วนที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเป็นอาหารหลัก เลี้ยงในคอกขนาด 1×2 เมตรต่อแพะจำนวน 3 ตัว ใช้ระยะเวลาการทดลอง 60 วัน

ผลการทดลองพบว่าแพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วน มีอัตราการเจริญเติบโต 125.56 กรัมต่อตัวต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 6.39 ต้นทุนทั้งหมด 1,914 บาทต่อตัว มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 56.45 บาท และให้ผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะ 367.89 บาทต่อตัว สูงกว่าแพะกลุ่มที่ 1 ซึ่งเลี้ยงด้วยกระถินสดและเสริมด้วยอาหารข้น ซึ่งให้ผลตอบแทน 135.04 บาทต่อตัว

คำสำคัญ: แพะเนื้อ อาหารผสมครบส่วน (TMR)

เลขทะเบียนวิชาการ: 61(2)-0214-022

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม

The experiment of total mixed ration feed (TMR) to fattening goat for farmer in Chai Nat province.

Kampee Pakdeethai^{1/} Vachiravit Pichawong^{2/}

Abstract

The objectives of this experiment were to study the effects of using Napier Pakchong 1 (*Pennisetum purpureum* Pakchong 1) ensiled as roughage source of total mixed ration feed (TMR) on feed intake, feed conversion ratio, average daily gain and economic returns in crossbred fattening meat goats. The experiment was conducted on 30 crossbred boar goats using group comparison design with 5 replications. The goats were 5-6 months old and had average body weight 14-15 kilograms. The goats were divided into two groups, each group was divided into 5 sub-groups, and each sub-group was housed in 1 x 2 m stall. Group 1 was fed on leucaena and supplement with commercial feed 14% CP with an amount of 200 g/head/day and group 2 was TMR fed which had ensiled Napier Pakchong 1 as a main roughage.

The results showed that group 2 had average daily gain (ADG) 125.56 g/head/day, feed conversion ratio (FCR) 6.39, cost of production per head was 1,914 baht/head, feed efficiency was 56.45 baht/ 1 kg of gain, and profit return was 367.89 baht/head which was higher than group 1 which was 135.04 baht/head.

Keywords: goat, total mixed ration (TMR)

Registered No.: 61(2)-0214-022

^{1/} Chai Nat Nutrition Research and Development Center, Sapphaya, Chai Nat.

^{2/} Maha Sarakham Nutrition Research and Development Center, Chiang Yuen, Maha Sarakham.

คำนำ

อาชีพการเลี้ยงแพะเนื้อเริ่มขยายตัวเพิ่มขึ้นทั่วทุกภาค สำหรับเขตพื้นที่ภาคกลางถือว่าเป็นแหล่งผลิตแพะเนื้อเป็นอันดับ 3 ของประเทศ มีการเลี้ยงแพะเนื้อประมาณ 60,735 ตัว มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ 1,674 ครัวเรือน เลี้ยงกันมากที่จังหวัด นครสวรรค์ ลพบุรี สระบุรี เป็นต้น สำหรับจังหวัดชัยนาทมีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มขึ้นและเกษตรกรให้ความสนใจเลี้ยงเพิ่มขึ้นอย่างมาก ปัจจุบันประชากรแพะเนื้อประมาณ 10,147 ตัว มีเกษตรกร 89 ราย (สำนักงานปศุสัตว์ชัยนาท, 2557) รูปแบบการเลี้ยงส่วนมากเกษตรกรเลี้ยงแบบปล่อยแพะเล็มแปลงหญ้าธรรมชาติและมีการใช้กระถินสดเลี้ยงแพะขุน เนื่องจากหาได้ทั่วไปและแพะชอบกินแต่ต้องออกไปหาตัดกระถินตามที่สาธารณะ ซึ่งนับวันจะหายากขึ้นประกอบด้วยพื้นที่สาธารณะเริ่มลดน้อยลง สำหรับเกษตรกรบางรายสามารถซื้อกระถินสดจากพ่อค้าที่ส่งถึงฟาร์มได้แต่ก็เป็น การเพิ่มต้นทุนในการเลี้ยงแพะ ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุให้เกษตรกรบางรายต้องเลิกเลี้ยงแพะ ทั้งๆที่ การเลี้ยงแพะขุนสามารถทำกำไรให้เกษตรกรได้ดี ปัญหาการเลี้ยงแพะของเกษตรกรเช่น ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ ขาดแรงงานและเวลาในการหาพืชอาหารหยาบ ปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาที่สำคัญของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะขุนในจังหวัดชัยนาท ปัจจุบันกรมปศุสัตว์ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ซึ่งมีข้อดีคือให้ผลผลิตสูงและใช้พื้นที่ในการปลูกน้อย มีคุณค่าโภชนาที่เหมาะสมและสัตว์ชอบกิน สามารถเก็บถนอมโดยการทำเป็นหญ้าหมักได้เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องอาหารหยาบให้แก่เกษตรกรได้และมีการยอมรับที่ดีจากเกษตรกรในการนำไปปลูกเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตามการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียวอาจมีโภชนาไม่เพียงพอสำหรับการขุนแพะโดยเฉพาะด้านพลังงานและโปรตีน จำเป็นต้องให้อาหารข้นเสริมซึ่งปกติเกษตรกรจะเลือกให้อาหารข้นที่หาได้ตามท้องถิ่น เช่น เมล็ดข้าวโพด และรำละเอียด เป็นต้น คลุกเคล้าลงไปให้อาหารหยาบที่มีกระถินสดและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ผสมกันเลี้ยงแพะขุนในสัดส่วนที่ไม่แน่นอน แล้วแต่จะหาได้ ข้อเสียคือหากเสริมอาหารข้นในปริมาณน้อยส่งผลให้แพะขุนได้รับโภชนาไม่ครบถ้วนทำให้แพะขุนมีอัตราเจริญเติบโตต่ำและหากเสริมมากไปก็ทำให้ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้นจึงทำการทดลองใช้อาหารผสมครบส่วน (TMR) ที่มีหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเป็นอาหารหยาบหลักเลี้ยงแพะขุนในฟาร์มเกษตรกร โดยการจัดสัดส่วนระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้นในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้แพะได้รับอาหารที่มีโภชนาครบตามความต้องการอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แพะโตเร็วขึ้น สามารถลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ให้แก่เกษตรกรและแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบ เพิ่มผลกำไรและพัฒนาอาชีพการเลี้ยงแพะเนื้อให้มีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สถานที่ดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองในฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อ ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม 2559 โดยใช้ระยะเวลาเก็บข้อมูลนาน 60 วัน

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Group Comparison ใช้เจ้าหน้าที่เริ่มต้นการทดลองเป็นบล็อก ใช้แพะเนื้อลูกผสมบอร์ เพศผู้ อายุประมาณ 4 เดือน จำนวน 30 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 14 ± 0.5 กิโลกรัมตัว แบ่งแพะออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 ซ้ำ ๆ ละ 3 ตัว โดยให้แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลองแตกต่างกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ให้กระถินหั่นสดรวมกิ่งก้าน และเสริมด้วยอาหารชั้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 200 กรัมต่อตัวต่อวัน

กลุ่มที่ 2 ให้อาหารผสมครบส่วน (TMR) ซึ่งมีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานย่อยได้รวม (TDN) 65 เปอร์เซ็นต์

สัตว์ทดลองและการจัดการ

ก่อนการทดลองนำแพะมาถ่ายพยาธิภายในและภายนอก ฉีดวิตามิน AD₃E และวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย ปรับสภาพแพะก่อนเริ่มต้นทดลอง 2 สัปดาห์ เพื่อให้มีความคุ้นเคยกับคอกทดลองและการเก็บข้อมูลต่างๆ สุ่มสิ่งทดลองให้กับแพะตามแผนการทดลอง เลี้ยงแพะในคอกขนาด 1x2 เมตร จำนวน 1 คอกต่อแพะ 3 ตัว ในโรงเรือนยกพื้น มีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา

การเตรียมอาหารทดลอง

กระถินสดรวมกิ่งก้าน ตัดกระถินที่อายุการตัดประมาณ 3 เดือน เลือกเฉพาะกิ่งก้านที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร นำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตร จึงนำไปเลี้ยงแพะโดยให้กินเต็มที่

อาหารชั้น ใช้อาหารชั้นสำเร็จรูปอัดเม็ดสำหรับเลี้ยงแพะเนื้อ โปรตีนไม่ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ ที่มีจำหน่ายตามร้านขายอาหารสัตว์ทั่วไป นำไปเสริมให้แพะกินประมาณ 200 กรัมต่อตัวต่อวัน

การเตรียมอาหารผสมครบส่วน (TMR)

ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 60 วัน นำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตร บรรจุใส่ถังพลาสติกแบบมีฝาล็อคขนาดบรรจุ 50 ลิตร อัดให้แน่นเพื่อไล่อากาศให้เหลือน้อยที่สุด ใช้ระยะเวลาการหมัก 21 วัน จึงนำมาใช้ผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ให้มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ และยอดโภชนะย่อยได้รวม (TDN) 65 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

การให้อาหาร

กลุ่มที่ 1 ให้แพะได้รับกระถินสดหั่นรวมกิ่งก้าน อย่างเต็มที่ และเสริมด้วยอาหารชั้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 200 กรัมต่อตัวต่อวัน กลุ่มที่ 2 ให้แพะได้รับอาหารผสมครบส่วน โดยให้แพะได้รับอาหารอย่างเต็มที่ แบ่งให้วันละ 2 เวลา ช่วงเช้าเวลา 0.900 น. และช่วงเย็นเวลา 16.00 น.

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีจากการคำนวณของอาหารทดลอง

ส่วนประกอบ	ราคา (บาท/กก.)	สูตรอาหารผสมครบส่วน (กก.)
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก	1.50	32.11
กระถินสด	3.00	59.63
ข้าวโพดบด	9.00	3.67
รำละเอียด	8.00	2.75
เกลือ	2.00	0.45
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	18.00	0.45
พรีเม็กซ์	32.00	0.90
รวม (กก.)		100.00
ราคา (บาท/กก.)	3.17	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

โภชนะที่ได้จากการคำนวณ (% on dry basis)	
วัตถุดิบแห้ง (DM)	39.50
โปรตีน (CP)	14.11
ไขมัน (EE)	2.67
เยื่อใยรวม (CF)	29.65
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	36.72
ผนังเซลล์ (NDF)	54.09
ยอดโภชนะย่อยได้รวม (TDN)	65.39

- หมายเหตุ: คำนวณโดยใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารสัตว์ กอส.1

การบันทึกข้อมูล

บันทึกน้ำหนักแพะเริ่มต้นการทดลอง และทุกๆ 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทุกวันเพื่อนำมาคำนวณปริมาณอาหารที่กิน (Feed Intake) การเจริญเติบโตเฉลี่ย (Average Daily Gain, ADG) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (Feed Conversion Ratio, FCR) บันทึกค่าอาหาร ค่าพันธุ์แพะที่ซื้อและจำหน่าย เพื่อนำมาศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงแพะ

การสุ่มเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างวัตถุดิบและอาหารผสมครบส่วน เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุดิบแห้ง (Dry matter) โปรตีนหยาบ (Crude protein) ไขมันรวม (Ether extract) เถ้า (ash) ตามวิธีการ AOAC (2000) วิเคราะห์หาผนังเซลล์ (Neutral Detergent Fiber; NDF) และลิกโนเซลลูโลส (Acid Detergent Fiber; ADF) และลิกนิน (Acid Detergent Lignin) ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบประชากรสองกลุ่ม และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Student t' test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างกระถิน หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และอาหารผสมครบส่วน ที่ใช้ในการทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่ากระถินมีโปรตีน และ TDN เท่ากับ 17.49 และ 64.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับงานทดลองของโสภณ และคณะ (2559) รายงานว่าการตัดกระถินที่อายุการตัด 3 เดือนเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารผสมครบส่วนเพื่อใช้เลี้ยงแพะเนื้อ พบว่ากระถินมีโปรตีน และ TDN เท่ากับ 17.83 และ 61.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ยังมีวัตถุดิบแห้ง และโปรตีน เท่ากับ 18.60 และ 8.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับงานทดลองของสมศักดิ์ และคณะ (2557) รายงานว่าการตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 60 วัน เพื่อทำหญ้าหมักใช้เลี้ยงสุกรขุน พบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีวัตถุดิบแห้ง และโปรตีน เท่ากับ 17.96 และ 9.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อาหารผสมครบส่วนมีค่า DM CP EE CF ADF NDF และ TDN เท่ากับ 35.84 14.18 3.84 28.75 25.81 35.14 และ 66.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้ในตารางที่ 1 และส่วนประกอบของโภชนาที่เหมาะสมสำหรับนำไปเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องสอดคล้องกับ วิโรจน์ (2557) กล่าววาระดับเยื่อใยที่เหมาะสมในอาหารผสมเสร็จสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ให้ผลผลิตปานกลางควรมี ADF เท่ากับ 21-25 เปอร์เซ็นต์ NDF 30-35 เปอร์เซ็นต์ และ TDN ไม่น้อยกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสูตรอาหารที่มี NDF มากเกินไปจะทำให้สัตว์กินอาหารได้ไม่เพียงพอแก่ความต้องการทั้งวัน เนื่องจากความฟ้ามจึงทำให้อัมเร็ว แต่ถ้าสัตว์ได้รับ NDF น้อยเกินไป จะทำให้เกิดภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมัก

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีของกระถินรวมกิ่ง หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักและอาหารผสมครบส่วน

	DM (%)	CP	EE	CF	Ash	NFE	ADF	NDF	TDN
	(%)	◀..... % of Dry matter basis▶							
กระถินรวมกิ่ง	38.70	17.49	4.33	25.90	9.38	42.9	31.95	52.56	62.93 ¹
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก	18.60	8.04	1.02	42.48	8.62	39.84	41.67	66.31	54.95 ²
อาหารผสมครบส่วน	35.84	14.18	3.84	28.75	9.23	44.0	25.81	55.14	66.94 ³

- หมายเหตุ: วิเคราะห์โดยกลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

¹ ค่า TDN% พืชสด จากสมการ = $-21.7656 + 1.4284(\%CP) + 1.0277(\%NFE) + 1.2321(\%EE) + 0.4867(\%CF)$
(Harris *et al.*, 1982)

² ค่า TDN% พืชหมัก จากสมการ = $-21.9391 + 1.0538(\%CP) + 0.9736(\%NFE) + 3.0016(\%EE) + 0.4590(\%CF)$
(Harris *et al.*, 1982)

³ ค่า TDN% (TMR) จากสมการ = $93.53 - (1.03 \times ADF)$ (Ishler *et al.*, 1996)

ปริมาณอาหารที่แพะกินได้

ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ทั้งหมด จากตารางที่ 3 พบว่าแพะกลุ่มที่ 1 ให้กินกระถินสดร่วมกับอาหารข้น 14 เปอร์เซ็นต์ และแพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งให้กินอาหารผสมครบส่วน กินอาหารได้เฉลี่ยต่อวันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เท่ากับ 0.69 และ 0.79 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว พบว่าแพะทั้ง 2 กลุ่ม กินอาหารได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 กินอาหารได้เฉลี่ย 3.39 และ 3.64 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ ใกล้เคียงกับงานทดลองของอานูภาพ และคณะ (2558) ศึกษาการใช้กระถินหมักเป็นแหล่งอาหารหยাবร่วมกับอาหารข้นระดับต่างๆ กันขุนแพะเนื้อ พบว่าแพะกินอาหารได้ 3.40-3.55 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ใกล้เคียงกับ Kearn (1982) รายงานว่าแพะเนื้อสามารถกินอาหารได้วันละ 3.1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ส่วน Devendra and Burn (1983) รายงานว่าแพะเนื้อสามารถกินอาหารคิดเป็นวัตถุดิบแห้งได้ 1.9-3.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จะเห็นได้ว่าความสามารถในการกินอาหารของแพะจะแตกต่างกันเนื่องจากปริมาณกินอาหารของแพะขึ้นกับ พันธุ์สัตว์ อุณหภูมิ ความชื้น และสภาพสิ่งแวดล้อม ชนิดและคุณภาพของอาหาร เช่นการให้อาหารหยাবคุณภาพดีจะทำให้แพะย่อยอาหารได้เร็วขึ้นจึงสามารถรับอาหารใหม่มากขึ้น ทำให้แพะกินอาหารได้มากขึ้นตามไปด้วย (วินัย, 2538)

ปริมาณโภชนาที่แพะได้รับ

ปริมาณโปรตีน จากอาหารที่แพะกินได้ของแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 113.70 และ 112.00 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณ TDN ที่แพะได้รับของแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เท่ากับ 458.30 และ 528.80 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อพิจารณาปริมาณโภชนาที่แพะได้รับจากอาหารทดลองเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการโภชนาของแพะเนื้อ ตามรายงานของ NRC (1981) แนะนำว่าแพะเนื้อน้ำหนัก 20 กิโลกรัม ถ้าต้องการให้มีอัตราการเจริญเติบโต 100 กรัมต่อวัน จะต้องได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหาร 66-79 กรัมต่อวัน และต้องการ TDN เท่ากับ 467-562 กรัมต่อตัวต่อวัน จากผลการทดลองนี้ พบว่าปริมาณโภชนาที่แพะได้รับจากอาหารทดลอง แพะทั้ง 2 กลุ่มได้รับโปรตีนจากอาหารที่กินสูงกว่าคำแนะนำของ NRC แต่ได้รับ TDN ไกล่เคียงกับคำแนะนำของ NRC

ตารางที่ 3 ผลของการใช้อาหารผสมครบส่วนต่อสมรรถนะการผลิตของแพะเนื้อลูกผสมบอร์

ข้อมูลการศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	P-value
น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย, กิโลกรัม/ตัว	14.36±0.16	14.20±0.21	0.5465
น้ำหนักสิ้นสุดเฉลี่ย, กิโลกรัม/ตัว	20.40±0.34	21.73±0.27	0.0156
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย, กิโลกรัม/ตัว	6.03±0.33	7.53±0.28	0.0084
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย, กรัม/ตัว/วัน (ADG)	100.60 ±5.51	125.56 ±4.60	0.0084
ปริมาณอาหารที่กินได้(น้ำหนักแห้ง)/กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.69±0.01	0.79±0.01	0.0001
- กระถินรวมกิ่ง	0.49±0.01		
- อาหารข้น	0.20±0.01		
ปริมาณอาหารที่กินได้คิดเป็น % น้ำหนักตัว	3.39±0.03	3.64±0.03	0.3651
โปรตีนที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	113.70±1.01	112.00 ±2.77	0.1681
TDN ที่ได้รับจากการคำนวณ, (กรัม/ตัว/วัน)	458.60±3.72	467.20±3.49	0.2361
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (FCR)	6.95±0.34	6.39±0.21	0.1981

สมรรถนะการเจริญเติบโต

สมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะกลุ่มที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 100.60 กรัมต่อตัวต่อวัน ต่ำกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 125.56 กรัมต่อตัวต่อวัน จากการทดลองนี้ แพะกลุ่มที่ 1 ซึ่งเลี้ยงด้วยกระถินสดและเสริมด้วยอาหารข้น 200 กรัมต่อตัวต่อวัน มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับงานทดลองของอานูภาพ และคณะ (2558) ศึกษาการใช้กระถินหมักร่วมกับอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงแพะเนื้อพบว่าแพะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 106.67 กรัมต่อตัวต่อวัน ส่วนแพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วน มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับงานทดลองของวุฒิพันธุ์ และคณะ (2559) ศึกษาการใช้อาหารผสมครบส่วนขุนแพะเนื้อช่วงอายุ 3-6 เดือน พบว่าแพะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 116.70 กรัมต่อตัวต่อวัน

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 เท่ากับ 6.95 และ 6.39 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่พบว่าการใช้อาหารผสมครบส่วนเลี้ยงแพะเนื้อจะทำให้แพะมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร มีแนวโน้มดีกว่าการใช้อาหารแบบแยกส่วน

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแพะได้รับอาหารที่มีความสมดุลทั้งโปรตีนและพลังงาน ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร และสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะ (Goetch *et al.*, 2011)

ตารางที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแพะทดลอง

ข้อมูลการศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	P-value
ค่าพันธุ์สัตว์ (บาท/ตัว) ¹	1,508.40±17.13	1,490.90±21.74	0.380
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)	498.74±2.72	422.97±3.1144	0.0001
ต้นทุนค่าอาหาร/เพิ่ม นน. 1 กก.	83.55±4.12	56.46±1.74	0.0003
ต้นทุน (ค่าพันธุ์ + ค่าอาหาร)	2,007.20±18.76	1,914.00±21.04	0.0108
รายได้ ²	2,142.20±36.14	2,281.90±27.94	0.0156
ผลตอบแทน (บาท/ตัว)	135.04±33.08	367.89 ±26.92	0.0006

- ^{1/} ราคาซื้อแพะมีชีวิต 105 บาทต่อกิโลกรัม

- ^{2/} ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต 105 บาทต่อกิโลกรัม

ต้นทุนค่าอาหาร

การเลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมบอร์เพศผู้ด้วยกระถินสดและเสริมด้วยอาหารข้น เปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วน ใช้ระยะเวลาการขุน 60 วัน ที่น้ำหนักเริ่มต้น 14 กิโลกรัมต่อตัว และสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนัก 21 กิโลกรัมต่อตัว ตลอดการทดลองพบว่า ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดของแพะกลุ่มที่ 1 (กระถินเสริมด้วยอาหารข้น) มีค่าเท่ากับ 498.74 บาทต่อตัว สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 2 (อาหารผสมครบส่วน) มีค่าเท่ากับ 422.97 บาทต่อตัว และเมื่อคิดต้นทุนรวมทั้งหมด (ค่าอาหารและพันธุ์แพะ) พบว่าแพะกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนรวมเท่ากับ 2,007 บาทต่อตัว สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีต้นทุนรวมเท่ากับ 1,914 บาทต่อตัว และเมื่อพิจารณาในส่วนของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่าแพะกลุ่มที่ 2 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 56.45 บาทต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 83.55 บาทต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และเมื่อคิดผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะ โดยคิดจากการจำหน่ายแพะมีชีวิตที่ราคา 105 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อหักค่าอาหารและค่าพันธุ์แพะแล้ว พบว่าแพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วน มีกำไรเฉลี่ย 367.89 บาทต่อตัว สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ 1 ซึ่งเลี้ยงด้วยกระถินสดเสริมด้วยอาหารข้น มีกำไรเฉลี่ย 135.04 บาทต่อตัว (ตารางที่ 4)

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่าการเลี้ยงแพะเนื้อลูกผสมบอร์ ช่วงน้ำหนัก 14-21 กิโลกรัม ด้วยอาหารผสมครบส่วนที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ และ TDN 65 เปอร์เซ็นต์ แพะมีอัตราการเจริญเติบโต 125.56 กรัมต่อตัวต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 6.39 ต้นทุนทั้งหมด 1,914 บาทต่อตัว มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 56.45 บาทต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และให้ผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะ 367.89 บาทต่อตัว สูงกว่าการเลี้ยงแพะด้วยกระถินสดและเสริมด้วยอาหารข้น ซึ่งให้ผลตอบแทน 135.04 บาทต่อตัว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายนิเวศ มั่นพวก ที่อำนวยความสะดวกในการให้สถานที่และสัตว์ทดลอง จนกระทั่งการทดลองครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารสัตว์ต่ำสุด (กอส.1). 2550. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม โดยนายโอสธ นาคสกุล กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ มิถุนายน 2550.
- วินัย ประลัมภ์กาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2557. อาหารและฟาร์มโคนมสมัยใหม่. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วุฒิพันธุ์ เนตรวิชัย และเทวัญ จันทรโคตร. 2559. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการอาหารแพะเนื้อลูกผสมบอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเนื้อ (1.4) ผลของอายุการเข้าขุนที่ต่างกันต่อลักษณะทางเศรษฐกิจและลักษณะซากของแพะ, น. 148-159. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2559. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ เกาทอง ปภาวรรณ สวัสดิ์ ญัฐพงษ์ หม้อทอง และจักรกริสน์ ไกรสนธิ์. 2557. ผลการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักทดแทนอาหารชั้นในสุกร, น. 153-167. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2559. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- โสภณ ชินเวโรจน์ ญาณิศา รัชดาภรณ์วานิช และอภิรักษ์ จินดานิรุต. 2559. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการอาหารแพะเนื้อลูกผสมบอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเนื้อ (1.1) การใช้พืชตระกูลถั่วยืนต้นในอาหารผสมเสร็จขุนแพะเนื้อลูกผสมบอร์, น. 172-180. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2559. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานปศุสัตว์ชัยนาท, 2557. ข้อมูลสัตว์. จังหวัดชัยนาท. แหล่งที่มา: <http://www.chainat.go.th/sub/dld/livestock.htm>, 13 มิถุนายน 2557.
- อานุกาฬ เสี่ยงสาย สมศักดิ์ เกาทอง สุทัศน์ สุนทรวัฒน์ และสุนน โพธิ์จันทร์. 2558. การใช้กระถินหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบร่วมกับอาหารชั้นระดับต่างๆ กันขุนแพะเนื้อลูกผสมแองโกลนูเบียน, น. 1-10. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., USA.
- Devendra, C. and Burns, S. 1983. Goat Production in the tropics. Commonwealth Agricultural. Bureaux, Farnham Royal.

- Goetsh, A.L., R.C. Merkel and T.A. Gipson. 2011. Factors affecting goat meay production and quality. Small Ruminant Res. 101:173-181
- Harris, L.E., T.F. Leche, L.C. Kearl, P.V. Fannesbeck, and H. Lloyd. 1982. Central and Southeast Asia Table of Feed Composition. International Feedstuffs Institute Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University. Logan, Utah.
- Ishler, V.G., J. Heinrichs and G. Varga. 1996. From feed to milk: Understanding Rumen Function. The Pennsylvania State University. Extension circular 422.
- Kearl, L.C. 1982. Nutrition Requirements of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuffs instate. Utah State Univerity Logan, Utah, USA.
- NRC. 1981. Nutrient Requirement of Goat: Angora, Dairy and Meat Goat in Temperate and Tropical Countries. Nutritional Academy Press. Washington DC.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics : a Biometrical Approach. McGraw-Hill., New York.
- Van Soest, P.J.J.B Roberson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.

ผลตอบแทนทางการเงินของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่ายของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี

ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน^{1/} คัมภีร์ รักดีไทย^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์สภาพเศรษฐกิจและสังคม และผลตอบแทนทางการเงินของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่ายของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี ใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 10 รายซึ่งมีประสบการณ์การปลูกหญ้ามาแล้วไม่น้อยกว่า 4 ปี วิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของการลงทุนของการปลูกหญ้าในพื้นที่ปลูกขนาด 1 ไร่ และใช้ตัวชี้วัดทางการเงิน 3 ตัวชี้วัด ได้แก่ (1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) (2) อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (IRR) และ (3) อัตราส่วนของรายได้ต่อค่าใช้จ่าย (BCR)

ผลการศึกษา พบว่า ต้นทุนรวมของการลงทุนปลูกหญ้าในปีแรก เท่ากับ 34,061.97 บาทต่อไร่ต่อปี คิดเป็นต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ ร้อยละ 59.73 (20,344.56 บาทต่อไร่ต่อปี) และ ร้อยละ 40.27 (13,717.41 บาทต่อไร่ต่อปี) ตามลำดับ สำหรับในปีการเพาะปลูกที่ 2-4 มีต้นทุนรวม เท่ากับ 37,040.39 บาทต่อไร่ต่อปี คิดเป็นต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ เท่ากับ ร้อยละ 62.93 (23,308.69 บาทต่อไร่ต่อปี) และ ร้อยละ 37.07 (13,731.70 บาทต่อไร่ต่อปี) ตามลำดับ ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัม (น้ำหนักสด) ในปี 1 และปีที่ 2-4 เท่ากับ 1.22 และ 1.15 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีกำไรสุทธิต่อกิโลกรัมในปี 1 และปีที่ 2-4 เท่ากับ 0.08 และ 0.15 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับตัวชี้วัดทางการเงิน ได้แก่ NPV มีค่าเท่ากับ 76,942.35 IRR มีค่าเท่ากับ 7.71 ซึ่งมากกว่าต้นทุนค่าเสียโอกาส (ร้อยละ 7 ต่อปี) และ BCR มีค่าเท่ากับ 1.19 สรุปได้ว่า การลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย สามารถทำกำไรให้แก่เกษตรกร และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

คำสำคัญ: ผลตอบแทนทางการเงิน การลงทุน หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

เลขทะเบียนวิชาการ : 61(2)-0214-061

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท

A financial return-over-investment of Napier Pakchong 1 growing for sale in Suphan Buri province

Supaluck Harrison^{1/} Kampee Pakdeethai^{1/}

ABSTRACT

The objective of this analysis was to study socio-economic traits and financial return-over-investment (ROI) of Napier Pakchong 1 growing for sale in Suphanburi province. Data were obtained by interviewing 10 participated farmers who have at least 4 years of grass growing experience. The ROI based on a 1-rai farm operation was determined using 3 indicators, including (1) Net Present Value (NPV), (2) Internal Rate of Return (IRR) and (3) Benefit Cost Ratio (BCR).

The results showed that total production cost of the first year (1st year) investment was 34,061.97 Baht/rai/year, consisting of 59.73% of fixed cost (20,344.56 Baht/rai/year) and 40.27% of variable cost (13,717.41 Baht/rai/year). For the second to fourth – year operations, total production cost was 37,040.39 Baht/rai/year, comprising 62.93% of fixed cost (23,308.69 Baht/rai/year) and 37.07% of variable cost (13,731.70 Baht/rai/year). Total cost per kilogram of harvested fresh grass in the year-1 and year-2 to -4 operations were 1.22 and 1.15 Baht/kg with the net profit of 0.08 and 0.15 Baht/kg, respectively. The NPV, IRR and BCR values were 76,942.35, 7.71% (greater than the opportunity cost of 7%) and 1.19, respectively. In conclusion, investment in growing of Napier Pakchong 1 for sale was financially profitable and acceptable.

Keywords: financial return, investment, Napier Pakchong 1 grass

Registered No. : 61(2)-0214-061

^{1/} Bureau of Animal Nutrition Research and Development, Mueng, Patumthani.

^{2/} Chainat Animal Nutrition Research and Development Center, Sappaya, Chainat.

คำนำ

ในปี 2555 สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุพรรณบุรี ได้ส่งเสริมเกษตรกรในพื้นที่ผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum*, Pakchong 1) เพื่อการจำหน่าย ซึ่งหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นพืชอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี อายุหลายปี ทรงตนเปนกอตั้งตรง สูง 2-4 เมตร แตกกอดีมีระบบรากแข็งแรง ชอบดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และการระบายน้ำดี มีการเจริญเติบโตเร็ว ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ย สามารถตัดเป็นหญ้าสดหรือทำหญ้าหมัก ปลุกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้นาน 6-7 ปี (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2556) ในปี 2558 จังหวัดสุพรรณบุรี มีพื้นที่หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 1,427 ไร่ เกษตรกร 127 ราย (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2557) นอกจากนี้จังหวัดสุพรรณบุรีเป็นแหล่งผลิตโคเนื้อที่สำคัญ โดยในปี 2557 มีจำนวนโคเนื้อในพื้นที่ 121,919 ตัว และในปี 2558 เพิ่มจำนวนเป็น 122,837 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2558) ซึ่งเป็นแหล่งรับซื้อหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่สำคัญ อย่างไรก็ตาม ในการส่งเสริมเกษตรกรปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ยังไม่มีข้อมูลในส่วนโครงสร้างของต้นทุนและตัวชี้วัดการลงทุนที่สามารถบ่งบอกว่าการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย มีกำไรและความเหมาะสมกับการลงทุน (ชูชีพ, 2544) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการลงทุน และเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรในการตัดสินใจลงทุน รวมทั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบในการส่งเสริมสามารถนำข้อมูลมากำหนดทิศทางเชิงนโยบายและยุทธศาสตร์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการเก็บข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อการจำหน่าย ระหว่างปีเพาะปลูก 2555-2558

1. การสุ่มตัวอย่าง

1.1 เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) (สำนักงานนโยบายและวิชาการสถิติ, 2557) จำนวน 10 ราย ซึ่งเป็นเกษตรกรที่ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายเท่านั้น และปลูกมาแล้วไม่ต่ำกว่า 4 ปี จากจำนวนเกษตรกร 127 ราย ในอำเภอเดิมบางนางบวช อำเภอดอนเจดีย์ อำเภอนองหญ้าไซ และอำเภอด่านช้าง ซึ่งเป็นพื้นที่แรกๆ ในจังหวัดสุพรรณบุรีที่มีกิจกรรมการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย

1.2 ใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่องที่มีความสมัครใจสัมภาษณ์ต่อหน้าผู้ให้สัมภาษณ์ (Face to face) ซึ่งแบบสัมภาษณ์ประกอบไปด้วยข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร การจัดการแปลงหญ้า ต้นทุนและผลตอบแทนจากการจำหน่ายหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร การจัดการแปลงในการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย วิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive static analysis) ในการอธิบาย ได้แก่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

2.2 ข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พิจารณาได้ 2 รูปแบบคือการวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนแบบปรับค่าเวลา เพื่อจะประเมินการลงทุนของเกษตรกร

ว่ามีความเหมาะสมต่อการลงทุนหรือไม่ (ชูชีพ, 2544) โดยใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยของต้นทุนและผลตอบแทน ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนต่อหน่วยพื้นที่ และผลตอบแทนทางการเงินเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ทราบถึงผลตอบแทนที่เกษตรกรจะได้รับ รวมไปถึงสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย (สมศักดิ์, 2531) และโครงสร้างต้นทุน วิเคราะห์ต้นทุนรวมทางเศรษฐศาสตร์ค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด (Cash costs) และค่าใช้จ่ายที่ไม่เป็นเงินสด (Non cash costs) หรือต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity costs) เช่น ต้นทุนแรงงานที่ไม่ใช่เงินสดหรือว่าเสียโอกาสของแรงงานในครัวเรือน ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ดินของตนเอง (Opportunity cost of land) โดยประเมินโดยนำอัตราค่าเช่าที่ดินในพื้นที่ และต้นทุนค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน (Opportunity cost of capital) โดยประเมินโดยนำอัตราดอกเบี้ยเงินฝากเพื่อเรียก 0.50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนระยะสั้น และอัตราดอกเบี้ยฝากประจำ 1 ปี (1.30 เปอร์เซ็นต์) สำหรับค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนระยะสั้น โดยค่าใช้จ่ายในการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ประกอบด้วย ค่าใช้จ่าย 2 ประเภท คือ

2.2.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment cost) คือต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิต เช่น ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการซื้อที่ดิน ซื้อเครื่องมืออุปกรณ์คงทน (มีอายุการใช้งานหลายปี) ค่าชุดเจาะบาดาล ค่าเตรียมพื้นที่

2.2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating cost) คือค่าใช้จ่ายในการผลิต ค่าปัจจัยการผลิต ค่าภาษี ค่าแรงงาน ประกอบด้วย ค่าแรงที่ใช้ในกิจกรรมการปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว ค่าวัสดุการเกษตร เช่น ค่าท่อนพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสูบน้ำรวมไปถึงค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตร เป็นต้น

การคำนวณค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight line method) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557) ตามสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} &= \frac{\text{มูลค่าที่ซื้อ} - \text{มูลค่าซาก}}{\text{อายุการใช้งาน}} \\ \text{ค่าเสื่อมราคาสะสม} &= \text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} \times \text{อายุการใช้งาน} \end{aligned}$$

การคำนวณหามูลค่าคงเหลือเมื่อลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ถึงปีที่ 4

$$\text{มูลค่าคงเหลือเมื่อสิ้นสุดโครงการ} = \text{มูลค่าที่ซื้อ} - \text{ค่าเสื่อมราคาสะสม}$$

2.2.3 ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายนั้น พิจารณาจากตัวชี้วัดดังนี้

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) คือผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนรวมกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมของการลงทุนเมื่อครบปีที่ 4 หากค่า NPV เป็นบวก หรือมากกว่าศูนย์ จะเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า แต่ถ้า NPV มีค่าน้อยกว่าศูนย์ การลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

โดยที่ B_t หมายถึง ผลประโยชน์ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตลอดระยะเวลา ในปีที่ 1-4

C_t หมายถึง ต้นทุนของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตลอดระยะเวลา ในปีที่ 1-4

r หมายถึง อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7

t หมายถึง ระยะเวลาของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตั้งแต่ปีที่ 0 1 2 3 และ 4

n หมายถึง อายุการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

- อัตราผลตอบแทนภายในการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อจำหน่าย (Internal rate of return: IRR) คืออัตราคิดลด (r) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งเป็นอัตราที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนของการลงทุน ค่า IRR มากกว่าหรือเท่ากับอัตราค่าเสียโอกาสในการลงทุน จะทำให้การลงทุนมีความคุ้มค่า

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} = 0$$

โดยที่ B_t หมายถึง ผลประโยชน์ในปีที่ 1, 2, 3 และ 4

C_t หมายถึง ต้นทุนปีที่ 1, 2, 3 และ 4

r หมายถึง อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7

t หมายถึง ปีของโครงการลงทุนคือตั้งแต่ปีที่ 0 1 2 3 และ 4

- อัตราส่วนของรายได้ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit cost ratio: BCR) คืออัตราส่วนระหว่างข้อมูลปัจจุบันของผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมเมื่อครบปีที่ 4 หากค่า BCR มากกว่า 1 แต่จะไม่เลือกโครงการที่มีค่า BCR น้อยกว่า 1 ซึ่งคือผลตอบแทนน้อยกว่าต้นทุนแสดงว่าการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ขาดทุน

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n B_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^n C_t (1+r)^{-t}}$$

โดยที่ B_t หมายถึง ผลประโยชน์ในปีที่ 1 2 3 และ 4

C_t หมายถึง ต้นทุนปีที่ 1 2 3 และ 4

r หมายถึง อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7

t หมายถึง ปีของโครงการลงทุนคือตั้งแต่ปีที่ 0 1 2 3 และ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

จากการศึกษา พบว่า อำเภอเดิมบางนางบวช อำเภอดอนเจดีย์ และอำเภอหนองหญ้าไซ เป็นแหล่งผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำหน่ายที่สำคัญของจังหวัดสุพรรณบุรี มีแหล่งรับซื้อผลผลิตหลายแห่งซึ่งส่วนใหญ่เป็นฟาร์มโคเนื้อ เช่น บริษัทลุงเขว้าฟาร์ม จำกัด สีนไพลย์ฟาร์ม ฟาร์มโคขุนขนาดเล็กของเกษตรกรในพื้นที่ และฟาร์มโคเนื้อในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น การศึกษาค้นคว้าได้สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ใน 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลห้วยนาในอำเภอเดิมบางนางบวช ตำบลหนองขามในอำเภอหนองหญ้าไซ ตำบลทะเลบกในอำเภอดอนเจดีย์ และตำบลด่านช้างในอำเภอด่านช้าง พบว่า เกษตรกรเป็นสมาชิกของกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด

ด้านลักษณะทางสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่า ผู้ที่ลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 90 มีอายุเฉลี่ย 53.50 ปี ด้านการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับประถม (ร้อยละ 70) มีประสบการณ์การปลูกหญ้าเนเปียร์ 5 ปี มีขนาดพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 18.00 ไร่ และใช้บ่อบาดาลเป็นแหล่งน้ำในการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

ด้านลักษณะทางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ส่วนใหญ่เกษตรกรประกอบอาชีพการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายเป็นอาชีพหลัก มีรายได้ในครัวเรือนเฉลี่ยต่อปี จำนวน 960,640.00 บาท โดยสัดส่วนรายได้ส่วนใหญ่มาจากรายได้จากการจำหน่ายหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ร้อยละ 70 และอื่นๆ เช่น ทำไร่ ทำสวน เลี้ยงสัตว์ รับจ้าง ด้านหนี้สินร้อยละ 20 ของเกษตรกรที่สัมภาษณ์มีหนี้สินซึ่งกู้ยืมเงินจากเกษตรกรด้วยกันเอง

การจัดการแปลงหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

การเตรียมพื้นที่

เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกหญ้าแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 4.00 ไร่ ถึง 40.00 ไร่ การเตรียมพื้นที่เพื่อปลูกหญ้า เริ่มจากการ ไถตะ จำนวน 1 รอบ และไถแปร จำนวน 1 รอบ เกษตรกรยกทรงสูงจากระดับพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร การเตรียมท่อนพันธุ์ แหล่งที่มาของท่อนพันธุ์ คือซื้อจากเกษตรกรที่ปลูกมาก่อน (ร้อยละ 50) และได้รับการสนับสนุนของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุพรรณบุรี (ร้อยละ 50)

การเตรียมท่อนพันธุ์และการปลูก

เกษตรกรตัดท่อนพันธุ์ ท่อนละ 2 ข้อวางในที่ร่มและรดน้ำให้ท่อนพันธุ์มีความชุ่มชื้น นำผ้าใบมาคลุมไว้สามวัน ก่อนการปลูก เมื่อครบสามวันตาของท่อนพันธุ์จะเริ่มมีรากงอก เกษตรกรใช้ท่อนพันธุ์จำนวน 350-400 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกใช้ระยะห่างระหว่างต้น 100 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถว 120 เซนติเมตร

การจัดการแปลงและการเก็บเกี่ยว

เกษตรกรที่สัมภาษณ์ทั้งหมดใช้น้ำจากบ่อบาดาล เมื่ออายุหญ้าประมาณ 30 วันเกษตรกรใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 (ยูเรีย) ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรเริ่มตัดหญ้าที่อายุ 60 วัน และตัดหญ้าไปจนถึงอายุ 90 วัน เกษตรกรจะใช้เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่ในการเก็บเกี่ยว และใช้เครื่องหันพืชอาหารสัตว์ติดเครื่องยนต์หันหญ้าให้มีความยาวประมาณ 2 เซนติเมตร บรรจุในถุงพลาสติกดำถุงละ 25 กิโลกรัม หลังจากการตัดหญ้า 10 วัน เกษตรกรจะดำเนินการให้น้ำและใส่ปุ๋ยยูเรีย ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และตัดหญ้าครั้งต่อไปที่อายุ 45-60 วัน

ต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

เมื่อเริ่มโครงการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ใช้พื้นที่ปลูก 1 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกที่เกษตรกรปลูกมากที่สุด ระยะโครงการ 4 ปี ตั้งแต่ปีเพาะปลูก 2555-2558 เกษตรกรจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้ออุปกรณ์ทางการเกษตร ค่าชุดเจาะบาดาล เมื่อสิ้นสุดปีที่จะคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน หากอุปกรณ์การเกษตรต่างๆ ที่ใช้ในการทำแปลงหญ้าไม่หมดอายุการใช้งาน เกษตรกรสามารถนำไปขายเพื่อรวมเป็นรายได้ในปีสุดท้ายของช่วงอายุโครงการได้ ซึ่งการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีมูลค่าคงเหลือเป็นเงิน 361,784.00 บาท ตามรายละเอียด ดังนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในพื้นที่ 1 ไร่ ของเกษตรกร ปีเพาะปลูก 2558

รายการ	จำนวน	มูลค่าที่ซื้อ (บาท)	อายุใช้ งาน (ปี)	อายุที่ใช้ งาน (ปี)	ราคาซาก (บาท)	ค่าเสื่อม ราคาสะสม (บาท)	มูลค่าคงเหลือ เมื่อสิ้นสุด โครงการ (บาท)
1. ที่ดิน (ไร่)	1.00	100,000.00	-	-	-	-	100,000.00
2. รถกระบะ (คัน)	1.00	160,000.00	10.00	4.00	20,000.00	6,200.00	153,800.00
3. เครื่องหัน+ เครื่องย่น (เครื่อง)	1.00	51,000.00	10.00	4.00	5,000.00	1,240.00	49,760.00
4. ท่อน้ำ (ท่อน)	300.00	21,900.00	10.00	4.00	2,000.00	676.00	21,224.00
5. เครื่องสูบน้ำ บาดาล (เครื่อง)	1.00	18,000.00	5.00	4.00	1,500.00	1,200.00	16,800.00
6. เครื่องตัดหญ้า สะพายไหล่ (เครื่อง)	1.00	3,700.00	5.00	4.00	500.00	256.00	3,444.00
7. บ่อบาดาล (บ่อ)	1.00	16,725.00	5.00	4.00	0.00	1,338.00	16,800.00
มูลค่าคงเหลือ							361,784.00

- ที่มา: จากการคำนวณ

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

จากผลการสัมภาษณ์ของเกษตรกรผู้ลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในพื้นที่ขนาด 1 ไร่ มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (ตารางที่ 2) ดังนี้

1. ค่าแรงงาน ประกอบด้วย

1.1 ค่าแรงงานปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ใช้แรงงานในการปลูกโดยเฉลี่ย จำนวน 1.08 แรง (จำนวนแรงงาน 1 แรงเท่ากับการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวันต่อคน) อัตราแรงละ 300.00 บาท คิดเป็นเงิน 324.00 บาท

1.2 ค่าแรงงานใส่ปุ๋ยเคมี โดยค่าแรงงานในการใส่คิดเป็นอัตราเหมาจ่ายตามจำนวน กระสอบ ในปีที่ 1 จ้างแรงงานใส่ปุ๋ยจำนวน 2 กระสอบ กระสอบละ 37.50 บาท เป็นเงิน 75.00 บาท หลังจากปีที่ 1 เกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีจำนวน 4 กระสอบ คิดเป็นเงินปีละ 150.00 บาท

1.3 ค่าแรงงานใส่ปุ๋ยคอก เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยคอก ปีละ 1 ครั้ง โดยค่าแรงงานในการใส่นั้นคิดเป็นอัตราเหมาจ่ายเป็นตัน ในปีที่ 1 จ้างแรงงานใส่ปุ๋ยโดยเฉลี่ย 0.45 ตัน ราคาตันละ 100 บาท เป็นเงิน 45.00 บาท หลังจากปีที่ 1 ได้ใส่ปุ๋ยเฉลี่ย 0.80 ตัน เป็นเงิน 80.00 บาท ปีที่ 3 และ 4 ได้ใส่ปุ๋ยเฉลี่ย 0.75 และ 0.68 ตัน คิดเป็นเงิน 75.00 และ 68.00 บาท ตามลำดับ

1.4 ค่าแรงงานในการตัด หั่นหญ้าบรรจุถุง และขนส่งไปยังแหล่งรับซื้อ จากการสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่าง พบว่า เกษตรกรจ้างเหมาในอัตราตันละ 200 บาท ในปีที่ 1 มีผลผลิตทั้งหมด 28.00 ตัน ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 5,600.00 บาท และแรงงานในการเก็บเกี่ยวปีที่ 2 มีผลผลิต 30 ตัน คิดเป็น 6,000.00 บาท และปีที่ 3 และปีที่ 4 ได้ผลผลิต เท่ากับ 32.00 ตัน และ 35.00 ตัน ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวคิดเป็น 6,400.00 บาท และ 7,000.00 บาท ตามลำดับ

2. ค่าวัสดุปัจจัยการผลิตต่างๆ

2.1 ค่าท่อน้ำพลาสติก ราคา กิโลกรัมละ 1.20 บาท พื้นที่ 1 ไร่ใช้ท่อน้ำ 300.00 กิโลกรัม คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 360.00 บาท

2.2 ค่าปุ๋ยเคมีสำหรับใส่แปลงหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีปีในช่วงแรก ก่อนการเก็บเกี่ยว และใส่ปุ๋ยเคมีทุกครั้งในแต่ละรอบการตัดหญ้าจำหน่ายโดยใน 1 ปีจะตัดหญ้าเฉลี่ย ประมาณ 3 รอบ โดยในปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 2 กระสอบ ราคาปุ๋ยเคมีเฉลี่ยกระสอบละ 560.00 บาท เป็นเงิน 1,120.00 บาท ปีที่ 2 ใส่ปุ๋ย จำนวน 4 กระสอบ ราคาเฉลี่ยกระสอบละ 560.00 บาท รวมเป็นเงิน 2,240.00 บาท ปีที่ 3 และ 4 ใส่ปุ๋ยปีละ 4 กระสอบ ราคาเฉลี่ยกระสอบละ 560.00 บาท เป็นเงิน 2,240.00 บาท ปีที่ 5 ใส่จำนวน 4 กระสอบเท่ากัน ราคาเฉลี่ยกระสอบละ 540.00 เป็นเงิน 2,160.00 บาท

2.3 ค่าปุ๋ยคอกในปีแรกใส่ 0.45 ตัน ราคาตันละ 1,000.00 บาท เป็นเงิน 4500.00 บาท ปีที่ 2 จำนวน 0.80 ตัน เป็นเงิน 800.00 บาท ในปีนี้ 3 และ 4 ใส่ในปริมาณ 0.75 และ 0.67 ตัน เป็นเงิน 750.00 บาท และ 675.00 บาท ตามลำดับ

2.4 ค่าให้น้ำ เกษตรกรใช้พลังงานไฟฟ้าในการสูบน้ำ โดยในปีที่ 1 2 3 และ 4 คิดโดยเฉลี่ยเป็นเงิน 104.76 124.00 254.00 และ 300.00 บาท ตามลำดับ

2.5 ค่าเชื้อเพลิง เกษตรกรใช้เชื้อเพลิงดีเซลปากทุ่งพลาสติกดำเมื่อทำการบรรจุหญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1 หันสด โดยเฉลี่ยตันละ 0.3 บาท ในปีนี้ 1 ผลผลิตจำนวน 28 ตัน ค่าเชื้อเพลิงเป็นเงิน 8.40 บาท ปีที่ 2 ผลผลิต 30 ตันคิดเป็นเงินค่าเชื้อเพลิง 9.00 บาท ในปีนี้ 3 และ 4 จำนวน 32 และ 35 ตัน เป็นเงิน 9.50 บาท และ 10.50 บาท ตามลำดับ

2.6 ค่าถุงพลาสติกดำบรรจุหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หันสด โดยเฉลี่ยตันละ 103.50 บาท ในปีนี้ 1 ผลผลิตจำนวน 28 ตัน เป็นเงิน 2,898.00 บาท ปีที่ 2 ผลผลิต 30 ตันคิดเป็นเงิน 3,105.00 บาท ในปีนี้ 3 และ 4 จำนวน 32 และ 35 ตัน คิดเป็นเงิน 3,312.00 และ 3,622.50 บาท ตามลำดับ

2.7 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงตัดหญ้า คิดเป็นเงินเฉลี่ยตันละ 34.75 บาท ในปีนี้ 1 ผลผลิต จำนวน 28 ตัน คิดเป็นเงิน 721.00 บาท ปีที่ 2 ผลผลิต 30 ตันคิดเป็นเงิน 772.50 บาท ในปีนี้ 3 และ 4 จำนวน 32 และ 35 ตัน คิดเป็นเงิน 824.00 และ 901.25 บาท ตามลำดับ

2.8 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงหันหญ้า คิดเป็นเงินเฉลี่ยตันละ 42.50 บาท ในปีนี้ 1 ผลผลิต จำนวน 28 ตัน คิดเป็นเงิน 944.00 บาท ปีที่ 2 ผลผลิต 30 ตันคิดเป็นเงิน 1,065.00 บาท ในปีนี้ 3 และ 4 จำนวน 32 และ 35 ตันเป็นเงิน 1,136.00 และ 1,242.00 บาท ตามลำดับ

2.9 ค่าน้ำมันขนส่งหญ้า คิดเป็นเงินเฉลี่ยตันละ 83.33 บาท ในปีนี้ 1 ผลผลิตจำนวน 28 ตัน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นเงิน 2,333.24 บาท ปีที่ 2 ผลผลิต 30 ตันคิดเป็นเงิน 2,499.90 บาท ในปีนี้ 3 และ 4 จำนวน 32 และ 35 ตัน เป็นเงิน 2,666.56 และ 2,916.55 บาท ตามลำดับ

3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

3.1 เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายในการจ่ายค่าภาษีที่ดินในอัตราไร่ละ 5 บาท ต่อปี พื้นที่ 1 ไร่ จ่ายภาษี เป็นเงิน ปีละ 5 บาท เป็นเงินทั้งสิ้น 20 บาท

3.2 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ ซึ่งในแต่ละปีจะมีค่าใช้จ่ายที่ไม่เท่ากัน โดยในปีแรกไม่มี ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ ปีที่ 2 3 และ 4 มีค่าซ่อมแซมอุปกรณ์เฉลี่ยเป็นเงิน 178.53 บาท 290.00 บาท และ 300.00 บาท ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ต้นทุนและผลตอบแทนของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายของเกษตรกร
จังหวัดสุพรรณบุรี ปีเพาะปลูก 2558

รายการ	อายุหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (ปี) ในพื้นที่ 1 ไร่			
	1	2	3	4
ผลประโยชน์				
1. ผลผลิต	36,400.00	39,000.00	41,600.00	45,500.00
2. มูลค่าทรัพย์สินคงเหลือ				361,784.00
รวมผลประโยชน์	36,400.00	39,000.00	41,600.00	407,284.00
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน				
1. ค่าที่ดินและค่าเตรียมพื้นที่ปลูก				
1.1 ที่ดิน	100,000.00	-	-	-
1.2 เตรียมพื้นที่	1,100.00	-	-	-
1.3 ค่าขุดเจาะบาดาล	16,725.00	-	-	-
2. ค่าอุปกรณ์การเกษตรต่าง ๆ				
2.1 รถกระบะบรรทุก	160,000.00	-	-	-
2.2 เครื่องหันหญ้าและเครื่องยนต์	51,000.00	-	-	-
2.3 เครื่องปั้มน้ำบาดาล	18,000.00	-	-	-
(ซบเมิร์ส 2 แรงม้า)				
2.4 ค่าท่อน้ำ	21,900.00	-	-	-
2.5 เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่	3,700.00	-	-	-
รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุน	372,425.00	-	-	-
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ				
1. ค่าแรง				
1.1 ปลูก	324.00	-	-	-
1.2 ใส่ปุ๋ยเคมี	75.00	150.00	150.00	150.00
1.3 ค่าใส่ปุ๋ยคอก	45.00	80.00	75.00	68.00
1.4 ค่าตัดหญ้า หั่น บรรจุ ขนส่ง	5,600.00	6,000.00	6,400.00	7,000.00
2. ค่าวัสดุปัจจัยการผลิตต่างๆ				
2.1 ท่อนพันธุ์	360.00	-	-	-
2.2 ค่าปุ๋ยเคมี	1,20.00	2,240.00	2,240.00	2,160.00
2.3 ค่าปุ๋ยคอก	450.00	800.00	750.00	675.00
2.4 ค่าให้น้ำ	104.76	124.00	254.00	300.00
2.5 ค่าเชือก	8.40	9.00	9.50	10.50
2.6 ค่าถูง	2,898.00	3,105.00	3,312.00	3,622.50
2.7 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงตัดหญ้า	721.00	772.50	824.00	901.25
2.8 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงหั่นหญ้า	994.00	1,065.00	1,136.00	1,242.50

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	อายุหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (ปี) ในพื้นที่ 1 ไร่			
	1	2	3	4
2.9 ค่าน้ำมันขนส่งหญ้า	2,333.24	2,499.90	2,666.56	2,916.55
3. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ				
3.1 ค่าภาษีที่ดิน	5.00	5.00	5.00	5.00
3.2 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์		178.53	290	300
รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	15,038.40	17,028.93	18,112.06	19,351.30
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	387,463.40	17,028.93	18,112.06	19,351.30
ผลผลิต (ตัน)	28.00	30.00	32.00	35.00
ผลประโยชน์รวม	36,400.00	39,000.00	41,600.00	45,500.00

- ที่มา : ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ปี 2558

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย

จากการวิเคราะห์ที่ใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ที่ 7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี พบว่า โครงการมีมูลค่าเงินลงทุนในปัจจุบัน (ปี 2558) เท่ากับ 76,942.35 อัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 7.71 แสดงว่าการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.19 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายในปีแรก เกษตรกรมีผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่า ในปีที่ 2 จะเห็นว่าการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ให้ผลตอบแทนมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดความคุ้มค่าโครงการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่ายของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีเพาะปลูก 2558

ปีที่	ต้นทุน	มูลค่าปัจจุบัน ของต้นทุน	ผลตอบแทน	มูลค่าปัจจุบัน ของผลตอบแทน	ผลตอบแทน สุทธิ	มูลค่าปัจจุบัน ผลตอบแทนสุทธิ
1	387,463.40	362,115.33	36,400.00	34,018.69	-351,063.40	- 328,096.64
2	17,028.93	15,914.89	39,000.00	36,448.60	21,971.07	20,533.71
3	18,112.06	16,927.16	41,600.00	38,878.50	23,487.94	21,951.35
4	19,351.30	18,085.33	40,728.40	38,063.92	387,932.70	362,553.93
รวม	441,955.69	413,042.70	524,284.00	489,985.05	82,328.31	76,942.35
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)						76,942.35
อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (IRR) (ร้อยละ)						7.71
อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR)						1.19

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนเฉลี่ยทางเศรษฐศาสตร์การปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อการจำหน่าย

โครงสร้างต้นทุนและผลตอบแทนเฉลี่ยทางเศรษฐศาสตร์ต่อไร่ของการผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ของเกษตรกร มีต้นทุนส่วนต้นทุนส่วนใหญ่ของการผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 คือค่าเสื่อมของอุปกรณ์การเกษตร ในปีที่ 1 ร้อยละ 33.44 และปีที่ 2-4 ร้อยละ 30.75 รองลงมาคือ ค่าแรง (ปลูก ใส่ปุ๋ย ตัด หั่น บรรจุ และขนส่งไปยังแหล่งรับซื้อ) ปีที่ 1 ร้อยละ 25.35 และปีที่ 2-4 ร้อยละ 24.79 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งหญ้าไปยังแหล่งรับซื้อ และค่าถุงพลาสติกดำ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ในด้านต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ 20,344.56 บาท และ 13,717.41 บาทต่อไร่ต่อปี ส่วนในปีที่ 2-4 ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 23,308.69 และ 13,731.70 บาทต่อไร่ต่อปี จะเห็นว่าต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ในปีที่ 2-4 จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากหลังจากปีที่ 1 ผลผลิตจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น หากพิจารณาปริมาณผลผลิตน้ำหนักสด 28.00 ตันต่อไร่ต่อปี มีกำไรสุทธิในปีที่ 1 และ ปีที่ 2-4 เท่ากับ 2,338.03 และ 4,988.61 บาทต่อไร่ต่อปี โดยต้นทุนผันแปรในปีที่ 1 ส่วนใหญ่เป็นต้นทุนค่าปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น ค่าแรง ร้อยละ 25.35 รองลงมา คือ ต้นทุนค่าน้ำมันขนส่งไปฟาร์มรับซื้อ ร้อยละ 13.97 และ ต้นทุนค่าถุงบรรจุหญ้าแห้งสด ร้อยละ 8.51 ส่วนในปีที่ 2-4 มีค่าแรงร้อยละ 24.79 ในปีที่ 2-4 ต้นทุนคงที่ส่วนใหญ่เป็นค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์การเกษตร ร้อยละ 30.75 ผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรในปีที่ 1 มีผลผลิตเฉลี่ย 28.00 ตันต่อไร่ต่อปี มีรายได้เท่ากับ 36,400.00 ในปีที่ 2-4 มีผลผลิตเฉลี่ย 32.33 ตันต่อไร่ต่อปี มีรายได้เท่ากับ 42,029.00 บาทต่อไร่ต่อปี ระดับราคาเฉลี่ย 1,300.00 บาทต่อตัน

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์เฉลี่ยต่อกิโลกรัมของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่า มีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมปีที่ 1 และปีที่ 2-4 เท่ากับ 1.21 และ 1.14 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ราคาหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หั่นสดที่เกษตรกรขายได้ 1.30 บาทต่อกิโลกรัม และมีกำไรสุทธิต่อกิโลกรัมในปีที่ 1 และปีที่ 2-4 เท่ากับ 0.09 และ 0.16 บาทต่อกิโลกรัม จากข้อมูลจะแสดงให้เห็นว่าการใช้แรงงานคนในการผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หั่นสด ในกระบวนการเก็บเกี่ยว การบรรจุ การขนส่ง มีต้นทุนสูง ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมให้เกษตรกรใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางการเกษตรที่ลดการใช้แรงงาน เช่น การตัดหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยเครื่องดับเบิลฮอปเปอร์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถตัดหญ้าและหั่นพร้อมกัน และรูปแบบการบรรจุภัณฑ์ควรศึกษาเพิ่มเติมหากไม่ใช้ถุงพลาสติกดำในการบรรจุจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ และควรศึกษาทั้งห่วงโซ่อุปทานของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี

ตารางที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนเฉลี่ยทางเศรษฐศาสตร์ (บาทต่อไร่ต่อปี) ของการผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พื้นที่ 1 ไร่ ปีเพาะปลูก 2558

รายการ	แปลงผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ปีที่ 1				แปลงผลิตหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ปีที่ 2-4			
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	เปอร์เซ็นต์	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	เปอร์เซ็นต์
1. ต้นทุนรวม	19,391.87	14,670.10	34,061.97	100.00	22,189.18	14,851.20	37,040.39	100.00
1.1 ต้นทุนคงที่	1,985.71	11,731.70	13,717.41	40.27	2,000.00	11,731.70	13,731.70	37.07
ค่าเช่าที่ดินหรือค่าเสียโอกาสที่ดินตนเอง	1,000.00	-	1,000.00	2.94	2,000.00	-	2,000.00	5.40
ค่าเตรียมพื้นที่	985.71	-	985.71	2.89	-	-	-	-
ค่าเสียโอกาสในการลงทุนระยะยาว	341.70	341.70	1.00	-	341.70	341.70	0.92	341.70
1.2 ต้นทุนผันแปร	17,406.16	2,938.40	20,344.56	59.73	20,189.18	3,119.50	23,308.69	62.93
ค่าแรง	6,044.00	2,590.28	8,634.28	25.35	6,466.00	2,715.72	9,181.72	24.79
ท่อนพันธุ์	360.00	-	360.00	1.06	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมี	1,120.00	-	1,120.00	3.29	2,213.33	-	2,213.33	5.98
ค่าปุ๋ยคอก	450.00	-	450.00	1.32	741.67	-	741.67	2.00
ค่าให้น้ำ	792.76	-	792.76	2.33	792.76	-	792.76	2.14
ค่าเชื้อกรดปากถุง	8.40	-	8.40	0.02	9.70	-	9.70	0.03
ค่าถุงพลาสติกดำบรรจุหญ้า	2,898.00	-	2,898.00	8.51	3,346.16	-	3,346.16	9.03
ค่าน้ำมันตัด, หั่นหญ้า	973.00	-	973.00	2.86	1,123.47	-	1,123.47	3.03
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงขนส่งไปฟาร์มรับซื้อ	4,760.00	-	4,760.00	13.97	5,496.10	-	5,496.10	14.84
ค่าเสียโอกาสในการลงทุนระยะสั้น	-	348.12	348.12	1.02	-	403.78	403.78	1.09
2. รายได้รวม	36,400.00	-	36,400.00	-	42,029.00	-	42,029.00	-
3. กำไร	17,008.13	-14,670.10	2,338.03	-	19,839.82	-14,851.20	4,988.61	-
4. ต้นทุน (บาทต่อกิโลกรัม)	-	-	1.21	-	-	-	1.14	-
5. ผลผลิตเฉลี่ย (ตันต่อไร่ต่อปี)	-	-	28.00	-	-	-	32.33	-

สรุปผล

ผลตอบแทนทางการเงินของการลงทุนปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในปีเพาะปลูก 2558 พบว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 76,942.35 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.19 และอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 7.71

ส่วนการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนผลตอบแทนเฉลี่ยทางเศรษฐศาสตร์ต้นทุนรวมเฉลี่ยในปีที่ 1 และปีที่ 2-4 เท่ากับ 34,061.97 และ 37,040.39 บาทต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งในปีที่ 1 ร้อยละ 59.73 เป็นต้นทุนผันแปร และอีกร้อยละ 40.27 เป็นต้นทุนคงที่ และในปีที่ 2- 4 ร้อยละ 62.93 เป็นต้นทุนผันแปร และอีกร้อยละ 37.07 เป็นต้นทุนคงที่

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปี 2558. แหล่งที่มา: http://ict.dld.go.th/th2/images/stories/stat_web/yearly/2558/province/2.beefcattle_province.pdf, 11 กรกฎาคม 2559.
- ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ. 2544. เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ (Economics of Project Analysis). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. เศรษฐศาสตร์เกษตรเบื้องต้น. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร. คณะเศรษฐศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมศักดิ์ เปรียบพร้อม. 2531. การจัดการฟาร์มประยุกต์. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานนโยบายและวิชาการสถิติ. 2557. เทคนิคการสุ่มตัวอย่างและประเมินค่า. กลุ่มระเบียบวิธีสถิติ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2556. เอกสารแนะนำหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. แหล่งที่มา: <http://nutrition.dld.go.th/Napia%20Pakchong1.pdf>, 27 พฤษภาคม 2559.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2557. หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ผลิตเป็นอาหารหยาบสดเลี้ยงโคขุนเชิงการค้า. รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ปี 2557.

การใช้กากเมล็ดไนเจอร์ในอาหารไก่ประดู่หางดำ

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์^{1/} พรพิมล บุญวงศ์^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กากเมล็ดไนเจอร์ในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่ประดู่หางดำอายุ 8-18 สัปดาห์ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2557 วางแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (group comparison t-test) ใช้ไก่ประดู่หางดำ คณะแพศ อายุ 8 สัปดาห์ จำนวน 400 ตัว แบ่งไก่ทดลองออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 5 ซ้ำๆ ละ 40 ตัว ให้ไก่กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม (ไม่ใส่กากเมล็ดไนเจอร์) กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารที่ใส่กากเมล็ดไนเจอร์ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตร 100 เปอร์เซ็นต์ โดยไก่ทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงาน 2,700-2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองจนไก่อายุครบ 18 สัปดาห์

ผลการทดลองพบว่า ไก่กลุ่มที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ย 12.17 กรัมต่อตัวต่อวัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับไก่กลุ่มที่ 2 ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 10.17 กรัมต่อตัวต่อวัน เช่นเดียวกันกับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารในไก่กลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.90 กิโลกรัม (p>0.05) กับไก่กลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 5.62 แต่ไก่กลุ่มที่ 1 มีปริมาณอาหารที่กินได้ และได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหารเฉลี่ย 94.48 และ 16.19 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ต่ำกว่า ($p<0.01$) ไก่กลุ่มที่ 2 ซึ่งกินอาหารได้ และได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหารเฉลี่ย 115.89 และ 18.93 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนประกอบของซาก เช่น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง ปีก ออก และเครื่องในรวม ของไก่ทั้ง 2 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ไก่กลุ่มที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น่องเฉลี่ย 17.06 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า ($p<0.01$) ไก่กลุ่มที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์น่องเฉลี่ย 14.87 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ส่วนอกพบว่าเนื้อไก่ทดลองทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันสถิติ ($p>0.05$) เมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม พบว่าไก่กลุ่มที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ย 64.12 บาท/กิโลกรัม สูงกว่า ($p<0.05$) ไก่กลุ่มที่ 2 มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ย 54.14 บาทต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ: ไก่ประดู่หางดำ กากเมล็ดไนเจอร์

เลขทะเบียนวิชาการ : 61(2)-0214-076

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์แพร่ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง

Utilization of niger seed meal in Pradu Hangdam chicken feed

Ratchadawan Phunphiphat^{1/} Pornpimon Boonwong^{2/}

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of using niger seed meal in the diet on production performance and carcass characteristics of Pradu Hangdam chicken during 8-18 weeks of age from May to July 2014 at Lampang Animal Nutrition Research and Development Center. In total, 400 Pradu Hangdam chickens were randomly divided into two groups using group comparison t-test, with each group consisting of five replications of 40 chicks each. The chickens were received two experimental diets which were calculated to contain the same level of crude protein (16%CP) and metabolizable energy (2700 to 2900 Kcal/kgDM) throughout the 18 weeks experimental periods. The chickens in group 1 were received the control diet (without niger seed meal) and the chickens in group 2 were received the diet which was substituted 100% of soybean meal with niger seed meal.

The results show that there were no significant differences in the average daily gain and the feed conversion ratio between the chicken in group 1 (12.17 g./bird/day and 4.90, respectively) and the chicken in group 2 (10.17 g./bird/day and 5.62, respectively) ($p>0.05$). However, the feed intake and protein intake of the chickens in group 1 (94.48 and 16.19 g./bird/day, respectively) were significantly lower than the chicken in group 2 (115.89 and 18.93 g./bird/day, respectively) ($p<0.01$). There were no significant effects of niger seed meal on dressing percentage, breast meat yield, wings, visceral organ and chemical compositions of breast meat ($p>0.05$). On the other hand, the percentage of drumsticks of the chickens in group 1 was significantly higher than the chicken in group 2 (17.06 and 14.87 %, respectively) ($p<0.01$) the same with feed cost per gain of the chickens in group 1 was significantly higher than the chicken in group 2 (64.12 and 54.14 Baht/kg, respectively) ($p<0.05$).

Keywords: Pradu Handam, niger seed meal

Registered No.: 61(2)-0214-076

^{1/} Phrae Animal Nutrition Research and Department Center, Rong Kwang, Phrae.

^{2/} Lampang Animal Nutrition Research and Department Center, Hang Chat, Lampang.

คำนำ

กากเมล็ดไนเจอร์ (Niger seed cake) เป็นกากที่เหลือจากการบีบน้ำมันจากเมล็ดพืชขนาน้ำมันที่มีชื่อว่า ไนเจอร์ (*Guizotia abyssinica* Cass.) เป็นพืชล้มลุก ลำต้นสูงประมาณ 1.4 เมตร มีดอกสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกประมาณ 15-50 มิลลิเมตร ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด ปลูกได้ในดินหลายประเภท เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีค่า pH ระหว่าง 5.2 และ 7.3 ไนเจอร์เป็นพืชน้ำมันเช่นเดียวกับดอกทานตะวัน ในต่างประเทศจะนำเมล็ดไนเจอร์ไปสกัดเป็นน้ำมันเพื่อใช้ในการบริโภค น้ำมันเมล็ดไนเจอร์มีสีเหลืองอ่อนใส เป็นแหล่งกรดไขมันที่จำเป็นได้แก่ โอเมก้า 9 ร้อยละ 4.8-8.3 โอเมก้า 6 ร้อยละ 74.8-79.1 โอเมก้า 3 ร้อยละ 0.0-0.9 วิตามินอีหรือ Tocopherol 720-35 µg/g oil สารต้านอนุมูลอิสระกลุ่ม B-sitosterol 2000 Mg/g oil กรดโอเลอิกและกรดลิโนเลอิก มีสูงถึงร้อยละ 75.0-85.00 กรดปาล์มมิติกและกรดสเตียริก ร้อยละ 7.0-8.0 กรดโอเลอิก ร้อยละ 5.0-8.0 การศึกษาในประเทศจีนได้มีการนำสารสกัดจากเมล็ดไนเจอร์มาเป็นส่วนผสมในยาลดการแข็งตัวของหลอดเลือด ส่วนการศึกษาในยุโรปพบว่าน้ำมันไนเจอร์นั้นสามารถลดระดับ LDL ในเส้นเลือดได้ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ากากเมล็ดไนเจอร์สามารถเก็บและนำไปใช้เป็นอาหารเสริมเพื่อเลี้ยงสัตว์ได้โดยไม่เป็นพิษ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2556) รายงานผลการวิเคราะห์กากเมล็ดไนเจอร์จากศูนย์วิจัยและพัฒนาขนาน้ำมันและพืชน้ำมัน มุลนิธิชัยพัฒนา อ.แม่สาย จ.เชียงราย พบว่า มี โปรตีนรวม (CP) เยื่อใย (CF) ไขมัน (Crude Fat) เถ้า (Ash) คาร์โบไฮเดรต (nitrogen free extract, NFE) ADF NDF ADL และ cellulose เท่ากับ 38.24 21.26 7.93 66.88 25.59 26.74 30.53 12.21 และ 14.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบค่าแคลเซียม (Ca) 0.56 ฟอสฟอรัส (P) 0.98 แมกนีเซียม (Mg) 0.61 และโพแทสเซียม (K) 1.22 เปอร์เซ็นต์ค่าพลังงานรวม (Gross energy เท่ากับ 5120.54 แคลอรีต่อกรัม (Cal/g) จากข้อมูลดังกล่าวกากเมล็ดไนเจอร์มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนค่อนข้างสูง จึงเป็นวัตถุดิบอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ ประกอบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ในปัจจุบันมีราคาค่อนข้างสูงและมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะกากถั่วเหลือง ประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งในรูปถั่วเหลืองเมล็ดและกากถั่วเหลืองมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้ในประเทศ สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลต่อต้นทุนค่าอาหารสัตว์โดยตรง และในอนาคตหากวัตถุดิบเหล่านี้ลดน้อยลง มีปริมาณไม่เพียงพอ หรือเกิดปัญหาในการผลิตจะส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่อย่างแน่นอน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง จึงได้นำกากเมล็ดไนเจอร์มาทดลองใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารเลี้ยงไก่ประดู่หางดำ ซึ่งเป็นไก่พื้นเมืองสายพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จนกระทั่งมีความเหมาะสมในพื้นที่ภาคเหนือ และเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรผู้เลี้ยงและผู้บริโภค (กรมปศุสัตว์, 2551) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กากเมล็ดไนเจอร์ในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่ประดู่หางดำเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแนะนำส่งเสริมให้นำกากเมล็ดไนเจอร์มาใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารไก่ประดู่หางดำของเกษตรกรอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2557 รวมระยะเวลา 3 เดือน

สัตว์ทดลอง อาหารทดลอง และแผนการทดลอง

ใช้ไก่ประดู่หางดำ คณะแพศ อายุ 8 สัปดาห์ จำนวน 400 ตัว วางแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบ ประชากร 2 กลุ่ม (group comparison t-test) แบ่งไก่ทดลองออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 5 ซ้ำๆ ละ 40 ตัว เลี้ยงในคอกขนาด 2x4 เมตร จำนวน 10 คอก จัดให้ไก่ได้รับอาหารทดลองที่ไม่มีกากเมล็ดไนเจอร์ และมีกากเมล็ดไนเจอร์เป็นส่วนประกอบ ซึ่งมีระดับโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1) ให้ไก่ได้รับอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา ทำการทดลองจนไก่อายุครบ 18 สัปดาห์

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองไก่ประดู่หางดำ อายุ 8-18 สัปดาห์

ส่วนประกอบ	ราคา บาท/กก.	ปริมาณ (%)	
		กลุ่มควบคุม	กลุ่มใส่กากเมล็ดไนเจอร์
ข้าวโพดบด	10.80	53.59	53.59
รำละเอียด	11.40	15.00	15.00
กากถั่วเหลือง	22.00	20.26	0
กากเมล็ดไนเจอร์	5.00	0	20.26
ปลาป่น	31.00	1.50	1.50
หินเกล็ด	1.90	8.00	8.00
ไคแคลเซียมฟอสเฟต (P18)	20.00	0.80	0.80
เกลือป่น	5.20	0.25	0.25
ดีแอล-เมทไธโอนีน	124.00	0.25	0.25
วิตามิน-แร่ธาตุ (พรีมิกซ์ไก่ไข่รุ่น)	41.00	0.35	0.35
รวม, กก.		100	100
ราคา, บาท/กก.		13.07	9.63
ส่วนประกอบของโภชนะโดยการคำนวณ ^{1/}			
โปรตีน		17.83	15.12
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/kg) ^{2/}		2,691.75	2,714.03
แคลเซียม		3.40	3.48
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้		0.37	0.45

- ^{1/} คำนวณโภชนะในสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส.1

- ^{2/} ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของกากเมล็ดไนเจอร์ คำนวณจากค่าพลังงานใช้ประโยชน์ในสัตว์ปีกของกากเมล็ดไนเจอร์ที่หาค่าได้ (วิโรจน์, 2551)

การบันทึกข้อมูล

1. สุ่มเก็บวัตถุดิบอาหารทุกชนิดที่ใช้ในสูตรอาหารทดลอง วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ก่อนผสมอาหาร ด้วยวิธี Proximate Analysis ตามวิธีของ AOAC (2000) และวิเคราะห์หาค่าพลังงานรวม โดย adiabatic bomb calorimeter

2. บันทึกน้ำหนักเริ่มต้นทดลองที่อายุ 8 สัปดาห์ และทุกๆ 2 สัปดาห์ น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 18 สัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารที่ให้กินและเหลือกินในแต่ละวัน จำนวนไก่ตายแต่ละวัน จนสิ้นสุดการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ปริมาณอาหารที่กินได้ ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ อัตราการเลี้ยงรอด และส่วนประกอบของซาก มาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยวิธี Student t-test (อัญฉริยา, 2547)

การศึกษาส่วนประกอบซากและส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไก่

ทำการชำแหละซากและเก็บตัวอย่างซาก เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 18 สัปดาห์ โดยสุ่มเลือกไก่ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกันกับค่าเฉลี่ยของซ้ำ จำนวนซ้ำละ 4 ตัว ก่อนฆ่าทำการอดอาหารไก่ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ชำแหละซากไก่ตามวิธีของ สัตยชัย (2543) ศึกษาส่วนประกอบซาก ได้แก่ น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก น้ำหนักหลังถอนขน เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่ ปีก ออก น่อง และเครื่องในรวม

ศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า (AOAC, 2000)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่า ผลการวิเคราะห์โปรตีนของอาหารทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างจากค่าการคำนวณ (ตารางที่ 1) โดยมีค่าเท่ากับ 17.14 และ 16.34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณโภชนะที่ใช้ในการคำนวณกับปริมาณโภชนะที่มีอยู่จริงในวัตถุดิบที่นำมาใช้มีค่าแตกต่างกัน จึงทำให้ค่าโภชนะที่ได้แตกต่างกัน สำหรับส่วนประกอบทางเคมีพบว่าอาหารทดลองกลุ่มที่ 2 (ใส่กากเมล็ดไนเจอร์) มีค่าเยื่อใย (CF) ไขมัน (EF) เถ้า (Ash) แคลเซียม (Ca) ฟอสฟอรัส (P) แมกนีเซียม (Mg) และค่าพลังงานรวม (gross energy) สูงกว่าอาหารทดลองกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม)

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารผสมที่ใช้เลี้ยงไก่ทดลอง (%ของวัตถุแห้ง)

ส่วนประกอบทางเคมี	กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่ 2 กลุ่มใส่กากเมล็ดไนเจอร์
วัตถุแห้ง (DM)	88.13	88.65
โปรตีน (CP)	17.14	16.34
เยื่อใย (CF)	4.37	7.80
ไขมัน (EE)	4.68	5.95
เถ้า (Ash)	9.94	10.86
คาร์โบไฮเดรต (NFE)	63.87	59.05
แคลเซียม (Ca)	2.12	2.30
ฟอสฟอรัส (P)	0.79	0.80
แมกนีเซียม (Mg)	0.30	0.35
โพแทสเซียม (K)	0.68	0.63
พลังงานรวม (Gross energy, Cal/g)	4,400.22	4,486.88

- วิเคราะห์โดย กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์

สมรรถภาพการผลิต

ผลจากการทดลอง แสดงใน ตารางที่ 3 พบว่า สมรรถภาพการผลิตของไก่ประดู่หางดำภายหลังได้รับอาหารทดลองทั้ง 2 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินได้ของไก่กลุ่มที่ 2 กินอาหารใส่กากเมล็ดในเจอร์ กินอาหารเฉลี่ยต่อตัวต่อวันมากกว่าไก่กลุ่มที่ 1 ที่กินอาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) โดยมีค่าเท่ากับ 115.89 และ 94.48 กรัม ตามลำดับ รวมทั้งได้รับโปรตีนหยาบสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ($p < 0.01$) มีค่าเท่ากับ 18.93 และ 16.19 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ สำหรับค่าสมรรถภาพการผลิตอื่นๆ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และอัตราการเลี้ยงรอด ของไก่ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม และไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากเมล็ดในเจอร์ มีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 12.17 และ 10.17 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เท่ากับ 4.90 และ 5.62 ตามลำดับ และอัตราการเลี้ยงรอด ในไก่ที่ได้รับอาหารทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเท่ากัน โดยมีค่าเท่ากับ 92.5 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 ผลของการใช้กากเมล็ดในเจอร์ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ประดู่หางดำ

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่ 2 กลุ่มใส่กากเมล็ด ในเจอร์	p-value
จำนวนไก่ทดลอง (ตัว)	200	200	
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	77	77	
น้ำหนักตัวเริ่มทดลองที่อายุ 8 สัปดาห์ (กรัม/ตัว)	556.80±20.12	558.00±7.71	0.9040
น้ำหนักตัวสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	1,494.40±66.03	1,342.00±9.06	0.0822
น้ำหนักเพิ่ม (กรัม/ตัว)	937.60±65.74	784.00±12.09	0.0506
ปริมาณอาหารที่กินได้ (กรัม/ตัว/วัน)	94.48±2.93	115.89±3.38	0.0014
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	16.19±1.12	18.93±1.23	0.0063
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	12.17±0.85	10.17±0.15	0.0799
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (FCR)	4.90±0.26	5.62±0.19	0.0625
ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว,บาท/กก.	64.12±7.77	54.14±4.24	0.0358
อัตราการเลี้ยงรอด (%)	92.5±2.50	92.5±2.23	1.0000

จากผลการทดลอง การใช้กากเมล็ดในเจอร์ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ทำให้ไก่จะกินอาหารได้มาก และได้รับโปรตีนหยาบสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่กลับมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากกากเมล็ดในเจอร์มีไลซีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นต่ำกว่าไลซีนในกากถั่วเหลือง โดยในกากเมล็ดในเจอร์มีไลซีน 335 mg/g N (Getinet and Sharma, 1996) กากถั่วเหลืองมีไลซีน เท่ากับ 405.62 mg/g N (Banaszkiewicz, 2000) ไลซีนเป็นกรดอะมิโนจำเป็นที่มีความสำคัญมากในอาหารไก่ โดยมีบทบาทสำคัญในการสร้างพลังงานกระดูก กล้ามเนื้อ และเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์คาร์นิทีน (carnitine biosynthesis) Geremew *et al.* (2015) อธิบายว่า คุณภาพของโปรตีนและการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารมีความสำคัญต่อสมรรถภาพการผลิตของสัตว์ คุณภาพของโปรตีนขึ้นอยู่กับกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบและความสามารถในการย่อยได้ โดยพบว่ากากถั่วเหลืองและมีความสามารถในการย่อยได้สูงกว่ากากเมล็ดในเจอร์ โดยมีค่าเท่ากับ 87.4%-96.2 เปอร์เซ็นต์ และ 72.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แต่อย่างไรก็ตามไก่ทดลองที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม พบว่า มีอัตราการเจริญเติบโตและมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารมีค่าใกล้เคียงกับ อุดมศรีและคณะ (2553) ที่รายงานว่าไก่พื้นเมืองประดู่หางดำละเพศตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 20 สัปดาห์ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 13.4 กรัมต่อตัวต่อวัน และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เท่ากับ 4.5

ด้านต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม การใช้กากเมล็ดไนเจอร์ผสมในสูตรอาหารจะทำให้ราคาอาหารผสมถูกกว่าอาหารกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 1) และเมื่อนำมาคำนวณเป็นต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมแล้ว พบว่า กลุ่มที่ใช้กากเมล็ดไนเจอร์ผสมในอาหารจะมีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($p<0.05$) คือ 54.14 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมมีต้นทุนค่าอาหาร เท่ากับ 64.12 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 3) ทั้งนี้ เพราะกากเมล็ดไนเจอร์เป็นวัสดุที่เหลือใช้จากการโรงงานบีบน้ำมันมีราคาถูก จึงทำให้อาหารที่ใส่กากเมล็ดไนเจอร์มีต้นทุนต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ส่วนประกอบซาก

ผลการใช้กากเมล็ดไนเจอร์ทดแทนกากถั่วเหลือง ในสูตรอาหารเลี้ยงไก่ประดู่หางดำ ช่วงอายุ 8-18 สัปดาห์ต่อส่วนประกอบซาก (ตารางที่ 4) พบว่า ไก่กลุ่มกินอาหารควบคุมมีเปอร์เซ็นต์น้อยกว่าไก่กลุ่มกินอาหารใส่กากเมล็ดไนเจอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีค่าเท่ากับ 17.06 และ 14.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับค่าส่วนประกอบซาก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง ปีก นอก น่อง และเครื่องในรวม (ตับ หัวใจ กึ้น ม้าม) พบว่าในไก่ทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารควบคุม และกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากเมล็ดไนเจอร์มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เท่ากับ 91.29 และ 90.00 เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง เท่ากับ 80.83 และ 80.00 เปอร์เซ็นต์ปีกเท่ากับ 9.90 และ 9.44 เปอร์เซ็นต์ส่วนอก เท่ากับ 13.85 และ 12.65 เปอร์เซ็นต์เครื่องในรวม (ตับ หัวใจ กึ้น ม้าม) เท่ากับ 5.24 และ 5.92 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลของการใช้กากเมล็ดไนเจอร์ในอาหารต่อส่วนประกอบซาก ของไก่ประดู่หางดำ อายุ 18 สัปดาห์ (%)

ลักษณะที่ศึกษา (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	p-value
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มใส่กากเมล็ดไนเจอร์	
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน	91.29±1.09	90.00±2.21	0.6152
เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง	80.83±0.74	80.00±0.76	0.4615
ปีก	9.90±0.16	9.44±0.34	0.2640
อก	13.85±0.23	12.65±0.64	0.1179
น่อง	17.06±0.32	14.87±0.22	0.0005
เครื่องในรวม ได้แก่ ตับ หัวใจ กึ้น ม้าม	5.24±0.18	5.92±0.30	0.0919

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบซากโดยรวมของไก่ทดลองทั้ง 2 กลุ่ม จะเห็นได้ว่าไก่ทดลองกลุ่มที่ 1 (กินอาหารควบคุม) มีส่วนประกอบซากดีกว่าไก่ทดลองกลุ่มที่ 2 ที่กินอาหารที่มีกากเมล็ดไนเจอร์ ยกเว้นเครื่องในรวม (ตับ หัวใจ กึ้น ม้าม) ที่ไก่ทดลองกลุ่มที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าไก่ทดลองกลุ่มที่ 1 อาจเป็นไป

ได้ว่า อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 ผสมกากเมล็ดไนเจอร์ซึ่งมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบสูง จึงอาจทำให้ตับซึ่งเป็นอวัยวะในทำหน้าที่ผลิตน้ำดีที่ช่วยในการย่อยไขมันทำงานหนักกว่าปกติ จึงทำให้มีขนาดใหญ่กว่าไ้กลุ่มที่ 1 ที่กินอาหารควบคุม

ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการทดลอง แสดงในตารางที่ 5 พบว่า ค่าส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อไก่ส่วนนอก ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ในไก่ทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ไ้กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากเมล็ดไนเจอร์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันในเนื้อไก่ สูงกว่าไ้กลุ่มที่กินอาหารควบคุมทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าไ้กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของกากเมล็ดไนเจอร์ที่มีโปรตีนและไขมันสูงจึงทำให้มีองค์ประกอบทางเคมีด้านโปรตีนและไขมันในเนื้อสูงด้วย และเมื่อเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อไ้กับรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า ผลการทดลองครั้งนี้ มีค่าองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อไ้ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และเถ้า สูงกว่า จันทรพร และ กันยา (2549) ที่ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไ้พื้นเมืองสายพันธุ์ไทย และผลการทดลองครั้งนี้มีค่าองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น และโปรตีนใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาของจันทรพร และกันยา (2549) ที่ศึกษาคุณภาพเนื้อของไ้กระทางไ้พื้นเมือง ไ้สีทอง และไ้ตะนาวศรี

ตารางที่ 5 ผลของการใช้กากเมล็ดไนเจอร์ในอาหารต่อส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไ้ส่วนนอก (%)

ลักษณะที่ศึกษา (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	p-value
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มใส่กากเมล็ดไนเจอร์	
ความชื้น	73.01±0.51	72.80±0.77	0.82
โปรตีน	24.75±0.22	25.69±0.65	0.20
ไขมัน	0.74±0.09	0.86±0.14	0.49
เถ้า	1.47±0.05	1.47±0.05	1.00

สรุปผลการทดลอง

สามารถใช้กากเมล็ดไนเจอร์ทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 20.26 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารเพื่อเลี้ยงไ้ประดู่หางดำ ช่วงอายุ 8-18 สัปดาห์ โดยไ้ทั้ง 2 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโต (12.17 และ 10.17 กรัมต่อตัวต่อวัน) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (4.90 และ 5.62) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การใช้กากเมล็ดไนเจอร์ในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไ้ส่วนนอก ($p>0.05$) แต่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้้องต่ำกว่่า ($p<0.01$) กลุ่มควบคุม และมีผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมเฉลี่ย 54.14 บาทต่อกิโลกรัม ต่ำกว่่า ($p<0.05$) ไ้ทดลองที่ได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนประกอบของกากเมล็ดไนเจอร์ ซึ่งมีต้นทุน ค่าอาหารเฉลี่ย 64.12 บาทต่อกิโลกรัม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายจรูญโรจน์ จันทรศิริ ผู้เชี่ยวชาญด้านพืชอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่ให้การสนับสนุนการทดลองนี้ ขอขอบคุณ นายสมศักดิ์ เกาทอง ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารสัตว์กระเพาะเดียว กรมปศุสัตว์ ที่ให้คำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและการเขียนรายงาน ขอขอบคุณ กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ คณะกรรมการวิชาการ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ เจ้าหน้าที่และพนักงานศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปางทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2551. ไก่พื้นเมืองไทย (กรมปศุสัตว์-สกว.) โดยความร่วมมือระหว่าง กรมปศุสัตว์-สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และ กันยา ตันติวิสุทธิกุล. 2549. คุณภาพเนื้อของไก่กระທัง ไก่พื้นเมือง ไก่สีทอง และ ไก่ตะนาวศรี, น. 230-239. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และ กันยา ตันติวิสุทธิกุล. 2549. คุณภาพซาก สี และส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไก่พื้นเมืองสายพันธุ์พม่า ไก่กระທัง และพื้นเมืองสายพันธุ์ไทย, น.400-406 ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารราคาต่ำสุด (กอส.1). 2550. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม โดยนายโอสถ นาคสกุล กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. มิถุนายน 2550.
- วิโรจน์ วนาสิตชัยวัฒน์. 2551. แนวทางลดต้นทุนค่าอาหารสุกรและสัตว์ปีก. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2556. ผลการวิเคราะห์กากเมล็ดในเจอร์. กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- สัญญา จตุรลิตา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. โรงพิมพ์ธนบรรณการพิมพ์. เชียงใหม่.
- อัจฉริยา ปราบอริพ่าย. 2547. เทคนิคการวิเคราะห์สถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS ทฤษฎีและภาคปฏิบัติ. พิมพ์ ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อุดมศรี อินทรโชติ อำนวนย เลี้ยวธารากุล ธีระชัย ช่อไม้ ทวีศิลป์ จินด้าง และชูศักดิ์ ประภาสสวัสดิ์. 2553. ไก่พื้นเมืองไทย ประดู่หางดำ แดง เหลืองหางขาว ซี. กรมปศุสัตว์และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC).2000.Official Methods of Analysis. 15th Ed, Assoc, Inc. Virginia, USA.
- Banaszkiewicz T. 2011. Nutritional Value of Soybean Meal. Siedlce University, Natural Faculty, Poland. แหล่งที่มา www.intechopen.com. 15 พฤษภาคม 2561.

- Getinet, A. and S.M. Sharma. 1996. Niger. *Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 5. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Geremew A, Getahun A, Rana K. 2015. Digestibility of Soybean Cake, Niger Seed Cake and Linseed Cake in Juvenile Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *J Aquac Res Development* 6: 333.

อิทธิพลของการเสริมสมุนไพรร 3 ชนิดต่อสมรรถนะการผลิตและภูมิคุ้มกัน ของไก่ลูกผสมพื้นเมือง

พรพิมล บุญวงศ์^{1/} รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์^{2/} อานภาพ เสี่ยงสาย^{3/} สมศักดิ์ เกาทอง^{3/} วชรพงษ์ สุตดี^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึง ผลของการเสริมสมุนไพรร 3 ชนิด ได้แก่ กำแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภก ที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และระดับภูมิคุ้มกันโรคในไก่ลูกผสมพื้นเมือง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง ระหว่างเดือนธันวาคม 2560 - กุมภาพันธ์ 2561 วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) โดยใช้ไก่ลูกผสมพื้นเมืองคะเพตอายุ 1 วัน จำนวน 480 ตัว แบ่งไก่ออกเป็น 4 กลุ่มๆ 4 ซ้ำๆ ละ 30 ตัว เลี้ยงในคอกทดลองขนาด 2 x 3 เมตร จำนวน 16 คอก จัดให้ได้รับอาหารทดลองที่เสริมด้วยสมุนไพรร 3 เพอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารที่ไม่เสริมสมุนไพรร กลุ่มที่ 2 เสริมกำแพงเจ็ดชั้น กลุ่มที่ 3 เสริมไพล และกลุ่มที่ 4 เสริมสมอพิเภก โดยให้ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารที่มีโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน ทำการทดลอง จนไก่อายุครบ 10 สัปดาห์

ผลการทดลองพบว่า การเสริมสมุนไพรรไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่ โดยไก่ทั้ง 4 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 14.75 13.78 12.13 และ 15.20 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่พบว่าไก่อกลุ่มที่ 3 และ 4 กินอาหารได้เฉลี่ย 65.94 และ 66.68 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ กินอาหารได้ต่ำกว่า ($p<0.01$) ไก่อกลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งกินอาหารได้เฉลี่ย 72.95 และ 89.68 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ไก่อกลุ่มที่ 1 มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 4.99 ใกล้เคียง ($p>0.05$) กับไก่อกลุ่มที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 5.61 และ 4.39 ตามลำดับ แต่ต่ำกว่า ($p<0.05$) ไก่อกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 6.53

การเสริมสมุนไพรรในอาหารไม่มีผลต่อคุณภาพซากของไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่ม แต่พบว่าการเสริมไพล ในไก่อกลุ่มที่ 3 มีก้นเท่ากับ 6.24 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า ($p<0.01$) ไก่อทดลองอีก 3 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 4.29 4.33 และ 4.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าการเสริมไพล และกำแพงเจ็ดชั้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อมีค่าใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) เท่ากับ 12.92 และ 13.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ต่ำกว่า ($p<0.05$) ไก่อกลุ่มที่ 1 และ 4 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เนื้อมีค่าเท่ากับ 14.54 และ 15.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การเสริมสมุนไพรรมีผลต่อคุณภาพเนื้อของไก่ทดลอง พบว่า ค่าความสว่างของเนื้อส่วนนอกของไก่ทดลองกลุ่มที่ 2 3 และ 4 มีค่าต่ำกว่า ($p<0.01$) ไก่อทดลองกลุ่มที่ 1 ซึ่งไม่มีการเสริมสมุนไพรร การเสริมสมุนไพรรไม่มีผลต่อแรงตัดผ่านเนื้อส่วนเนื้อมาก แต่พบว่าการเสริมกำแพงเจ็ดชั้นในไก่อกลุ่มที่ 2 มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อส่วนเนื้อสะโพก 2.67 กก.ต่อลบ.ซม. สูงกว่าการเสริมไพลและสมอพิเภก ในไก่อกลุ่มที่ 3 และ 4 การเสริมกำแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภก ในไก่อกลุ่มที่ 2 3 และ 4 มีผลทำให้ไขมัน ($p<0.01$) และความชื้น ($p<0.05$) ของเนื้อมีค่าต่ำกว่าไก่อกลุ่มที่ 1 และนอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมสมุนไพรรทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลต่อระดับภูมิคุ้มกันโรคนิวคาสเซิลในไก่ทดลอง แต่การเสริมสมอพิเภกสามารถทำให้ระดับภูมิคุ้มกันยืนตัว (Prolong) ได้ดีกว่าทุกกลุ่ม

คำสำคัญ: กำแพงเจ็ดชั้น ไพล สมอพิเภก ภูมิคุ้มกัน ไก่อผสมพื้นเมือง

เลขทะเบียนวิชาการ: 61(2)-0214-077

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์แพร่ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

^{3/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

^{4/} สำนักควบคุม ป้องกันและบำบัดโรคสัตว์กรมปศุสัตว์ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ

Effects of supplementation of 3 herbals on production performance and immunity of crossbred native chicken

Pornpimon Boonwong^{1/} Ratchadawan Phunphiphat^{2/} Arnuphab Sengsai^{3/}
Somsak Poathong^{3/} Watcharapong Suddee^{4/}

Abstract

Purposes of the experiment were to study the effects of supplementation of 3 herbal plants including Kampang Jedchan (*Salacia chinensis* L.) Plai (*Zingiber montanum*) and Samor Phiphek (*Terminalia bellirica*) on production performance, carcass quality, meat quality, and immunity level of crossbred native chicken were conducted at the Lampang Animal Nutrition Research and Department Center during December 2017 to February 2018. Completely randomized design (CRD) was assigned 480 one day old of both sexes. The chickens were randomly divided into 4 groups, with each group consisting of four replications of 30 chicks each. Raised through 16 experimental stalls sized 2x3 meters, treatments were including group 1 (without herb), group 2 (3% Kampang Jedchan), group 3 (3% Plai) and group 4 (3 % Samor Phiphek). All groups received the same level of crude protein and energy feeds. The experiment period lasted for 10 weeks.

Results of the experiment showed that there were no significant differences in the average daily gain of all four groups ($p>0.05$) equivalent to 14.75, 13.78, 12.13, and 15.20 g./bird/day respectively. However, the feed intake of the chickens in group 3 and 4 (65.94 and 66.68 g./bird/day, respectively) were significantly ($p<0.01$) lower than the chicken in group 1 and 2 (72.95 and 89.68 g./bird/day, respectively). The first group has the feed conversion ratio of 4.99 which was close to ($p>0.05$) group 3 and 4 with the ratio of 5.61 and 4.39 respectively, but less than ($p<0.05$) the chicks from group 2 with the ratio of 6.53. Supplement of herbs, no significant differences on carcass quality in all groups, but the supplement of Plai in group 3, the chick's gizzard was equivalent to 6.24 %, higher than ($p<0.01$) the other three groups which were 4.29, 4.33, and 4.20 % respectively. Results also showed that given Plai and Kampang Jedchan the percentage of breast meat were close ($p>0.05$) equivalent to 12.92 and 13.82 % respectively, but was less than ($p<0.05$) group 1 and 4, with the percentage of breast meat of 14.54 and 15.00 % respectively.

The enhancements from the herbs do have an effect on meat quality. The breast lightness value from the chicks in group 2, 3, and 4 was less than ($p<0.01$) that of the chicks from group 1 (without herb). Herbal supplementation was not signed to the Warner- Blatzler shear force value of the breast meat. On the other hand, the shear force

value in the thighs of group 2 was equivalent to 2.67 kg/cm³, which was higher than of using Plai and Samor Phiphek in group 3 and 4. However, with the use of Kampang Jedchan, Plai, and Samor Phiphek in groups 2, 3, and 4, resulted in the level of fat ($p<0.01$) and moisture ($p<0.05$) of the breast meat were less than group 1. Furthermore, herbal supplementation was not significantly improved immunity on New Castle Disease ($p>0.05$), but with Samor Phiphek, it allows prolong level of immunity better than any other groups.

Keywords: Kampang Jedchan, Plai, Samor Phiphek, immunity, crossbred native chicken

Registered No.: 61(2)-0214-077

^{1/} Lampang Animal Nutrition Research and Department Center, Hang Chat, Lampang.

^{2/} Phrae Animal Nutrition Research and Department Center, RongKwang, Phrae.

^{3/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Prathumtanee.

^{4/} Bureau of Disease Control and Veterinary Services, Bangkok.

คำนำ

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การใช้ยาปฏิชีวนะในประเทศไทยมีมูลค่ามากกว่าปีละ 10,000 ล้านบาท พบเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะมากขึ้น คนไทยติดเชื้อมากกว่าปีละ 100,000 คน ต้องนอนรักษาตัวในโรงพยาบาลนานขึ้น และเสียชีวิตมากกว่าปีละ 38,000 ราย ก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นมูลค่ามหาศาล สาเหตุสำคัญคือ การใช้ยาปฏิชีวนะมากเกินไปและไม่เหมาะสม ขาดมาตรการควบคุม ปัญหาเชื้อดื้อยาส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้ยาปฏิชีวนะในฟาร์มปศุสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มน้ำหนักสัตว์ (ณัฐธิดา และคณะ, 2559)

จากผลการใช้ยาปฏิชีวนะบ่อยครั้งมักมีผลตกค้างในสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ สหภาพยุโรปได้ตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าวจึงมีมาตรการที่เข้มงวดในการใช้ยาในอาหารสัตว์และกำหนดนโยบาย Zero Tolerance หรือกฏยาตกค้างเป็นศูนย์คือต้องไม่มียาปฏิชีวนะตกค้างในอาหารที่นำมาเข้ามาในประเทศไทยโดยเด็ดขาด (ดุจดาว และคณะ, 2553) นอกจากนี้ผู้บริโภคในประเทศที่พัฒนาแล้วอื่นๆยังหันมานิยมผลิตภัณฑ์สุขภาพที่มาจากสมุนไพรมากขึ้น เนื่องจากมั่นใจในคุณค่าของสมุนไพรจากธรรมชาติ สมุนไพรจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาประยุกต์ใช้ทดแทนการใช้สารปฏิชีวนะในด้านต่างๆ ทั้งในระบบทางเดินอาหารและทางเดินหายใจ ตลอดจนการใช้เป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรค และช่วยให้ผลิตภัณฑ์สัตว์มีคุณภาพและมีมูลค่าเพิ่ม จากการใช้สมุนไพรเสริมเข้าไปในอาหารสัตว์โดยตรง หรือสารสกัดจากธรรมชาติจนได้ผลิตภัณฑ์สัตว์ที่มีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์ต่างๆ (สาโรช และคณะ, 2547)

โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจหรือหวัดในสัตว์ปีกที่เกิดจากเชื้อไวรัส ได้แก่ 1.โรคไข้หวัดนก (Avian Influenza; AI) 2. โรคนิวคาสเซิล(Newcastle disease; ND) 3. โรคหลอดลมอักเสบติดต่อกัน (Infectious bronchitis disease; IB) 4.โรคกล่องเสียงอักเสบติดต่อกัน (Infectious laryngotracheitis; ILB)(ประภากร, 2560)ซึ่งที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยการใช้สมุนไพรที่มีสรรพคุณต้านโรคหวัด เช่น Klaywong et al. (2014) รายงานว่า กำแพงเจ็ดชั้น (*Salacia chinensis* L.) ไพล (*Zingiber montanum*) และสมอพิเภก (*Terminalia bellirica*) โดยสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดนี้ พบว่า มีสาร NS1 RBD inhibitor ที่สามารถจับกับ NS1 ซึ่งเป็น multifunctional protein ของเชื้อไวรัส H5N1 HP-AIV โดยสามารถลดการเข้าทำลายเซลล์ของเชื้อไวรัสดังกล่าวได้ 67.3 64.3 และ 60.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สมุนไพรไทยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชนิด ได้แก่ กำแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภก มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2010) รายงานสรรพคุณและองค์ประกอบทางเคมีของสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ดังนี้

1. กำแพงเจ็ดชั้น ประโยชน์ของกำแพงเจ็ดชั้น คือ มีฤทธิ์ต้านเบาหวานลดอาการแทรกซ้อนที่ตาจากเบาหวาน ฤทธิ์ลดไขมันในเลือด ฤทธิ์ปกป้องเซลล์ตับจากสารพิษ และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

2. ไพล มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นน้ำมันระเหยง่ายไม่น้อยกว่า 0.87 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปเป็นสารในกลุ่มมอโนเทอร์พีน (monoterpene) นอกจากนี้ยังมีสารสีเหลืองเคอร์คูมิน (curcumin) ไพลมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา ต้านเชื้อแบคทีเรีย ลดการอักเสบ

3. สมอพิเภก มีฤทธิ์ ต้านเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส รา ยีสต์แก๊งค์ หิด แก้งไธ แก้งหวัด ยั้งยั้งเอนไซม์ HIV-1 reverse transcriptase และ HIV-1 protease(DISTHA, 2017) องค์ประกอบทางเคมี: chebulagic acid ellagic acid gallic acid chebulagic acid สารสำคัญ ที่พบได้แก่ Tannin Sugar และ β -sitosterol

การศึกษาลักษณะการใช้กำแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภก เป็นผลการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ ส่วนข้อมูลการศึกษาการใช้สมุนไพรทั้ง 3 ชนิดนี้เสริมในอาหารสัตว์ยังมีไม่มากนัก ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษา

ถึงอิทธิพลของการเสริมสมุนไพรร 3 ชนิด ได้แก่ กำแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภก ที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตและระดับภูมิคุ้มกันโรคในไก่ลูกผสมพื้นเมือง เพื่อเป็นแนวทางในการนำสมุนไพรมานำใช้เลี้ยงสัตว์ทดแทนสารปฏิชีวนะ และนำสมุนไพรมีในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง ตำบลเวียงตาล อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนธันวาคม 2560-กุมภาพันธ์ 2561 โดยใช้ไก่ลูกผสมพื้นเมือง (โรด×ประดู่หางดำ) คละเพศอายุ 1 วัน จำนวน 480 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) แบ่งไก่ออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 4 ซ้ำๆละ 30 ตัวเลี้ยงด้วยอาหารไก่พื้นเมืองระยะเล็กที่มีขายในท้องตลาด (commercial feed) ซึ่งมีพลังงานไม่ต่ำกว่า 2,850 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 19 เปอร์เซ็นต์ จนไก่อายุได้ 4 สัปดาห์ จึงเริ่มการทดลองโดยให้อาหารผสม จนอายุครบ 10 สัปดาห์ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาหารพื้นฐาน

กลุ่มที่ 2 อาหารพื้นฐานเสริมกำแพงเจ็ดชั้นในอาหาร 3 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 3 อาหารพื้นฐานเสริมไพลในอาหาร 3 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 4 อาหารพื้นฐานเสริมสมอพิเภกในอาหาร 3 เปอร์เซ็นต์

เลี้ยงไก่ในโรงเรือนระบบเปิดใช้แกลบเป็นวัสดุรองพื้นในคอกขนาด 2x3 เมตร จำนวน 16 คอก

โปรแกรมการให้วัคซีน

ให้วัคซีนรวมนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบ โดยวิธีหยอดตา เมื่อไก่มีอายุครบ 7 วัน

อาหารและการให้อาหาร

ไก่ทดลองทุกกลุ่มได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน ให้ไก่ได้รับอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) มีน้ำสะอาด ให้กินตลอดเวลา ให้อาหารในช่วงเช้า เวลา 08.00 นาฬิกาและช่วงบ่าย เวลา 15.30 นาฬิกา รวมระยะเวลา 70 วัน

การเตรียมอาหารทดลอง

จัดหาสมุนไพรร กำแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภกสดเป็นผง จากแหล่งที่เชื่อถือได้ และสะอาดปลอดภัย แล้วนำไปใช้ผสมอาหารโดยเติมลงในสูตรอาหารตามระดับที่กำหนดในสิ่งทดลอง ส่วนประกอบของสูตรอาหารแสดงในตารางที่ 1

การบันทึกข้อมูล

2. บันทึก น้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง และทุกๆ 2 สัปดาห์ และน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง ที่อายุ 10 สัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ทุกสัปดาห์เป็นรายกลุ่มและบันทึกจำนวนโก๋ตาย

1. สุ่มไก่แต่ละซุ้ม ละ 2 ตัว เจาะเลือด โดยทำการเจาะเลือดไ้ทุกๆ 2 สัปดาห์ จนไ้อายุครบ 10สัปดาห์ เพื่อนำซีรัมและเลือดไปตรวจวัดค่าทางโลหิตวิทยาต่างๆ ดังนี้

- ใช้ตัวอย่างซีรัม 1 ซีซี ตรวจหาระดับภูมิคุ้มกัน โดยวิธี Hemagglutination Inhibition Test (HI test) อ่านผลเป็น HI titer ผลที่ถูกต้องว่าเป็น positive คือ ค่าที่มากเกินระดับ 16

- ตรวจหาความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (complete blood count; CBC) ได้แก่ ปริมาณเม็ดเลือดแดง(Packed cell volume; PCV) ปริมาณเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด (White blood cell; WBC) และอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิด Heterophil : Lymphocyte โดยเจาะเลือดไก่ประมาณ 1 ซีซี ใส่ EDTA ป้องกันการแข็งตัวของเลือด จากนั้นนำตัวอย่างเลือดจากแต่ละขั้ว มาเสียบยาลงกระจกสไลด์ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ 15-20 นาที จากนั้นทำการย้อมด้วยสี Wright-Giemsa และนำมาหาอัตราส่วนเม็ดเลือดโดยการนับแยกชนิดเม็ดเลือดอัตราส่วน 100 เซลล์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (Light microscope) โดยดัดแปลงวิธีการจาก Ritchie *et al.* (1994)

- ทำการการุณฆาตไก่ที่ถูกนำมาเจาะเลือด จำนวน 2 ตัวต่อขั้ว เพื่อศึกษาลักษณะซากและน้ำหนักของอวัยวะภายในที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันและสุขภาพทั่วไป ได้แก่ หัวใจ ตับ ม้าม กิน ต่อมไทมัสและต่อมเบอร์ดชา โดยเทียบกับน้ำหนักตัว

การศึกษาคุณภาพซาก (Carcass quality)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 10 สัปดาห์ สุ่มเลือกไก่ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของขั้ว จำนวน ขั้วละ 2 ตัว บันทึกน้ำหนักมีชีวิต ทำการชำและตัดแต่งซากตามวิธีมาตรฐานสากลเป็นส่วนต่างๆเพื่อบันทึกน้ำหนักได้แก่ เนื้อส่วนนอก สะโพก ปีก น่อง สันใน ไขมันช่องท้อง ตับ กิน หัวใจ ไครง และเศษเนื้อจดบันทึกข้อมูลเพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนต่างๆ

การศึกษาคุณภาพเนื้อ (Meat quality)

นำไก่ทดลองที่ตัดแต่งแล้ว แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการศึกษา ลักษณะคุณภาพเนื้อ ดังนี้

1. ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อส่วนสะโพกและอก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน และความชื้น (AOAC, 1999)

2. ค่าสี L* a* และ b* ของเนื้ออกและสะโพก โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer NS800

3. ความนุ่มของเนื้ออกและเนื้อสะโพก โดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง Texture Analyzer model TD-HD

4. การตรวจชิมเนื้อเพื่อหาคะแนนลักษณะปรากฏ กลิ่น สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความพอใจโดยรวม โดยการตรวจชิมด้วยผู้บริโภคมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนมาก่อน จำนวน 30 คน มีอายุระหว่าง 20-50 ปี เมื่อชิมแล้วให้ตอบแบบสอบถามซึ่งมี 9 สเกล ให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดย Duncan's new multiple range test

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของสมุนไพร และอาหารทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลองแสดงในตารางที่ 2 โดยแบ่งตามแต่ละช่วงอายุ คือ ช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ และช่วงอายุ 7-10 สัปดาห์ อาหารแต่ละช่วงอายุแบ่งเป็น 4 สูตร ตามชนิดของการเสริมสมุนไพร โดยปรับปริมาณวัตถุดิบให้มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกันในแต่ละสูตร ซึ่งพบว่า อาหารที่

ใช้ในการทดลองช่วงอายุ 4-10 สัปดาห์ มีค่าโปรตีนหยาบที่ได้จากการวิเคราะห์สูงกว่าที่คำนวณไว้เล็กน้อย เนื่องจากจากวัตถุดิบแหล่งโปรตีนที่ใช้ในอาหารทดลองมีโปรตีนสูงกว่าค่าที่ใช้ในการคำนวณ

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์อาหารทดลองไก่ลูกผสมพื้นเมือง ช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ และ 7-10 สัปดาห์

	อายุ 4-6 สัปดาห์ ^{1/}				อายุ 7-10 สัปดาห์ ^{2/}			
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
วัตถุดิบ	96.81	90.89	91.59	91.92	91.12	89.93	90.14	89.70
โปรตีน	21.99	21.39	23.36	22.29	19.21	18.62	19.97	19.06
พลังงาน GE	4,258.02	4,909.20	4,093.58	4,044.04	3,935.46	3,996.51	3,979.11	3,938.73
สัตว์ปีก ^{2/}								
(Kcal/kg)								
เยื่อใย	3.70	5.42	4.84	5.43	3.99	4.97	3.69	4.40
แคลเซียม ^{2/}	1.00	1.01	1.00	0.98	1.35	1.16	1.06	1.17
ฟอสฟอรัส ^{2/}	0.84	0.82	0.82	0.78	0.65	0.64	0.64	0.64

- ^{1/}วิเคราะห์โดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

- ^{2/}วิเคราะห์ โดย กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีของสมุนไพรและวัตถุดิบอาหารสัตว์

	สมุนไพร ^{1/}				วัตถุดิบอาหารสัตว์		
	กำแพง เจ็ดชั้น	ไพล	สมอ พิเภก	กากถั่ว เหลือง ^{2/}	ข้าวโพดบด ^{2/}	รำละเอียด ^{2/}	ปลาป่น ^{1/}
วัตถุดิบ %	90.73	87.61	91.14	87.37	87.70	88.67	90.44
โปรตีน %	4.13	7.92	9.91	46.34	7.29	13.59	66.67
ไขมัน %	1.45	3.04	3.52	1.82	4.56	12.44	1.34
เยื่อใย %	31.72	6.46	32.74	4.94	2.43	9.57	-
NFE %	58.66	75.85	47.28	27.33	71.85	42.79	24.08
ถั่ว %	4.04	6.73	6.55	6.94	1.57	10.28	6.99
ADF %	57.07	3.78	33.11				
NDF %	71.52	13.75	58.59				
ADL %	48.26	0.00	5.67				
Cellulose %	8.81	3.78	27.44				
Hemicellulose %	14.45	9.97	25.58				

- ^{1/}วิเคราะห์โดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

- ^{2/}วิเคราะห์โดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง

สำหรับสมุนไพรที่ใช้ในอาหารทดลอง มีค่าส่วนประกอบทางเคมีแสดงในตารางที่ 3 พบว่า กำแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภก มีโปรตีนหยาบแตกต่างกัน เท่ากับ 4.13 7.92 และ 9.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในด้านเยื่อใยพบว่า กำแพงเจ็ดชั้นและสมอพิเภก มีเยื่อใยใกล้เคียงกันโดยมีค่าเท่ากับ 31.72 และ 32.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าไพล ที่มีเยื่อใยเท่ากับ 6.46 เปอร์เซ็นต์ การใช้ กำแพงเจ็ดชั้นและสมอพิเภกเสริมในอาหารจึงต้องระมัดระวังในการประกอบสูตรอาหารเพื่อให้โภชนา สมดุล ดังที่ เยาวมาลย์ (2556) อธิบายการใช้สมุนไพรว่า การที่สัตว์จะได้รับสารออกฤทธิ์จากสมุนไพรใน ระดับที่ฆ่าเชื้อในร่างกายสัตว์ (in vivo) ได้ดีดังที่ปรากฏในห้องปฏิบัติการ (in vitro) จำเป็นต้องใช้ ผงสมุนไพรเสริมในอาหารระดับสูง (ระดับส่วนในร้อยละหรือ % ของอาหาร) ซึ่งบางครั้งเป็นไปได้ในเชิง ปฏิบัติเพราะจะทำให้เกิดปัญหาในการประกอบสูตรอาหารให้ได้สมดุลโภชนา ฤทธิ์ในเชิงยับยั้งหรือฆ่า เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคสมุนไพรจะออกฤทธิ์ไม่ชะงัดเท่าสารปฏิชีวนะเร่งการเจริญเติบโต ทั้งนี้เพราะระดับสาร ออกฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อของสมุนไพรแต่ละชนิดมีความเข้มข้นต่ำ ความคงตัวไม่แน่นอนและถูกปลดปล่อย ออกมาในตัวทำลายหลายหลายผันแปรไปตามชนิดของสาร

อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4 การเสริมสมุนไพรมีผลทำให้ไก่กินอาหารแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยไก่กลุ่มที่ 3 และ 4 กินอาหาร 65.94 และ 66.68 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ น้อยกว่าไก่กลุ่มที่ 2 ซึ่งกินอาหารเฉลี่ยสูงกว่าทุกกลุ่ม มีค่าเท่ากับ 89.68 กรัมต่อตัวต่อวัน และ ไก่กลุ่มที่ 1 กินอาหารเฉลี่ย 72.95 กรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อพิจารณาน้ำหนักเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโต กลับพบว่า ไก่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในด้านประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารพบว่า มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม ($p < 0.05$) โดยไก่กลุ่มที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่ากลุ่มที่ 2 แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และ 3 มีค่าเท่ากับ 4.39 4.99 และ 5.61 ตามลำดับ ส่วนไก่กลุ่มที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 6.53 แต่ไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มที่ 3 แต่อย่างไรก็ตาม การทดลองครั้งนี้พบว่า ไก่ไม่มีอัตราการตาย

การที่ไก่กลุ่มที่ 3 และ 4 กินอาหารน้อยกว่า แต่มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากไก่กลุ่ม อื่นๆ เมื่อพิจารณาพร้อมกับค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่พบว่า ไก่กลุ่มที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างจาก กลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ไก่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสมุนไพร ได้แก่ ไพลและสมอพิเภก โดยไพลมีสารสำคัญคือ curcumin ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม curcuminoids ช่วยป้องกันและรักษาแผลใน กระเพาะอาหาร ทำให้การย่อยอาหารทำงานดีขึ้น สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากโภชนาได้ดีขึ้นสมอพิเภก มีสารสำคัญคือ ellagic acid gallic acid ที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระป้องกันเซลล์จากปฏิกิริยา ออกซิเดชัน (oxidation reaction) ช่วยป้องกันเซลล์จากความเครียด จึงอาจช่วยกระตุ้นการใช้ประโยชน์ จากอาหารได้ดีขึ้น

ผลการทดลองนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของนักวิจัยหลายท่านที่ส่วนใหญ่พบว่า อาหารที่เสริม ด้วยสมุนไพรหลายชนิด เช่น มะระขี้นก ขี้เหล็ก มะตูม บอระเพ็ด (ปรีเยศ, 2559) คาวตอง (ญานิศา และ คณะ, 2554) ตะไคร้ผง (บงกช และคณะ, 2546) ผักคราดหัวแหวน (กุศลและคณะ, 2545) ไม่มีผลหรือ มีอิทธิพลน้อยมากต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่กลุ่มผสมพื้นเมือง การที่สมุนไพร ชนิดต่างๆมีอิทธิพลน้อยมากและไม่เด่นชัดต่อสมรรถภาพการผลิต อาจเนื่องจากปัจจัยหลายสาเหตุ เช่น สภาพแวดล้อม การจัดการดูแล สูตรอาหารและความเข้มข้นของสมุนไพรที่ใช้ ปริมาณของสารออกฤทธิ์ที่ แตกต่างกันในแต่ละส่วนของพืช ฤดูกาลปลูกและการเตรียมตัวอย่างของพืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง เป็นต้น (ปรีเยศ, 2559)

ตารางที่ 4 สมรรถนะการผลิตของไก่ลูกผสมพื้นเมือง ที่ได้รับอาหารทดลองช่วงอายุ 4-10 สัปดาห์

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	p-value
จำนวนไก่ทดลอง,ตัว	120	120	120	120	-
ระยะเวลาทดลอง,วัน	70	70	70	70	-
น้ำหนักเริ่มทดลองที่อายุ 4 สัปดาห์, กรัม/ตัว	239.67±12.13	215.33±5.90	227.25±16.75	216.29±15.39	0.0748
น้ำหนักสุดท้าย, กรัม/ตัว	1,272.50±104.04	1,180±103.19	1,076.25±161.42	1,280±29.44	0.0640
น้ำหนักเพิ่ม, กรัม/ตัว	1,032.84±103.19	964.67±85.64	849.00±153.80	1,063±26.73	0.0526
ปริมาณการกินอาหาร, กรัม/ตัว/วัน	72.95 ^b ±3.80	89.68 ^a ±5.14	65.94 ^c ±3.86	66.68 ^c ±2.70	0.0001
อัตราการเจริญเติบโต, กรัม/ตัว/วัน	14.75±1.47	13.78±1.22	12.13±2.20	15.20±0.38	0.0526
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	4.99 ^b ±0.72	6.53 ^a ±0.36	5.61 ^{ab} ±1.29	4.39 ^b ±0.24	0.0123

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

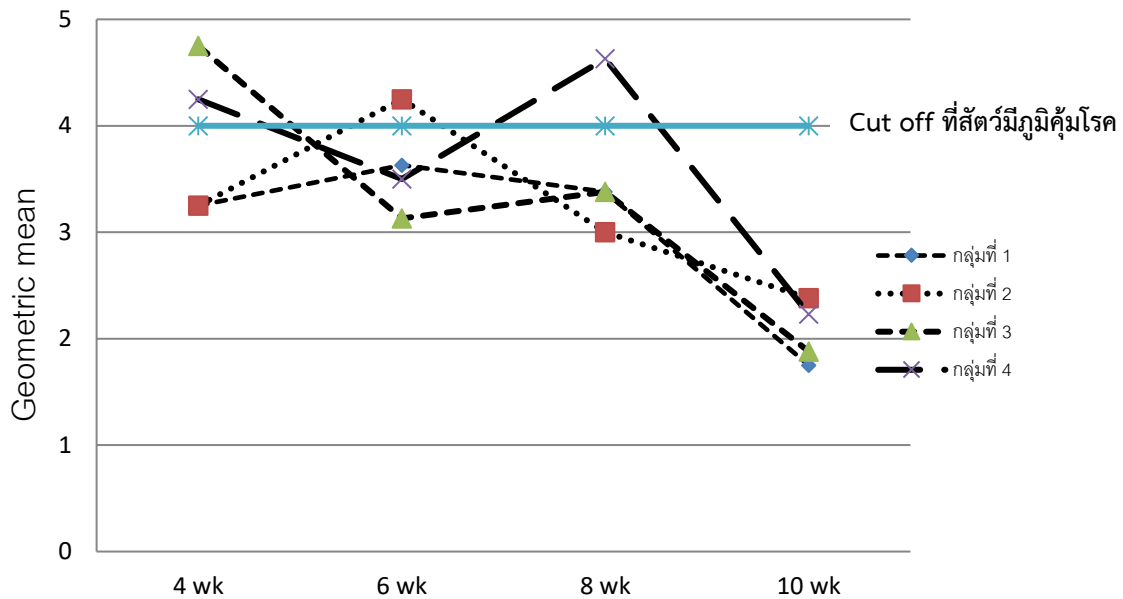
- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ระดับแอนติบอดี

ผลการวิเคราะห์การตอบสนองของระดับภูมิคุ้มกันโรคนิวคาสเซิลในไก่ลูกผสมพื้นเมือง แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจวัดค่า Immune titer ในเลือดไก่ด้วยวิธี Haemagglutination Inhibition test (HI titer) ไก่ทุกกลุ่มได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบที่อายุ 1 สัปดาห์ และเริ่มให้สมุนไพรผสมในอาหารแก่ไก่กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 จนถึงสิ้นสุดการทดลองที่อายุครบ 10 สัปดาห์ พบว่า ในทุกกลุ่มการทดลองมีการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้น สรุปได้ว่าการเสริมสมุนไพรกำแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภก ที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไม่มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันโรคนิวคาสเซิลในสัตว์ทดลองครั้งนี้

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตระดับแอนติบอดี ต่อโรคนิวคาสเซิลในไก่ลูกผสมพื้นเมือง ที่ได้รับอาหารผสมสมุนไพรแตกต่างกัน

อายุไก่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	p-value
4 สัปดาห์	3.25±0.87	3.25±0.96	4.75±1.55	4.25±1.94	0.36
6 สัปดาห์	3.63±1.03	4.25±1.76	3.13±0.25	3.50±1.22	0.61
8 สัปดาห์	3.38±0.85	3.00±0.71	3.38±1.65	4.63±0.63	0.19
10 สัปดาห์	1.75±0.96	2.38±0.75	1.88±1.03	2.13±0.85	0.77



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเรขาคณิตระดับแอนติบอดี (Geometric mean) ของไก่ลูกผสมพื้นเมืองในแต่ละกลุ่มการทดลอง

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาภาพที่ 1 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเรขาคณิตระดับแอนติบอดี ระหว่างไก่กลุ่มที่ 4 ซึ่งได้รับสมุนไพรผสมในอาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ กับไก่กลุ่มอื่นๆ พบว่า ระดับแอนติบอดีไก่กลุ่มที่ 4 มีความยืนตัว (Prolong) ดีกว่าไก่ทุกกลุ่ม จนสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 10 สัปดาห์อาจเป็นไปได้ว่าสมุนไพรที่ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน (immune function) ได้ดีกว่าสมุนไพรกลุ่มอื่นๆที่ใช้ในการทดลอง หากมีการใช้ร่วมกับการให้วัคซีนตามโปรแกรม

ค่า Packed cell volume (PCV)

ในการทดลองครั้งนี้ มีค่า PCV ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 7 โดยค่า PCV คือ เปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดแดงต่อปริมาณเลือดทั้งหมด จะเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของสัตว์ในไก่พื้นเมืองปกติจะมีค่า PCV 29.75-31.87 เปอร์เซ็นต์ (Chinrasri and Aengwanich, 2007) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ ไก่ทุกกลุ่มมีค่า PCV ใกล้เคียงกับค่าปกติ แสดงว่าไก่มีสุขภาพสมบูรณ์เป็นปกติ สอดคล้องกับรายงานของ ญานิศ และคณะ (2554) ที่ศึกษาการเสริมผักคาวตองต่อภูมิคุ้มกันของไก่ เนื้อผลปรากฏว่า ค่า PCV ไม่มีความแตกต่างกันในกลุ่มทดลอง เช่นเดียวกับ Qamar *et al.* (2015) ศึกษาการเสริมสมุนไพรแก่ไก่เนื้อ พบว่าค่า PCV ไม่มีความแตกต่างกันในกลุ่มทดลอง

เม็ดเลือดขาว (White blood cells; WBC)

ผลการทดลองที่อายุไก่ 6 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า ค่า WBC มีความแตกต่างในกลุ่มทดลอง ($p<0.05$) โดยไก่กลุ่มที่ 2 มี WBC ต่ำกว่าไก่ทดลองทุกกลุ่ม โดยมีค่าเท่ากับ 4.80×10^3 cell μ/L และมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองในค่า Monocyte ($p<0.05$) พบว่ากลุ่มที่ 3 มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่ม ในการศึกษาของ Orawan and Aengwanich (2007) รายงานว่าไก่ปกติมีค่า WBC ช่วงระหว่าง $1.14-1.21 \times 10^4$ cell μ/L Monocyte ช่วงระหว่าง 3.00-4.38% ในสัปดาห์ที่ 6 ไก่อาจเกิดการติดเชื้อ

หรือเกิดสภาวะเครียด จึงทำให้ WBC และ Monocyte แตกต่างกัน ดัง sturkie (1965) อ้างใน Orawan and Aengwanich (2007) กล่าวว่า มีหลายปัจจัยที่สามารถมีอิทธิพลต่อค่าโลหิตวิทยาในสัตว์ปีก เช่น อายุ เพศ ฮอร์โมน ภาวะขาดออกซิเจน สภาพแวดล้อม รวมถึงสุขภาพของสัตว์ปีกด้วย

ตารางที่ 7 ผลของการเสริมสมุนไพรต่อค่าเฉลี่ยจำนวนเม็ดเลือดขาวของไก่ลูกผสมพื้นเมือง

ลักษณะที่ศึกษา	อายุไก่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	p-value
Packed cell	4 สัปดาห์	28.00±2.83	31.00±5.66	29.50±0.71	28.00±2.83	0.79
Volume (%)	6 สัปดาห์	29.00±4.24	30.00±0.00	28.50±2.12	28.00±0.00	0.85
	8 สัปดาห์	33.50±3.54	33.00±1.41	30.50±3.54	30.50±3.54	0.69
	10 สัปดาห์	24.50±6.36	26.00±9.90	23.00±8.49	28.00±4.24	0.78
White Blood	4 สัปดาห์	10.34±3.73	12.43±3.27	15.18±0.31	14.41±0.16	0.33
Cells 10 ³ /ul)	6 สัปดาห์	19.36 ^a ±2.49	4.80 ^b ±0.99	20.24 ^a ±0.62	16.94 ^a ±5.60	0.02
	8 สัปดาห์	10.67±1.09	19.58±8.40	13.64±0.31	20.57±5.76	0.30
	10 สัปดาห์	10.80±1.90	18.87±1.48	20.79±0.78	19.03±17.89	0.70
Lymphocyte	4 สัปดาห์	73.00±12.73	55.00±7.07	43.50±12.02	37.00±22.63	0.21
(%)	6 สัปดาห์	68.50±3.54	43.00±8.49	58.00±15.56	59.50±10.61	0.17
	8 สัปดาห์	37.50±26.16	58.50±14.85	69.50±2.12	54.50±37.48	0.64
	10 สัปดาห์	67.50±12.02	74.00±9.90	70.50±4.95	62.00±15.58	0.75
Heterophil	4 สัปดาห์	27.00±12.73	45.00±7.07	56.50±12.02	63.00±22.63	0.21
(%)	6 สัปดาห์	31.50±3.54	57.00±8.49	42.00±15.56	30.50±10.61	0.17
	8 สัปดาห์	62.50±26.16	41.50±14.85	30.50±2.12	45.50±37.48	0.64
	10 สัปดาห์	32.50±12.02	26.00±9.90	29.50±4.95	38.00±15.56	0.75
H/L (%)	4 สัปดาห์	0.42±0.27	0.84±0.23	1.34±0.64	2.68±2.49	0.43
	6 สัปดาห์	0.49±0.09	1.36±0.37	0.88±0.54	0.46±0.20	0.16
	8 สัปดาห์	2.42±2.24	0.77±0.45	0.43±0.00	1.34±1.55	0.55
	10 สัปดาห์	0.55±0.30	0.38±0.20	0.43±0.13	0.64±0.37	0.77
Mono (%)	4 สัปดาห์	2.00±0.00	6.00±5.66	2.00±0.00	2.50±3.54	0.61
	6 สัปดาห์	1.50 ^{bc} ±0.71	1.00 ^c ±0.00	3.00 ^a ±0.00	2.50 ^{ab} ±0.71	0.04
	8 สัปดาห์	1.50±0.71	1.50±0.71	1.00±1.41	1.50±0.71	0.92
	10 สัปดาห์	2.00±0.00	0.50±0.71	2.00±1.41	1.00±0.00	0.28
Eos (%)	4 สัปดาห์	2.50±0.71	3.00±4.24	3.00±4.24	5.00±4.24	0.90
	6 สัปดาห์	2.00±0.00	1.50±0.71	2.50±0.71	2.50±0.71	0.41
	8 สัปดาห์	2.50±2.12	2.50±0.71	2.00±0.00	2.00±0.00	0.93
	10 สัปดาห์	2.50±0.71	2.50±0.71	2.50±0.71	1.50±0.71	0.47

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักอวัยวะภายในต่อน้ำหนักตัว

การเสริมและไม่เสริมสมุนไพรในอาหาร ทำให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักอวัยวะภายในต่อน้ำหนักตัว (ตารางที่ 8) ได้แก่ หัวใจ ตับ ม้าม ต่อมเบียร์ซ่า และต่อมไทมัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของกิน พบว่า ไก่กลุ่มที่ 3 เสริมโพลีในอาหาร ที่อายุ 6 8 และ 10 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักของกินต่อน้ำหนักตัว สูงกว่าไก่ทุกกลุ่ม ($p<0.01$) อาจเนื่องมาจากไก่กลุ่มที่ 3 มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่ำกว่าทุกกลุ่มจึงทำให้กินมีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ประภากร (2560) อธิบายการทำงานของกินว่า กินหรือกระเพาะบด เป็นอวัยวะที่มีผนังหนามีกล้ามเนื้อที่แข็งแรง ในไก่ทำหน้าที่บดอาหารแทนการเคี้ยวด้วยฟัน การบดย่อยของกินทำให้บางส่วนของอาหารโปรตีนและแร่ธาตุเริ่มละลายที่นี้

ตารางที่ 8 ผลของการเสริมสมุนไพรต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักอวัยวะภายในต่อน้ำหนักตัวของไก่ลูกผสมพื้นเมือง (%)

ลักษณะที่ศึกษา	อายุไก่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	p-value
หัวใจ	4 สัปดาห์	0.67±0.08	0.78±0.20	0.69±0.07	0.72±0.13	0.4242
	6 สัปดาห์	0.76±0.22	0.71±0.16	0.66±0.17	0.74±0.11	0.6388
	8 สัปดาห์	0.70±0.17	0.62±0.14	0.60±0.15	0.65±0.41	0.5448
	10 สัปดาห์	0.69±0.15	0.71±0.12	0.67±0.10	0.62±0.08	0.3990
ตับ	4 สัปดาห์	2.39±0.22	2.52±0.39	2.53±0.56	2.57±0.40	0.8276
	6 สัปดาห์	3.05±0.51	2.84±0.63	2.58±0.35	2.72±0.44	0.3044
	8 สัปดาห์	2.62±0.50	2.66±0.49	2.58±0.60	2.57±0.41	0.9817
	10 สัปดาห์	2.47±0.28	2.28±0.32	2.28±0.31	2.43±0.36	0.4813
ม้าม	4 สัปดาห์	0.15±0.07	0.19±0.06	0.12±0.07	0.18±0.05	0.1490
	6 สัปดาห์	0.39±0.17	0.41±0.25	0.31±0.22	0.35±0.18	0.7653
	8 สัปดาห์	0.44±0.23	0.33±0.14	0.35±0.16	0.35±0.13	0.6061
	10 สัปดาห์	0.53±0.26	0.34±0.18	0.38±0.27	0.41±0.25	0.4662
กิน	4 สัปดาห์	4.80±0.56	4.49±0.58	4.94±0.94	4.39±0.71	0.3905
	6 สัปดาห์	3.95 ^b ±0.57	4.06 ^b ±0.38	5.05 ^a ±0.81	3.98 ^b ±0.51	0.0021
	8 สัปดาห์	3.33 ^b ±0.36	3.53 ^b ±0.42	5.04 ^a ±0.82	3.53 ^b ±0.38	0.0001
	10 สัปดาห์	3.72 ^b ±0.61	3.64 ^b ±0.53	4.69 ^a ±0.66	3.83 ^b ±0.51	0.0039
ต่อมเบียร์ซ่า	4 สัปดาห์	0.38±0.08	0.48±0.17	0.41±0.22	0.44±0.11	0.6519
	6 สัปดาห์	0.32±0.14	0.41±0.18	0.42±0.18	0.41±0.25	0.6722
	8 สัปดาห์	0.42±0.18	0.38±0.10	0.33±0.15	0.34±0.13	0.5875
	10 สัปดาห์	0.20±0.06	0.60±0.91	0.25±0.08	0.26±0.08	0.3166
ต่อมไทมัส	4 สัปดาห์	0.67±0.19	0.52±0.13	0.51±0.21	0.59±0.16	0.2635
	6 สัปดาห์	0.48±0.16	0.53±0.18	0.37±0.11	0.59±0.16	0.0516
	8 สัปดาห์	0.44±0.14	0.54±0.14	0.39±0.18	0.59±0.17	0.0781
	10 สัปดาห์	0.53±0.26	0.54±0.21	0.58±0.15	0.56±0.16	0.9515

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คุณภาพซาก

ผลการใช้สมุนไพรกำจัดเชื้อราในสุตอาหารเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมืองช่วงอายุ 4-10 สัปดาห์ทำให้ไก่มีเนื้อออกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 9 โดยไก่กลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 1 มีเนื้อออกเท่ากับ 15.00 และ 14.54 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับ ไก่พื้นเมืองสายพันธุ์พม่าและไก่พื้นเมืองสายพันธุ์ไทย (จันทร์พร และ กันยา, 2549) และไก่กลุ่มที่ 2 และ 3 มีเนื้อออกเท่ากับ 13.82 และ 12.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในด้านผลต่ออวัยวะภายใน พบว่ามีอวัยวะพลตอกัน ($p < 0.01$) โดยพบว่าไก่กลุ่ม 3 มีค่าเฉลี่ย มากกว่าไก่กลุ่มที่ 1 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 6.24 4.32 4.29 และ 4.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าคุณภาพซากด้านอื่นๆ พบว่า การเสริมสมุนไพรไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง ปีก น่อง สะโพก สันใน ไขมันช่องท้อง โครง หัว เศษเนื้อ และ หัวใจ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 9 คุณภาพซากของไก่ลูกผสมพื้นเมืองที่อายุ 10 สัปดาห์ (%)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	p-value
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน	89.45±3.19	90.53±2.11	90.21±0.98	87.32±6.99	0.3925
เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง	84.28±5.61	80.51±4.33	82.70±4.06	80.35±6.44	0.3863
ปีก	13.49±0.64	12.62±0.75	12.83±0.44	13.47±1.22	0.0887
น่อง	12.59±0.84	12.45±1.00	12.80±0.78	10.63±5.68	0.4410
สะโพก	14.52±1.40	14.83±1.39	14.48±1.35	14.08±0.75	0.7005
เนื้อออก	14.54 ^a ±1.07	13.82 ^{ab} ±0.93	12.92 ^b ±1.30	15.00 ^a ±1.93	0.0273
สันใน	3.84±0.40	3.65±0.77	3.87±0.56	3.84±0.47	0.8569
ไขมันช่องท้อง	26.66±3.66	24.93±6.17	26.83±3.85	27.35±3.66	0.7256
โครง หัว เศษเนื้อ	31.54±2.90	32.81±4.18	32.70±2.62	32.47±4.37	0.8910
ก้น	4.29 ^b ±0.45	4.33 ^b ±0.75	6.24 ^a ±1.12	4.20 ^b ±0.74	0.0001
หัวใจ	0.70±0.11	0.66±0.12	0.68±0.11	0.68±0.09	0.9056

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คุณภาพเนื้อ

การใช้สมุนไพรกำจัดเชื้อราในสุตอาหารเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมืองช่วงอายุ 4-10 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 10 พบว่ามีผลต่อค่าสีของเนื้อออก ($p < 0.01$) โดยพบว่า เนื้อออกไก่กลุ่ม 1 มีค่าความสว่าง (Lightness; L^*) เท่ากับ 57.89 สูงกว่าไก่กลุ่มที่ 2 3 และ 4 (53.33 51.07 และ 53.70) แต่ไก่กลุ่ม 1 มีค่าความแดง (redness; a^*) และค่าความเหลือง (yellowness; b^*) เท่ากับ -1.82 และ 7.59 ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 (2.62 และ 18.47) กลุ่ม 3 (2.90 และ 18.73) และกลุ่ม 4 (2.72 และ 19.29) ในส่วนของเนื้อสะโพก พบว่า การเสริมสมุนไพรในอาหารมีผลต่อค่า a^* ($p < 0.05$) และ b^* ($p < 0.01$) โดยไก่กลุ่มที่ 1 มีค่า a^* และ b^* เท่ากับ 3.27 และ 10.37 ต่ำกว่าไก่กลุ่มที่ 2 (4.87 และ 12.61) กลุ่ม 3 (5.15 และ 13.88) และกลุ่ม 4 (5.35 และ 14.87)

มีรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ ที่ศึกษาค่าสีของเนื้อไก่ลูกผสมพื้นเมือง เช่น สัญชัยและคณะ (2555) พบว่า ไก่ลูกผสมประดู่หางดำที่น้ำหนัก 1.2-1.3 กิโลกรัม เนื้อส่วนอกมีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 57.5 -2.19 และ 6.62 ตามลำดับ และเนื้อสะโพกมีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 52.7 2.14 และ 4.12

ตามลำดับ จากการทดลองไก่กลุ่มที่ได้รับสมุนไพร เนื้อมีสีโทนเหลืองอ่อน อาจเป็นเพราะสมุนไพรที่ผสมในอาหารมีสารสีเหลืองกลุ่มเคอร์คูมินอยด์จึงมีผลให้สีเนื้อไก่สว่างออกโทนเหลืองได้

ตารางที่ 10 คุณภาพเนื้อของไก่ลูกผสมพื้นเมืองที่อายุ 10 สัปดาห์

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	p-value
เนื้ออก					
L*	57.89 ^a ±0.68	53.33 ^{bc} ±2.85	51.07 ^c ±1.31	53.70 ^b ±2.30	0.0003
a*	-1.82 ^b ±0.55	2.62 ^a ±0.88	2.90 ^a ±0.78	2.72 ^a ±0.67	0.0001
b*	7.59 ^b ±1.22	18.47 ^a ±1.32	18.73 ^a ±1.80	19.29 ^a ±1.41	0.0001
แรงตัดผ่านเนื้อ	2.17±0.28	2.39±0.53	2.09±0.34	1.99±0.45	0.2844
กก./ลบ.ชม.					
เนื้อสะโพก					
L*	53.21±4.00	51.79±3.74	50.62±4.56	50.77±2.14	0.4916
a*	3.27 ^b ±1.59	4.87 ^a ±1.52	5.15 ^a ±1.01	5.35 ^a ±0.90	0.0127
b*	10.37 ^c ±1.66	12.61 ^b ±2.25	13.88 ^{ab} ±1.51	14.87 ^a ±1.31	0.0001
แรงตัดผ่านเนื้อ	2.22 ^{ab} ±0.41	2.67 ^a ±0.51	1.95 ^b ±0.32	1.57 ^b ±0.12	0.0258
กก./ลบ.ชม.					
ค่าการตรวจชิม					
ลักษณะปรากฏ	6.31±0.44	6.19±0.72	6.00±0.57	5.84±0.55	0.3967
สี	6.19±0.53	5.94±0.62	6.00±0.60	5.84±0.60	0.6936
กลิ่น	5.25±0.44	5.25±0.93	5.31±0.72	5.44±0.44	0.9338
ความนุ่ม	5.59±1.03	5.34±1.09	4.78±0.80	5.44±1.01	0.3947
รสชาติ	5.84±0.48	5.68±0.56	5.52±0.36	5.64±0.46	0.6100
ความชอบ	5.72±0.52	5.55±0.68	5.41±0.45	5.59±0.52	0.7262
โดยรวม					

- L* หมายถึง ค่าความสว่าง

- a* หมายถึง ค่าความแดง

- b* หมายถึง ค่าความเหลือง

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01)

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

สำหรับการศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ที่ใช้บ่งชี้ความนุ่มของเนื้อโดยตรงนั้น เนื้อที่มีแรงตัดผ่านสูงจะมีความเหนียวมากกว่าเนื้อที่มีแรงตัดผ่านต่ำ จากการทดลอง พบว่า การเสริมสมุนไพรในอาหารมีอิทธิพลต่อแรงตัดผ่านเนื้อสะโพกอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยไก่กลุ่มที่ 4 3 และ 1 มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 1.57 1.95 และ 2.22 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ น้อยกว่าไก่กลุ่มที่ 2 มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 2.67 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สัญชัยและคณะ (2555) รายงานว่าไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ 1 มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ เท่ากับ 2.66 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จันทพร และ กันยา (2549) พบว่า ไก่พื้นเมือง ไก่สีทอง ไก่ตะนาวศรี และไก่กระทอง มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ เท่ากับ 5.91 4.28 3.50 และ 2.49 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนลักษณะที่ศึกษาได้แก่ ความนุ่ม สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่า การเสริมและไม่เสริมสมุนไพรไม่มีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ($p>0.05$)

ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไก่

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 11 พบว่า เนื้ออกกลุ่มที่ 2 3 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 ($p<0.01$) ด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้น พบว่า กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 ($p<0.05$) ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าไก่กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ที่ได้รับสมุนไพรเสริมในอาหารมีไขมันและความชื้น ในเนื้อต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ได้รับอาหารควบคุม ทั้งนี้ เพราะในไก่แพงเจ็ดชั้นมีฤทธิ์ลดไขมันในเลือด (มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2010) ไพลมีสารสำคัญคือ curcumin ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม curcuminoids มีคุณสมบัติเป็นสารลดการสร้างอนุมูลอิสระของไขมันและลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด และสมอพิเภก มีสารสำคัญคือ ellagic acid gallic acid มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมัน ซึ่งการเกิดปฏิกิริยานี้จะได้น้ำเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย (พิชรา, 2544) ดังนั้น กลุ่มที่ได้รับสมุนไพรเสริมในอาหาร เนื้อจึงมีไขมันและความชื้นต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

สำหรับเนื้อสะโพก พบว่า การเสริมและไม่เสริมสมุนไพรไม่มีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ($p>0.05$)

ตารางที่ 11 ค่าส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ ที่อายุ 10 สัปดาห์ (%)

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	p-value
เนื้ออก					
โปรตีน	19.41±2.42	18.76±5.14	20.05±1.92	21.28±0.51	0.4003
ไขมัน	5.97 ^a ±1.13	3.42 ^b ±1.39	2.64 ^b ±0.95	2.66 ^b ±1.77	0.0001
ความชื้น	57.87 ^a ±11.12	51.17 ^b ±1.14	50.89 ^b ±1.30	50.47 ^b ±1.67	0.0442
เนื้อสะโพก					
โปรตีน	16.95±2.42	16.12±4.49	17.05±2.87	19.13±0.80	0.2349
ไขมัน	5.17±1.35	6.69±1.22	5.30±1.60	5.12±2.34	0.2143
ความชื้น	55.30±13.26	50.52±1.42	50.38±1.90	51.28±1.22	0.4333

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลการเสริมสมุนไพรแพงเจ็ดชั้น ไพล และสมอพิเภกในรูปผงที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์และไม่เสริม ในสูตรอาหารไก่ลูกผสมพื้นเมือง สรุปผลได้ดังนี้

1. การเสริมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ในสูตรอาหารไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของไก่ โดยไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 14.75 13.78 12.13 และ 15.20 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ

2. การเสริมสมุนไพรรังทั้ง 3 ชนิด ในสูตรอาหารไม่มีผลต่อคุณภาพซากโดยรวม แต่การเสริมไพลมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ก้นของไก่ทดลองสูงขึ้น ส่วนการเสริมไพล และกำพวดเจ็ดชั้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้ออกลดลง

3. การเสริมสมุนไพรรังทั้ง 3 ชนิด มีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยพบว่า การเสริมสมุนไพรรัง มีผลทำให้ค่าความสว่างของเนื้ออกมีค่าต่ำกว่าไก่ทดลองที่ไม่เสริมสมุนไพรรัง และทำให้มีค่าสีของเนื้อสูงกว่าไก่ทดลองที่ไม่เสริมสมุนไพรรัง

4. การเสริมสมุนไพรรังทั้ง 3 ชนิด มีผลให้เนื้อมีไขมันและความชื้นต่ำกว่าไก่ทดลองที่ไม่ได้เสริมสมุนไพรรัง

5. การเสริมสมุนไพรรังทั้ง 3 ชนิดในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อระดับภูมิคุ้มกันโรคนิวคาสเซิล แต่การเสริมสมอพิเภกสามารถทำให้ระดับภูมิคุ้มกันยืนตัว (Prolong) ได้ดีกว่าทุกกลุ่มการทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สพ.ญ.วิจิตรา อนุกุล นายสัตวแพทย์ชำนาญการพิเศษ สพ.ญ.ศุภนิภา ท่องสวัสดิ์ นายสัตวแพทย์ชำนาญการ น.สพ.ภุชฌิ เนืองพิช นายสัตวแพทย์ปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน นายวุฒิชัย ลัดเครือ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ นายศักดิ์ ประจักษ์บุญญา เจ้าของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง ที่ให้การสนับสนุนการทดลองนี้ ขอขอบคุณ กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ คณะกรรมการวิชาการ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ เจ้าหน้าที่และพนักงานศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปางทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กุศล คำเพราะ วรรณพร คำเพราะ และเจตนา หนูพันธ์. 2545. การศึกษาผลของผักคราดหัวแหวนต่อสมรรถภาพการผลิตและภูมิคุ้มกันโรคของไก่เนื้อและไก่บ้าน. วารสารสมุนไพรรัง, เล่ม 9(2), น. 1-14.
- งามผ่อง คงคาทิพย์ ยุพา มงคลสุข ชรินทร์ ติรวัฒนาวณิช ทวีศักดิ์ ส่งเสริม และศิริรักษ์ จันทครุ. 2549. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ การพัฒนาสารสกัดสมุนไพรรังเข้มข้นและยานพาหนะต่อต้านเชื้อใช้วัดนก.สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และกันยา ตันติวิสุทธิกุล. 2549. คุณภาพเนื้อของไก่กระทัง ไก่พื้นเมือง ไก่สีทอง และไก่ตะนาวศรี, น.230-239. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยุภา รัชดาภรณ์วนิช รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ และชะอุ่มชัย จันทร์ธิบดี. 2554. อิทธิพลการเสริมผักคาวตองต่อภูมิคุ้มกันไก่เนื้อ, น. 69-88. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2554. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐธิดา สุขสาย ณัฐพร รัฐบำรุง พัทธวิภา สุวรรณพรหม และหทัยกาญจน์ เขาวนพูนผล. 2559. การใช้ยาปฏิชีวนะในฟาร์มปศุสัตว์: กรณีศึกษาจังหวัดเชียงใหม่. วารสารเภสัชกรรมไทย, เล่ม 2, น.282-294.

- ดุษฎีพร คนยัง, ณัฐพร จันทน์ฉาย และวิวัฒน์ หาญธงชัย. 2553. การใช้สมุนไพรไทยในการเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตและความคุมโรคบิดในไก่เนื้อ. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- บงกช นพผล, เสรี แข็งแอ, วสันต์ จันทรสนิท และ พิทักษ์ น้อยเมธ. 2546. การเสริมตะไคร้ผงในอาหารต่อการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองลูกผสม. วารสารสมุนไพร, เล่ม 10(1), น.19-23.
- ประภากร ธารฉาย. 2560. การผลิตสัตว์ปีก. แหล่งที่มา: www.as.mju.ac.th. เข้าถึงเมื่อ 10 ธันวาคม 2560.
- ปรีเยศ สิทธิสรวง. 2559. ผลของการเสริมสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อสัมผัสของไก่กระທ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, เล่ม 34(3), น.117-125.
- พัชรา วีระกะลัส. 2544. พลังงานและเมแทบอลิซึม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. ภาควิชาเภสัชวิทยา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2010. ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร. แหล่งที่มา: <http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=133>. G เข้าถึงเมื่อ 11 ตุลาคม 2560.
- เยาวมาลย์ คำเจริญ. 2556. การใช้สมุนไพรในอาหารสัตว์ไทยมุ่งสู่อาเซียน. แก่นเกษตร, เล่ม 41(4), น. 369-376.
- สาโรช คำเจริญ, บังอร ศรีพานิชกุลชัย, เยาวมาลย์ คำเจริญ, คมกริช พิมพ์ภักดี และ พิษณุรัตน์ แสนไชยสุริยา. 2547. การศึกษาและการพัฒนาการผลิตและการใช้สมุนไพรกระเทียม ฟ้าทะลายโจร และ ขมิ้นชัน ทดแทนสารต้านจุลชีพและสารสังเคราะห์เติมอาหารไก่และสุกร, น.145-162. ใน: รายงานการประชุมสมุนไพรไทย: โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์. โรงแรมมารวยการ์เด็นส์. กรุงเทพฯ.
- สัญญา จตุรสิทธา, ศุภฤกษ์ สายทอง, อังคณา ผ่องแผ้ว ทศนีย์, อภิชาติ สรางกูร และ อำนวย เลี้ยวธารากุล. 2546. คุณภาพซาก และเนื้อ ของไก่พื้นเมืองและสายพันธุ์ลูกผสม 4 สายพันธุ์. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปี 2546.
- สัญญา จตุรสิทธา, อภิรักษ์ เพียรมงคล และ อำนวย เลี้ยวธารากุล. 2555. คุณภาพเนื้อ กลิ่น และรสชาติของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ 1. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปี 2555.
- เอกสิทธิ์ สมคุณา, ชาญณรงค์ ทิพย์เกียรติกุล, กนกวรรณ สายกระสุน และ นฤมล สมคุณา. 2558. ผลการเสริมกวาวเครือขาว ขมิ้นชัน และฟ้าทะลายโจรในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระທ. แก่นเกษตร, เล่ม 43, ฉบับพิเศษ 1.
- อัญชลี จูฑะพุทธิ. 2548. สมุนไพร: ใช้หัวโตใหญ่-ใช้หัวตลก. ใน: การบรรยายประชุมวิชาการกรมพัฒนา (วันพุธ). กรมพัฒนา. กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2012. Official Methods of Analysis., 19thed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- DISTHAI. 2017. เว็บไซต์รวบรวมงานวิจัย สมุนไพร อาหารเสริมและสารสกัดธรรมชาติ. แหล่งที่มา: <http://www.disthai.com/> . 11 ตุลาคม 2017.

- Hayashi K, kamiya M, and Hayashi T. 1995. Virucidal effects of the steam distillate from *Houttuynia cordata* and its components on HSV-1, influenza virus, and HIV, *Planta Med.* 61Z3X; 237-41.
- Klaywong, Konrapop, Gachagorn Khutrakul, Kiattawee Choowongkamon, Chalernpol Lekcharoensuk, Nantawan Petcharat, Porntippa Lekcharoensuk and Pongrama Ramasoota. 2014. Screening for lead compounds and herbal extracts with potential anti-influenza viral activity. *Southeast Asian J. Trop Med Public Health.* 45 (1): 62-73.
- Orawan, C. and W. Aengwanich. 2007. Blood cell Characteristics, Hematological Values and Average Daily Gained Weight of Thai Indigenous Crossbred and Broiler Chickens. *J. Biol. Sci.* 10(2); 302-309.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Qamar, S. H, A. Haq, N, Asghar, S. Rehman. P. Akhtar and G. Abbas. 2015. Effect of Herbal Medicine Supplementations (Arsivon Super, Bedgen40 and Hepa-cure Herbal Medicines) on Growth Performance, Immunity and Haematological Profile in Broilers. *Advances in Zoology and Botany* 3(2): 17-23.
- Ritchie, R.W, G.J. Harrison and L.R. Harrison. 1994. *Avian Medicine: Principles and Application.* Wingers Publishing Inc., Lake Worth, Florida, U.S.A.

การจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาและลายพิมพ์ดีเอ็นเอ โดยใช้เครื่องหมาย Inter simple sequence repeat (ISSR)

เกียรติศักดิ์ กล้าเอม^{1/} เยาวลักษณ์ แหม่งปิง^{2/} พิเชษฐ์ จันทร์เป็ง^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกและจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของหญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์ โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาร่วมกับลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เก็บข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหญ้าเนเปียร์ 38 ลักษณะ และจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางสัณฐานวิทยาด้วยวิธี cluster analysis สร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอของหญ้าเนเปียร์และหญ้าไข่มุกที่นำมาใช้เป็น out group ด้วยเครื่องหมายไอเอสเอสอาร์ วิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมือนและจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี UPGMA

จากผลการศึกษาสามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของหญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์ ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาที่เด่นชัด ได้แก่ สีของใบ ความสูงของต้น และการออกดอก ออกเป็น 5 กลุ่ม และสามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.45 ออกเป็น 4 กลุ่ม เมื่อจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาร่วมกับลายพิมพ์ดีเอ็นเอ สามารถจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 พันธุ์ที่สามารถจำแนกความแตกต่างได้โดยใช้เพียงลักษณะสัณฐานวิทยา ประกอบด้วย พันธุ์เมอคีรอน พันธุ์แคะระ พันธุ์ทินเนเปียร์ พันธุ์มวกเหล็ก และพันธุ์สีม่วง กลุ่มที่ 2 พันธุ์ที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาแต่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ด้วยลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.90 ประกอบด้วย พันธุ์กำแพงแสน พันธุ์จักรพรรดิ พันธุ์ธรรมดา พันธุ์เพชรบูรณ์ พันธุ์ทากาจิมา พันธุ์ทีฟตัน พันธุ์สุราษฎร์ 1 พันธุ์อาราฟัล พันธุ์ไต้หวัน A25 พันธุ์ยักษ์ พันธุ์บาน่า และพันธุ์รุกไวน่า กลุ่มที่ 3 พันธุ์ที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาและลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ประกอบด้วย พันธุ์ปากช่อง 1 และพันธุ์ไต้หวัน A148

คำสำคัญ : หญ้าเนเปียร์ สัณฐานวิทยา ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ไอเอสเอสอาร์

เลขทะเบียนวิชาการ : 61(2)-0214-101

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

Classification of napier grass by morphology and DNA fingerprint using inter simple sequence repeat (ISSR)

Kiatissak Klum-em^{1/} Yaowalak Mangpung^{2/} Pichet Chanpeng^{2/}

Abstract

Aim of this study was to classify and group the correlation of 19 varieties of napier grass using morphological characters and DNA fingerprint. Thirty eight morphological characters were corrected, and the morphological correlation was grouped by cluster analysis. Inter-simple sequence repeat (ISSR) marker was used to establish the DNA fingerprint of napier grass and pear millet, which was used as out group. Similarity index was analyzed, and genetic correlation was conducted by UPGMA method.

Nine-teen varieties of napier grass could be grouped into 5 and 4 groups by dominant morphological characteristics (color of leave, height and flowering) and DNA fingerprint at 0.45 average of similarity index, respectively. Morphological characters and DNA fingerprint were used together to classify the difference of the napier grass. Three groups were classified, first group was napier grass varieties, which could be classified using only morphological characters, consisting of Merkeron, Mott, Thin Napier, Muaklek and Prince. Second group was napier grass varieties, which could not be classified using morphological characters but could be classified by DNA fingerprint at the similarity index 0.90, consisting of Kampaeng Saen, Jakgrapat, Common, Phetchaboorn, Tanegashima, Tifton, Surat 1, Alafal, Taiwan A25, King grass, Bana and Vruckwona. Third group which could not be classified either morphological characters and DNA fingerprint were Pakchong 1 and Taiwan A148.

Keywords: napier grass, morphology, DNA fingerprint, inter simple sequence repeat

Registered No. : 61(2)-0214-101

^{1/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathumthani.

^{2/} Nakhonratchasima Animal Nutrition Research and Development Cente, Pakchong, Nakhon Ratchasima.

คำนำ

หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum* Schum.) มีต้นกำเนิดในประเทศอัฟริกา ถูกนำเข้ามายังประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2472 และนำเข้ามาอีกหลายพันธุ์เพื่อการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์สำหรับใช้เป็นทั้งพืชอาหารสัตว์และพืชพลังงาน ปัจจุบันหญ้าเนเปียร์เป็นที่นิยมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมและโคเนื้อ เนื่องจากให้ผลผลิตวัตถุดิบสูงถึง 12 ตันต่อไร่ต่อปี เป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีคุณภาพดี โดยมีโปรตีน (crude protein, CP) ประมาณ 10-12 เปอร์เซ็นต์ มีลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) ประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ และผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) ประมาณ 64 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์, 2553) มีการจัดการปลูกและดูแลรักษาที่ไม่ยุ่งยาก แตกกอได้ดีหลังตัดไปใช้ประโยชน์ตลอดจนสามารถนำไปหมักเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ในช่วงหน้าแล้งได้ (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2556) จากการที่หญ้าเนเปียร์เป็นพืชผสมข้าม มีโครโมโซม จำนวน 4 ชุด (4x) จึงมีลักษณะ highly heterozygous และไม่สามารถขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดได้ เพราะต้นลูกที่ได้จะมีความหลากหลายทางพันธุกรรมและลักษณะสัณฐานวิทยา อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันพบว่ามีหลายสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกันมาก จนไม่สามารถแยกออกหรือระบุชื่อพันธุ์ได้ด้วยตาเปล่า อีกทั้งยังพบว่าบางพันธุ์ไม่มีที่มาของการปรับปรุงพันธุ์ที่ชัดเจนว่าเกิดจากการผสมระหว่างหญ้าพันธุ์ใด แต่เกษตรกรกลับนิยมนำไปปลูกและมีการจำหน่ายท่อนพันธุ์กันอย่างแพร่หลาย ในการจำแนกความแตกต่างของพันธุ์พืช ส่วนใหญ่ใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาที่ปรากฏออกมาให้เห็น เช่น สีใบ สีดอก ลักษณะใบ ลักษณะการเจริญเติบโต เป็นต้น ซึ่งบางครั้งจำแนกได้ยากในกรณีที่ลักษณะสัณฐานวิทยามีความคล้ายคลึงกัน การใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้สามารถจำแนกความแตกต่างของพันธุ์พืชได้ถูกต้องและแม่นยำ เครื่องหมายไอเอสเอสอาร์ (inter simple sequence repeat, ISSR) เป็นหนึ่งในเครื่องหมายดีเอ็นเอที่นิยมนำมาใช้ในการจำแนกและศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืช (Babu *et al.*, 2009; สุวัฒน์ และคณะ, 2557) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ไม่จำเป็นต้องทราบลำดับเบสของจีโนมของสิ่งมีชีวิตที่จะศึกษาจึงไม่มีข้อจำกัดในการใช้งาน (Godwin *et al.*, 2001) มีความสามารถในการทำซ้ำ (reproducibility) เกิดความแตกต่างสูง (highly polymorphism) ใช้เวลาในการตรวจสอบน้อย วิธีการไม่ยุ่งยากซับซ้อน (อรรธรณ, 2547) การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการจำแนกความแตกต่างและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ โดยใช้ข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาร่วมกับข้อมูลในระดับพันธุกรรม เพื่อสร้างฐานข้อมูลประจำพันธุ์ของหญ้าเนเปียร์แต่ละชนิดพันธุ์ โดยฐานข้อมูลที่ได้นี้จะช่วยในการตรวจสอบพันธุ์หญ้าเนเปียร์พันธุ์ใหม่ รวมถึงหญ้าเนเปียร์ที่สงสัย ตลอดจนใช้เป็นเครื่องหมายช่วยในการคัดเลือก (marker assisted selection) ในโปรแกรมการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์หญ้าเนเปียร์ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือนตุลาคม 2559 ถึง มกราคม 2561 โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1 การจำแนกและจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของหญ้าเนเปียร์ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยา

1.1. การคัดเลือกพันธุ์หญ้าเนเปียร์

รวบรวมพันธุ์หญ้าเนเปียร์จากแปลงรวบรวมพันธุ์ในหลายพื้นที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว ศูนย์วิจัยและพัฒนาข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน รวมจำนวน 19 พันธุ์ ดังนี้

1. พันธุ์แคะ (P. purpureum cv. Mott)
2. พันธุ์จักรพรรดิ (P. purpureum x P. alopecuroides)
3. พันธุ์ธรรมดา (P. purpureum)
4. พันธุ์ยักษ์ (P. purpureum x P. glaucum cv. King grass)
5. พันธุ์สีม่วง (P. purpureum Prince)
6. พันธุ์ปากช่อง 1 (P. purpureum Pakchong1)
7. พันธุ์สุราษฎร์ 1 (P. purpureum Surat1)
8. พันธุ์ไต้หวัน A25 (P. purpureum Schumach)
9. พันธุ์ไต้หวัน A148 (P. purpureum Schumach cv. Taiwan A148)
10. พันธุ์เมอคีรอน (P. purpureum cv. Merkeron)
11. พันธุ์บาน่า (P. purpureum x P. glaucum cv. Bana)
12. พันธุ์อาราฟิล (P. purpureum x P. glaucum Hybrid)
13. พันธุ์ทากาจิมา (P. purpureum cv. Tanegashima)
14. พันธุ์รุกโวน่า (P. purpureum cv. VrukWona)
15. พันธุ์ทีฟตัน (P. purpureum cv. Tifton)
16. พันธุ์มวกเหล็ก (P. purpureum cv. Mauklek)
17. พันธุ์เพชรบูรณ์ (P. purpureum Phetchaboon)
18. พันธุ์กำแพงแสน (P. purpureum Kampaeng Saen)
19. พันธุ์ทินเนเปียร์ (P. polystachyon)

1.2 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยการทดลอง คือ พันธุ์หญ้าสกุลเนเปียร์ จำนวน 19 พันธุ์

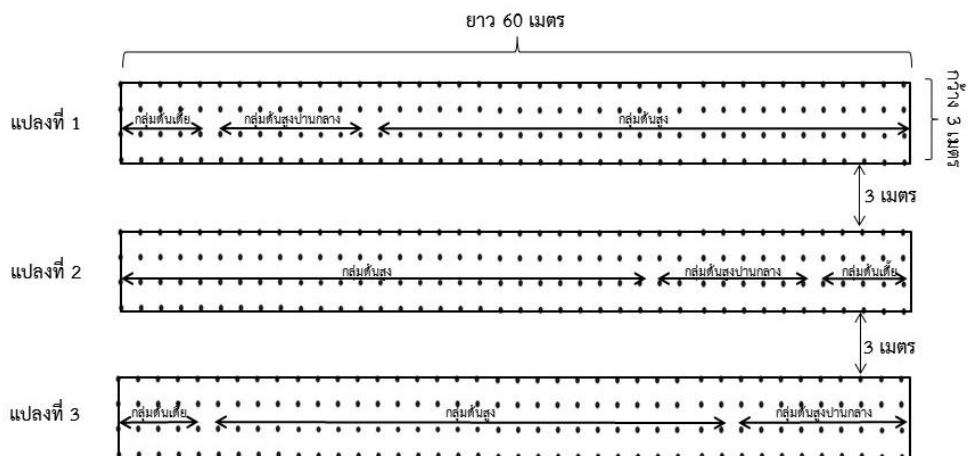
1.3 การเตรียมแปลงทดลอง การปลูก และดูแลรักษา

ไถเตรียมดินและไถพรวนเพื่อย่อยดินให้ละเอียด ปรับสภาพหน้าดินให้สม่ำเสมอ เตรียมแปลงทดลองทดลองสำหรับปลูกหญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์ จำนวน 3 แปลง ระยะห่างระหว่างแปลง 3 เมตร วางแผนผังการปลูก (ภาพที่ 1) โดยคำนึงถึงความสูงของแต่ละพันธุ์เพื่อไม่ให้เกิดการบดบังแสง จึงแบ่งหญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์ออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

- 1) กลุ่มต้นเตี้ย (สูง 1-1.59 เมตร) ได้แก่ พันธุ์แคะ พันธุ์มวกเหล็ก
- 2) กลุ่มต้นสูงปานกลาง (สูง 1.6-2.59 เมตร) ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ 1 พันธุ์เมอคีรอน พันธุ์สีม่วง พันธุ์ทินเนเปียร์

3) กลุ่มต้นสูง (สูง 2.6-4.0 เมตร) ได้แก่ พันธุ์ธรรมดา พันธุ์รุกโรนา พันธุ์ทีพตัน พันธุ์บาน่า พันธุ์จักรพรรดิ พันธุ์ยักษ์ พันธุ์ปากช่อง 1 พันธุ์ไต้หวัน A25 พันธุ์ไต้หวัน A148 พันธุ์อาราฟัล พันธุ์ทากาจิมา พันธุ์เพชรบูรณ์ พันธุ์กำแพงแสน

คัดเลือกพ่อนพันธุ์ที่มีอายุ 3-4 เดือน นำมาเพาะชำในถุงเพาะจนต้นกล้าอายุประมาณ 1 เดือน จึงย้ายลงปลูกในแปลงทดลอง ปลูกโดยใช้ระยะปลูก (ต้น x แถว) 100 x 150 เซนติเมตร ปลูกพันธุ์ละ 2 แถวๆ ละ 4 ต้นต่อแปลง รวมเป็น 8 ต้นต่อแปลง (ภาพที่ 1) ขุดหลุมลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ที่ก้นหลุม อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ นำต้นกล้าเนเปียร์ลงปลูกแล้วกลบด้วยดินให้แน่น ให้น้ำแบบ น้ำหยด กำจัดวัชพืชทุก 1 เดือนโดยวิธีการถอนและใช้เครื่องตัดหญ้า ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นหญ้ามียอายุ 45 วัน



ภาพที่ 1 แผนผังการปลูกหญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์ แบบสุ่มภายในกลุ่ม โดยจัดกลุ่มตามความสูง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มต้นเตี้ย กลุ่มต้นสูงปานกลาง และกลุ่มต้นสูง

1.4 การเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนและลักษณะสัณฐานวิทยา

เก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนและลักษณะสัณฐานวิทยา ตามหลักเกณฑ์การตรวจสอบลักษณะของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ (กรมวิชาการเกษตร, 2561) โดยการประเมินลักษณะลำต้น ใบ และช่อดอก ให้ดำเนินการในช่วงที่ดอกปล่อยละอองเกสรแล้วประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยที่การประเมินลักษณะลำต้น การประเมินลักษณะใบ และส่วนต่างๆ ของใบ ให้ประเมินใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ ตำแหน่งใบที่ 5-8 นับจากยอด การประเมินลักษณะ ช่อดอกและส่วนต่างๆ ของช่อดอก ให้ประเมินช่อดอกที่สมบูรณ์ที่อยู่ในระยะดอกที่ปล่อยละอองเกสรแล้ว ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของช่อดอก รวมจำนวน 38 ลักษณะ (ตารางที่ 1)

1.5 การวิเคราะห์และจัดกลุ่มข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยา

นำลักษณะเชิงปริมาณ ได้แก่ ความสูง จำนวนปล้อง ความยาวปล้อง เส้นผ่าศูนย์กลางปล้อง ความยาวแผ่นใบ ความยาวลิ้นใบ มาเปรียบเทียบกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละพันธุ์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) in RCBD และนำข้อมูลคะแนนจากทั้งหมด 38 ลักษณะของแต่ละพันธุ์มาจัดกลุ่มความสัมพันธ์ด้วยวิธี cluster analysis โดยใช้โปรแกรม SPSS

ตารางที่ 1 แบบบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของหญ้าเนเปียร์

ลำดับ ที่	ลักษณะ	การกำหนด
1	ลำต้น: ลักษณะทรงกอ	ตั้งตรง (1), กึ่งตั้งตรง (3), ปานกลาง (5), กึ่งเอนราบ (7)
2	ลำต้น: ความสูงของลำต้น	น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
3	ลำต้น: จำนวนต้นตอก	น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
4	ลำต้น: จำนวนปล้อง	น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
5	ลำต้น: ลักษณะการเจริญเติบโต	ตรง (1), ชิกแซก (2)
6	ลำต้น: ความยาวของปล้อง	สั้น (3), ปานกลาง (5), ยาว (7)
7	ลำต้น: เส้นผ่าศูนย์กลางของปล้อง	แคบ (3), ปานกลาง (5), กว้าง (7)
8	ลำต้น: รูปร่างตัดขวางของปล้อง	รูปไข่ (1), กลม (2)
9	ลำต้น: สีของลำต้น	เขียว (1), เหลืองอ่อน (2), ม่วง (3)
10	ลำต้น: การปรากฏแอนโทไซยานินบริเวณปล้อง	ไม่ปรากฏ (1), ปรากฏ (9)
11	ลำต้น: การปรากฏไขบนลำต้น	ไม่มีไขหรือน้อยมาก (1), น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
12	ลำต้น: การปรากฏแอนโทไซยานินบริเวณข้อ	ไม่ปรากฏ (1), ปรากฏ (9)
13	ลำต้น: การปรากฏขนบริเวณข้อ	ไม่ปรากฏ (1), ปรากฏ (9)
14	แผ่นใบ: ความยาวของแผ่นใบ	สั้น (3), ปานกลาง (5), ยาว (7)
15	แผ่นใบ: ความกว้างของแผ่นใบ	แคบ (3), ปานกลาง (5), กว้าง (7)
16	แผ่นใบ: สีของแผ่นใบ	เขียว (1), ม่วง (2)
17	แผ่นใบ: สีของเส้นกลางใบ	เขียว (1), ม่วง (2)
18	แผ่นใบ: ลักษณะการโค้งของปลายใบ	ตรง (1), ห้อยลง (2)
19	แผ่นใบ: ลักษณะปลายใบ	แหลม (1), กึ่งเรียวแหลม (2), เรียวแหลม (3)
20	แผ่นใบ: การปรากฏขนที่ขอบใบ	ไม่มีหรือน้อยมาก (1), น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
21	แผ่นใบ: การปรากฏขนบริเวณด้านล่างของใบ	ไม่มีหรือน้อยมาก (1), น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
22	แผ่นใบ: การปรากฏขนบริเวณด้านบนของใบ	ไม่มีหรือน้อยมาก (1), น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
23	แผ่นใบ: การมีไขที่ผิวใบ	ไม่มีไขหรือน้อยมาก (1), น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
24	แผ่นใบ: การมีหนามที่ขอบใบ	ไม่ปรากฏ (1), ปรากฏ (9)
25	แผ่นใบ: การปรากฏขนที่โคนแผ่นใบ	ไม่มีหรือน้อยมาก (1), น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
26	กาบใบ: ความยาวกาบใบ	สั้น (3), ปานกลาง (5), ยาว (7)
27	กาบใบ: ความกว้างกาบใบ	แคบ (3), ปานกลาง (5), กว้าง (7)
28	กาบใบ: สีกาบใบ	เขียว (1), ม่วง (2)
29	กาบใบ: ปริมาณขนที่กาบใบ	ไม่มีหรือน้อยมาก (1), น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
30	กาบใบ: การปรากฏไขที่กาบใบ	ไม่มีไขหรือน้อยมาก (1), น้อย (3), ปานกลาง (5), มาก (7)
31	ลิ้นใบ: ความยาวของลิ้นใบ	สั้น (3), ปานกลาง (5), ยาว (7)
32	ใบธง: มุมของใบธง	ตั้งตรง (1), ปานกลาง (3), เป็นแนวนอน (5), หักลง (7)
33	ช่อดอก: ความยาวก้านช่อดอก	สั้น (3), ปานกลาง (5), ยาว (7)
34	ช่อดอก: ความยาวก้านช่อดอกที่โผล่พ้นกาบใบธง	สั้น (3), ปานกลาง (5), ยาว (7)
35	ช่อดอก: ความกว้างของช่อดอก	แคบ (3), ปานกลาง (5), กว้าง (7)
36	ช่อดอก: ความยาวช่อดอก	สั้น (3), ปานกลาง (5), ยาว (7)
37	ช่อดอก: สีของช่อดอก	เขียว (1), เหลือง (2), น้ำตาล (3), ม่วงเข้ม (4)
38	ช่อดอก: ความหนาแน่นของช่อดอกย่อยบนช่อดอก	หลวม (3), ปานกลาง (5), แน่น (7)

2 การจำแนกและจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของหญ้าเนเปียร์ด้วยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

2.1 การสกัดดีเอ็นเอ

เก็บใบอ่อนของหญ้าเนเปียร์ จำนวน 19 พันธุ์ จากกิจกรรมที่ 1 รวมถึงใบอ่อนของหญ้าไข่มุก (*P. glaucum*) ที่นำมาใช้เป็น out group รวมจำนวน 20 พันธุ์ นำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ ประมาณ 100 มิลลิกรัม บดให้ละเอียดในไนโตรเจนเหลว ย้ายตัวอย่างที่บดลงในหลอดทดลองขนาด 2 มิลลิลิตร เติม 2X CTAB buffer (2% CTAB, 2% PVP, 20 mM EDTA (pH 8.0), 100 mM Tris-HCl (pH 8.0), 1.4 M NaCl, 0.2% 2-mercaptoethanol) ที่เตรียมสดใหม่และที่อุ่นไว้แล้วที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันดีและนำไปปั่นที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้น เติม chloroform : Isoamyl alcohol (24 : 1 v/v) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันและนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ย้ายส่วนใสด้านบนไปยังหลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติม isopropanol ที่เย็นจัดปริมาตร 1 เท่าของส่วนใสที่ดูดได้ ผสมให้เข้ากันเบาๆ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ ดูดส่วนใสด้านบนทิ้งให้เหลือแต่ตะกอนดีเอ็นเอ ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วยแอลกอฮอล์ (70% Alcohol) ที่เย็นจัด ปริมาตร 500 ไมโครลิตร แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที นาน 2 นาที ปลอ่ยให้ตะกอน ดีเอ็นเอแห้ง จากนั้นละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE buffer (10 mM Tris (pH 8.0), 1 mM EDTA) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และเติม *RNase A* (10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 2 ไมโครลิตร (ยวาลักซ์ และคณะ, 2558) เก็บสารละลายดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หรือที่ -20 องศาเซลเซียส

2.2 การตรวจสอบความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอ

นำสารละลายดีเอ็นเอมาตรวจสอบความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ด้วยเครื่องวัดปริมาณความเข้มข้นสารปริมาณน้อยโดยแรงตึงผิว (ยี่ห้อ Denovix รุ่น DS-11 spectrophotometer, USA) ที่ใช้ปริมาณสารละลายดีเอ็นเอ 1 ไมโครลิตรต่อตัวอย่างต่อครั้ง โดยทำการวัดค่าการดูดซับแสง (absorbance) ที่ความยาวช่วงแสง 260 นาโนเมตร (A260) ซึ่งหน่วยความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่วัดได้คือ นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ส่วนความบริสุทธิ์ของ ดีเอ็นเอที่สกัดได้จะดูจากสัดส่วนการดูดซับแสงของตัวอย่างที่ความยาวช่วงแสง 260 นาโนเมตร (A260) และ 280 นาโนเมตร (A280) ซึ่งหากดีเอ็นเอมีความบริสุทธิ์สูงควรมีค่าเท่ากับ 1.8 ($A260/A280 = 1.8$) หากสัดส่วนที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1.8 แสดงว่าผลผลิตดีเอ็นเอที่ได้มีการปนเปื้อนจากโปรตีน คลอโรฟอร์ม หรือสารเคมีอื่นๆ

2.3 การจัดทำแถบลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อใช้จำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์

1) การคัดเลือกเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดไอเอสเอสอาร์

คัดเลือกเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดไอเอสเอสอาร์ที่มีรายงานว่าสามารถจำแนกหญ้าเนเปียร์และให้แถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างสูง จำนวน 25 เครื่องหมาย (Babu *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2011) นำไปสังเคราะห์ไพรเมอร์ และนำมาทดสอบความสามารถในการจำแนกความแตกต่างของพันธุ์หญ้าสกุลเนเปียร์ จำนวน 19 พันธุ์ และหญ้าไข่มุก จำนวน 1 พันธุ์

2) การทำปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (Polymerase Chain Reaction, PCR)

นำดีเอ็นเอที่สกัดได้มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ ให้ได้ความเข้มข้น 100 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร เพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอบริเวณไอเอสเอสอาร์ในหลอดทดลองด้วยการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ ซึ่งองค์ประกอบของปฏิกิริยา ประกอบด้วย

1) น้ำกลั่นบริสุทธิ์ ปริมาตร 17.15 ไมโครลิตร

2) บัฟเฟอร์ PCR (10X) ปริมาตร 2.5 ไมโครลิตร

- 3) $MgCl_2$ (50 mM) ปริมาตร 1.25 ไมโครลิตร
- 4) dNTP mix (10 mM) ปริมาตร 0.4 ไมโครลิตร
- 5) ไพรเมอร์ไอเอสเอสอาร์ (ครึ่งละเครื่องหมาย) (10 μ M) ปริมาตร 2.5

ไมโครลิตร

- 6) เอนไซม์ Taq polymerase (5U/ μ l) (Invitrogen, USA) ปริมาตร 0.2

ไมโครลิตร

- 7) ดีเอ็นเอเริ่มต้น (100 ng) ปริมาตร 1 ไมโครลิตร

องค์ประกอบของปฏิกิริยารวมทั้งหมด เท่ากับ 25 ไมโครลิตร จากนั้นนำเข้าเครื่องพีซีอาร์ (C1000 Touch™ Thermal Cycler, Bio-Rad) เพื่อเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอโดยใช้อุณหภูมิและเวลาทำปฏิกิริยา ดังนี้

1. Pre-denaturing ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที
2. Denaturing ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
3. Annealing ที่อุณหภูมิ 40-52 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที
4. Extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที
5. Final extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

ตั้งโปรแกรมทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 จำนวน 35 รอบเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยานำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้ไปตรวจสอบด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสโดยใช้ความเข้มข้นของอะกาโรสเจล 1.2 เปอร์เซ็นต์ (Agarose I™, Amresco) ละลายใน 0.5X TAE buffer ใช้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ของแต่ละตัวอย่าง 5 ไมโครลิตร ผสมกับสีย้อม SYBR safe (Novel Juice, GeneDirex) 1 ไมโครลิตร และใช้เครื่องหมาย 1 kb DNA ladder (Invitrogen) เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบขนาดของชิ้นดีเอ็นเอ จากนั้นให้ดีเอ็นเอเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 30 นาที เมื่อสิ้นสุดการรันเจล นำเจลไปส่องดูและบันทึกภาพถ่ายเจลด้วยเครื่องวิเคราะห์และถ่ายภาพเจล (Gel Doc™ XR+ Imager, Biorad)

3) การสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยแผ่นวุ้นอะกาโรสเจล

คัดเลือกเฉพาะผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้จากเครื่องหมายไอเอสเอสอาร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ และให้แถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างสูง มาสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยแผ่นวุ้นอะกาโรสที่มีความเข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ (Agarose for Molecular biology, Sigma) ใช้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ของแต่ละตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร ผสมกับสีย้อม (6X loading dye) 2 ไมโครลิตร และใช้เครื่องหมาย 1 kb DNA ladder เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบขนาดของชิ้นดีเอ็นเอ จากนั้นให้ดีเอ็นเอเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 2 ชั่วโมง 20 นาที แล้วนำเจลไปย้อมด้วยเอทธิเดียมโบรไมด์ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ประมาณ 5 นาที ล้างเจลด้วยน้ำกลั่นอีกประมาณ 30 นาที นำเจลไปส่องดูและบันทึกภาพถ่ายเจลด้วยเครื่องวิเคราะห์และถ่ายภาพเจล

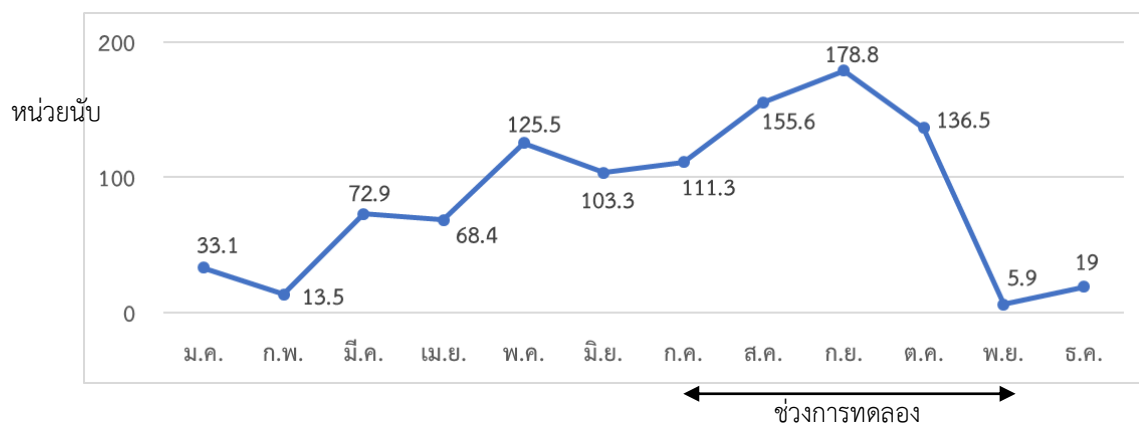
2.4 การบันทึกผลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของหญ้าเนเปียร์ ได้ทำการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอที่เป็นผลผลิตจากการทำพีซีอาร์ของเครื่องหมายไอเอสเอสอาร์แต่ละเครื่องหมาย โดยให้คะแนนแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏมีค่าเท่ากับ 1 และไม่ปรากฏมีค่าเท่ากับ 0 จะนับเฉพาะแถบที่เกิดขึ้นตรงกันทั้ง 2 ซ้ำ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมือน (Similarity index) โดยใช้ค่า Jaccard coefficient และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยใช้โปรแกรม NTSYSpc (version 2.01) สร้าง dendrogram เพื่อจัดจำแนกกลุ่มหญ้าเนเปียร์โดยใช้วิธี UPGMA

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณน้ำฝน

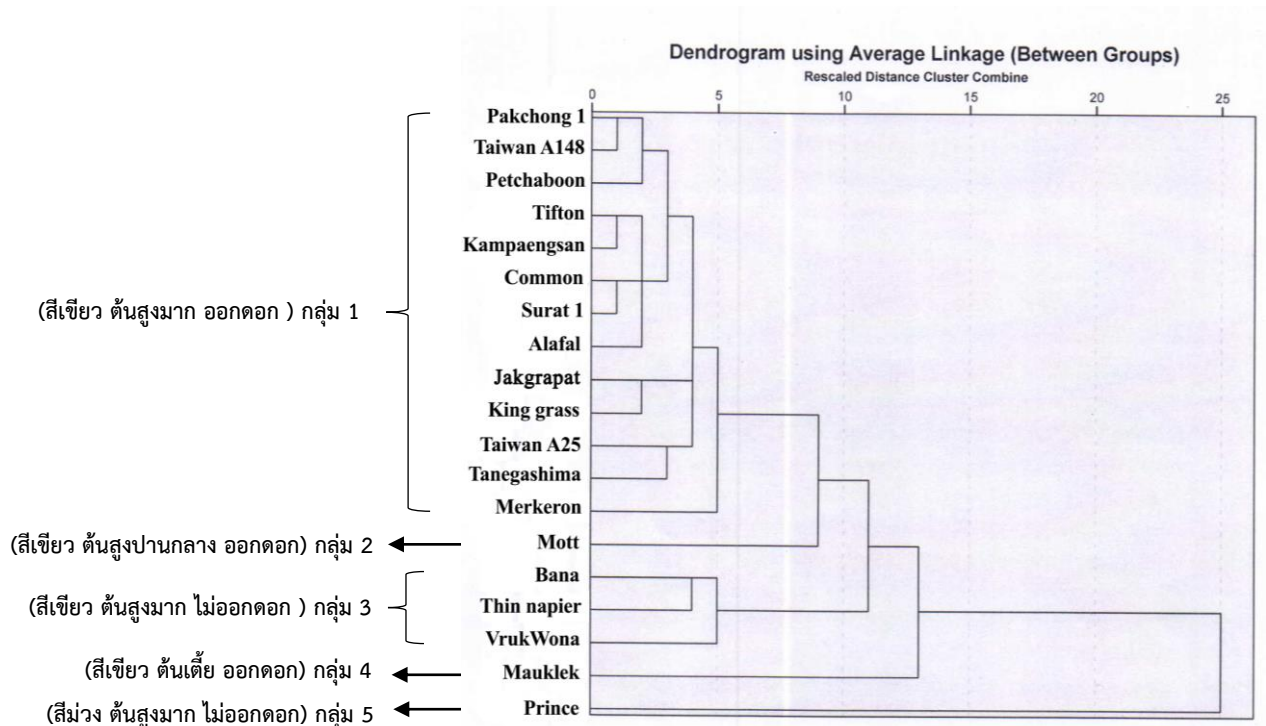
ปริมาณและการแพร่กระจายของน้ำฝนตลอดทั้งปี (มกราคม-ธันวาคม 2560) มีปริมาณน้ำฝนรวม 1,023.8 มิลลิเมตร (อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 1,100 มิลลิเมตร) ในช่วงเวลาที่ดำเนินการในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ระหว่างเดือนกรกฎาคม-เดือนพฤศจิกายน 2560 มีปริมาณน้ำฝนรวม 588.1 มิลลิเมตร โดยในเดือนกันยายนมีปริมาณฝนสูงสุด 178.8 มิลลิเมตร และในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงที่เก็บข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาไม้มีปริมาณฝนต่ำสุด 5.9 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2) จะเห็นว่าช่วงเวลาที่ดำเนินการทดลองเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดของปี ดังนั้นหญ้าเนเปียร์จึงได้รับน้ำเพื่อการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนตลอดปี พ.ศ. 2560 และปริมาณน้ำฝนระหว่างการทดลอง (กรกฎาคม - พฤศจิกายน 2560 รวม 588.1 มิลลิเมตร)

การจำแนกและจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยา

ดำเนินการปลูกหญ้าเนเปียร์ลงในแปลงทดลอง เมื่อวันที่ 4 สิงหาคม 2560 เก็บข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวน 38 ลักษณะ ตามแบบบันทึกในตารางที่ 1 เมื่อสังเกตเห็นหญ้าเนเปียร์ออกดอกและเริ่มปล่อยละอองเกสรที่ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพันธุ์แควะและพันธุ์เมอศิริอนสังเกตเห็นการออกดอกที่อายุประมาณ 2 เดือน ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ สังเกตเห็นการออกดอกที่อายุประมาณ 3 เดือน ยกเว้นพันธุ์สีม่วง พันธุ์บาน่า พันธุ์รุ้งไวน่า และพันธุ์ทินเนเปียร์ ที่ไม่พบการออกดอก นำข้อมูลคะแนนจากทั้งหมด 38 ลักษณะ มาจัดกลุ่มความสัมพันธ์ด้วยวิธี cluster analysis สามารถจัดกลุ่มของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์ออกเป็น 5 กลุ่ม (ภาพที่ 3) ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงการจัดกลุ่มในรูปของ dendrogram ของหญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์ โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยา จำนวน 38 ลักษณะ โดยวิธี cluster analysis

กลุ่มที่ 1 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันด้วยลักษณะเด่น คือ สีของใบเป็นสีเขียว ตันสูงมาก และมีการออกดอก ประกอบด้วย พันธุ์ปากช่อง 1 พันธุ์ไต้หวัน A148 พันธุ์เพชรบูรณ์ พันธุ์ทิฟตัน พันธุ์กำแพงแสน พันธุ์ธรรมดา พันธุ์สุราษฎร์ 1 พันธุ์อาราฟัล พันธุ์จักรพรรดิ พันธุ์ยักษ์ พันธุ์ไต้หวัน A25 พันธุ์ทากาจิมา และพันธุ์เมอซีรอน เนเปียร์กลุ่มนี้มีความสูง เฉลี่ย 268-410 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับรายงานของสุรนนท์ และคณะ (2557) ที่พบว่า พันธุ์ธรรมดา พันธุ์ทิฟตัน พันธุ์กำแพงแสน และพันธุ์ไต้หวัน A148 จัดอยู่ในกลุ่มต้นสูง โดยมีความสูง เฉลี่ย 358 369 371 และ 346 เซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะสัณฐานวิทยาบางลักษณะเชิงปริมาณ (ตารางที่ 2) และนำมากำหนดช่วงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติ เพื่อให้สามารถจำแนกความแตกต่างของพันธุ์ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (ตารางที่ 3) สามารถจำแนกหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มที่ 1 ออกจากกันได้อีก ดังนี้

1.1 พันธุ์เมอซีรอน จำแนกออกจากพันธุ์อื่นด้วยจำนวนปล้องปานกลาง เฉลี่ย 12 ปล้อง ความยาวปล้องยาว เฉลี่ย 23.7 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางปล้องแคบ เฉลี่ย 1.09 เซนติเมตร และความยาวแผ่นใบปานกลาง เฉลี่ย 81 เซนติเมตร

1.2 พันธุ์ยักษ์และพันธุ์ไต้หวัน A25 จำแนกออกจากพันธุ์อื่นด้วยความยาวแผ่นใบยาวมาก เฉลี่ย 131 และ 120 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.3 พันธุ์ทิฟตัน พันธุ์สุราษฎร์ 1 และพันธุ์อาราฟัล จำแนกออกจากพันธุ์อื่นด้วยความยาวลิ้นใบยาว เฉลี่ย 4.2 4.1 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์

พันธุ์	ความสูง (ซม.)	จำนวน ปล้อง	ความยาว ปล้อง (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง กลางปล้อง (ซม.)	ความยาว แผ่นใบ (ซม.)	ความยาว ลิ้นใบ (มม.)
ปากช่อง 1	410 ^a	21 ^{cde}	16 ^{efg}	1.84 ^{bc}	98 ^{def}	2.4 ^e
ไต้หวัน A148	407 ^a	23 ^{bc}	18 ^{bcd}	1.66 ^{de}	105 ^{de}	3.2 ^{bc}
เพชรบูรณ์	365 ^{bc}	25 ^{ab}	16 ^{efg}	1.53 ^{ef}	101 ^{def}	3 ^{cd}
ทีฟตัน	317 ^{de}	19 ^{ef}	20 ^b	1.53 ^{ef}	109 ^d	4.2 ^a
กำแพงแสน	374 ^{abc}	19 ^{def}	20 ^b	1.63 ^{de}	108 ^d	3.1 ^{bcd}
ธรรมดา	391 ^{ab}	21 ^{cde}	17.3 ^{cde}	1.56 ^{ef}	109 ^d	3.4 ^b
สุราษฎร์ 1	345 ^{cd}	21 ^{cde}	15 ^{fgh}	1.56 ^{ef}	91 ^f	4.1 ^a
อาราฟิล	381 ^{abc}	24 ^{ab}	18.3 ^{bc}	1.42 ^{fg}	101 ^{def}	4 ^a
จักรพรรดิ	379 ^{abc}	26 ^a	16.3 ^{efg}	1.76 ^{cd}	106 ^{de}	3 ^{cd}
ยักษ์	280 ^{fg}	22 ^{cd}	16.7 ^{cde}	1.88 ^{bc}	131 ^{ab}	3 ^{cd}
ไต้หวัน A25	271 ^g	18 ^f	17 ^{cde}	1.48 ^{efg}	120 ^c	3.4 ^b
ทากาจิมา	374 ^{abc}	24 ^{ab}	16.7 ^{cde}	1.33 ^g	96 ^{ef}	2.1 ^{ef}
เมอคีรอน	268 ^g	12 ^g	23.7 ^a	1.09 ^h	81 ^g	3.3 ^{cd}
แคะระ	159 ^h	12 ^g	14.3 ^{gh}	1.14 ^h	77 ^g	2.1 ^{ef}
บาน่า	268 ^g	21 ^{cde}	14.3 ^{gh}	1.64 ^{de}	136 ^a	3 ^{cd}
ทินเนเปียร์	330 ^{de}	25 ^{ab}	14 ^h	3.13 ^a	124 ^{bc}	1.5 ^g
รุกโวน่า	306 ^{ef}	19 ^{def}	15.3 ^{efg}	1.87 ^{bc}	130 ^{ab}	2 ^{ef}
มวกเหล็ก	63 ⁱ	7 ^h	3.7 ⁱ	1.47 ^{efg}	58 ^h	1.5 ^g
สีม่วง	309 ^{ef}	26 ^a	14 ^h	2.02 ^b	119 ^c	2.8 ^{de}
ค่าเฉลี่ย	315.63	20.28	16.14	1.66	105.35	2.90
CV (%)	6.33	7.49	7.45	6.04	5.4	7.96

- ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับในแนวดังแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 3 แสดงการกำหนดช่วงค่าเฉลี่ยของลักษณะสัณฐานวิทยาบางลักษณะที่เด่นชัดที่ใช้จำแนกพันธุ์
หญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์

กลุ่ม ที่	พันธุ์	สีของ ใบ	การออกดอก	ความสูง	จำนวน ปล้อง	ความยาว ปล้อง	เส้นผ่าศูนย์กลาง ปล้อง	ความยาว แผ่นใบ	ความยาว ลิ้นใบ
1	ปากช่อง 1	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ปานกลาง
	ไต้หวัน A148	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ปานกลาง
	เพชรบูรณ์	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ปานกลาง
	ทิฟตัน	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ยาว
	กำแพงแสน	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ปานกลาง
	ธรรมดา	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ปานกลาง
	สุราษฎร์ 1	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ยาว
	อาราฟิล	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ยาว
	จักรพรรดิ	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ปานกลาง
	ยักษ์	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาวมาก	ปานกลาง
	ไต้หวัน A25	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาวมาก	ปานกลาง
	ทากาจิมา	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาว	ปานกลาง
2	เมอศิริออน	เขียว	ออกดอก	สูงมาก	ปานกลาง	ยาว	แคบ	ปานกลาง	ปานกลาง
	แคะ	เขียว	ออกดอก	สูงปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	แคบ	ปานกลาง	ปานกลาง
3	บาน่า	เขียว	ไม่ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาวมาก	ปานกลาง
	ทินเนเปียร์	เขียว	ไม่ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	กว้าง	ยาวมาก	ปานกลาง
4	รุกไวโน	เขียว	ไม่ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาวมาก	ปานกลาง
	มวกเหล็ก	เขียว	ออกดอก	เตี้ย	น้อย	สั้น	ปานกลาง	สั้น	สั้น
5	สีม่วง	ม่วง	ไม่ออกดอก	สูงมาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาวมาก	ปานกลาง

- กำหนดช่วงค่าเฉลี่ย ดังนี้

ความสูง : เตี้ย = 1-100 ซม. สูงปานกลาง = 101-200 ซม. สูงมาก = 201-410 ซม.

จำนวนปล้อง : น้อย = 1-10 ปล้อง ปานกลาง = 11-15 ปล้องมาก = 16-26 ปล้อง

ความยาวปล้อง : สั้น = 1-10 ซม. ปานกลาง = 11-20 ซม. ยาว = 21-30 ซม.

เส้นผ่าศูนย์กลางปล้อง : แคบ = 1.0-1.25 ซม. ปานกลาง = 1.26-2.0 ซม. กว้าง = 2.01-3.2 ซม.

ความยาวแผ่นใบ : สั้น = 1-65 ซม. ปานกลาง = 66-85 ซม. ยาว = 86-115 ซม. ยาวมาก = 116-140 ซม.

ความยาวลิ้นใบ : สั้น = 1-1.5 มม. ปานกลาง = 1.6-3.5 มม. ยาว = 3.6-4.2 มม.

กลุ่มที่ 2 คือ พันธุ์แคะ จำแนกออกจากกลุ่มอื่นชัดเจนด้วยลักษณะต้นสูงปานกลาง เฉลี่ย 159 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่ามีจำนวนปล้องปานกลาง เฉลี่ย 12 ปล้อง เส้นผ่าศูนย์กลางปล้องแคบ เฉลี่ย 1.14 เซนติเมตร และความยาวแผ่นใบยาวปานกลาง เฉลี่ย 77 เซนติเมตร ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันกับเนเปียร์เมอศิริออน (ตารางที่ 2 และ 3)

กลุ่มที่ 3 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันด้วยลักษณะสีของใบสีเขียว ต้นสูงมาก และมีลักษณะเด่นที่ใช้ในการจำแนกออกจากกลุ่มอื่น คือ ไม่มีการออกดอก ประกอบด้วย พันธุ์บาน่า พันธุ์ทินเนเปียร์ และพันธุ์รุกไวโน โดยพันธุ์ทินเนเปียร์ มีเส้นผ่าศูนย์กลางปล้องกว้าง เฉลี่ย 3.13 เซนติเมตร (ตารางที่ 2 และ 3) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่ใช้จำแนกออกจากพันธุ์บาน่าและพันธุ์รุกไวโนได้

กลุ่มที่ 4 คือ พันธุ์มวกเหล็ก จำแนกออกจากกลุ่มอื่นชัดเจนด้วยลักษณะต้นเตี้ย เฉลี่ย 63 เซนติเมตร มีจำนวนปล้องน้อย เฉลี่ย 7 ปล้อง ความยาวปล้องสั้น เฉลี่ย 3.7 เซนติเมตร ความยาวแผ่นใบสั้น เฉลี่ย 58 เซนติเมตร และความยาวลิ้นใบสั้น เฉลี่ย 1.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 2 และ 3)

กลุ่มที่ 5 คือ พันธุ์สีม่วง จำแนกออกจากกลุ่มอื่นชัดเจนด้วยลักษณะเชิงคุณภาพที่เด่นชัด ได้แก่ ใบมีสีม่วง และไม่มีการออกดอก (ตารางที่ 3)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เห็นได้เด่นชัดยังไม่สามารถจำแนกหญ้าเนเปียร์บางพันธุ์ในกลุ่มเหล่านี้
ออกจากกันได้ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 พันธุ์ปากช่อง 1 พันธุ์ไต้หวัน A148 พันธุ์เพชรบูรณ์ พันธุ์กำแพงแสน พันธุ์ธรรมดา
พันธุ์จักรพรรดิ และพันธุ์ทากาจิมา

กลุ่มที่ 2 พันธุ์ทีฟตัน พันธุ์สุราษฎร์ 1 และพันธุ์อาราฟัล

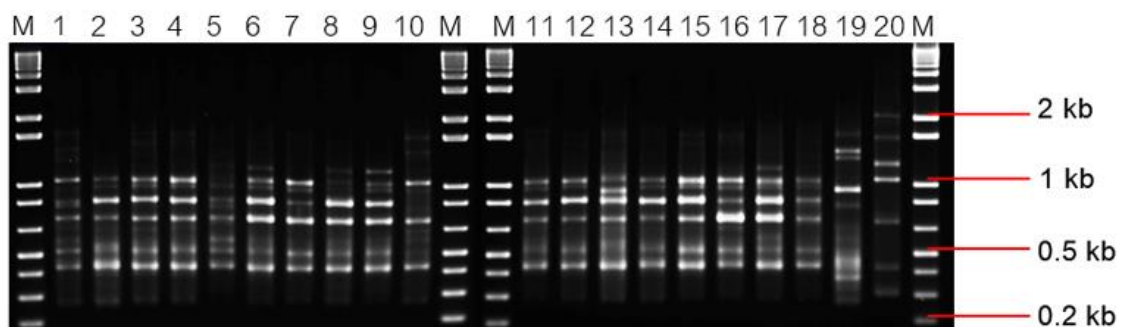
กลุ่มที่ 3 พันธุ์ไต้หวัน A25 และพันธุ์ยักษ์

กลุ่มที่ 4 พันธุ์บาน่าและพันธุ์รุกโวน่า

อย่างไรก็ตาม ยังมีลักษณะสัณฐานวิทยาบางลักษณะที่สามารถจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มนี้
ออกจากกันได้ (ภาคผนวก) แต่จำเป็นต้องใช้ผู้มีประสบการณ์สูงจึงจะสามารถจำแนกได้ถูกต้อง ดังนั้น
การจำแนกโดยใช้ข้อมูลในระดับพันธุกรรม ซึ่งทำได้ง่ายและมีความถูกต้องมากกว่าจึงถูกนำมาใช้
ในการจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มนี้

การจำแนกและจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ด้วยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของหญ้าเนเปียร์ จำนวน 19 พันธุ์ และหญ้าไข่มุก (Pearl Millet) จำนวน 1
พันธุ์ รวม 20 พันธุ์ ด้วยเครื่องหมายไอเอสเอสอาร์ภายใต้วิธีพีซีอาร์ คัดเลือกไพรเมอร์จากรายงานของ
Babu *et al.* (2009) และ Lima *et al.* (2011) จำนวน 25 ไพรเมอร์ และสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยวิธี
agarose gel electrophoresis จากการทดลองพบว่าไพรเมอร์ไอเอสเอสอาร์ที่สามารถให้แถบดีเอ็นเอที่มี
ความแตกต่างสูง (ภาพที่ 4) มีเพียง 20 ไพรเมอร์ โดยให้แถบดีเอ็นเอทั้งหมด 343 แถบ มีแถบที่แสดงความ
แตกต่างกัน (polymorphic) จำนวน 339 แถบ และแถบดีเอ็นเอที่เหมือนกัน จำนวน 4 แถบ (ตารางที่ 4)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างลายพิมพ์ดีเอ็นเอเครื่องหมาย ISSR-13 ไพรเมอร์ (GAA)₆AA ของหญ้าเนเปียร์และหญ้า
ไข่มุก รวมจำนวน 20 พันธุ์, หมายเลข 1-20 คือ แคระ จักรพรรดิ ธรรมดา ยักษ์ สีม่วง ปากช่อง1
สุราษฎร์ 1 ไต้หวัน A25 ไต้หวัน A148 เมอศิرون บาน่า อาราฟัล ทากาจิมา รุกโวน่า ทีฟตัน
มวกเหล็ก เพชรบูรณ์ กำแพงแสน หญ้าไข่มุก และทินเนเปียร์, ตามลำดับ, M = 1 kb DNA
ladder

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นทั้งหมดและที่มีความแตกต่างกันจากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องหมายไอเอสเอสอาร์ จำนวน 20 เครื่องหมาย ในตัวอย่างหญ้าเนเปียร์และหญ้าไข่มุก จำนวน 20 พันธุ์

Primer name	Sequence (5' - 3')	Number of DNA bands		Ta* (°C)	Primer name	Sequence (5' - 3')	Number of DNA bands		Ta* (°C)
		Total	Polymorphic				Total	Polymorphic	
ISSR1	(GA) ₈ C	20	20	52	ISSR14	(CT) ₈ G	13	13	52
ISSR2	(GA) ₈ T	23	23	50	ISSR15	(AC) ₈ T	20	20	50
ISSR4	(ATG) ₆ G	17	16	52	ISSR16	(AG) ₈ YT	16	16	52
ISSR5	G(CTA) ₆	7	7	52	ISSR17	(GAGA) ₃ CC	15	15	52
ISSR6	(ATC) ₆ T	22	22	52	ISSR19	(GA) ₉ AC	15	14	52
ISSR7	(ATC) ₆ C	15	15	52	ISSR20	(ATG) ₆	24	24	50
ISSR10	(GA) ₉ T	17	17	52	ISSR21	(AC) ₈ YG	13	13	52
ISSR11	(AG) ₈ CTA	22	22	52	ISSR22	(AC) ₈ CT	14	13	52
ISSR12	(GACA) ₄	16	15	50	ISSR23	(AG) ₈ YA	17	17	52
ISSR13	(GAA) ₆ AA	18	18	52	ISSR25	(ACC) ₄ Y	20	20	50

- Y= (C, T), *Ta = annealing temperature

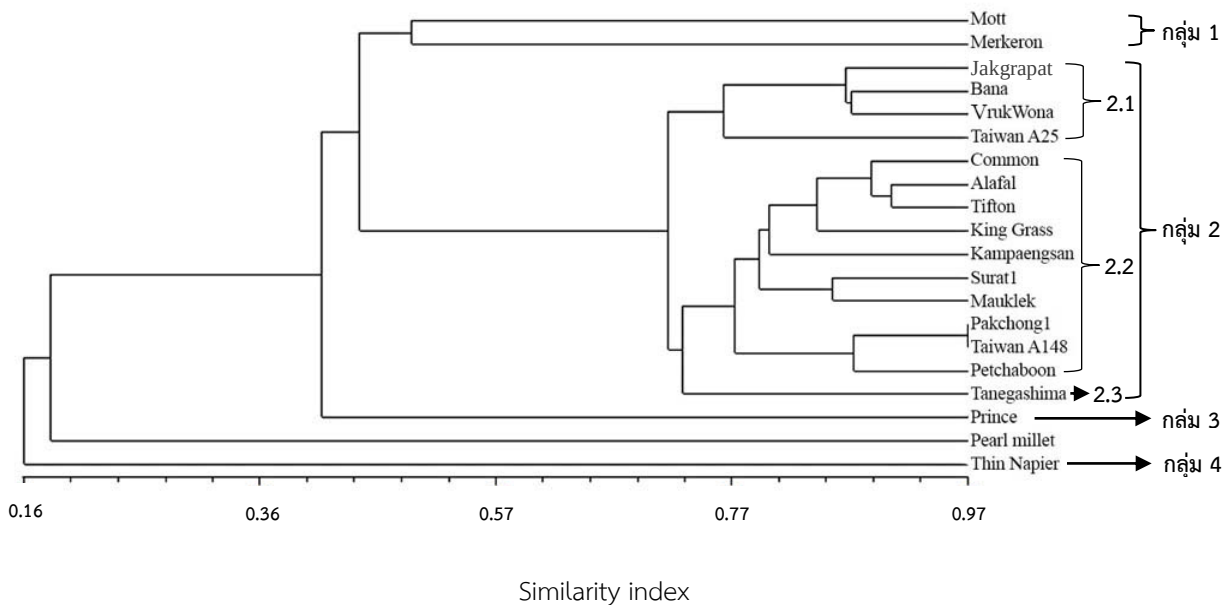
ค่าดัชนีความเหมือน (similarity index) เป็นค่าบ่งบอกถึงความเหมือนกันหรือแตกต่างกันในระดับพันธุกรรม โดยค่าดัชนีความเหมือนเข้าใกล้ 1 บ่งบอกว่าหญ้าเนเปียร์มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมสูง หรือมีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อย ในขณะที่ค่าดัชนีความเหมือนเข้าใกล้ 0 บ่งบอกว่าหญ้าเนเปียร์มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมต่ำ หรือมีความแตกต่างทางพันธุกรรมสูง จากผลการทดลองพบว่าหญ้าเนเปียร์ รวมถึงหญ้าไข่มุกที่นำมาใช้เป็น out group มีค่าดัชนีความเหมือนอยู่ระหว่าง 0.12-0.97 โดยหญ้าไข่มุก (*P. glaucum*) กับพันธุ์หินเนเปียร์ (*P. polystachyon*) มีค่าดัชนีความเหมือนกันต่ำสุด 0.16 และ 0.12 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นคนละชนิดพันธุ์ (species) กับหญ้าเนเปียร์พันธุ์อื่น ในขณะที่พันธุ์ปากช่อง 1 และพันธุ์ไต้หวัน A148 มีค่าดัชนีความเหมือนกันมากที่สุด 0.97 (ตารางที่ 5) แสดงว่ามีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมสูงมาก

เมื่อจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี UPGMA โดยใช้ค่าดัชนีความเหมือนและสร้าง dendrogram ของหญ้าทั้ง 20 พันธุ์ พบว่าหญ้าไข่มุกที่นำมาใช้เป็น outgroup จำแนกออกจากหญ้าเนเปียร์อย่างชัดเจน ดังนั้นพันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่เหลือนำมาจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.45 แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (ภาพที่ 5) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย พันธุ์แคะและพันธุ์เมือศรีตรอน จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันสอดคล้องกับรายงานของ Azevedo *et al.* (2012) ที่พบว่าหญ้าเนเปียร์ทั้งสองพันธุ์จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเมื่อจำแนกด้วยเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ พันธุ์หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มนี้มีลักษณะสัณฐานวิทยาที่เด่นชัดบางลักษณะร่วมกัน ได้แก่ จำนวนปล้องปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางปล้องแคบ และความยาวแผ่นใบยาวปานกลาง (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งสองพันธุ์ออกดอกเร็วกว่าพันธุ์อื่น

ตารางที่ 5 แสดงค่าดัชนีความเหมือน (similarity index) ของหญ้าเนเปียร์และหญ้าไข่มุก รวม 20 พันธุ์

Accession	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.Mott	1.00																			
2.Jakgrapat	0.38	1.00																		
3.Common	0.43	0.70	1.00																	
4.King grass	0.42	0.78	0.84	1.00																
5.Prince	0.33	0.40	0.42	0.40	1.00															
6.Pakchong1	0.43	0.72	0.79	0.79	0.43	1.00														
7.Surat1	0.43	0.71	0.86	0.82	0.41	0.77	1.00													
8.Taiwan A25	0.40	0.77	0.70	0.73	0.42	0.75	0.69	1.00												
9.Taiwan A148	0.43	0.72	0.79	0.80	0.43	0.97	0.77	0.73	1.00											
10.Merkeron	0.49	0.45	0.48	0.47	0.41	0.52	0.50	0.48	0.51	1.00										
11.Bana	0.40	0.87	0.73	0.81	0.41	0.75	0.73	0.75	0.75	0.44	1.00									
12.Alafal	0.38	0.72	0.88	0.82	0.44	0.77	0.81	0.70	0.77	0.47	0.73	1.00								
13.Tanegashima	0.44	0.66	0.77	0.73	0.42	0.70	0.72	0.69	0.70	0.47	0.72	0.72	1.00							
14.VrukWona	0.37	0.86	0.69	0.75	0.42	0.69	0.68	0.77	0.68	0.46	0.87	0.75	0.65	1.00						
15.Tifton	0.40	0.73	0.90	0.87	0.44	0.78	0.86	0.70	0.79	0.47	0.77	0.91	0.76	0.73	1.00					
16.Mauklek	0.45	0.71	0.78	0.74	0.41	0.76	0.86	0.70	0.76	0.50	0.71	0.74	0.72	0.68	0.80	1.00				
17.Petchaboon	0.42	0.72	0.79	0.78	0.43	0.72	0.76	0.71	0.88	0.51	0.77	0.78	0.72	0.72	0.80	0.75	1.00			
18.Kampaengsan	0.41	0.67	0.83	0.76	0.41	0.74	0.76	0.68	0.73	0.49	0.69	0.81	0.74	0.67	0.81	0.77	0.76	1.00		
19.Pearl millet	0.27	0.18	0.16	0.18	0.17	0.18	0.20	0.15	0.16	0.26	0.17	0.16	0.18	0.16	0.18	0.19	0.16	0.14	1.00	
20.Thin Napier	0.17	0.15	0.16	0.15	0.14	0.15	0.17	0.14	0.17	0.17	0.15	0.16	0.15	0.15	0.16	0.18	0.17	0.16	0.12	1.00



ภาพที่ 5 แสดงการจัดกลุ่มในรูป dendrogram ของหญ้าเนเปียร์และหญ้าไข่มุก รวม 20 พันธุ์ โดยใช้เครื่องหมายไอเอสเอสอาร์ จำนวน 20 เครื่องหมาย ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี UPGMA

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยหญ้าเนเปียร์ 15 พันธุ์ โดยกลุ่มนี้มีลักษณะสัณฐานวิทยาที่เด่นชัด บางลักษณะคล้ายคลึงกัน ได้แก่ ใบสีเขียว ต้นสูงมาก และจำนวนปล้องมาก สามารถจัดกลุ่มย่อยได้อีกที่ ค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.77 แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 2.1 ประกอบด้วย พันธุ์จักรพรรดิ พันธุ์บาน่า พันธุ์รุกโวน่า และพันธุ์ไต้หวัน A25 ในขณะที่ Azevedo *et al.* (2012) รายงานเช่นกันว่าพันธุ์รุกโวน่าและพันธุ์ไต้หวัน A25 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเมื่อจำแนกด้วยเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลต์

กลุ่มย่อยที่ 2.2 ประกอบด้วย พันธุ์ธรรมดา พันธุ์อาราฟัล พันธุ์ทิพตัน พันธุ์ยักษ์ พันธุ์กำแพงแสน พันธุ์สุราษฎร์ 1 พันธุ์มวกเหล็ก พันธุ์ปากช่อง 1 พันธุ์ไต้หวัน A148 และพันธุ์เพชรบูรณ์ โดยพันธุ์ปากช่อง 1 และพันธุ์ไต้หวัน A148 มีค่าดัชนีความเหมือนกันสูงถึง 0.97 สอดคล้องกับรายงานของปิยนุช และคณะ (2558) ที่พบว่าทั้งสองพันธุ์มีความเหมือนกันทางพันธุกรรมสูงสุดในกลุ่มตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ จำนวน 9 พันธุ์ ที่นำมาศึกษาการจำแนกพันธุ์ด้วยเครื่องหมาย AFLP เป็นไปได้ว่าหญ้าเนเปียร์ทั้งสองพันธุ์นี้อาจจะเป็นชนิดพันธุ์เดียวกัน ในขณะที่พันธุ์สุราษฎร์ 1 และพันธุ์มวกเหล็ก มีค่าดัชนีความเหมือนกันสูงถึง 0.86 สอดคล้องกับรายงานของอานูภาพ และคณะ (2557) ที่พบว่าทั้งสองพันธุ์มีความเหมือนกันทางพันธุกรรมสูงสุดในกลุ่มตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ จำนวน 14 พันธุ์ ที่นำมาศึกษาการจำแนกพันธุ์ด้วยเครื่องหมาย RAPD ซึ่งยืนยันถึงการเป็นลูกผสมของพันธุ์สุราษฎร์ 1 ที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์กระแจะและพันธุ์มวกเหล็ก (สมพล และคณะ, 2556)

กลุ่มย่อยที่ 2.3 คือ พันธุ์ทากาจิมา แยกออกจากกลุ่มย่อยอื่นด้วยค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.72 มีลักษณะสัณฐานวิทยาที่เด่นชัดคล้ายคลึงกันมากที่สุดกับพันธุ์ปากช่อง 1 พันธุ์กำแพงแสน พันธุ์จักรพรรดิ พันธุ์ธรรมดา และพันธุ์เพชรบูรณ์ (ตารางที่ 3) พันธุ์ทากาจิมาไม่ทราบที่มาของการปรับปรุงพันธุ์ที่แน่นอน รู้แต่เพียงว่านำเข้ามาจากประเทศมาเลเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2472 (กองอาหารสัตว์, 2539)

กลุ่มที่ 3 คือ พันธุ์ส้มม่วง ถูกจำแนกออกจากกลุ่มอื่นด้วยค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.39 สอดคล้องกับการจำแนกพันธุ์ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยา ที่พบว่าพันธุ์ส้มม่วงมีสีของใบเป็นสีม่วงที่พบเฉพาะในพันธุ์นี้เท่านั้น (ตารางที่ 3)

กลุ่มที่ 4 คือ พันธุ์หินเนเปียร์ ถูกจำแนกออกจากกลุ่มอื่นด้วยค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.16 สอดคล้องกับการจำแนกด้วยลักษณะสัณฐานวิทยา ที่พบว่ามีเส้นผ่าศูนย์กลางปล้องกว้างที่สุดซึ่งพบเฉพาะในพันธุ์นี้เท่านั้น(ตารางที่ 3) ความแตกต่างที่ชัดเจนนี้เนื่องจากพันธุ์หินเนเปียร์เป็นคนละชนิดพันธุ์กับหญ้าเนเปียร์พันธุ์อื่น

การจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาร่วมกับข้อมูลในระดับพันธุกรรม สามารถจำแนกและจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของหญ้าเนเปียร์ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 พันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่สามารถจำแนกความแตกต่างได้โดยใช้เพียงลักษณะสัณฐานวิทยา ประกอบด้วย 5 พันธุ์ ได้แก่

- พันธุ์เมอคิรอน ลักษณะที่ใช้จำแนกความแตกต่างคือ ต้นสูง โดยมีความสูงต้นเฉลี่ย 268 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางปล้องแคบ เฉลี่ย 1.09 เซนติเมตร และออกดอกเร็วที่อายุประมาณ 2 เดือน

- พันธุ์แคระ ลักษณะที่ใช้จำแนกความแตกต่าง คือ ต้นสูงปานกลาง มีความสูงต้นเฉลี่ย 159 เซนติเมตร

- พันธุ์หินเนเปียร์ ลักษณะที่ใช้จำแนกความแตกต่าง คือ เส้นผ่าศูนย์กลางปล้องกว้างเฉลี่ย 3.13 เซนติเมตร

- พันธุ์มวกเหล็ก ลักษณะที่ใช้จำแนกความแตกต่าง คือ ต้นเตี้ย มีความสูงต้นเฉลี่ย 63 เซนติเมตร

- พันธุ์ส้มม่วง ลักษณะที่ใช้จำแนกความแตกต่าง คือ สีของใบเป็นสีม่วง

กลุ่มที่ 2 พันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยา แต่สามารถจำแนกความแตกต่างด้วยลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.90 ประกอบด้วย 12 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน พันธุ์จักรพรรดิ พันธุ์ธรรมดา พันธุ์เพชรบูรณ์ พันธุ์ทากาจิมา พันธุ์ที่ฟตัน พันธุ์สุราษฎร์ 1 พันธุ์อาราฟัล พันธุ์ไต้หวัน A25 พันธุ์ยักษ์ พันธุ์บ้านา พันธุ์รุกไวน่า หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มนี้มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมสูงมาก อย่างไรก็ตาม เครื่องหมายไอเอสเอสอาร์ช่วยให้สามารถจำแนกพันธุ์ในกลุ่มนี้ออกจากกันได้แต่ก็ทำได้ในระดับหนึ่ง เพื่อให้การจำแนกมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นจำเป็นต้องใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดอื่นเพิ่มเติม เช่น Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) หรือ Simple sequence repeat (SSR) เป็นต้น

กลุ่มที่ 3 พันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาและลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ประกอบด้วย 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปากช่อง 1 และพันธุ์ไต้หวัน A148 มีความคล้ายคลึงกันมากทั้งทางสัณฐานวิทยาและทางพันธุกรรม โดยมีค่าดัชนีความเหมือนสูงถึง 0.97 คิดเป็น 97 เปอร์เซ็นต์ หรือมีความแตกต่างกันเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นไปได้ว่าทั้งสองพันธุ์นี้อาจจะเป็นชนิดพันธุ์เดียวกัน

สรุปผลการทดลอง

1. การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ในรูป dendrogram โดยใช้ข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยา 38 ลักษณะ สามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาที่เด่นชัด ได้แก่ สีของใบ ความสูงต้น และการออกดอก ออกเป็น 5 กลุ่ม ในขณะที่ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.45 สามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ ออกเป็น 4 กลุ่ม

2. การจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาาร่วมกับลายพิมพ์ดีเอ็นเอ สามารถจำแนกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 พันธุ์ที่สามารถจำแนกความแตกต่างได้โดยใช้เพียงลักษณะสัณฐานวิทยา ประกอบด้วย พันธุ์เมอธีรอน พันธุ์กระ พันธุ์ทินเนเปียร์ พันธุ์มวกเหล็ก และพันธุ์สีม่วง กลุ่มที่ 2 พันธุ์ที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาแต่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ด้วย ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ค่าดัชนีความเหมือนเฉลี่ย 0.90 ประกอบด้วย พันธุ์กำแพงแสน พันธุ์จักรพรรดิ พันธุ์ธรรมดา พันธุ์เพชรบูรณ์ พันธุ์ตากาจิมา พันธุ์ที่ฟตัน พันธุ์สุราษฎร์ 1 พันธุ์อาราฟัล พันธุ์ไต้หวัน A25 พันธุ์ยักษ์ พันธุ์บ้านา พันธุ์รุกโวน่า กลุ่มที่ 3 พันธุ์ที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาและลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ประกอบด้วย พันธุ์ปากช่อง 1 และพันธุ์ไต้หวัน A148

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่อนุเคราะห์พันธุ์หญ้าไข่มุกและหญ้าเนเปียร์บางส่วนสำหรับใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญจันทกานต์ อรณันท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์อาหารสัตว์ ที่ให้คำปรึกษาจนผลงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอบคุณสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2561. รายละเอียดในการตรวจสอบลักษณะของพันธุ์พืชที่ขอจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่ตามชนิดพืชที่ได้ประกาศให้เป็นพันธุ์พืชใหม่ที่จะได้รับการคุ้มครอง ตามมาตรา 14 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 ชนิดพืช หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum* Schumach.). แห ล ง ที่ ม า http://www.doa.go.th/pvp/index.php?option=com_content&view=article&id=119&Itemid=128.
- กองอาหารสัตว์. 2539. หญ้าเนเปียร์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- กองอาหารสัตว์. 2553. พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี. หญ้าเนเปียร์. เอกสารเผยแพร่ กรมปศุสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 6.
- ปิยะนุช คำแวน ปิตพงษ์ โตบันลือภพ เฉลิมพล ภูมิไชย ธนพล ไชยแสน นฤป ทองคา นพัติน มุขยกุล. 2558. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของหญ้าพลังงานเขตร้อน โดยใช้เทคนิค AFLP. ว. วิทย์. กษ. 46(3) (พิเศษ).น 69-72.
- เยาวลักษณ์ แหม่งปิง รัตติกาล ปวงแก้ว อานุภาพ เสี่ยงสาย และศศิพร ช่อลำไย. 2558. การเปรียบเทียบวิธีการสกัดดีเอ็นเอจากใบของหญ้าและถั่วอาหารสัตว์บางชนิด, น 182-193. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมพล ไวปัญญา อภิชาติ บุญเรืองขาว และจันทกานต์ อรณันท์. 2556. การพัฒนาพันธุ์หญ้าเนเปียร์กระและการใช้ประโยชน์, น. 70-80. ใน รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2556. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2556. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. เอกสารเผยแพร่ กรมปศุสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1.

- สุทวัฒน์ สินธีรโรจน์ ปิยะวดี เจริญวัฒนะ คำพร รัตน์สุด และอรุณทัย ขาววา. 2557. การใช้เครื่องหมาย ไอเอสเอสอาร์สำหรับความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะละกอ. วารสารแก่นเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ฉบับพิเศษ 3. น 211-215.
- สุนันท์ น้อยอุทัย ทรงยศ โชติชุตติมา สายัณห์ ทัดศรี ประภา ศรีพิจิตต์ พิลานี ไวกอนอมสตัย นพ ตันมุขย และกุลภักจี คงศีล. 2557. ผลผลิตมวลชีวภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 8 ชนิด สำหรับปลูกเป็นพลังงานทดแทน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ฉบับ 45 (1). น. 43-55.
- อรรพรรณ ชลวานิชย์. 2547. การวิเคราะห์ไอเอสเอสอาร์ของเปล้าใหญ่ (*Croton oblongifolius*) ใน ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อานูภาพ เสี่ยงสาย เกียรติศักดิ์ กล้าเอม และจรีรัตน์ มงคลศิริวัฒนา. 2557. การสร้างลายพิมพ์จีโนมของ หญ้าเนเปียร์บางสายพันธุ์ในประเทศไทยด้วยเทคนิค RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA). โปสเตอร์นำเสนอในงานประชุมงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ประจำปี 2557.
- Azevedo, A.L.S., Costa, P.P., Machado, J.C., Machando, M.A., Pereira, A.V. and F.J.S., Ledo. 2012. Cross species amplification of *Pennisetum glaucum* microsatellite markers in *Pennisetum purpureum* and genetic diversity of Napier grass accessions. J. Crop Science, vol. 4, p 1776-1785.
- Babu, C., Sundaramoorthi, J., Vijayakumar, G. and R.S., Ganesh. 2009. Analysis of Genetic Diversity in Napier Grass (*Pennisetum purpureum* Schum) as Detected by RAPD and ISSR Markers. J. Plant Biochemistry & Biotechnology, vol. 18(2), p 181 -187.
- Godwin, I.D., Mace, E.S. and Nurzuhairawaty. 2001. Genotyping Pacific Island Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Germplasm, In: Plant Genotyping the DNA Fingerprinting of Plants, p.109-128.
- Lima R.S.N., R.F. Daher, L.S.A. Goncalves, D.A. Rossi, J.A.T.do Amaral, Pereira, M.G. and F.J.S. Ledo. 2011. RAPD and ISSR markers in the evaluation of genetic divergence among accession of elephant grass. Genet. Mol. Res, vol. 10(3), p 1304-1313.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ จำนวน 38 ลักษณะ ของหญ้าเนเปียร์ 19 พันธุ์

ลักษณะ	การกำหนด/ หน่วย	แคะระ	จักรพรรดิ	ธรรมดา	ยักษ์	ม่วง	ปากช่อง1	สุราษฎร์ 1	A25	A148	เมอธีรอน	บานา	อาราฟิล	ทากาจิมา	รุกโวน่า	ทีฟตัน	มวกเหล็ก	เพชรบูรณ์	กำแพงแสน	ทินเนเปียร์
1.ทรงกอ	ตั้งตรง																			
	กึ่งตั้งตรง																			
	กึ่งเอนราบ																			
2.ความสูง	เซนติเมตร	159	379	391	280	309	410	345	271	407	268	268	381	374	306	317	63	365	374	330
3.จำนวนต้น/กอ	เซนติเมตร	30	22	18	16	12	21	25	35	23	21	23	22	32	16	17	29	27	24	25
4.จำนวนปล้อง	เซนติเมตร	12	26	21	22	26	21	21	18	23	12	21	24	24	19	19	7	25	19	25
5.การเจริญเติบโต	ตรง																			
	จิกแซก																			
6.ความยาวปล้อง	เซนติเมตร	14.3	16.3	17.3	16.7	14	16	15	17	18	23.7	14.3	18.3	16.7	15.3	20	3.7	16	20	14
7.เส้นผ่าศูนย์กลาง	เซนติเมตร	1.14	1.76	1.56	1.88	2.02	1.84	1.56	1.48	1.66	1.09	1.64	1.42	1.33	1.87	1.53	1.47	1.53	1.63	3.13
8.รูปตัดขวาง	ไข่																			
	กลม																			
9.สีลำต้น	เขียว																			
	เหลืองอ่อน																			
	ม่วง																			
10.แอนโทไซยานิน ปล้อง	ไม่ปรากฏ																			
	ปรากฏ																			
11.โชนลำต้น	ไม่มี/มีน้อยมาก																			
	ปานกลาง																			
12.แอนโทไซยานินข้อ	ไม่ปรากฏ																			
	ปรากฏ																			
13.ขนที่ข้อ	ไม่ปรากฏ																			
	ปรากฏ																			
14.ความยาวแผ่นใบ	เซนติเมตร	77	106	109	131	119	98	91	120	105	81	136	101	96	130	109	58	101	108	124
15.ความกว้างแผ่นใบ	เซนติเมตร	4.36	4.96	3.95	5.26	3.98	4.2	4.09	3.85	4.64	4.67	5.4	3.84	3.62	5.57	4.21	2.55	4.33	3.69	4.82
16.สีแผ่นใบ	เขียว																			
	ม่วง																			
17.สีเส้นกลางใบ	เขียว																			
	ม่วง																			
18.การโค้งปลายใบ	ตรง																			
	ห้อย																			
19.ลักษณะปลายใบ	แหลม																			
	กึ่งเรียวแหลม																			
	เรียวแหลม																			
20.ขนที่ขอบใบ	ไม่มี/มีน้อยมาก																			
	น้อย																			
	ปานกลาง																			
	มาก																			

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลักษณะ	การกำหนด/หน่วย	แคระ	จักรพรรดิ	ธรรมดา	ยักษ์	ม่วง	ปากช่อง1	สุราษฎร์ 1	A25	A148	เมือศรีอน	บาน่า	อาราฟัด	ตากาจิมา	รุกโวน่า	ทีฟตัน	มวกเหล็ก	เพชรบูรณ์	กำแพงแสน	ทินเนเปียร์
21.ขนด้านล่างใบ	ไม่มี/มีน้อยมาก																			
	ปานกลาง																			
22.ขนด้านบนใบ	ไม่มี/มีน้อยมาก																			
	น้อย																			
	ปานกลาง																			
	มาก																			
23.ไซที่ผิวใบ	ไม่มี/มีน้อยมาก																			
24.หนามขอบใบ	ไม่ปรากฏ																			
	ปรากฏ																			
25.ขนที่โคนแผ่นใบ	ไม่มี/มีน้อยมาก																			
	น้อย																			
	ปานกลาง																			
	มาก																			
26.ความยาวกาบใบ	เซนติเมตร	13.9	16.1	18.5	21.9	16.6	15	14.3	20	14.8	16.7	22.1	16.4	15.1	21	18.9	12	15	17	17.9
27.ความกว้างกาบใบ	เซนติเมตร	3.82	3.54	3.13	4.09	3.87	3.24	2.91	3.32	3.37	3.83	4.47	2.57	2.41	5.02	2.9	2.12	2.67	2.36	3
28.สีกาบใบ	เขียว																			
	ม่วง																			
29.ขนที่กาบใบ	ไม่มี/มีน้อยมาก																			
	น้อย																			
	ปานกลาง																			
	มาก																			
30.ไซกาบใบ	ไม่มี/มีน้อยมาก																			
	น้อย																			
	ปานกลาง																			
	มาก																			
31.ความยาวเส้นใบ	มิลลิเมตร	2	3	3.4	3	2.8	2.4	4	3.4	3.2	3	3	4	2	2	4	1.5	3	3.1	1.5
32.มุมใบธง	ตั้งตรง																			
33.ความยาวก้านช่อดอก	เซนติเมตร	19	29	27	32	-	26	22	26	29	24	-	25	24	-	28	22	27	29	-
34.ความยาวก้านช่อดอก	เซนติเมตร	15	12	9	6	-	13	15	6	13	11	-	12	8	-	12	10	11	7	-
35.ความกว้างช่อดอก	เซนติเมตร	3.6	2.8	2.7	2.9	-	3.4	2.7	3.1	3.9	2.7	-	2.6	2.7	-	2.7	2.4	3.2	2.7	-
36.ความยาวช่อดอก	เซนติเมตร	19	26	25	29	-	22	19	26	24	21	-	24	20	-	27	21	23	26	-
37.สีของช่อดอก	เขียว					-						-			-					-
	เหลือง					-						-			-					-
38.ความหนาแน่นของช่อดอกย่อยบนช่อดอก	จำนวนช่อดอกย่อยบนความยาวช่อดอก 1 ซม.	42	38	40	45	-	41	39	39	35	39	-	32	40	-	27	38	34	32	-

- พันธุ์สีม่วง พันธุ์บาน่า พันธุ์รุกโวน่า พันธุ์ทินเนเปียร์ ไม่พบการออกดอก